

ІНСТИТУТ ЗРОШУВАНОВОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА
НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ

Кваліфікаційна наукова праця
на правах рукопису

ДРОБІТЬКО Антоніна Вікторівна

УДК 633.15:631.5:631.8:631.67(477.7)

ДИСЕРТАЦІЯ
АГРОБІОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ПІДВИЩЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ
ЗЕРНОВИХ І ЗЕРНОБОБОВИХ КУЛЬТУР В УМОВАХ
СТЕПУ УКРАЇНИ

06.01.09 «Рослинництво»
(сільськогосподарські науки)

Подається на здобуття наукового ступеня
доктора сільськогосподарських наук

Дисертація містить результати власних досліджень.
Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на
відповідне джерело _____ А. В. Дробітько

Науковий консультант: доктор
сільськогосподарських наук, професор,
академік НААН
ВОЖЕГОВА Раїса Анатоліївна

Херсон – 2021

АНОТАЦІЯ

Дробітько А. В. Агробіологічні основи підвищення продуктивності зернових і зернобобових культур в умовах Степу України. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора сільськогосподарських наук за спеціальністю 06.01.09 «Рослинництво». – Миколаївський національний аграрний університет; Інституту зрошуваного землеробства Національної академії аграрних наук України, Херсон, 2020.

У дисертаційній роботі висвітлено результати досліджень з розробки, удосконалення та агробіологічного обґрунтування технологій вирощування зернових і зернобобових культур у зоні Степу України для вибору сортів і гібридів з максимальним потенціалом продуктивності та якості, вивчення їх реакції на агротехнічні заходи.

За результатами проведених досліджень встановлено, що в роки проведення досліджень максимальна зернова продуктивність відзначено за сприятливих умов 2009 року у сортів Достойний (6,21 т/га) та Зимовий (6,44 т/га). В середньому за роки проведення досліджень як у варіанті без захисту рослин, так і з його проведенням максимальну врожайність сформував сорт Достойний – 4,50-5,13 т/га. Найгірші результати одержано на дослідних ділянках без захисту рослин за вирощування сортів Тамань і Абориген – 3,92-3,94 т/га. Доведена перевага застосування захисту рослин з підвищенням врожайності зерна ячменю озимого в середньому з 4,12 до 4,65 т/га або на 12,9%. Статистичним аналізом доведено, що показники стресостійкості були мінімальними (–0,35) у сорту Метелиця.

В дослідях з оптимізації строку сівби і норми висіву ячменю озимого встановлено, що найвищу врожайність зерна на рівні 3,81-4,12 т/га сорт-дворучка Достойний формувал за першого (1 жовтня) строку сівби. За третього строку на цього сорті врожайність була на 0,58-1,00 т/га нижчою. Оптимальна норма висіву для сорту Зимовий у всі строки сівби була 5 млн. схожих насінин на гектар. Запізнення зі сівбою сорту Достойний призводило до зниження вмісту білка в зерні. Найвищий його вміст в зерні сформовано

за першого (11,4%) і другого (11,6%) строків сівби за норми висіву 4 млн шт./га. На сорті Зимовий такої закономірності не спостерігалось.

Аналіз урожайних даних свідчить про те, що досліджуваний сорт пшениці озимої Херсонська безоста змінює свою продуктивність залежно від захисту рослин та норм висіву. Найвища врожайність зерна в досліді на рівні 6,52 т/га одержана у варіанті із захистом рослин та при нормі висіву 5 млн/га. Норми висіву вплинули на продуктивність рослин по різному. Так, у варіанті без захисту найвищій врожай (5,61 т/га) був за норми висіву 6 млн/га, а із захистом рослин – 5 млн/га (6,52 т/га). Захист рослин позитивно вплинув на показники вмісту білка в зерні пшениці.

В польових дослідях з сортами сої встановлено, що інокуляція насіння біопрепаратами INTEX PEAT та Оптімайз істотно впливає на кількість та масу бульбочок у сортів сої Аполлон та Валюта. Визначено, що зміна кількості бульбочок на кореневій системі залежала від впливу застосованих інокулянтів та умов вегетації, точніше від умов зволоження, також змінювалася і їх маса на одній рослині. Вивчення впливу застосування інокулянтів INTEX PEAT та Оптімайз на врожайність насіння сої дозволило встановити перевагу вирощування сорту Валюта. Найбільший приріст урожайності зерна був одержаний за обробки посівного матеріалу інокулянтом Оптімайз на двох досліджуваних сортах.

У дослідях з оптимізації ширини міжрядь різних за генетичним потенціалом сортів сої в умовах Північного Степу встановлено, що максимальна урожайність 2,18-2,53 т/га отримана на ділянках з широкорядним способом сівби з міжряддям 70 см. Слід відмітити, що звуження міжрядь при вирощуванні досліджуваних сортів до 45 см призводило до різкого зниження урожайності. Подальше звуження міжрядь до 22,5 см забезпечувало більшу врожайність, ніж за ширини міжрядь 45 см, як у сорту Хаджибей, так і в середньостиглого сорту Подільська 1.

У досліді з встановлення рівнів продуктивності сої залежно від способу сівби та догляду за посівами доведено, що середньому за 2009-2011 рр.

найвища врожайність насіння 2,53 т/га за сівби з міжряддями 45 см та (2,43 т/га) одержана за сівби з міжряддями 22 см при проведенні 2 до-, 1 проміжного та 2 післясходових боронувань, що більше на 0,20-0,21 т/га порівняно з ділянками контрольного варіанту, де вносили гербіцид.

Вирощування різних сортів гороху дозволило визначити, що показники структури врожаю залежно від схем захисту рослин змінюються в різному ступеню. Так, довжина бобів характеризувалась слабким зростанням до 6,3 см у варіанті з сортом Девіз за хімічного та інтегрованого захисту. Кількість бобів на одній рослині та кількість зерен в бобі також слабо змінювалась і відображала вищезгадані тенденції. Маса 1000 зерен в середньому по сортовому складу була найбільшою у сорту Девіз – 3,9 г. По сорту Отаман даний показник продуктивності гороху склав 3,3 г, тобто був на 18,9% менше.

В досліді із зерновим сорго визначено, що змінення біологічної активності і поживного режиму ґрунту у процесі розкладання соломи під впливом мікробних препаратів за різних прийомів обробітку ґрунту істотно впливає на рівень врожайності культури. На фоні застосування оранки найвищу врожайність було отримано при застосуванні препарату Органік-баланс – 5,01 т/га і Екостерн – 4,63 т/га. Обробка соломи препаратами Біонорм, Деструктор целюлози і Біодеструктор стерні проявляється зниженням врожайності на 21,3-26,5%.

Для планування режимів зрошення зернових і зернобобових культур та інших елементів технологій вирощування слід враховувати поточні погодні умови, зокрема кількість опадів, а також температуру та вологість повітря. Доведено, що за роки досліджень сумарне водоспоживання пшениці озимої в двометровому шарі ґрунту за весняно-літній період вегетації у варіантах з призначенням поливів по вологості ґрунту майже не коригувалося з нормою зрошення й склало 3748 та 3648 м³/га, відповідно. Сумарне водоспоживання кукурудзи залежало від умов вологозабезпеченості рослин. Визначена пряма залежність водоспоживання від величини зрошувальної норми.

Аналіз споживання вологи рослинами сої, озимої пшениці та кукурудзи із різних шарів ґрунту та процесів гравітаційних втрат її за межі зони аерації показав, що в середньому по сівозміні при водозберігаючому та ґрунтозахисному режимах зрошення 77% вологи використовується з метрового шару ґрунту. Незначна її кількість (9%) витрачається з глибини 150-200 см. При оптимальному зрошенні з метрового шару ґрунту за рахунок легкодоступної вологи її використання зменшується і становить 73%.

Встановлення динаміки рівнів урожайності свідчить про те, що різна ступінь забезпеченості рослин вологою впродовж вегетаційного періоду суттєво вплинуло на продуктивність пшениці озимої сорту Овідій. Створення відповідних до визначених у схемі умов зволоження ґрунту поливами забезпечило отримання врожаю зерна пшениці озимої, у середньому, в межах 4,7-5,3 т/га. Застосування біологічно-оптимального режиму зрошення та внесення добрив згідно розрахунковій дози N_{141} забезпечило максимальний врожай 7,22 т/га. Збільшення норми висіву з 3 до 6 млн схожих зерен на гектар підвищило врожай на 0,55 т/га.

Встановлено, що у варіанті з біологічно оптимальним режимом зрошення врожайність насіння сої, у середньому, становила 4,28 т/га, різниця між першим та другим і третім варіантами склала відповідно 9,7 і 3,4%. У варіанті без добрив цей показник, у середньому, склав 3,3 т/га, а їх внесення забезпечило суттєве (на 34,2-39,1%) підвищення продуктивності рослин. При цьому різниця між удобреними варіантами була незначною і склала лише 0,16 т/га або 4,9%.

При вирощуванні зерна кукурудзи найбільшу врожайність 12,4 т/га отримали за біологічно-оптимального режиму зрошення з розрахунковою нормою добрив (N_{153}) та густоті стояння 80 тис. рослин на гектарі. Застосування добрив забезпечило сталий приріст урожайності порівняно з неудобреним контролем, в середньому, на 55-68%. Загущення посівів від 40 до 60 і 80 тис./га, в середньому, сприяло зростанню урожайності зерна на 7,7-

13,2%. За гібридним складом відзначено суттєве зростання врожайності зерна на 63,9-80,2% у гібридів Азові і Каховський.

З врахуванням біологічних властивостей зернових і зернобобових культур зрошуваної сівозміни та строків їх сівби, в програмах AquaCrop та CROPWAT були змодельовані основні показники продукційного процесу рослин. Для років проведення досліджень за умовними періодами розвитку були встановлені показники глибини проникнення кореневої системи, висота рослин, розраховані коефіцієнти водного режиму тощо.

Економічним аналізом доведено, що за неполивних умов максимальний умовний чистий прибуток при використанні оптимізованих технологій вирощування формують соя – 7,5 тис. грн, пшениця озима – 6,8 тис. грн/га. Найменші показники виявлено за існуючої технології вирощування гороху та ячменю ярого – 2,4-2,5 тис. грн/га. Коефіцієнт енергетичної ефективності підвищується у неполивних умовах степової зони при вирощуванні сої – 2,55 та ячменю озимого – 2,48 даний показник зменшився в 1,9-2,0 рази за вирощування гороху за існуючою технологією. Штучне зволоження сприяло істотному зростанню даного енергетичного показника. Максимальна величина коефіцієнта енергетичної ефективності відзначена за вирощуванні на поливних землях сої – 3,24 та кукурудзи на зерно – 3,15.

Ключові слова: зернові та зернобобові культури, агрозаходи, зрошення, удобрення, біопрепарати, мікродобрива, строки, способи сівби, продуктивність, урожайність, якість, економічна ефективність, енергетична оцінка.

SUMMARY

Drobitko A. V. Agrobiological basis for increasing the productivity of grain and leguminous crops in the conditions of the Steppe of Ukraine. – Qualifying scientific work on the rights of the manuscript.

Dissertation for the degree of Doctor of Agricultural Sciences in specialty 06.01.09 «Plant Growing». - Institute of Irrigated Agriculture NAAS; Kherson State Agrarian-Economist University, Kherson, 2021.

The dissertation covers the results of research on the development, improvement and agrobiological substantiation of technologies for growing cereals and legumes in the steppe zone of Ukraine for the selection of varieties and hybrids with maximum potential for productivity and quality, studying their response to agronomic measures.

According to the results of the research, it was established that in the years of research the maximum grain productivity was observed under favorable conditions in 2009 in the varieties Dostoiniy (6.21 t/ha) and Zimoviy (6.44 t/ha). On average, over the years of research, both in the version without plant protection and with its implementation, the maximum yield was formed by the variety Dostoiny - 4.50-5.13 t/ha. The worst results were obtained in experimental plots without plant protection for growing varieties Taman and Aboriginal - 3.92-3.94 t/ha. The advantage of application of plant protection with increase in grain yields of winter barley on average from 4.12 to 4.65 t/ha or by 12.9% is proved. Statistical analysis proved that the stress resistance was minimal (-0.35) in the Metelitsa variety.

In experiments on optimizing the sowing period and sowing rate of winter barley, it was found that the highest grain yield at the level of 3.81-4.12 t/ha of the two-handed variety Dostoiny formed during the first (October 1) sowing period. In the third period, the yield of this variety was 0.58-1.00 t/ha lowers. The optimal sowing rate for the Zimoviy variety at all sowing dates was 5 million similar seeds per hectare. Delay in sowing the variety Dostoiny led to a decrease in protein content in the grain. Its highest content in grain was formed during the first

(11.4%) and second (11.6%) sowing periods at sowing rates of 4 million units/ha. No such pattern was observed in the Zimoviy variety.

Analysis of yield data shows that the studied variety of winter wheat Kherson bezost changes its productivity depending on plant protection and seeding rates. The highest grain yield in the experiment at the level of 6.52 t/ha was obtained in the variant with plant protection and at a sowing rate of 5 million/ha. Seeding rates affected plant productivity in different ways. Thus, in the variant without protection, the highest yield (5.61 t/ha) was at the sowing rate of 6 million/ha, and with plant protection - 5 million/ha (6.52 t/ha). Plant protection had a positive effect on the protein content of wheat grain.

In field experiments with soybean varieties, it was found that inoculation of seeds with biological products INTEX REAT and Optimize significantly affects the number and weight of tubers in soybean varieties Apollo and Currency. It was determined that the change in the number of tubers on the root system depended on the influence of the applied inoculants and vegetation conditions, more precisely on the moisture conditions, and their mass on one plant also changed. The study of the influence of the use of inoculants INTEX REAT and Optimize on the yield of soybean seeds allowed establishing the advantage of growing the variety Currency. The largest increase in grain yield was obtained by treatment of seed with inoculant Optimize on the two studied varieties.

In experiments on optimization of row spacing of soybean varieties of different genetic potential in the Northern Steppe, it was found that the maximum yield of 2.18-2.53 t/ha was obtained in areas with a wide-row method of sowing with a row spacing of 70 cm. row spacing when growing the studied varieties up to 45 cm led to a sharp decrease in yield. Further narrowing of row spacing to 22.5 cm provided higher yields than for 45 cm row spacing, both in the Hadzhibey variety and in the medium-ripe Podilska 1 variety.

In the experiment to establish the levels of soybean productivity depending on the method of sowing and crop care, it was proved that on average in 2009-2011 the highest seed yield was 2.53 t/ha for sowing with 45 cm row spacing and (2.43

t/ha) was obtained. For sowing with row spacing, 22 cm were obtained during 2 pre- 1 intermediate and 2 post-emergence harrows, which is 0.20-0.21 t/ha more than in the control version, where the herbicide was applied.

Growing different varieties of peas for allowed determining that the indicators of the structure of the crop depending on the schemes of plant protection vary to varying degrees. Thus, the length of the beans was characterized by a slight increase to 6.3 cm in the variant with the motto variety with chemical and integrated protection. The number of beans per plant and the number of grains in the bean also varied slightly and reflected the above trends. The weight of 1000 grains on average in varietal composition was the largest in the variety Motto - 3.9 g. In the variety Otaman, this indicator of pea productivity was 3.3 g, ie was 18.9% less.

In the experiment with grain sorghum it was determined that the change of biological activity and nutrient regime of the soil in the process of decomposition of straw under the influence of microbial preparations by different methods of tillage significantly affects the level of crop yield. Against the background of plowing, the highest yield was obtained when using the drug Organic-balance - 5.01 and Ecoster - 4.63 t/ha. Treatment of straw with Bionorm, Cellulose Destructor and Stubble Biodestructor is manifested by a decrease in yield by 21.3-26.5%.

Current weather conditions, including rainfall, as well as temperature and humidity, should be taken into account when planning irrigation regimes for cereals and legumes and other elements of cultivation technologies. It is proved that over the years of research the total water consumption of winter wheat in a two-meter layer of soil during the spring-summer growing season in the variants with irrigation for soil moisture was almost not adjusted to the irrigation rate and amounted to 3748 and 3648 m³/ha, respectively. The total water consumption of corn depended on the moisture conditions of plants. The direct dependence of water consumption on the value of the irrigation rate is determined.

Analysis of moisture consumption by plants of soybeans, winter wheat and

corn from different soil layers and its gravitational losses outside the aeration zone showed that on average crop rotation in water-saving and soil-protective irrigation regimes 77% of moisture is used from a meter layer of soil. A small amount (9%) is consumed from a depth of 150-200 cm. With optimal irrigation from a meter layer of soil due to easily accessible moisture, its use is reduced and is 73%.

Of the yield data shows that the different degree of moisture supply of plants during the growing season significantly affected the productivity of winter wheat Ovid. The creation of watering conditions corresponding to the conditions of soil moistening defined in the scheme ensured the yield of winter wheat grain, on average, in the range of 4.7-5.3 t/ha. The application of biologically optimal irrigation regime and fertilizer application according to the estimated dose N_{141} provided a maximum yield of 7.22 t/ha. Increasing the sowing rate from 3 to 6 million similar grains per hectare increased the yield by 0.55 t/ha.

It was found that in the variant with a biologically optimal irrigation regime, the yield of soybean seeds, on average, was 4.28 t/ha, the difference between the first and second and third variants was 9.7 and 3.4%, respectively. In the variant without fertilizers, this indicator averaged 3.3 t/ha, and their application provided a significant (by 34.2-39.1%) increase in plant productivity. The difference between the fertilized variants was insignificant and amounted to only 0.16 t/ha or 4.9%.

When growing corn grain, the highest yield of 12.4 t/ha was obtained under the biologically optimal irrigation regime with the calculated rate of fertilizers (N_{153}) and the density of 80 thousand plants per hectare. The use of fertilizers provided a steady increase in yield compared to unfertilized control, on average, by 55-68%. Thickening of crops from 40 to 60 and 80 thousand/ha, on average, contributed to the growth of grain yield by 7.7-13.2%. In terms of hybrid composition, a significant increase in grain yield by 63.9-80.2% was observed in the Azov and Kakhovsky hybrids.

Taking into account the biological properties of cereals and legumes of irrigated crop rotation and the timing of their sowing, the AquaCrop and CROPWAT programs modeled the main indicators of the production process of

plants. For the years of research on conditional periods of development, indicators of the depth of penetration of the root system, plant height, calculated coefficients of water regime, etc. were established.

Economic analysis has shown that under non-irrigated conditions, the maximum conditional net profit when using optimized cultivation technologies is formed by soybeans - 7.5 thousand UAH, winter wheat - 6.8 thousand UAH/ha. The lowest indicators were found for the existing technology of growing peas and spring barley - 2.4-2.5 thousand UAH/ha. The coefficient of energy efficiency increases in non-irrigated conditions of the steppe zone when growing soybeans - 2.55 and winter barley - 2.48, this figure decreased by 1.9-2.0 times for growing peas using the existing technology. Artificial hydration has contributed to a significant increase in this energy indicator. The maximum value of the energy efficiency coefficient was observed for growing soybeans on irrigated lands - 3.24 and corn for grain - 3.15.

Key words: grain and leguminous crops, agricultural measures, irrigation, fertilizers, biological products, microfertilizers, terms, methods of sowing, productivity, productivity, quality, economic efficiency, energy estimation.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Монографії та навчальні посібники

1. Агротехнологічні аспекти вирощування енергетичних культур в умовах півдня України: навчальний посібник / М. І. Федорчук, С. В. Коковіхін, С. М. Каленська, Д. Б. Рахметов, О. А. Коваленко, В. Г. Федорчук, І. М. Філіпова, С. Д. Рахметов, **А. В. Дробітько**, А. В. Панфілова / за ред. М. І. Федорчука. Херсон: ФОП Бояркін Д.М., 2017. 160 с. *(здобувачем проаналізовано літературу, проведені польові дослідження з зерновими культурами, отримано експериментальні дані, сформульовано висновки).*

2. Федорчук М. І., Коковіхін С. В., Каленська С. М., **Дробітько А. В.** та ін. Науково-теоретичні засади та практичні аспекти формування екологобезпечних технологій вирощування та переробки сорго в степовій зоні України: монографія. Херсон: ФОП Бояркін Д.М., 2017. 208 с. *(здобувачем проаналізовано літературу, проведені польові дослідження з зерновими культурами, отримано експериментальні дані, сформульовано висновки).*

3. Вожегова Р. А., Малярчук М. П., **Дробітько А. В.** та ін. Наукове обґрунтування напрямів адаптації систем землеробства до кліматичних змін та забезпечення продовольчої безпеки. *Наукові основи адаптації систем землеробства до змін клімату в Південному Степу України*: колект. моногр. / за ред. чл.-кор. НААН Вожегової Р. А. Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2018. С. 8-39 *(здобувачем проаналізовано літературу, проведені польові дослідження з зерновими й зернобобовими культурами, одержано експериментальні дані, сформульовано висновки).*

4. Заєць С. О., Коваленко О. А., Василенко Р. М., Онуфран Л. І., Нетіс В. І., **Дробітько А. В.**, та ін. Ресурсозберігаючі екологічно безпечні технології вирощування зернових культур на зрошуваних землях півдня України. *Наукові основи адаптації систем землеробства до змін клімату в*

Південному Степу України: колект. моногр. / за ред. чл.-кор. НААН Вожегової Р. А. Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2018. С. 500-574 (здобувачем проаналізовано літературу, проведені польові дослідження з зерновими й зернобобовими культурами, одержано експериментальні дані, сформульовано висновки).

5. Польовий А. М., Божко Л. Ю., Шибанін В. С., Бабенко Д. В., **Дробітько А. В.**, Федорчук М. І. Агрометеорологія: навчальний посібник. Миколаїв: МНАУ, 2019. 413 с. *(здобувачем проаналізовано літературу, проведені польові дослідження з зерновими й зернобобовими культурами, встановлено вплив на продуктивність рослин погодних умов, сформульовано висновки).*

6. Вожегова Р.А., Коковіхін С. В., **Дробітько А. В.** та ін. Наукове обґрунтування агротехнологій на зрошуваних і неполивних землях зони Степу України в умовах змін клімату. Херсон: Айлант, 2021. 224 с. *(здобувачем проаналізовано літературу, проведені польові дослідження з зерновими та зернобобовими культурами, одержано експериментальні дані, сформульовано висновки).*

7. **Дробітько А. В.** Агроекологічні основи оптимізації технологій вирощування зернових і зернобобових культур у Південному Степу України: монографія. Херсон: Айлант, 2021. 184 с.

Статті у фахових виданнях України

8. **Дробітько А. В.**, Дробітько О. М., Мазец Ж. Е. Урожайність різних сортів сої в умовах Південно-Західного Степу України залежно від способу сівби *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2006. Спец. вип. 4(37). Т 1. С. 67–71 *(здобувачем проаналізовано літературу, проведені польові дослідження, підготовлено статтю до друку).*

9. Бобров С. О, **Дробітько А. В.** Високоврожайні та високоякісні сорти польових культур для формування сортової посівів у господарствах Миколаївської області. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2008. Вип.

3(46). Т 2. С. 17–20 (*здобувачем проаналізовано літературу, проведені польові дослідження, отримано експериментальні дані, підготовлено статтю до друку*).

10. Коковіхін С. В., **Дробітько А. В.** Оптимізація режимів зрошення основних сільськогосподарських культур з використанням імітаційного моделювання та програмних засобів. *Зрошуване землеробство: збірник наукових праць*. Херсон: «Олді-плюс». 2010. Вип. 53. С. 107–116 (*здобувачем проаналізовано літературу, проведені польові дослідження, отримано експериментальні дані, підготовлено статтю до друку*).

11. Ісакова Г. М., Коковіхін С. В., Влащук О. С., **Дробітько А. В.** Кореляційно-регресійне моделювання продуктивності кукурудзи залежно від динаміки показників гумусу та макроелементів в умовах півдня України. *Зрошуване землеробство: збірник наукових праць*. Херсон: «Олді-плюс», 2010. Вип. 54. С. 177–183 (*здобувачем проаналізовано літературу, проведені польові дослідження, отримано експериментальні дані, підготовлено статтю до друку*).

12. **Дробітько А. В.**, Нікончук Н. В. Структура рослин та урожайність кукурудзи залежно від способу сівби і густоти рослин. *Наукові праці. Екологія*. 2011. 150 (138). С. 15–17 (*здобувачем проаналізовано літературу, проведені польові дослідження, отримано експериментальні дані, підготовлено статтю до друку*).

13. Коковіхін С. В., **Дробітько А. В.** Прогнозування водопотреби сільськогосподарських культур та формування графіків поливів з використанням програми “CROPWAT”. *Зрошуване землеробство*. Херсон, 2011. Вип. 55. С. 298–303 (*здобувачем проаналізовано літературу, проведені польові дослідження, отримано експериментальні дані, підготовлено статтю до друку*).

14. Вожегова Р. А., Конащук І. О., Бояркіна Л. В., Коковіхін С. В., Найдьонов В. Г., **Дробітько А. В.** Науково-практичні аспекти впровадження ресурсоощадних інноваційних проектів у зрошуване землеробство півдня

України. *Зрошуване землеробство: збірник наукових праць*. Херсон: Айлант, 2011. Вип. 56. С. 39–47 (*здобувачем проаналізовано літературу, проведені польові дослідження, отримано експериментальні дані, підготовлено статтю до друку*).

15. Вожегова Р. А., Голобородько С.П., Коковіхін С. В., **Дробітько А. В.** Стан і перспективи розвитку водних меліорацій в Південному Степу України. *Зрошуване землеробство: збірник наукових праць*. Херсон: Айлант, 2012. Вип. 57. С. 39–47 (*здобувачем проаналізовано літературу, проведені польові дослідження, отримано експериментальні дані, підготовлено статтю до друку*).

16. Вожегова Р. А., Коковіхін С. В., Конащук І.О., Бояркіна Л. В., **Дробітько А. В.** Науково-практичні аспекти впровадження ресурсоощадних інноваційних проектів у зрошуване землеробство півдня України. *Зрошуване землеробство: збірник наукових праць*. Херсон: Айлант, 2012. Вип. 58. С. 24–28 (*здобувачем проаналізовано літературу, проведені польові дослідження, отримано експериментальні дані, підготовлено статтю до друку*).

17. Коковіхін С. В., Ларченко О. В., Донець А. О., **Дробітько А. В.** Моделювання складових елементів технологій вирощування сільськогосподарських культур з використанням інформаційних засобів. *Зрошуване землеробство: збірник наукових праць*. Херсон: Айлант, 2013. Вип. 59. С. 191–193 (*здобувачем проаналізовано літературу, проведені польові дослідження, отримано експериментальні дані, підготовлено статтю до друку*).

18. Коковіхін С. В., Писаренко П.В., Пилярський В.Г., Ніколайчук М.Г., Нікішов О.О., **Дробітько А. В.** Оптимізація структури посівних площ на зрошуваних землях з урахуванням показників гідромодулю системи та біологічних потреб культур. *Зрошуване землеробство: збірник наукових праць*. Херсон: Айлант, 2013. Вип. 60. С. 30–32 (*здобувачем проаналізовано літературу, проведені польові дослідження, отримано експериментальні*

дані, підготовлено статтю до друку).

19. **Дробітько А. В.** Дробітько О. М. Вплив способів сівби та норм висіву на урожайність насіння сої. *Вісник Житомирського національного агроекологічного університету*. Серія «Агрономія і біологія». 2014. №1 (39). Т. 1. С. 39–43 (здобувачем проаналізовано літературу, проведені польові дослідження, отримано експериментальні дані, підготовлено статтю до друку).

20. Коковіхін С. В., Ніколайчук М.Г., Пилярський В.Г., **Дробітько А. В.** Нормування витрат поливної води на рівні сівозміни та господарства з використанням сучасних інформаційних технологій. *Зрошуване землеробство: міжвідомчий тематичний науковий збірник*. – Херсон: Грінь Д.С., 2014. Вип. 61. С. 63–65 (здобувачем проаналізовано літературу, проведені польові дослідження, отримано експериментальні дані, підготовлено статтю до друку).

21. **Дробітько А. В.** Дробітько О. М. Вплив способів сівби на продуктивність насіння сої в умовах Північного Степу Миколаївської області. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. Серія «Агрономія і біологія». 2014. Вип. 3(27). С. 160-163 (здобувачем проаналізовано літературу, проведені польові дослідження, отримано експериментальні дані, підготовлено статтю до друку).

22. Вожегова Р.А., Лавриненко Ю.О., Коковіхін С.В., Писаренко П.В., Біляєва І.М., **Дробітько А. В.** Наукове обґрунтування режимів зрошення з врахуванням біологічних потреб рослин та технологічних параметрів зрошувальних систем. *Зрошуване землеробство: збірник наукових праць*. Херсон: Грінь Д.С., 2014. Вип. 62. С. 36–39 (здобувачем проаналізовано літературу, проведені польові дослідження, отримано експериментальні дані, підготовлено статтю до друку).

23. **Дробітько А. В.**, Дробітько О. М., Данілов І. В. Вплив інокулянтів і Оптимайз на врожайність та якість сортів сої в умовах Північного Степу. *Наукові праці. Екологія*. 256(244), 2015. С. 42–45 (здобувачем проаналізовано

літературу, проведені польові дослідження, отримано експериментальні дані, підготовлено статтю до друку).

24. Вожегова Р. А., Коковіхін С. В., Біляєва І. М., **Дробітько А. В.** Перспективи використання інформаційних систем для агрометеорологічного забезпечення зрошуваного землеробства в умовах півдня України. *Зрошуване землеробство: збірник наукових праць.* Херсон: Грінь Д.С., 2015. Вип. 64. С. 5–8 *(здобувачем проаналізовано літературу, проведені польові дослідження, отримано експериментальні дані, підготовлено статтю до друку).*

25. Вожегов С. Г., Коковіхін С. В., Зоріна Г. Г., **Дробітько А. В.** Науково-практичні аспекти моделювання режимів зрошення культур рисової сівозміни за допомогою програмного комплексу CROPWAT. *Зрошуване землеробство: збірник наукових праць.* Херсон: Грінь Д.С., 2016. Вип. 65. С. 54–58 *(здобувачем проаналізовано літературу, проведені польові дослідження, отримано експериментальні дані, підготовлено статтю до друку).*

26. Вожегова Р. А., Коковіхін С. В., **Дробітько А. В.** Формування продуктивності сортів сої під впливом інокуляції в умовах Степу України. *Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН.* 2019. № 28. С. 97–108 *(здобувачем проаналізовано літературу, проведені польові дослідження, отримано експериментальні дані, підготовлено статтю до друку).*

27. Панфілова А. В., Гамаюнова В. В., **Дробітько А. В.** Урожайність пшениці озимої залежно від попередника та біодеструктора стерні. *Вісник Полтавської державної аграрної академії.* 2019. № 3. С. 19–25 *(здобувачем проаналізовано літературу, проведені польові дослідження, отримано експериментальні дані, підготовлено статтю до друку).*

28. **Дробітько А. В.**, Коковіхін С. В., Заєць С. О. Продуктивність та економіко-енергетична ефективність технології вирощування сортів ячменю озимого в умовах Південного Степу України. *Зрошуване землеробство.*

Херсон, 2019. Вип. 72. С. 130–135 (здобувачем проаналізовано літературу, проведені польові дослідження, отримано експериментальні дані, підготовлено статтю до друку).

29. Гадзало Я. М., Вожегова Р. А., Коковіхін С. В., Біляєва І. М., **Дробітько А. В.** Наукове обґрунтування технологій вирощування кукурудзи на зрошуваних землях із урахуванням гідротермічних чинників і змін клімату. *Зрошуване землеробство*. Херсон, 2020. Вип. 73. С. 21–26 (здобувачем проаналізовано літературу, проведені польові дослідження, отримано експериментальні дані, підготовлено статтю до друку).

30. **Дробітько А. В.**, Вожегова Р. А., Коковіхін С. В., Біляєва І. М. Ефективність використання посівами сої сонячної енергії та ґрунтової вологи на зрошуваних і неполивних землях. *Зрошуване землеробство*. Херсон, 2020. Вип. 74. С. 35–41 (здобувачем проаналізовано літературу, проведені польові дослідження, отримано експериментальні дані, підготовлено статтю до друку).

31. Вожегова Р. А., Дробітько О. С., Шибанін В. С., **Дробітько А. В.** Вирощування гібридів кукурудзи інтенсивного типу в умовах змін клімату за зрошення. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2020. Вип. 67(2). С. 29–43 (здобувачем проаналізовано літературу, проведені польові дослідження, отримано експериментальні дані, підготовлено статтю до друку).

Статті у закордонних виданнях, включених до міжнародної бази цитування Scopus та Web of Science

32. Vozhehova R. A., Kokovikhin S. V., Lykhovyd P. V., Vozhehov S. H., **Drobitko A. V.** Artificial croplands and natural biosystems in the conditions of climatic changes: Possible problems and ways of their solving in the South Steppe Zone of Ukraine. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*. 2018. November-December. Vol. 9(6). P. 331-340 (здобувачем проаналізовано літературу, проведені польові дослідження, отримано

експериментальні дані, підготовлено статтю до друку).

33. Vozhehova R. A., Lavrynenko Y. O., Kokovikhin S. V., Lykhovyd P. V., Biliaieva I. M., **Drobitko A. V.**, Nesterchuk V. V. Assessment of the CROPWAT 8.0 software reliability for evapotranspiration and crop water requirements calculations. *Journal of water and land development*. 2018. No39. (X-XII). P. 147-142 (*здобувачем проаналізовано літературу, проведені польові дослідження, отримано експериментальні дані, підготовлено статтю до друку*).

34. Panfilova A., Korkhova M., Gamayunova V., Fedorchuk M., **Drobitko A.**, Nikonchuk N., Kovalenko O. Formation of photosynthetic and grain yield of spring barley (*Hordeum vulgare* L.) depend on varietal characteristics and plant growth regulators. *Agronomy Research*. 2019. 17(2), 608–620 (*здобувачем проаналізовано літературу, проведені польові дослідження, отримано експериментальні дані, підготовлено статтю до друку*).

35. Vozhehova R. A., Lavrynenko Yu. O., Biliaieva I. M., Kokovikhin S.V., Lykhovyd P. V., **Drobitko A.V.**, Nesterchuk V. V., Vozhehov S. H. Sustainable agriculture in conditions of climate changes: Possible problems and ways of their solving in the South Steppe zone of Ukraine. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2018. № 8 (3). P. 75–82 (*здобувачем проаналізовано літературу, проведені польові дослідження, отримано експериментальні дані, підготовлено статтю до друку*).

36. Panfilova A., Mohylnytska A., Gamayunova V., **Drobitko A.**, Tyshchenko S. Modeling the impact of weather and climatic conditions and nutrition variants on the yield of spring barley varieties (*Hordeum vulgare* L.). *Agronomy Research*, 2020, 18 (Special Issue 2), P. 1388–1403 (*здобувачем проаналізовано літературу, проведені польові дослідження, отримано експериментальні дані, підготовлено статтю до друку*).

Статті в інших виданнях

37. Вожегова Р., Влащук А., Дробіт О., Шебанін В., Дробітько А.

Догляд за посівами кукурудзи у весняно-літній період в умовах Південного Степу України. *AgroOne*. 2019. № 6 (43). С. 20–21 (здобувачем проаналізовано літературу, проведені польові дослідження, отримано експериментальні дані, підготовлено статтю до друку).

38. Вожегова Р., Дробітько О., Шебанін В., **Дробітько А.** Догляд за посівами кукурудзи в весняно-літній період в умовах Південного Степу України. *Агроном*. 2019. №6 (43). URL: <https://www.agroone.info/publication/dogljad-za-posivami-kukurudzi-v-vesnjano-litnij-period-v-umovah-pivdenного-stepu-ukraini> (дата звернення: 27.05.2019 р.) (здобувачем проаналізовано літературу, проведені польові дослідження, отримано експериментальні дані, підготовлено статтю до друку).

39. Коковихин С. В., Биднина И. А., Шарий В. А., Червань А. Н., **Дробітько А. В.** Оптимизация агротехнологического процесса возделывания сельскохозяйственных культур на орошаемых землях с использованием информационных технологий. *Почвоведение и агрохимия*: научный журнал. 2020. № 2(65), июль – декабрь 2020 г. Минск: Институт почвоведения и агрохимии. С. 63–71 (здобувачем проаналізовано літературу, проведені польові дослідження, отримано експериментальні дані, підготовлено статтю до друку).

Методичні рекомендації

40. Агротехнологічні вимоги до сівби озимих культур під урожай 2019 року у Південному Степу України: науково-практичні рекомендації / уклад. : Р. А. Вожегова, С. О. Заєць, А. М. Коваленко, **А. В. Дробітько** [та ін.]. Миколаїв, 2018. 44 с. (здобувачем проаналізовано літературу, проведені польові дослідження, отримано експериментальні дані, сформульовано рекомендації виробництву).

41. Комплекс весняно-польових робіт в господарствах Миколаївської області в 2018 році: науково-практичні рекомендації / Р. А. Вожегова, А. М. Коваленко, С. О. Заєць, **А. В. Дробітько** [та ін.]. Миколаїв : Іліон, 2018. 76 с. (здобувачем проаналізовано літературу, проведені польові дослідження,

отримано експериментальні дані, сформульовано рекомендації виробництву).

42. Методичні рекомендації з оптимізації технології вирощування зернових культур на зрошуваних і неполивних землях Південного Степу України / Вожегова Р. А., **Дробітько А. В.**, Лавриненко Ю. О., Коковіхін С. В., Писаренко П. В., Малярчук М. П. Херсон: ІЗЗ НААН, 2019. 16 с. *(здобувачем проаналізовано літературу, проведені польові дослідження, отримано експериментальні дані, сформульовано рекомендації виробництву).*

43. Методичні рекомендації з оптимізації технології вирощування пшениці озимої в умовах Південного Степу України / Вожегова Р. А., **Дробітько А. В.**, Заєць С. О., Влащук А. М., Коковіхін С. В., Дробіт О. С. Херсон: ІЗЗ НААН, 2019. 32 с. *(здобувачем проаналізовано літературу, проведені польові дослідження, отримано експериментальні дані, сформульовано рекомендації виробництву).*

44. Науково-методичні рекомендації з оптимізації технології вирощування сої на зрошуваних і неполивних землях півдня України / Вожегова Р. А., **Дробітько А. В.**, Лавриненко Ю. О., Малярчук М. П., Писаренко П. В. Херсон: ІЗЗ НААН, 2019. 16 с. *(здобувачем проаналізовано літературу, проведені польові дослідження, отримано експериментальні дані, сформульовано рекомендації виробництву).*

Тези доповідей на наукових конференціях

45. **Дробітько А. В.**, Дробітько О. М. Формування урожаю зерна сої залежно від прийомів вирощування в умовах Південно-Західного Степу України. Тези допов. Причорноморської регіон. наук.-практ. конф. проф.-викл. складу МДАУ (м. Миколаїв, 26-28 квітня 2006 р.). Миколаїв: МДАУ, 2006. С. 102–103 *(здобувачем проаналізовано літературу, проведені польові дослідження, отримано експериментальні дані, підготовлено тези до друку).*

46. Дробітько О. М., **Дробітько А. В.** Вплив просторового і кількісного

розміщення рослин на формування продуктивності кукурудзи в умовах Південно-Західного Лісостепу. *Наукові основи землеробства у зв'язку з потеплінням клімату*: матер. регіон. наук.-практ. конференції (м. Миколаїв, 10-12 листопада 2010 р.). Миколаїв: МДАУ, 2010. С. 134–138 (здобувачем проаналізовано літературу, проведені польові дослідження, отримано експериментальні дані, підготовлено тези до друку).

47. Фургал О. П., **Дробітько А. В.** Вплив способів сівби та механізованого догляду за посівами на ріст, розвиток і врожайність сої в умовах Миколаївської області. *Перлини степового краю*: матер. III регіон. наук.-практ. конференції студентів, аспірантів та молодих вчених (м. Миколаїв, 26-28 жовтня 2011 р.). Миколаїв: МДАУ, 2006. С. 102–103 (здобувачем проаналізовано літературу, проведені польові дослідження, отримано експериментальні дані, підготовлено тези до друку).

48. Гамаюнова В. В., **Дробітько А. В.**, Панфілова А. В. Значення біодеструктора стерні для біологізації землеробства в умовах Південного Степу України. *Ефективність використання екологічного аграрного виробництва*: зб. тез Міжнар. наук.-практ. конф. молодих учених (м. Київ, 2 листопада 2017 р. С. 38–41 (здобувачем проаналізовано літературу, проведені польові дослідження, отримано експериментальні дані, підготовлено тези до друку).

49. Нагірний В. В., Федорчук М. І., **Дробітько А. В.** Вплив агрометеорологічних умов середовища на розвиток рослин озимого ячменю різних строків сівби. *Вплив змін клімату на онтогенез рослин*: матер. Міжнар. наук.-практ. конф. (3-5 жовтня 2018 р., м. Миколаїв). Миколаїв: МНАУ, 2018. С. 65–68 (здобувачем проаналізовано літературу, проведені польові дослідження, отримано експериментальні дані, підготовлено тези до друку).

50. **Дробітько А. В.** Наукове й практичне обґрунтування біологізованої технології вирощування ячменю ярого в умовах півдня України. *Стан і перспективи розробки та впровадження ресурсоощадних, енергозберігаючих*

технологій вирощування с.-г. культур: матер. III Міжн. наук.-практ. конф. (м. Дніпро, 15 листопада 2018 р.). Дніпро: ДДАЕУ, 2018. С. 59–61.

51. Коваленко О. А., **Дробітько А. В.** Вплив мікро- та функціональних добрив на стресостійкість і продуктивність кукурудзи за умов зміни клімату. *Кліматичні зміни та сільське господарство. Виклики для аграрної науки та освіти: матеріали міжнародної науково-практичної конференції, м. Київ, 13-14 березня 2018 р. Київ: Агроосвіта, 2018. С. 727–730 (здобувачем проаналізовано літературу, проведені польові дослідження, отримано експериментальні дані, підготовлено тези до друку).*

52. **Дробітько А. В.**, Коковіхін С. В., Марченко Т. Ю., Дробітько О. С. Застосування регуляторів росту на батьківських формах кукурудзи в умовах Південного Степу України за зрошення. *Інноваційні розробки в сільськогосподарській галузі – наукові пошуки молоді: матер. Міжнар. наук.-практ. конф. молодих учених (м. Херсон, 16 травня 2019 р.). С. 52–54 (здобувачем проаналізовано літературу, проведені польові дослідження, отримано експериментальні дані, підготовлено тези до друку).*

53. Панфілова А.В., **Дробітько А.В.** Використання біодеструктора стерні для покращення родючості ґрунту та охорони довкілля. *Стратегія якості в промисловості і освіті: збірник тез доповідей XV Міжнародної конференції. Технічний університет м. Варна (Болгарія), 3-6 червня 2019 р. С. 145–148 (здобувачем проаналізовано літературу, проведені польові дослідження, отримано експериментальні дані, підготовлено тези до друку).*

54. Вожегова Р. А., Дробіт О. С., Шибанін В. С., **Дробітько А.В.** Динаміка накопичення надземної маси гібридів кукурудзи різних груп стиглості. *Сучасні розробки сільськогосподарської галузі – аграрній науці: зб. матер. Міжнар. наук.-практ. Інтернет-конф., присвяч. 95-й річниці з дня народження д.с.-г.н, проф. Філіп'єва І. Д. (21 вересня 2019 р., Херсон): ІЗЗ НААН, 2019. С. 16–18 (здобувачем проаналізовано літературу, проведені польові дослідження, отримано експериментальні дані, підготовлено тези до друку).*

55. Шибанін В. С., **Дробітько А. В.**, Вожегова Р. А., Марченко Т. Ю. Морфо-фізіологічні моделі гібридів кукурудзи в умовах зрошення Південного Степу України. *Розвиток аграрної галузі та впровадження наукових досліджень у виробництво*: матер. Міжнар. наук.-практ. конф. (16–18 жовтня 2019 р., м. Миколаїв). Миколаїв: МНАУ, 2019. С. 3–4 (здобувачем проаналізовано літературу, проведені польові дослідження, отримано експериментальні дані, підготовлено тези до друку).

56. Геращенко О. А., **Дробітько А. В.**, Манушкіна Т. М. Екологічні аспекти системи землеробства No-till. *Актуальні проблеми землеробської галузі та шляхи їх вирішення*: матер. Всеукр. наук.-практ. конф. (м. Миколаїв, 4-6 грудня 2019 року). Миколаїв, 2019. С. 95–97.

Патенти та авторські свідоцтва

57. Патент № 127989 «Спосіб підвищення урожайності середньостиглого сорту сої Фаєтон при вирощуванні в степовій зоні України», 27.08.2018. Дробітько О.М., **Дробітько А.В.**, Тарабріна А-М.О. (здобувачем проаналізовано літературу, проведені польові дослідження, отримано експериментальні дані, підготовлено патент до опублікування).

58. Патент № 128023 «Спосіб підвищення урожайності середньостиглого гібриду кукурудзи при вирощуванні в степовій зоні України», 27.08.2018. Дробітько О. М., **Дробітько А. В.**, Тарабріна А-М. О. (здобувачем проаналізовано літературу, проведені польові дослідження, отримано експериментальні дані, підготовлено патент до опублікування).

59. Патент № 126953 «Спосіб боротьби с бур'янами при вирощуванні сої на зерно в умовах Південного Степу України», 10.07.2018. Дробітько О. М., **Дробітько А. В.**, Тарабріна А-М. О. (здобувачем проаналізовано літературу, проведені польові дослідження, отримано експериментальні дані, підготовлено патент до опублікування).

60. Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір № 90269 Стаття «Особливості технології вирощування та догляду за посівами сої в

Південному Степу України», 01.07.2019, Дробітько О. М., **Дробітько А. В.**, Тарабріна А-М. О. *(здобувачем проаналізовано літературу, проведені польові дослідження, отримано експериментальні дані, підготовлено свідоцтво до опублікування).*

61. Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір № 90272. Стаття «Особливості формування продуктивності зерна кукурудзи залежно від способу сівби і густоти рослин», 01.07.2019, Дробітько О. М., **Дробітько А. В.**, Тарабріна А-М. О. *(здобувачем проаналізовано літературу, проведені польові дослідження, отримано експериментальні дані, підготовлено свідоцтво до опублікування).*

62. Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір № 90269. Стаття «Особливості технології вирощування та догляду за посівами сої в Південному Степу України». Автори: Дробітько О. М., **Дробітько А. В.**, Тарабріна А.-М. О., 01.07.2019 *(здобувачем проаналізовано літературу, проведені польові дослідження, отримано експериментальні дані, підготовлено свідоцтво до опублікування).*

63. Патент на корисну модель №136889 «Спосіб покращення якості ґрунтів в посівах кукурудзи залежно від технології вирощування в степовій зоні України», 10.09.2019, Дробітько О. М., **Дробітько А. В.**, Тарабріна А-М. О. *(здобувачем проаналізовано літературу, проведені польові дослідження, отримано експериментальні дані, підготовлено патент до опублікування).*

64. Патент на корисну модель №137948 «Спосіб підвищення вмісту вологи в ґрунті при вирощуванні сої в залежності від способу догляду за посівами», 11.11.2019, Дробітько О. М., **Дробітько А. В.**, Федорчук М. І., Тарабріна А-М. О. *(здобувачем проаналізовано літературу, проведені польові дослідження, отримано експериментальні дані, підготовлено патент до опублікування).*

65. Патент на корисну модель №137945 «Спосіб підвищення вмісту вологи в ґрунті при вирощуванні сої в залежності від технології

вирощування», 11.11.2019, Дробітько О. М., **Дробітько А. В.**, Федорчук М. І., Тарабріна А-М. О. *(здобувачем проаналізовано літературу, проведені польові дослідження, отримано експериментальні дані, підготовлено патент до опублікування).*

66. Патент на корисну модель №138002 «Спосіб підвищення запасів поживних елементів в ґрунті при вирощуванні сої в залежності від способу догляду за посівами», 11.11.2019, Дробітько О. М., **Дробітько А. В.**, Тарабріна А-М. О. *(здобувачем проаналізовано літературу, проведені польові дослідження, отримано експериментальні дані, підготовлено патент до опублікування).*

67. Патент на корисну модель №138390 «Спосіб підвищення запасів поживних елементів в ґрунті при вирощуванні сої в залежності від технології вирощування», 25.11.2019, Дробітько О. М., **Дробітько А. В.**, Тарабріна А-М. О. *(здобувачем проаналізовано літературу, проведені польові дослідження, отримано експериментальні дані, підготовлено патент до опублікування).*

68. Патент на корисну модель №138632 «Спосіб визначення величини врожаю кукурудзи за елементами технології вирощування», 10.12.2019, Дробітько О. М., **Дробітько А. В.**, Тарабріна А-М. О. *(здобувачем проаналізовано літературу, проведені польові дослідження, отримано експериментальні дані, підготовлено патент до опублікування).*

69. Патент на корисну модель № 142105 «Спосіб удосконалення технології вирощування сої без зрошення в умовах Південного Степу України». Публікація відомостей про видачу патенту: 12.05.2020 р., Бюл.№ 9, **Дробітько А. В.**, Дробітько О. М., Дробітько В. М., Маркова Н. В., Панфілова А. В., Нікончук Н. В. *(здобувачем проаналізовано літературу, проведені польові дослідження, отримано експериментальні дані, підготовлено патент до опублікування).*

70. Патент на корисну модель №142330 «Спосіб підвищення якості зерна сої в залежності від технології вирощування без зрошення в

Південному Степу України», 25.05.2020, Дробітько О. М., **Дробітько А. В.**, Дробітько В. М., Федорчук М. І., Маркова Н. В., Перезозова І. В. *(здобувачем проаналізовано літературу, проведені польові дослідження, отримано експериментальні дані, підготовлено патент до опублікування).*

71. Патент на корисну модель №143099 «Спосіб удосконалення технології вирощування сої в суходільних умовах Степу України», 10.07.2020, **Дробітько А. В.**, Дробітько О. М., Маркова Н. В., Качанова Т. В. *(здобувачем проаналізовано літературу, проведені польові дослідження, отримано експериментальні дані, підготовлено патент до опублікування).*

ЗМІСТ

| | Стор. |
|---|-----------|
| АНОТАЦІЯ | 2 |
| SUMMARY | 7 |
| СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ НАУКОВИХ ПРАЦЬ..... | 12 |
| ВСТУП..... | 32 |
| РОЗДІЛ 1 АГРОБІОЛОГІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ | |
| УДОСКОНАЛЕНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ВИРОЩУВАННЯ | |
| ЗЕРНОВИХ І ЗЕРНОБОБОВИХ КУЛЬТУР З | |
| УРАХУВАННЯМ ПРИРОДНИХ ТА АНТРОПОГЕННИХ | |
| ФАКТОРІВ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ)..... | 39 |
| 1.1 Агротехнологічні чинники та господарсько- | |
| економічні умови підвищення продуктивності | |
| рослинницької галузі..... | 40 |
| 1.2 Біолого-екологічні характеристики досліджуваних | |
| культур, які необхідно враховувати під час | |
| агробіологічного обґрунтування технологій їх | |
| виращування..... | 49 |
| 1.3 Еколого-меліоративні аспекти формування | |
| інноваційних технологій вирощування зернових і | |
| зернобобових культур..... | 60 |
| 1.4 Напрями використання інформаційних технологій у | |
| рослинництві для підвищення продуктивності рослин | |
| та раціонального використання ресурсів..... | 76 |
| Висновки до розділу 1..... | 87 |
| РОЗДІЛ 2 УМОВИ, МЕТОДИКА ТА АГРОТЕХНІКА | |
| ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ..... | 90 |
| 2.1 Особливості ґрунтового покриву зони Степу України | |
| та агрохімічна характеристика дослідних ділянок..... | 90 |

| | | |
|---|---|-----|
| 2.2 | Характеристика кліматичних умов Степу України та зони проведення досліджень..... | 100 |
| 2.3 | Методика проведення досліджень | 115 |
| | Висновки до розділу 2..... | 119 |
| РОЗДІЛ 3 АГРОЕКОЛОГІЧНИЙ ПОТЕНЦІАЛ СТЕПОВОЇ ЗОНИ УКРАЇНИ ТА НАПРЯМИ ПІДВИЩЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ЗЕРНОВИХ І ЗЕРНОБОБОВИХ КУЛЬТУР..... | | |
| 3.1 | Напрями раціонального використання природно-екологічного потенціалу зони Степу України..... | 122 |
| 3.2 | Використання агроекологічного потенціалу зони Степу України та адаптування сучасних технологій вирощування зернових і зернобобових культур до кліматичних змін..... | 142 |
| | Висновки до розділу 3..... | 156 |
| РОЗДІЛ 4 ОПТИМІЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЙ ВИРОЩУВАННЯ ЗЕРНОВИХ КОЛОСОВИХ КУЛЬТУР З ВРАХУВАННЯМ ВПЛИВУ ПОГОДНИХ УМОВ ТА КЛІМАТИЧНИХ ЗМІН..... | | |
| 4.1 | Вплив агротехнологічних факторів на продуктивність, якість та адаптивність сортів пшениці озимої..... | 159 |
| 4.2 | Розробка елементів технології вирощування сортів ячменю озимого..... | 166 |
| 4.3 | Біологізація елементів технології вирощування ячменю ярого за його вирощування в умовах Північного Степу України..... | 169 |
| | Висновки до розділу 4..... | 181 |

| | | |
|----------------------------|---|-----|
| РОЗДІЛ 5 | ВПЛИВ АГРОЗАХОДІВ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ СОЄЮ ФОТОСИНТЕТИЧНО АКТИВНОЇ РАДІАЦІЇ ТА ВОЛОГИ В НЕПОЛИВНИХ УМОВАХ СТЕПУ УКРАЇНИ..... | 171 |
| 5.1 | Продуктивність та якість сої, ефективність використання рослинами вологи та сонячної енергії..... | 171 |
| 5.2 | Вплив способів сівби, норм висіву та догляду за посівами на продуктивність досліджуваної культури..... | 191 |
| Висновки до розділу 5..... | | 193 |
| РОЗДІЛ 6 | РОЗРОБЛЕННЯ АГРОЗАХОДІВ ВИРОЩУВАННЯ НІШЕВИХ КУЛЬТУР НА ЗАСАДАХ БІОЛОГІЗАЦІЇ ТА АДАПТУВАННЯ ДО НЕСПРИЯТЛИВИХ ПРИРОДНИХ ЧИННИКІВ..... | 195 |
| 6.1 | Оптимізація технології вирощування сортів гороху посівного залежно від захисту рослин..... | 196 |
| 6.2 | Біологізація технології вирощування сорго зернового з використанням препаратів деструкторів за різних систем основного обробітку ґрунту..... | 199 |
| Висновки до розділу 6..... | | 206 |
| РОЗДІЛ 7 | АГРОБІОЛОГІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ВИРОЩУВАННЯ ДОСЛІДЖУВАНИХ КУЛЬТУР У ЗРОШУВАНІЙ КОРОТКОРОТАЦІЙНІЙ СІВОЗМІНІ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЇЇ ПРОДУКТИВНОСТІ..... | 209 |
| 7.1 | Формування сівозмін на принципах агробіологічного потенціалу зернових і зернобобових культур..... | 210 |
| 7.2 | Оптимізація структури посівних площ з науково обґрунтованим насиченням зерновими і зернобобовими культурами..... | 218 |

| | | |
|----------|---|-----|
| 7.3 | Відпрацювання агрозаходів за напрямом підвищення продуктивності кукурудзи на зерно при зрошенні..... | 233 |
| | Висновки до розділу 7..... | 236 |
| РОЗДІЛ 8 | МОДЕЛЮВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ЗЕРНОВИХ І ЗЕРНОБОБОВИХ КУЛЬТУР З ВРАХУВАННЯМ ЛОКАЛЬНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ АГРОЕКОСИСТЕМ СТЕПОВОЇ ЗОНИ УКРАЇНИ..... | 239 |
| 8.1 | Продуктивність та якість сої, ефективність використання рослинами вологи та сонячної енергії..... | 240 |
| 8.2 | Моделювання продуктивності зернових і зернобобових культур на рівні зрошуваної сівозміни з використанням програми CROPWAT..... | 254 |
| | Висновки до розділу 8..... | 266 |
| РОЗДІЛ 9 | ЕКОНОМІЧНА ТА ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ ЗЕРНОВИХ І ЗЕРНОБОБОВИХ КУЛЬТУР НА ЗРОШУВАНИХ І НЕПОЛИВНИХ ЗЕМЛЯХ СТЕПОВОЇ ЗОНИ УКРАЇНИ..... | 268 |
| 9.1 | Економічна оцінка досліджуваних агрозаходів..... | 273 |
| 9.2 | Енергетичний аналіз розроблених елементів технології вирощування зернових і зернобобових культур..... | 289 |
| | Висновки до розділу 9..... | 306 |
| | ВИСНОВКИ | 310 |
| | РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ..... | 316 |
| | СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ | 318 |
| | ДОДАТКИ..... | 376 |

ВСТУП

Обґрунтування вибору теми дослідження. За даними ФАО ООН за останні десятиліття проявляються глобальні зміни клімату зі зростанням середньорічних температур повітря, причому на Європейському континенті такі зміни найсуттєвіші у Білорусі, Польщі та Україні – до 1,9°C за рік. Прогнозується, що на майбутній період кліматичні зміни будуть істотно впливати на сільське господарство різних країн світу. При цьому свої особливості мають біологічні властивості різних сільськогосподарських культур, сівозміни, технології вирощування на неполивних і зрошуваних землях, екстенсивне та інтенсивне землеробство, пасовищне скотарство тощо, а також системи ведення сільського господарства в цілому [4, 24, 59, 118, 141 та ін.].

Дослідженнями Європейського агентства з навколишнього середовища встановлено, що, починаючи з 1960 р., кожні десять років кількість опадів у Північній Європі збільшувалася на 70 мм, а на півдні, навпаки, – зменшувалася на 90 мм. Такі зміни є найважливішим чинником продуктивності сільського господарства. Прогнозується, що в Центральній і Східній Європі кількість зливових опадів, що знижують врожайність, може збільшитися на 35%. З іншого боку, підвищення температури та посуха на півдні Європейського континенту призведе до втрат рослинницької продукції й обумовить необхідність суттєвого зростання площ зрошуваних земель [501].

Природні умови Степу України є сприятливими для вирощування високоякісного зерна. Також, слід зауважити, що останніми роками Україна впевнено заявляє про себе на світовому ринку зерна, проте його якість іноді не відповідає світовим стандартам. Виробництво зерна, в силу цілого ряду чинників, останніми роками супроводжується помітним погіршенням його якості, в першу чергу, зменшенням білковості зерна, вмісту та якості клейковини. Вирощування зерна, яке б відповідало вимогам світових

стандартів за якістю, є першочерговим завданням, що стоїть перед аграрною наукою. Важливе значення має узгодження показників продуктивності та якості зернових і зернобобових культур з економічними й енергетичними показниками [24, 49, 63, 107, 120]. Тому, розробка інноваційних технологій виробництва високоякісного зерна в умовах Степу України на засадах ресурсозбереження, біологізації та екологізації є актуальною.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.

Дослідження за темою дисертаційної роботи були складовою частиною тематичних планів Інституту зрошуваного землеробства НААН у відповідності з державною науково-дослідною програмою «Зернові і олійні культури» (2001-2005 рр.) за завданням «Створити екологічно збалансовану та економічно обґрунтовану технологію вирощування озимої пшениці та ячменю» (номер державної реєстрації 0104U002834); «Зернові культури» (2006-2010 рр.), за завданням «Удосконалити технологію вирощування озимої пшениці з підвищеною якістю зерна на зрошуваних землях півдня України» (номер державної реєстрації 0106U006170); «Олійні культури» (2006-2010 рр.), за завданням «Удосконалити існуючу технологію вирощування сої в зоні південного Степу» (номер державної реєстрації 0106U006171); «Стале водокористування та меліорація земель» (2011-2015 рр.), за завданням «Розробити технології вирощування зернових, технічних, кормових культур і картоплі для умов зрошення півдня України» (номер державної реєстрації 0111U002680); «Зрошуване землеробство» (2016-2020 рр.), за завданням «Біологічні основи продукційних процесів нових сортів озимих зернових культур і сої на зрошуваних землях при застосуванні біологічних препаратів та оптимізації агротехнічних прийомів» (номер державної реєстрації 0116U001096). При виконанні досліджень згідно цих завдань автор була відповідальним виконавцем.

Мета і завдання дослідження. Мета дисертаційного дослідження – розробити та удосконалити технологічні заходи вирощування високих та якісних урожаїв зернових і зернобобових культур на неполивних та

зрошуваних землях Степу України з урахуванням особливостей їх росту й розвитку, встановлення закономірностей формування продуктивності залежно від погодних умов та біологізованих елементів агротехніки, раціонального використання досліджуваними культурами фотосинтетично-активної радіації та вологи, підвищення економічної ефективності та екологічної безпеки зерновиробництва.

Завдання досліджень:

- встановити ефективність застосування біопрепаратів за вирощування різних за генетичним потенціалом сортів ячменю ярого;
- дослідити вплив ширини міжрядь, норм висіву, обробки насіння біопрепаратами та догляду за посівами на продуктивність сої за її вирощування на неполивних землях;
- визначити вплив різних строків сівби, норм висіву та захисту рослин на продуктивність сортів пшениці озимої вітчизняної селекції;
- встановити вплив захисту рослин, строків сівби та норм висіву на продуктивність та якість зерна ячменю озимого;
- здійснити оцінку ефективності застосування різних систем захисту сортів гороху посівного на незрошуваних землях степової зони;
- встановити ефективність застосування біопрепаратів-деструкторів у біологізованій технології вирощування зерна сорго залежно від способу основного обробітку ґрунту;
- дослідити залежність продуктивності сої від режиму зрошення, удобрення та густоти стояння рослин;
- визначити ефективність режиму зрошення, фону мінерального живлення та удобрення на продуктивність і якість вітчизняних сортів пшениці озимої;
- розробити елементи технології вирощування зерна кукурудзи за різних режимів зрошення, фону живлення, строків сівби, густоти стояння та захисту рослин:

– здійснити економічну та енергетичну оцінку розроблених агрозаходів;

– встановити закономірності продукційного процесу досліджуваних зернових і зернобобових культур, сформувавши моделі продуктивності рослин залежно від впливу природних та агротехнічних чинників з використанням комп'ютерних програм CROPWAT та AquaCrop.

Об'єкт дослідження. Особливості росту, розвитку, водоспоживання, формування врожайності та якості зернових і зернобобових культур залежно від агротехнічних заходів та погодних умов в роки проведення досліджень.

Предмет дослідження. Агротехнологічне обґрунтування заходів вирощування зернових і зернобобових культур; теоретичні та методологічні основи сталого зерновиробництва; показники продукційного процесу, біометричні показники рослин, водоспоживання, удобрення, обробіток ґрунту, строк сівби, ширина міжрядь, урожайність, якість, економічна та енергетична ефективність.

Методи дослідження. Польовий та лабораторний – для встановлення особливостей росту й розвитку рослин, формування врожайності досліджуваних зернових і зернобобових культур, водоспоживання, врожайність залежно від сортового складу, режимів зрошення, удобрення, захисту рослин, обробітку ґрунту, строків сівби, ширини міжрядь, визначення біометричних і якісних показників рослин та врожайності суцвіть досліджуваної культури; математично-статистичний – для моделювання рівнів продуктивності рослин, встановлення на основі дисперсійного та кореляційно-регресійного аналізу достовірності отриманих результатів; розрахунково-порівняльний – для визначення економічної та енергетичної ефективності вирощування досліджуваних культур.

Наукова новизна одержаних результатів. *Уперше* комплексно обґрунтовані теоретичні положення та практичні рекомендації з підвищення продуктивності зернових і зернобобових культур за їх вирощування на зрошуваних і неполивних землях Степу України. Встановлено ефективність

застосування біопрепаратів за вирощування різних за генетичним потенціалом сортів ячменю ярого. Досліджено рівні продуктивності сої за її вирощування на неполивних землях. Встановлено вплив різних строків сівби, норм висіву та захисту рослин на продуктивність сортів пшениці озимої вітчизняної селекції. Досліджено вплив захисту рослин, строків сівби та норм висіву на продуктивність та якість зерна ячменю озимого. Здійснено оцінку ефективності застосування різних систем захисту сортів гороху посівного. Встановлено вплив застосування біопрепаратів-деструкторів у біологізованій технології вирощування зерна сорго залежно від обробітку ґрунту. Досліджено продуктивність сої, пшениці озимої та кукурудзи залежно від режиму зрошення у взаємодії з іншими елементами агротехніки.

Удосконалено системи удобрення та захисту рослин шляхом використання біопрепаратів та мікродобрих, покращено екологічну безпеку технологій вирощування зернових і зернобобових культур на основі застосування біологічних методів, а також системи догляду за посівами за сівби з різними міжряддями.

Набули подальшого розвитку наукові положення про динаміку ростових процесів досліджуваних зернових і зернобобових культур, здійснено оцінку їх адаптивності, ефективності використання фотосинтетично-активної радіації та вологи. Розроблено моделі продуктивності досліджуваних культур залежно від впливу агротехнічних чинників та погодних умов. Здійснено економічну та енергетичну оцінку розроблених елементів технології вирощування.

Практичне значення одержаних результатів. Розроблено і рекомендовано виробництву нові та вдосконалені технологічні заходи вирощування пшениці озимої, ячменю озимого та ярого, сої, кукурудзи, гороху та сорго з науковим обґрунтуванням вибору сортового складу, оптимізацією систем обробітку ґрунту, удобрення та захисту рослин, сівби з різними міжряддями, використання біопрепаратів і пестицидів, уточнення строків сівби, норм висіву, густоти стояння рослин та способів догляду за

посівами. Розробки, представлені в дисертації, включені до зональних рекомендацій з вирощування зернових і зернобобових культур в умовах степової зони України (2018-2020 рр.) та впровадженні в господарствах Херсонської та Миколаївської областей на площі понад 30 тис. га (додаток А.2). Крім того, матеріали дисертації включені до монографій та навчальних посібників.

Особистий внесок здобувача. Автор безпосередню брала участь у розробці програм досліджень, формуванні схем польових дослідів із зерновими та зернобобовими культурами та проведенні експериментів, обробці, узагальненні та інтерпретації одержаних результатів, встановленні закономірностей та створенні моделей рівнів продуктивності, написанні наукових праць, звітів, рекомендацій, дисертації, автореферату, а також пропаганді та впровадженні результатів досліджень у виробництво.

Апробація результатів дисертації. Основні результати наукових досліджень доповідалися та обговорювалися на: Науково-практичній конференції «Причорноморський регіон» (м. Миколаїв, 26-28 квітня 2006 р.); Науково-практичній конференції «Наукові основи землеробства у зв'язку з потеплінням клімату» (м. Миколаїв, 10-12 листопада 2010 р.); III регіональній Науково-практичній конференції студентів, аспірантів та молодих вчених «Перлини степового краю» (м. Миколаїв, 26-28 жовтня 2011 р.); Міжнародній науково-практичній конференції молодих учених «Ефективність використання екологічного аграрного виробництва» (м. Київ, 2 листопада 2017 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Вплив змін клімату на онтогенез рослин» (м. Миколаїв, 3-5 жовтня 2018 р.); III Міжнародній науково-практичній конференції «Стан і перспективи розробки та впровадження ресурсощадних, енергозберігаючих технологій вирощування с.-г. культур» (м. Дніпро, 15 листопада 2018 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Кліматичні зміни та сільське господарство. Виклики для аграрної науки та освіти» (м. Київ, 13-14 березня 2018 р.); Міжнародній науково-практичній конференції молодих учених «Інноваційні

розробки в сільськогосподарській галузі – наукові пошуки молоді» (м. Херсон, 16 травня 2019 р.); XV Міжнародній конференції «Стратегія якості в промисловості і освіті» (м. Варна (Болгарія), 3-6 червня 2019 р.); Міжнародній науково-практичній Інтернет-конференції, присвяченій 95-й річниці з дня народження д.с.-г.н, проф. Філіп'єва І. Д. «Сучасні розробки сільськогосподарської галузі – аграрній науці» (м. Херсон, 21 вересня 2019 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Розвиток аграрної галузі та впровадження наукових досліджень у виробництво» (м. Миколаїв, 16–18 жовтня 2019 р.); Всеукраїнській науково-практичній конференції «Актуальні проблеми землеробської галузі та шляхи їх вирішення» (м. Миколаїв, 4-6 грудня 2019 року).

Положення дисертації, які винесено на публічний захист, щорічно доповідалися та затверджувалися на засіданнях вченої ради й методичної комісії Інституту зрошуваного землеробства НААН. Розробки автора використовувалися під час читання лекцій у Миколаївському національному аграрному університеті (додаток А.3), проведенні курсів підвищення кваліфікації фахівців аграрної галузі Миколаївської та Херсонської областей.

Публікації. Основні результати дисертаційної роботи опубліковано у 71 науковій праці, в тому числі: монографій та навчальних посібників – 7; статей у фахових виданнях України – 24; статей у закордонних виданнях, включених до міжнародних наукометричних баз цитування Scopus та Web of Science – 5; статей в інших виданнях – 3; методичних рекомендацій – 5; тез доповідей на наукових конференціях – 12; патентів та свідоцтв – 15.

РОЗДІЛ 1

АГРОБІОЛОГІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ УДОСКОНАЛЕНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ВИРОЩУВАННЯ ЗЕРНОВИХ І ЗЕРНОБОБОВИХ КУЛЬТУР З УРАХУВАННЯМ ПРИРОДНИХ ТА АНТРОПОГЕННИХ ФАКТОРІВ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ)

Виробництво рослинницької продукції в умовах Степу України внаслідок особливостей кліматичних умов цієї зони, зокрема, дефіциту природного зволоження на фоні великих обсягів ресурсів сонячної енергії і тепла, потребують застосування комплексу науково й агробіологічно обґрунтованих технологічних заходів спрямованих на отримання високих, сталих та економічно доцільних урожаїв сільськогосподарських культур [25, 37, 62? 191, 253].

За використання зрошення в аридних регіонах існує необхідність раціонального використання поливної води, підвищення окупності агроресурсів врожаєм, широким впровадженням інноваційних технологій штучного зволоження (краплинне зрошення, комп'ютеризація дощувальних агрегатів, контроль за евапотранспірацією тощо). В неполивних умовах південного регіону гостро постають питання впровадження водо- й ресурсоощадних технологій, які забезпечують формування стабільно високих врожаїв навіть за несприятливих погодних умов та дефіциту атмосферних опадів [180, 235, 314].

За останні десятиліття відбулися суттєві зміни в технологіях вирощування сільськогосподарських культур, з'явилися нові високопродуктивні сорти та гібриди та сучасні технологічні засоби, змінилися агроекономічні відносини на мікро- та макрорівнях. Крім того, отримано результати нових досліджень рослинницької галузі, які треба використовувати на виробничому рівні. Проте комплексно не вирішені питання ресурсоощадження, водозбереження та біологізації, а також економічного й екологічного обґрунтування агротехнологій, що потребує

проведення відповідних польових досліджень з цього напрямку [48, 150, 359].

1.1 Агротехнологічні чинники та господарсько-економічні умови підвищення продуктивності рослинницької галузі

Формування продуктивності зрошуваних агрофітоценозів є дуже складним поліфакторним процесом, оскільки залежить від багатьох природних й агротехнологічних чинників. Вивчення впливу кожного окремого елемента на рівень урожаю ще більше ускладнюється через діяльність великої кількості живих організмів штучної екосистеми та їх різною пристосованістю до покращення або, навпаки, до погіршення умов існування. Вирішення продовольчої проблеми, яка загострюється внаслідок економічної, енергетичної й екологічної кризи при зростанні чисельності населення нашої планети та змінах клімату, потребує розробки нових і вдосконалення існуючих технологій вирощування сільськогосподарських культур, обумовлює необхідність підвищення продуктивності рослин, зокрема за рахунок збільшення віддачі від зрошення й оптимізації витрат агроресурсів [78, 102, 116].

У більшості господарств зони Степу України врожайність основних культур і рентабельність виробництва рослинницької продукції істотно коливається залежно від метеорологічних і господарсько-економічних умов, що вказує на нестабільність агросфери південного регіону країни. У сучасних економічних умовах фактором підвищення конкурентоспроможності є не тільки висока ефективність виробництва, а й здатність просувати себе на ринках агросфери, вигідно представляти своє підприємство, проводити тендери для закупівлі ресурсів та оперативно отримувати різнобічну інформацію. Вирішення цих питань можливе лише за умов використання новітніх інноваційних агротехнологій [285, 410, 419, 488].

Зелені рослини, зв'язуючи енергію сонячного проміння, створюють у процесі фотосинтезу із неорганічних низькоенергетичних речовин (вуглекислоти повітря, води і мінеральних сполук ґрунту) різноманітні органічні речовини. Головною метою рослинництва є створення оптимальних технологічних (агроекологічних) передумов виробництва необхідної кількості високоякісної рослинницької продукції на базі інтенсивного фотосинтезу в посівах польових культур при одночасному збереженні або підвищенні родючості ґрунту [25, 39, 331].

Основними завданнями галузі рослинництва на сучасному етапі розвитку є: виробництво якісної, екологічно чистої продукції з мінімальними енергетичними і трудовими затратами при максимальному виході її за одиницю часу на одиницю площі, що потребує широкого впровадження сортових, інтенсивних, енерго- й ресурсозберігаючих екологічно доцільних технологій; поєднання інтенсивного виробництва рослинницької продукції з комплексом агротехнічних, агрохімічних та меліоративних заходів щодо збереження та відтворення родючості ґрунтів; своєчасна й ефективна сортозміна польових культур та раціональне їх розміщення в сівозміні, спрямоване на поліпшення умов вирощування і зниження транспортних витрат на перевезення врожаю; виробництво продукції рослинництва на базі сучасної досконалої і високопродуктивної сільськогосподарської техніки та високоефективної її експлуатації; боротьба із втратами врожаю під час вирощування польових культур, збирання і перевезення врожаю; ощадне і високоефективне застосування добрив, води для зрошення, засобів захисту рослин, комплексу протиерозійних заходів тощо; висока фахова кваліфікація працівників усіх ланок агропромислового комплексу і чітка система організаційно-господарських та економічних заходів, а також оперативної інформації для своєчасного й якісного проведення комплексу сільськогосподарських робіт, запобігання виникненню та ліквідація негативних ситуацій в процесі виробництва рослинницької продукції [200, 247, 255, 306, 508].

У широкому розумінні рослинництво – це вирощування різних культурних рослин. Разом з тим цей термін означає вирощування саме польових культур аналогічно тому, як плідівництво – садових, а овочівництво – городніх культур. Хоча існують культури, які залежно від способу використання, технологій і масштабів виробництва є рослинами польової та городньої культури, тому їх вирощування одночасно розглядається і в рослинництві, й в овочівництві [7, 93, 190, 205].

Фундаментальними підвалинами рослинництва є насамперед ботаніка й фізіологія рослин, землеробства – агрономічна фізика (агрофізика), агрохімії – хімія (неорганічна, органічна, біологічна – біохімія). Разом з тим є загальне й спеціальне землеробство, загальна і спеціальна фізіологія рослин (тварин), загальне і спеціальне рослинництво, що вивчає загальні теоретичні основи та технології вирощування окремих культур та їх сортів [188].

Рослинництво може прогресувати лише при постійному, цілеспрямованому розвитку його наукових основ з урахуванням останніх досягнень фізіології та біохімії рослин, мікробіології, генетики й селекції, землеробства та ґрунтознавства, агрономічної хімії, ентомології і фітопатології, агрономеліорації, агроекології, агрометеорології, біотехнології, біоенергетики, організації, економіки, оптимізації технологій вирощування сільськогосподарських культур з використанням методів математичного моделювання і комп'ютеризації технологічних процесів [409].

Об'єктами рослинництва як наукової дисципліни є рослини польової культури, їх класифікація, еколого-біологічні особливості, їх агрофітоценози як фотосинтезуючі системи, теоретичні основи і сучасні енерго- та ресурсозберігаючі екологічно доцільні сортові технології вирощування [173].

Основна мета рослинництва як науки – розробка теоретичних та практичних основ сортових технологій вирощування справді можливих урожаїв польових культур високої якості з мінімальними матеріальними та енергетичними затратами на одиницю продукції при збереженні або підвищенні родючості ґрунту [240, 356, 370].

Завданнями рослинництва як навчальної дисципліни є: вивчення еколого-біологічних особливостей рослин основних груп польових культур, закономірностей формування врожаю їх посівами як фотосинтезуючими системами; вивчення агротехнічних, агрохімічних, організаційно-господарських, економічних і енергетичних основ оптимізації умов вирощування польових культур; програмування врожайності польових культур; вивчення основ насіннезнавства польових рослин; розробка сортових, енергозберігаючих, екологічно доцільних технологій вирощування зернових, технічних, кормових і баштанних культур [28, 134, 185].

У результаті вивчення наукових і практичних основ рослинництва необхідно формувати технології вирощування сільськогосподарських культур, які враховують їх біологічні й екологічні особливості з відпрацюванням загальних технологічних схем вирощування і конкретизувати за сортовими особливостями, планування окремих технологічних операцій, мінімізації агрокомплексу та сортових енергозберігаючих технологій [193].

Велика розораність земель в Україні (найбільша серед європейських країн) призвела до ерозії і погіршення санітарного стану ґрунтів, збільшила кількість хвороб і шкідників у посівах, незважаючи на широке застосування хімічних засобів захисту рослин. Це, в свою чергу, негативно позначилося на екології навколишнього природного середовища і, що не менш важливо, – на якості рослинницької продукції. Тому рослинництво останнім часом дедалі більше набуває альтернативного характеру. В ньому замість хімічних засобів захисту культур дедалі ширше застосовують біологічні й агротехнічні засоби. Переглядаються положення і щодо норм мінеральних добрив, які все частіше замінюють органічними джерелами живлення рослин, оскільки мінеральні добрива, особливо азотні, також несприятливо впливають на довкілля і певною мірою на якість продукції [219].

Всебічна екологізація аграрного виробництва, як і інших виробництв, нині є велінням часу. Так, у Західній Європі вже наприкінці 60-х років

зародився рух за чистоту довкілля і рослинницької продукції. В Німеччині ще на початку 70-х років були прийняті відповідні закони про захист агроландшафтів від хімічного забруднення [27] (Г. Кант, 1988).

Рослинництво й землеробство, в яких переважають біологічні та агротехнічні заходи і прийоми вирощування сільськогосподарських культур, останнім часом стали називати біологічними. В літературі [206] зустрічаються різні його назви – альтернативне, екологічне, органо-біологічне, система АНОГ.

Проте суть і мета їх одна – виробництво екологічно чистої продукції та чистота довкілля. З огляду на це, як вважав академік А. О. Бабиш [23-25], найбільш прийнятним є термін «біологічне землеробство» (або рослинництво). Біологічне рослинництво, а також землеробство – це певною мірою повернення до традиційних рослинництва і землеробства першої половини ХХ ст., але на вищому (інтенсивному) рівні. Йдеться також про відтворення втрачених агроландшафтів. Потрібно повернути полям, лукам, водоймам екологічну чистоту. Таке завдання є реальним і необхідним.

Зважаючи на важливість галузі рослинництва в житті й добробуті людей, уряд України постійно спрямовує свої зусилля та увагу на успішне проведення в АПК земельної реформи, завершення науково обґрунтованого реформування сільськогосподарських підприємств, техніко-технологічне переоснащення рослинницької галузі, підвищення родючості ґрунту за рахунок поліпшеного забезпечення господарств мінеральними та органічними добривами, ефективне використання зрошуваних і осушених земель, підвищення результативності селекційних установ та діяльності насінницьких господарств. Вжиття урядом цих та інших заходів сприятиме зростанню валового виробництва рослинницької продукції та підвищенню життєвого рівня народу України [59].

На планеті Земля рослини – єдині організми, які під впливом головного енергетика Сонця, в процесі фотосинтезу забезпечують перебіг найважливішої ланки кругообігу мінеральних речовин у природі – створення

біоорганічної маси. Рослини – проміжна ланка між Сонцем і тваринним світом, головне джерело для існування біоценозів та формування сталих угруповань живих організмів [29].

Основні фактори, що визначають продуктивність рослинного організму, поділяються на три складові групи: кліматичні – світло, тепло, вода, газовий склад повітря; едафічні – структура ґрунту, його хімічний склад; біологічні – різноманітні мікроорганізми, рослинні та тваринні організми як корисні, так і шкідливі). Причому певні види рослин мають специфічну потребу в кожному з факторів життя, а також оптимальному їх сполученні. Згідно з теоретичними дослідженнями Тимірязєва К.А., Ничипоровича А. О. [331, 390, 395] та інших вчених межі продуктивності рослин визначаються кількістю сонячної енергії, яку вони здатні акумулювати. Врахування обсягів надходження енергії і тепла від Сонця, а також прогнозування цих показників дозволяє скоригувати елементи технології вирощування для отримання найвищого рівня врожаю. Важливе значення на кількісні та якісні показники формування продуктивності посівів мають фізичні та фізіологічні процеси, які трансформують сонячну енергію в органічну речовину в системі «атмосфера-лист-рослина-агрофітоценоз». Інтенсивність цього процесу значно залежить від особливостей і спектрального складу сонячного сьйва, енергетичного балансу між енергією, що поглинена, та витратами на фотосинтез, фотоокислювальні процеси, транспірацію, тепло- й вологообмін, наявністю необхідних поживних речовин та легкодоступної вологи тощо [300-302].

У науково-дослідних роботах аграрного напрямку в 60-80 роках минулого століття широкого розповсюдження набули дослідження щодо вивчення реакції різних за біологічними та генетичними ознаками сільськогосподарських культур на кількісні параметри надходження фотосинтетично активної радіації. Ці показники вчені мали змогу отримувати за даними агрометеорологічних станцій, а також за допомогою власних стандартних актинометричних і метеорологічних спостережень, на

їх основі проводити розрахунок надходження ФАР, як за окремі міжфазні періоди, так і в цілому за вегетацію [438].

Біомаса є основним життєдайним скарбом для людини і всіх інших істот тваринного світу, джерелом життя у прямому й переносному значенні. Тому рослинництво – головна галузь сільськогосподарського виробництва, найважливіше джерело продовольчих і сировинних ресурсів, основа цивілізації людства. Якщо абстрагуватись від усіх впадощань «благ» науково-технічного процесу до рівня їх повної відсутності, рослини і в такій ситуації не перестануть формувати органічну масу – першооснову життя всіх інших категорій живих організмів [430].

Якщо рослини перестануть працювати – загине життя на Землі. Нажаль людство, керуючись державними і споживацькими інтересами, нерідко застосовує шкідливі прийоми технологій, які розбалансовують природну екологічну рівновагу між вимогами рослин і природними можливостями, і тим самим знищують чинники їх життєдіяльності, обумовлюють опустелювання великих територій родючих ґрунтів. Такий дисбаланс особливо шкідливий у зонах Південного і Сухого Степу України.

Видатний дослідник К. А. Тімірязєв (1843-1920 рр.) [цит. за 28] розкрив енергетичні закономірності фотосинтезу як процесу використання сонячного світла, вуглекислоти повітря, ґрунтової вологи і мінеральних речовин для створення органічних речовин у рослині. Розкриття процесу фотосинтезу визнано науковим світом як теоретична основа функціонування рослин у вільному зростанні та життєдіяльності їх у агрофітоценозах, тобто в посівах.

Однак у фітоценозах обов'язково виникає конкуренція особин за світлове, мінеральне, вуглекислотне живлення та водоспоживання. Оскільки ці процеси є атрибутами фотосинтезу, його інтенсивність залежить від уміння агронома створити найкращі умови для продукційного процесу кожної рослини у посіві. Ці процеси регулює рослинництво. Отже, з прагматичної точки зору рослинництво – це пряме чи опосередковане

антропогенне втручання оперативними організаційно-господарськими та технологічними прийомами в процес фотосинтезу, росту і розвитку рослин в посівах [161, 190, 196].

Теоретичною основою рослинництва О. І. Зінченко та ін. [205] визначив комплексне наукове обґрунтування агротехнології протягом онтогенезу рослин, починаючи з підбору сорту (гібриду) і закінчуючи збиранням урожаю. Рослинництво теоретично забезпечується великим комплексом наукових знань, фундаментально спираючись підвалинами на закони фізіології рослин, ботаніки, біології, генетики та селекції, землеробства, ґрунтознавства, агрохімії, ентомології, фітопатології, метеорології, механізації, ринкової економіки і організації, на загальні закономірності математики, фізики, хімії та інших точних самостійних наук. Проте, окремі «приземлені» науки без рослинництва взагалі не мають сенсу, наприклад, селекція та насінництво рослин, землеробство, агрохімія. Архаїчні терміни «рільництво», «землеробство» хоч і традиційні, проте звужують поняття вирощування польових культур лише до обробітку ґрунту під них. Жоден агротехнічний прийом при вирощуванні культури в посівах не може бути запропонований до технологічної системи без всебічного наукового обґрунтування знаннями цих наук [28].

У процесі росту й розвитку рослини формують вегетативну і генеративну масу. Інтенсивність цих процесів, загальний стан посіву визначаються дією нерегульованих та регульованих факторів їх життєдіяльності, які на кожному етапі обумовлюють різну за кількісним і якісним складом продуктивність посіву. Володіння агрономом методами діагностики, прийомами контролю й оцінки стану продуктивної діяльності рослин дає можливість оперативно впливати на процес формування дійсно можливих врожаїв високої якості та низької собівартості [358].

З цього приводу в рослинництві використовуються оперативні методи контролю стану продукційних процесів у посівах: діагностика живлення, водозабезпечення, ходу перезимівлі тощо. В останні роки набув широкого

використання комплекс параметрів оцінки фотосинтетичної діяльності рослин у посівах [166].

Стратегічною метою рослинництва Степу є вирощування екологічно чистих, якісних дійсно можливих урожаїв культурних рослин у посівах на основі створення оптимальних агротехнологічних умов, що забезпечують протягом вегетації максимальний рівень адаптованості екологічних чинників життя рослин до їх біологічних вимог [290].

Така мета досягається шляхом обов'язкового дотримання відповідних науково обґрунтованих технологічних умов і вирішення наступних тактичних завдань: виробництво рослинницької продукції низької собівартості на основі застосування екологобезпечних, енерго- й ресурсозберігаючих технологій в комплексі з агрохімічними, агротехнічними і меліоративними заходами по збереженню та відтворенню родючості ґрунтів; обов'язкове застосування сівозмін за участю чорного та інших видів парів і багаторічних бобових культур на богарі, фітомеліоративного поля на зрошуваних землях та ефективна сортозміна в них польових культур; запровадження сучасних, адаптованих до посушливих умов Степу, мінімізованих заходів обробітку ґрунту, спрямованих на максимальне накопичення і збереження ґрунтової вологи та його структури; екологічно безпечне застосування добрив, використання зрошувальної води, засобів захисту рослин, прийомів догляду за посівами тощо; матеріально-технічне забезпечення виробництва рослинницької продукції на базі досконалих сільськогосподарських машин та ефективного їх використання; ефективна організація заходів щодо боротьби з втратами врожаю на етапах вирощування культур, збирання, перевезення і первинної обробки збіжжя на токах; забезпечення галузі рослинництва висококваліфікованими фаховими кадрами на усіх ланках агропромислового комплексу, здатних своєчасно оперативно вирішувати організаційно-господарські, технологічні та економічні питання ринкової економіки в процесі виробництва і реалізації рослинницької продукції [273, 298, 306].

Зернові культури посідають провідну роль у всьому сільськогосподарському виробництві. Рослинництво у Степовій зоні спеціалізується на виробництві зерна пшениці озимої, ячменю, кукурудзи, сої, насіння соняшнику, ріпаку, вирощуванні овочевих культур. За обсягами і дохідністю виробництва зернова галузь у Степовій зоні посідає провідне місце. Тут сконцентровано близько 48% посівів зернових культур України, в тому числі 56% пшениці, 48 – ячменю, 30% – кукурудзи з подальшим розширенням її посівних площ на зрошуваних землях [29].

Традиційно територія Степу в Україні це зона високотоварного крупного виробництва зерна. Нажаль в 90 роки ХХ століття під час реформування господарств усіх форм власності відбулося суттєве зниження валових зборів зерна і рентабельності цієї галузі. Зниження ефективності зерновиробництва було зумовлено грубим порушенням технології вирощування зернових культур, значним погіршенням матеріально-технічного і ресурсного забезпечення галузі. Ігнорування системи сівозмін призвело до різкого скорочення площі чистих і зайнятих парів, багаторічних трав та збільшення частки посівів соняшнику, ріпаку, зернових культур. Наслідком грубого порушення науково-обґрунтованого чергування культур у сівозміні стала дегуміфікація й виснаження ґрунтів, а також зниження урожайності всіх польових культур [295].

1.2 Біолого-екологічні характеристики досліджуваних культур, які необхідно враховувати під час агробіологічного обґрунтування технологій їх вирощування

У світовому рослинництві зернові культури займають найбільші посівні площі, що свідчить про їх виключно важливе продовольче, кормове та сировинне значення в народному господарстві. В Україні площа зернових культур роки сягає 15,5-16,5 млн га або 45-50% загальної посівної площі. Найпоширенішою зерновою культурою в Україні є озима пшениця, посіви

якої займають, залежно від року, 6,4-7,3 млн га. До 90% площ її зосереджені у степовій і лісостеповій зонах і лише близько 10% – у поліській.

Найбільш поширені два види озимої пшениці: м'яка і тверда. Зокрема зерно твердої пшениці, порівняно з м'якою, багатше на білок (16-18%). Борошно твердих пшениць є незамінною сировиною для макаронної промисловості. Їх клейковина дає змогу виготовляти макарони, які добре зберігають форму при варінні. Також їх використовують для виробництва особливого сорту борошна – крупчатки та виготовлення вищої якості манної крупи. Завдяки широкому впровадженню у виробництво інтенсивної технології вирощування озимої пшениці за останні роки значно зросла її середня врожайність, яка становить 4,02 т/га. Це свідчить про велику біологічні можливості озимої пшениці, максимальна реалізація яких є головним завданням землеробів. Проте, в роки з несприятливими погодними умовами у виробничих умовах спостерігається істотне падіння продуктивності рослин твердої пшениці, що обумовлено недосконалістю технології вирощування та невизначеністю сортового складу для умов зрошення Південного Степу України [56, 213, 236].

Вміст білків у зерні м'якої пшениці залежно від сорту та умов вирощування становить у середньому 13-15%. У зерні пшениці міститься велика кількість вуглеводів, у тому числі до 70% крохмалю, вітаміни В1, В2 РР, Е та провітаміни А, D, до 2% зольних мінеральних речовин. Білки пшениці є повноцінними за амінокислотним складом, містять усі незамінні амінокислоти – лізин, триптофан, валін, метіонін, треонін, фенілаланін, гістидин, аргінін, лейцин, ізолейцин, які добре засвоюються людським організмом. Проте у складі білків недостатньо окремих амінокислот, тому поживна цінність пшеничного білка становить лише 50% загального вмісту білка. Це означає, наприклад, що при вмісті білка в зерні 14% ми використовуємо його лише 7%. Тому так важливо вирощувати високобілкову пшеницю. 400-500 г пшеничного хліба та хлібобулочних виробів покриває близько третини всіх потреб людини в їжі, половину потреби у вуглеводах,

третину (до 40%) – у повноцінних білках, 50-60% – у вітамінах групи В, 80% – у вітаміні Е. Пшеничний хліб практично повністю забезпечує потреби людини у фосфорі і залізі, на 40% – у кальції [258, 326].

Співвідношення білків і крохмалю у зерні пшениці становить у середньому 1:6-7, що є найбільш сприятливим для підтримання нормальної маси тіла і працездатності людини. Крім того, пшеничний хліб відзначається високою калорійністю – в 1 кг його міститься 2000-2500 ккал [280].

Пшениця належить до холодостійких культур, її насіння починає проростати при температурі посівного шару ґрунту всього 1-2°C. Проте за такої температури сходи з'являються із запізненням і недружно. Оптимальні процеси сорбції води, яка потрібна для набухання і проростання насіння, відмічаються при прогріванні ґрунту до 12-20°C. За такої температури і достатній вологості ґрунту (близько 15 мм продуктивної вологи у посівному шарі) сходи з'являються на 5-6 день. Більш висока температура (понад 25°C) несприятлива для проростання, так як може стати причиною сильного ураження сходів хворобами (особливою іржею). При температурі 40°C, коли відносна вологість повітря сягає 30% і нижче, проросле насіння гине через інтенсивне випаровування вологи, а те, яке набухло, втрачає схожість внаслідок дихання, витрат поживних речовин й ураження грибними хворобами. Найсприятливішим для сівби пшениці є календарний строк із середньодобовою температурою повітря 14-17°C [302].

Найвищою холодостійкістю озима пшениця відзначається на початку зими, коли вузли кушення містять максимум захисних речовин – цукрів. Навесні, внаслідок зимового виснаження, вона часто гине при морозах усього близько 10°C. Особливо знижується її холодостійкість при різких коливаннях температури, коли вдень повітря прогрівається до 8-12°C, а вночі, навпаки, знижується до мінус 8-10°C [327].

Високою морозо- й зимостійкістю відзначається пшениця, яка утворює восени 2-4 пагони і нагромаджує у вузлах кушення до 33-35 % цукру (в перерахунку на суху речовину), що досягається при тривалості осінньої

вегетації рослин 45-50 днів з сумою температур близько 520-670°C. Перерослі рослини, які утворили восени 5-6 пагонів, втрачають стійкість проти низьких температур, часто гинуть або сильно зріджуються, і площі доводиться пересівати або підсівати інші культури [329].

Пшениця добре витримує високі температури влітку. Короткочасні суховії з підвищенням температури до 35-40°C не завдають їй великої шкоди, особливо при достатній вологості ґрунту. Протягом вегетації оптимальною температурою є 16-20°C із зниженням у період кущення до 10-12°C та підвищенням при трубкуванні до 20-22°C, цвітінні і наливанні зерна – до 25-30°C. Для розвитку сильної кореневої системи кращім є температурний діапазон 10-20°C [326].

Озима пшениця потребує достатньої кількості вологи протягом усієї вегетації. Як правило, високий урожай її спостерігається при весняних запасах вологи у метровому шарі ґрунту до 200 мм, а на період колосіння – не менше 80-100 мм при постійній вологості ґрунту 70-80% НВ. Вологість, більша за 80% НВ, несприятлива для пшениці, бо погіршується газообмін кореневої системи через нестачу повітря в ґрунті [327].

Транспіраційний коефіцієнт у пшениці становить 400-500, у сприятливі за вологою роки він знижується до 300, у посушливі – підвищується до 600-700. Особливо високим він буває у період сходи – початок кущення (800-1000), найменшим – наприкінці вегетації (150-200). Більш економно витрачають вологу рослини, достатньо забезпечені поживними речовинами [379].

Протягом вегетації пшениця поглинає вологу нерівномірно. Найбільше вона потрібна рослинам у період трубкування, особливо за 15 днів до виколошування з тривалістю близько 20 днів, коли рослина інтенсивно росте і в неї формуються колоски, квітки. Нестача вологи в цей час зумовлює значне зниження врожаю внаслідок меншої кількості зерен у колосі та меншої маси 1000 зерен [326].

В умовах Степу і південного Лісостепу велике значення має вологість посівного шару на час сівби пшениці. Значні запаси її у ґрунті необхідні з самого початку бубнявіння насіння, яке у м'якої пшениці відбувається при поглинанні 50-55% води від сухої маси насіння, а в твердої – на 5-15% більше. Тому дружні сходи з'являються лише при наявності в посівному шарі 10-15 мм продуктивної вологи, а процес кущення – при вологості орного шару 0-20 см не менше 20-30 мм. При достатньому забезпеченні рослин водою вони нормально кущаться, формують добре розвинену вторинну кореневу систему, стають більш зимо- та морозостійкими [384].

На формування однієї тонни зерна озима пшениця витрачає 500-700 м³ води, а сумарне водоспоживання становить 4000-5000 м³/га. За осінній період витрачається в середньому 623 м³/га (11,9 м³/га за добу). Від загального водоспоживання це складає 13%, а 87% витрачається у весняно-літній період. Від виходу в трубку до колосіння добове водоспоживання рослин складає 46 м³/га, а всього 1468 м³/га, або 30,7% від загального водоспоживання [404].

Встановлено, що серед озимих культур пшениця озима – одна з найбільш вибагливих до ґрунтових умов вирощування. Найвища урожайність її спостерігається при вирощуванні на чорноземних ґрунтах, на півдні – також на каштанових і темно-каштанових. Малопридатними (особливо для сортів твердої пшениці) є кислі підзолисті та солонцюваті ґрунти, а також ґрунти, схильні до заболочування, торфовища. Проте за відповідної технології і на таких ґрунтах можна вирощувати до 40 ц/га і більше зерна пшениці [328].

Пшениця озима має тривалий вегетаційний період, що дає можливість з більшою повнотою використовувати поживні речовини з ґрунту. Проте потреба в елементах живлення у неї різна залежно від періоду розвитку рослин. Азот необхідний протягом вегетації, але найбільш інтенсивно його засвоюють рослини у фазах виходу в трубку і колосіння. Рано навесні, коли через низькі температури і перезволоження ґрунту процеси нітрифікації бувають пригнічені, а низхідні напрями трансформації вологи вимивають

нітратний азот у глибші шари ґрунту, рослини можуть зазнавати азотного голодування навіть на добре забезпечених ним ґрунтах. Цим пояснюється висока ефективність раннього весняного підживлення азотом озимих культур [384].

Ячмінь належить до найдавніших культур, які люди почали використовувати його в їжу ще у часи кам'яного віку. Вченими-істориками проведенні розкопки, які знайшли рештки зерна ячменю на території України – в городищах Трипільської культури, яким налічується 4-5 тис. років. Ця культура мала велике значення для людини починаючи з ранніх етапів землеробської діяльності, а також має поширення в теперішній час завдяки багатьом перевагам як з агротехнологічної, так і з господарсько-економічної точок зору. Ячмінь широко використовують на кормові, харчові та технічні цілі. Його зерно є цінним кормом для тварин, особливо для беконної відгодівлі свиней. З вирощуваного в країні зерна ячменю майже 70% використовують на кормові цілі. Зерно кормового ячменю містить 16% білка, 2–3% жиру, 58–60 крохмалю та 72% безазотистих екстрактивних речовин [28]. Сорти ячменю відносяться до дворядного або багаторядного підвидів. Ці підвиди підлягають найбільш інтенсивному селекційно-генетичному опрацюванню, займають величезний ареал на земній кулі, тому мають велике внутрішньовидове різноманіття за ознаками різновидів і еколого-географічних групах [145].

Серед озимих культур озимий ячмінь є найменш морозостійким. Він гине вже при зниженні температури біля вузла кущення до мінус 12 – 14 °С. Особливо різко знижується його стійкість проти низьких температур та інших несприятливих умов зимівлі при ранніх строках сівби. Це пов'язано з тим, що в нього коротша стадія яровизації (35 – 45 днів), ніж в озимій пшениці та жита (40 – 65 днів). Дуже шкодить озимому ячменю різка зміна температур у зимовий і ранньовесняний періоди. Добре витримує високі літні температури (понад 35 °С), мало терпить на півдні у дні тривалої спеки. Відзначається високою посухостійкістю протягом всього періоду вегетації.

Озимий ячмінь рано навесні швидко йде в ріст і, як наслідок, у нього скорочується вегетаційний період. Він на 6-9 днів швидше досягає, ніж озима пшениця, і на 12-16 днів раніше, ніж ярий ячмінь. Тому в нього ще до настання літньої спеки формується більш виповнене зерно. Швидше розвивається в умовах довгого світлового дня. На відміну від ярого ячменю, цвітіння відбувається після виходу колоса з листкової трубки. Вегетаційний період в озимого ячменю, залежно від умов вирощування, становить 230- 290 днів [106].

Соя – одна з найважливіших білкових культур світового землеробства. Це одна з найдавніших культурних рослин. Соя, як і всі зернобобові, – цінна культура у сівозміні. Повертати її на те ж поле рекомендується не раніше, ніж через два роки, хоча і повторні посіви вона витримує без значного зниження врожайності. Через небезпеку накопичення збудників хвороб та шкідників сою рекомендується повертати на поле сівозміни не раніше, ніж через 5-6 років. Це – світло- та теплолюбна рослина, погано переносить затінення. Мінімальна температура проростання насіння сої – 7°C, оптимальна – 15-20°C. Сходи витримують короткочасні заморозки до 3°C, але такі зниження температури у фазу трьох справжніх листків є критичними і можуть призвести до загибелі рослин [53].

Сприятливою середньодобовою температурою для росту й розвитку сої протягом вегетації є 18-22°C, а при цвітінні-наливу насіння – 22-25°C. Проте, в молодому віці соя відносно добре витримує низькі температури. Сходи її практично не пошкоджуються заморозками 2-3°C, а іноді (при низькій відносній вологості повітря) навіть витримують зниження температури до мінус 5°C [139].

Вимоги до вологи у сої в різні періоди росту неоднакові. Наприклад, при проростанні насіння, яке поглинає не менше 130-160 % води від власної маси, потрібний значний запас вологи в ґрунті – близько 30 мм у шарі 0-20 см. На початку вегетації, коли соя вкорінюється, а темпи росту її вегетативної маси сповільнені, рослини до цвітіння добре витримують

посуху. Тривалість вегетаційного періоду сої залежно від сорту, району вирощування, а також погодних умов у період вегетації коливається від 90-100 до 150-170 днів. У середньому, в Україні районовані сорти дозрівають за 115-140 днів [23].

Найкращі ґрунти для сої – з високим рівнем родючості, багаті на органічну речовину і кальцій, з нейтральною реакцією ґрунтового розчину (рН 6,5-7,0) та добре аеровані, з щільністю 1,1-1,25 г/см³. Кислі, засолені, схильні до заболочення ґрунти без відповідного їх поліпшення непридатні для вирощування сої. Не витримує вона тривалого затоплення (більше трьох діб) [29].

Соя, як бобова культура, знаходиться в симбіозі з азотфіксуючими бактеріями, які розвиваються в бульбах, розташованих на кореневій системі в місці проникнення бактерій в коріння. Саме тому в нових районах соєсіяння необхідна інокуляція насіння активними штамми соєвих бактерій, оскільки їх в ґрунті немає, а для достатнього розвитку спонтанних форм потрібно декілька років. Бульбочкові бактерії можуть забезпечити рослини азотом на 50-70 % від їх загальної потреби. Після збирання сої в ґрунті залишається до 90-120 кг/га біологічного азоту, що рівноцінно 2-3 ц/га синтетичних азотних добрив [127].

В сучасному світовому рослинництві кукурудза належить до основних зернових культур. За останні 30-50 років ця культура вийшла на перше місце у світі за показниками врожайності та валових зборів зерна. Стрімкі темпи росту виробництва цієї культури обумовлені високими кормовими, харчовими та технічними якостями і надзвичайно високої позитивній реакції на генетичні зрушення та технологічні розробки. На зрошуваних землях при поєднанні з впливом достатньої кількості теплоенергетичних ресурсів вона має найвищу зернову продуктивність порівняно з усіма іншими культурами [28, 69].

Лабораторними аналізами встановлено, що в зерні кукурудзи спостерігається високий вміст вуглеводів і крохмалю (до 70%), великий

відсоток жиру (до 8%) та протеїну (9-10%) [28].

Кукурудза – теплолюбна рослина. Її насіння проростає за температури 8-10°C, сходи з'являються при 10-12°C. Біологічний мінімум появи життєздатних сходів спостерігається у кременистих гібридів при 10-11°C, у зубоподібних – при 11-12°C. Надмірно рання сівба у холодний перезволожений ґрунт може призвести до загибелі насіння і зрідження сходів. Найбільш сприятлива температура для росту рослин – 25-30°C, тобто вище, ніж у зернових колосових культур [219, 237].

Кукурудза відрізняється ощадливою витратою ґрунтової вологи на створення органічної маси. Транспіраційний коефіцієнти приблизно 280-350, тоді як у ярої пшениці – 400-500, у ячменю – 280-400, у вівса – 340-500 [273].

Високі врожаї кукурудза дає на чистих, пухких, повітропроникних ґрунтах із глибоким гумусовим шаром, що добре забезпечені поживними речовинами і вологою. Такі властивості мають середні за механічним складом і багаті на органічну речовину ґрунти. Найбільш сприятливими є чорноземні, темно-каштанові, суглинисті й супіщані, а також заплавні ґрунти [383].

Створюючи велику органічну масу, кукурудза виносить із ґрунту багато мінеральних поживних елементів. За врожаю сухої надземної маси 150 ц з одного гектара відчужується 150-160 кг азоту, 45-50 кг фосфору, 125-130 кг калію. Поглинання основних елементів живлення іде по одновершинній кривій і відповідає ходу нагромадження сухої речовини. Більшу частину поживних речовин кукурудза споживає у другій половині вегетаційного періоду [28, 469, 483].

Горох належить до основних зернобобових культур України та інших країн світу, яка широко вирощується в різних ґрунтово-кліматичних умовах. Завдяки високій пластичності, різноманіттю сортів, холодостійкості і скоростиглості, горох має широкий ареал поширення. В насінні гороху міститься 23-30% білку, 50,2-53,3% вуглеводів, 1,25-1,53% жирів, 5,71-5,88% клітковини, 11,8-14,1% води, 2,8-3,3% мінеральних

речовин, представлених солями калію, кальцію, натрію, йоду, фосфору, заліза тощо. Насіння містить багато вітамінів: 0,49-0,56 мг каротину, 0,68-0,81 мг вітаміну В₁, 0,15-0,18 мг вітаміну В₂, 2,1-2,4 мг вітаміну РР, 0,16-0,19 мг вітаміну В₆, 20-40 мг вітаміну С, 0,27-0,29 мг вітаміну К, 5-6 мг вітаміну Е, 200-220 мг інозиту [134, 176, 186].

Горох – культура слабо вибаглива до тепла. Насіння за наявності вологи й кисню починає проростати за температури 1-°С, але дуже повільно (сходи з'являються через 18-20 днів), а за температури 10-16°С — на восьмий-десятий день. Найсприятливіша температура для формування генеративних органів – 16-22°С. Температура після 26°С негативно впливає як на кількість, так і на якість урожаю. Сума середньодобових температур за період сівба-сходи дорівнює 145°С, сходи-цвітіння – 375, цвітіння-дозрівання – 650°С. Існує також зв'язок між урожаем та максимальними денними температурами в репродуктивні фази росту. Вегетаційний період гороху коливається залежно від сорту від 65 до 110 днів. Тривалість періоду сходи-цвітіння – 30-35 днів, цвітіння-дозрівання – 35-45 днів [224, 229, 269].

Горох потребує багато вологи. Для набубнявіння насіння й початку ростових процесів треба 100-120% води від їхньої маси. Найбільше вологи гороху потрібно в період бутонізації та цвітіння. Під час накопичення максимальної сирої маси кількість води, необхідної для створення одного кілограма сухої маси гороху, сягає 300-600 кг. Коефіцієнт водоспоживання становить 900-1400 м³/т зерна. Вологість повітря для нормального росту й розвитку гороху має бути 70–80% [211, 298, 304].

Горох належить до рослин, які здатні рости на різних типах ґрунтів, що сприяло широкому розповсюдженню цієї культури на всіх континентах і широтах, де тільки можливе землеробство. Результати пошуків досліджень дослідних установ та практичний досвід свідчать про те, що горох може давати високі врожаї на різних типах ґрунтів: на забезпечених вологою чорноземах, окультурених дерново-підзолистих ґрунтах та на деградованих чорноземах. За належної агротехніки горох дає добрі врожаї на сіроземах і

красноземах. Високі урожаї зеленої маси горох дає на осушених торф'яниках. На щільних ґрунтах пригнічується життєдіяльність бульбочкових бактерій [278, 333].

Широке розповсюдження гороху як основної зернобобової культури зумовлює присутність аборигенних бульбочкових бактерій культури в ґрунтах України. Однак їх локалізація може бути нерівномірною або недостатньою в зоні проростання насіння, що знижує можливість ефективного використання симбіотичної азотфіксації. У зв'язку з цим бажано обов'язково перед сівбою обробляти насіння гороху біопрепаратами на основі споріднених культурі селекційних штамів бактерій [291, 343].

Сорго характеризується як перспективна кормова, продовольча і технічна культура. Зерно використовується для приготування комбикормів і як концентрований корм для свиней, корів, коней і птиці. Зелена маса і сіно - добрий корм для великої рогатої худоби, а силос за якістю наближається до кукурудзяного. При скошуванні сорго в зеленому стані одержують непогане сіно. Для цього особливо придатне трав'янисте сорго(суданська трава). Після його скошування відростає отава, яка може бути використана на зелений корм і як пасовище. За поживністю 100 кг зерна сорго відповідає 119 корм. Од (76 г перетравного протеїну на 1 корм, од.), 100 кг силосу – 22 корм, од., 100 кг зеленої маси – 23,5 корм, од., 100 кг сіна – 49,2 корм. од. [299].

Сорго походить з країн з жарким кліматом. Тому в ході багатовікового окультурення воно придбало властивість високої вимогливості до тепла. У наших умовах сорго є самою теплолюбною культурою, перевершуючи в цьому відношенні навіть рис. Мінімальна температура проростання для зернового сорго складає 9-10°C. При температурі ґрунту 8°C насіння не проростає зовсім, пліснявіє і гине. У цьому відношенні воно відрізняється від цукрового сорго більш високою вимогливістю до тепла, тому що містить менше таніну, що охороняє насіння від пліснявіння і псування [462].

Потужна коренева система здатна засвоювати вологу з нижніх горизонтів ґрунту. Усе це свідчить, що сорго високо засуhostійка культура.

Перші ознаки невимогливості до вологи сорго виявляє вже в період проростання, коли воно витрачає води тільки 35-40% від маси насіння, тоді як жито витрачає 85, а горох - 95% [464].

При ґрунтових і повітряних засухах сорго припиняє ріст і переходить у «анабіотичний» стан, тобто життєві процеси загасають, але рослина здатна в будь-який момент їх активізувати при настанні відповідних умов. Установлено, що клітин, які знаходяться у усті сорго здатні відновлювати тургор навіть після двотижневої посухи. У кукурудзи ж необоротний параліч усть настає вже після 7-денної посухи [257].

Споживання води рослинами сорго йде нерівномірно; велику її частину вони використовують у відносно короткий проміжок часу - 10 днів до початку вимітання -10 днів після цвітіння. Цей період звичайно становить 25-30 днів, тобто 20-25% усього вегетаційного періоду, а витрата вологи досягає 45-50% від загального водоспоживання [462].

Сорго є невимогливою до ґрунту культурою і здатна добре зростати на чорноземах і каштанових ґрунтах різного механічного складу. Краще сорго почуває себе на родючих середньо-суглинистих карбонатних чорноземах. Добрі результати воно дає і на легких по механічному складу ґрунтах [299].

1.3 Еколого-меліоративні аспекти формування інноваційних технологій вирощування зернових і зернобобових культур

Створення в ґрунті водного режиму сприятливого для культурних рослин, шляхом застосування агротехнічних заходів є однією з основних завдань сучасного рослинництва і землеробства. Аналізуючи наявні в літературі дані щодо вологозабезпеченості ґрунту при різних системах обробітку ґрунту, необхідно відзначити особливу її важливість для обробітку сільськогосподарських культур. Встановлено, що на чорноземі необхідна глибока оранка для успішної боротьби з посухою [448,]. Вологість і запаси

доступної вологи в ґрунті залежать не тільки від систем обробітку, але більшою мірою від висоти залишеної на поверхні поля стерні і снігозатримання [45]. У роботах деяких дослідників зазначено, що безполицевий обробіток не має переваг перед звичайною полицевою оранкою за змістом запасів води в ґрунті [106, 107]. Однак за іншими даними [98, 108] безполицевий обробіток ґрунту забезпечує додатково накопичення продуктивної вологи до початку весни. Більше накопичення її за безполицевого й нульового обробітку вони пояснюють тим, що збережені рослинні рештки в зимовий період сприяють кращому затриманню снігу, а у весняний – за рахунок мульчування, запобігають втратам вологи на випаровування.

Низка дослідників [420, 437, 448] висловлюють думки про те, що використання великих доз мінеральних добрив доцільно, щоб зберегти органічну речовину ґрунту з метою поліпшення біохімічного та фізичного станів, ніж використати її як джерело живлення рослин. В умовах зрошення потреба у фосфорних добривах значно менша, ніж азотних. Поливи підвищують доступність фосфору ґрунту до рослин. вони поглинають його з більш глибоких горизонтів, тому вирощуванні сільськогосподарські культури слабо відкликаються на фосфорні добрива.

Поряд з цим, у сприятливій за зволоженням роки різні технології основного обробітку ґрунту (полицева, безполицева, комбінована, мінімальна, дискова) не зробили істотного впливу на запаси доступної води в метровому шарі ґрунту під ячменем на чорноземі типовому малогумусному важкосуглинковому [275].

Наявність надмірно пухкого верхнього шару при вирощуванні сільськогосподарських культур зумовлює непродуктивні втрати вологи, що особливо небажано в посушливих умовах Степу. У варіанті з глибиною оранки 120-22 см обробітку в середині вегетації культур (у червні) найуцільненішим був шар ґрунту 10-20 см – $1,24 \text{ г/см}^3$. Наявність

ущільненого прошарку поблизу поверхні позитивно впливає на збереження вологи в ґрунті [233].

Науковою підставою щодо вибору глибини обробітку є різниця між фактичними й оптимальними (встановленими для конкретної культури) параметрами щільності посівного та підпосівного шарів ґрунту. Якщо ці показники збігаються або є близькими – є підстава для зменшення глибини основного обробітку ґрунту [209].

Для пшениці озимої оптимальний діапазон щільності становить 1,00–1,30 г/см³. За всіх варіантів технологій вона знаходилась у цих межах. Для кукурудзи вищенаведені показники для чорнозему звичайного становлять 1,10–1,25 г/см³. За оранки ґрунт був надмірно пухким як на початку вегетації (1,08 г/см³), так і в період молочно-воскової стиглості (1,09 г/см³). Найвимогливіші до щільності ґрунту культури – у період проростання і сходів. Для ярих зернових культур оптимальні параметри щільності – 1,16–1,20 г/см³. Такі значення були на всіх варіантах обробітку й становили 1,16 г/см³ на оранці, 1,17 – на мінімальному і 1,20 г/см³ на нульовому обробітку у шарі ґрунту 0–30 см. Щільніший ґрунт у нульовому варіанті обробітку містив до висіву ярих більше продуктивної вологи, що створило умови для кращого перебігу біологічних процесів, росту та розвитку рослин [28].

У більш пухкішому та гірше оструктуреному ґрунті стрімкіше відбувається процес вбирання ним вологи. Переміщення вологи всередині ґрунту також залежить від його щільності. В пухкому ґрунті глибина промочування більша, ніж у щільному [185]. Щільність складення обумовлює також й висхідні потоки вологи: фізичне випаровування, транспірацію. Надмірно пухкий ґрунт швидко втрачає вологу, щільний – повільніше, оптимальна транспірація спостерігається за помірного ущільнення.

За даними авторів [49. 116, 199], було встановлено, що чим довше ґрунт знаходиться під рослинним покривом і чим вищий їх врожай, тим більше створюється структурних агрегатів і, навпаки, якщо ґрунт без рослин і

піддається руйнівній дії води та значному механічному обробітку, то його структура гіршає. Так, досліді вченого свідчать, що коренева система с.-г. культур і рештки інших рослин підвищують вміст водотривких агрегатів на 6,9%. Запропановано пропонує за агрономічно-цінні агрегати прийняти розміри від 0,5 до 0,25 мм. По численних експериментальних даних [7, 136, 147] кожному виду рослин, залежно від їх особливостей, відповідає своя щільність ґрунту, при якій створюються найкращі умови для їх росту, розвитку і формування врожаю.

При збільшенні щільності різко погіршується використання рослинами води з ґрунту. За ствердженням [136], при підвищенні щільності чорнозему з 1,1 до 1,6 г/см³ мертвий запас вологи зростає з 11 до 19% маси абсолютно сухого ґрунту, а при щільності до 2,0 г/см³ вся волога була недоступною для рослин.

Визначено, що основними чинниками, які зумовлюють зниження урожайності сільськогосподарських культур за безполицевого й поверхневого основних обробітків ґрунту виявилися: підвищення його щільності за межі оптимальної, особливо для просапних культур і, головне, суттєве погіршення фітосанітарного стану полів. Забур'яненість посівів на тлі безполицевого й поверхневого обробітків зростає в 1,7–2 рази порівняно з контролем. Коефіцієнт кореляції між продуктивністю ріллі та забур'яненістю полів становить 0,85–0,9 [259].

У зв'язку з цим, заслуговує на увагу ефект суттєвого зниження потенційної забур'яненості ріллі на 35–40 % і актуальної забур'яненості посівів на 37–40 % під впливом полицево-безполицевого обробітку ґрунту в сівозміні. Біологічний механізм самоочищення ґрунту полягає у відмиранні протягом 4–5 років 80–90 % розміщених у ґрунті на глибині більше 10 см насінневих зачатків бур'янів через загибель їхніх проростків, відмирання самого насіння [229].

Тривалість розпушувальної дії оранки в різних регіонах однакова. Частіше всього в більш розпушеному стані знаходиться ґрунт після оранки

протягом 1–3 місяців. Потім щільність вирівнюється у всіх варіантах обробітку, і наближається до рівноважної [190].

Глибока оранка допомагає розподіленню мікроорганізмів у нижні шари ґрунту. Так, у 0–40 см шарі нітрифікувальних мікроорганізмів налічувалося значно більше при глибокій оранці, ніж при мілкій. Азотобактер розвивається в тих шарах, куди загортається органічна маса післяжнивних залишків. Поглиблена оранка каштанових ґрунтів на півдні України від 17–20 до 38 см збільшує загальну кількість мікроорганізмів, азотобактера й нітрифікувальних мікроорганізмів [146].

Принципово правильні положення, розроблені ще в другій половині XIX сторіччя О. О. Ізмаїльським, В. В. Докучаєвим, Д. І. Менделєєвим, К. А. Тімірязєвим, О. І. Стебутом, О. М. Енгельгардом, О. С. Єрмоловим та іншими вченими [452] щодо необхідності якомога повнішого врахування різноманітних особливостей рослинництва і землеробства як за розробки наукових теорій, так і впровадження їх у виробництво, на жаль, далеко не завжди враховуються. Оригінальність їхніх думок зводилася до того, що немає поганих земель, добрив, сівозмін і в цілому систем землеробства. Кожна система ефективна, якщо вона відповідає часу, місцевим умовам і забезпечує високий прибуток [370]. Наприклад, земельні ресурси, що мають певну характеристику (якість ґрунту, структура сільськогосподарських угідь), впливають на розміщення спеціалізованих аграрних підприємств, які водночас використовуються і як виробничий ресурс за територіального розміщення виробництва. Для вирощування зернових і зернобобових культур необхідним є дотримання науково обґрунтованих сівозмін [419].

Для того щоб успішно займатися вирощуванням і реалізацією зернових і зернобобових культур, треба враховувати деякі особливості цього напряму рослинницької галузі. По-перше, на сьогодні вимоги до стандартів якості на цю продукцію значно змінюються. Тобто культивування 10-річної давнини та сучасне культивування суттєво відрізняються. Відмінності не в особливостях біології культури, а в особливостях оцінки якості сировини,

тому основне завдання будь-якого господарства або промислового виробництва – отримати продукцію, яка буде відповідати вимогам стандартизації та яку можна буде реалізувати на ринку. На сьогодні ринок надзвичайно вимогливий до якості сировини, тому той, хто береться за культивування цих культур, мусить знати критерії якісних показників того чи іншого виду рослин. Залежно від культури при закупівлі дивляться вміст структурних складових, і якщо він не відповідає вимогам стандартизації, то реалізація такої сировини буде проблематичною [440].

Так, переведення на промислову основу виробництва зернових і зернобобових культур передбачає зниження собівартості продукції, що надасть змогу за одночасного підвищення якісних показників зробити його конкурентоспроможним на внутрішньому та на зовнішньому ринках. Завдяки інтенсифікації процесів виробництва та зниженню невиробничих витрат можна забезпечити підвищення чистого прибутку, рівня рентабельності виробництва, зменшити собівартість зерновиробництва [459].

В інтенсивних сівозмінах значення гумусу як регулятора родючості ґрунту значно зростає. Гумус як основа біогенності ґрунту зумовлює ефективніше сприймати, акумулювати внесені з добривами елементи живлення і рівномірно забезпечувати останніми рослини, забезпечувати утилізацію пестицидів та інших хімічних речовин, а також пом'якшувати дію екстремальних погодних умов. Звідси існує пряма кореляційна залежність між гумусом, енергією ґрунту, урожаєм і якістю продукції рослинництва [28].

Для розрахунку утворення гумусу з рослинних решток розроблено коефіцієнти гуміфікації. В основу цих коефіцієнтів покладено співвідношення вуглецю до азоту в рослинних рештках. Коефіцієнти гуміфікації рослинних решток в орному шарі чорнозему типового становлять: для цукрових буряків – 0,10; соняшнику – 0,14; кукурудзи на силос – 0,17; озимої пшениці та кукурудзи на зерно – 0,20; ячменю – 0,22; гороху – 0,23; люцерни – 0,25; гною – 0,23 [452].

Дослідженнями встановлено й практикою підтверджено, що внесення тільки мінеральних добрив посилює процеси мінералізації органічної речовини ґрунту, водночас значно погіршуються агрохімічні та агрофізичні властивості його [401].

Якщо в ХІХ сторіччі вчені й практики рекомендували глибоку оранку, але не вказувати граничної глибини конкретного ґрунтового покриву та вирощуваної культури, то в 20-х роках ХХ сторіччя був нагромаджений значний експериментальний матеріал щодо глибини обробітку ґрунту. Цей матеріал дав змогу дослідникам дійти висновку, що навіть для найвимогливіших до глибокого обробітку ґрунту культур оптимальна глибина оранки чорноземів становить 18–22, і тільки в окремих випадках 27 см. Подальше поглиблення, зазвичай, не підвищувало врожайність або збільшення врожаю було незначним. Для зернових колосових культур ефективним був мілкіший обробіток [343].

Незважаючи на велику кількість наукових досліджень з обробітку ґрунту, зацікавленість цією важливою складовою системи землеробства не послаблюється. Мінімальним вважається такий обробіток ґрунту, який забезпечує зниження енергетичних витрат до необхідних найменших шляхом зменшення кількості та глибини обробітків, поєднання заходів (прийомів) в одному робочому проході комбінованих агрегатів або зменшення оброблюваної частини поверхні поля. За нульового обробітку насіння рослин висівається в оброблений ґрунт, а бур'яни знищуються гербіцидами [482].

Починаючи з 60-х років ХХ сторіччя, відбувається швидкий ріст енергооснащеності сільського господарства. Ґрунтообробні знаряддя і машини стали досконалішими, що дає необмежені можливості щодо глибини та інтенсивності обробітку ґрунту. Проте досвід і практика свідчать, що посилення інтенсивності обробітку часто призводить до негативних наслідків. Зросли затрати на його виконання, які часто не окуповуються прибавкою врожаю, руйнується структура ґрунту, що призводить до розпилення його верхнього шару і, як наслідок, зниження стійкості до

ерозійних процесів. Кожний прохід полем трактора, автомобіля, сільськогосподарськими машинами та знаряддями призводить до переуцільнення ґрунту, що негативно впливає на агрофізичні властивості ґрунту й урожайність культур [195].

Вчені Інституту зрошуваного землеробства НААН пропонують будувати систему обробітку ґрунту в сівозміні відповідно до біологічних властивостей сільськогосподарських культур до диференціації оброблюваного шару за родючістю [284]. Полицево-чизельний обробіток аналогічний до полицево-плоскорізного, але, замість плоскорізного розпушування, проводили чизелювання. Поверхневий обробіток на глибину 8–10 см дисковою бороною застосовується під усі культури сівозміни.

За даними багаторічних досліджень Інституту зрошуваного землеробства НААН [92] встановлено, що довгострокове зрошення зумовлює вплив на фізичні властивості ґрунту: збільшується щільність орного шару, знижується загальна пористість, погіршується повітряний обмін унаслідок ущільнення ґрунту й утворення кірки на його поверхні.

У разі збільшення щільності різко погіршується використання рослинами води з ґрунту. Як стверджує вчений [349], при підвищенні щільності чорнозему з 1,1 до 1,6 г/см³ мертвий запас вологи зростав з 11 до 19 % маси абсолютно сухого ґрунту, а при щільності до 2,0 г/см³ уся волога була недоступною для рослин [40].

Учені [191] зазначають, що ґрунт під впливом поливів і під дією сільськогосподарської техніки ущільнюється, а його шпаруватість і водопроникність знижуються, тому для поліпшення його агрофізичних властивостей у цих умовах найбільш ефективною є різноглибинна оранка від 20–22 см до 28–30 см. Глибока оранка займає в цьому відношенні особливе місце. Забур'яненість орного шару знижується від верхнього шару до нижнього. Так, у дослідях, проведених ученими Киргизького сільськогосподарського інституту, в шарі 0–10 см на 1 м² нараховувалося 19680 шт. насінин бур'янів, що склало біля 57,4 % від загальної кількості їх в

орному шарі; в шарі від 10 до 20 см – 9182 шт., або 26,7 %; у шарі 20 – 30 см – 5446 шт., відповідно 15,9 % [203].

В умовах зрошення створюються додаткові джерела забур'яненості полів. Так визначили, що з кожним кубічним метром зрошувальної води на поля може заноситися до двох тисяч шт. насінин бур'янів, що при поливній нормі 700 м³/га складає до 140 насінин на квадратний метр [212].

Боротьба з бур'янами, особливо на зрошуваних землях, повинна проводитись, в основному, агротехнічними прийомами, так як масове використання хімічних речовин призвело в останні роки до забруднення навколишнього середовища. Це згубно позначилося на вмісті залишкових кількостей пестицидів у рослинах.

Результати дослідів показали, що в умовах Північного Степу України на чорноземах звичайних, середньосуглинкових ґрунтах кращим обробітком під горох, озимі та кукурудзу на силос є оранка, яка забезпечує стійку тенденцію до зниження забур'яненості в 1,5 рази порівняно з іншими прийомами обробітку ґрунту [223].

Протягом останніх 20–25 років в Україні впроваджується, так звана комбінована система обробітку ґрунту, яка полягає у використанні плуга, плоскоріза, чизеля, дискових та інших знарядь. Залежно від ґрунтово-кліматичних зон і вирощуваних культур, технології обробітку різняться за глибиною, кількістю операцій, набором знарядь [255]. Частка глибокого плужного обробітку ґрунту залишається високою в усіх ґрунтово-кліматичних зонах України, особливо у вирощуванні просапних культур і в полях, де необхідно приорати гній і рослинні рештки.

Різноглибинний полицевий обробіток ґрунту створює глибокий гомогенний орний шар ґрунту, який забезпечує сприятливі умови для вирощування більшості сільськогосподарських культур, особливо просапних (цукрові буряки, картопля, соняшник, кукурудза тощо) [284].

Безполицевий обробіток ґрунту створює гетерогенний за родючістю оброблюваний шар. Поліпшує, порівняно з полицевим, водний режим ґрунту,

особливо верхню його частину, що створює сприятливі умови для отримання дружних сходів вирощуваних сільськогосподарських культур, особливо озимих. Локалізація рослинних решток у верхньому шарі ґрунту приводить до оптимальних величин щільності, загальної пористості та повітроємності, проявляється тенденція до підвищеного вмісту, порівняно з оранкою, органічної речовини. За систематичних безполицевих обробітків покращується біологічна активність верхнього шару ґрунту. Одночасно такий обробіток призводить до ущільнення нижніх шарів ґрунту, істотно знижує біологічну його активність та диференціюється оброблюваний шар за родючістю [203, 241, 253].

Підвищення вмісту елементів живлення у верхній частині оброблюваного шару сприяє доброму розвитку рослин, у яких вторинна коренева система розміщується у поверхневому шарі (озимі та ярі колосові), урожайність таких культур підвищується, порівняно з оранкою. Просапні культури з глибокою кореневою системою (цукрові буряки, кукурудза, соняшник, картопля), незалежно від погодних умов, негативно реагують на диференційований розподіл у ґрунті поживних елементів і суттєво знижують урожайність [176, 196, 305].

Ґрунтозахисний енергозберігаючий обробіток передбачає залишення на поверхні ґрунту рослинних решток (мінімалізації) або повністю побічної рослинної продукції (за системою No-till), зниження глибини та кількості розпушувальних або повну відмову від них. За таких обробітків потребує вирішення проблема системи захисту посівів від шкідливих організмів (бур'янів, шкідників та хвороб) та системи застосування добрив, особливо мінеральних. Проведені дослідження у нашій країні і за кордоном дають можливість чітко визначити основні принципи вирішення цих проблем, проте цілісної системи щодо внесення добрив і засобів захисту особливо ґрунтових, ще не розроблено [303].

Особливого значення набуває економічне, енергетичне та екологічне обґрунтування систем механічного обробітку ґрунту. Будуючи ту чи іншу

систему обробітку ґрунту або обираючи окремі його заходи, слід ураховувати витрати пального та експлуатаційні витрати на їхнє проведення, вплив цих систем на довкілля та ґрунтові умови [312].

Вперше мінімальний обробіток ґрунту випробуваний у США, а потім він поширився в Канаду, Англію та інші країни. Тепер мінімальний і нульовий обробітки ґрунту широко вивчаються і запроваджуються в багатьох країнах світу [525].

Необхідність мінімалізації обробітку ґрунту викликається потребою збереження і підвищення його родючості (усунення надмірного ущільнювального та розпилювального впливів важкої сільськогосподарської техніки, боротьба з водною і вітровою ерозіями, поліпшення гумусового балансу, зменшення втрат поживних речовин і вологи), а також причинами економічного порядку (необхідністю зростання врожайності, продуктивності праці та зниження собівартості продукції) [116].

Теоретичною основою мінімалізації обробітку ґрунту слугують досягнення у сфері агрофізики ґрунту. Коли стало відомо, що в багатьох випадках рівноважна щільність не виходить за межі оптимальної і що розпушення ґрунту не завжди сприяє збереженню в ньому вологи, то виник сумнів в необхідності інтенсивного обробітку [311, 425, 478].

Можливість мінімалізації обробітку ґрунту доведена багатьма дослідженнями як за кордоном, так і в нашій країні, що значною мірою змінило й змінює систему обробітку ґрунту в цьому напрямі. Нульовий обробіток (пряма сівба) на значних площах застосовують у країнах Північної Америки та Західної Європи. В нашій країні він поширений поки що мало. Це вже крайня межа мінімалізації, яка вимагає досконалої техніки й ефективних засобів захисту рослин від бур'янів, хвороб і шкідників. Проте дані про фізичні властивості багатьох ґрунтів свідчать про можливість такого посіву [497].

Один із шляхів мінімалізації обробітку ґрунту – використання комбінованих агрегатів і машин, які дають можливість за один прохід

виконувати декілька технологічних операцій та заходів. Поєднувати можна тільки агротехнічно сумісні операції, причому, якщо строки їх виконання збігаються, наприклад: оранка, вирівнювання, розпушування і ущільнення; культивування, вирівнювання, локальне внесення мінеральних добрив; передпосівний обробіток ґрунту, внесення гербіцидів і сівба; подрібнення рослинних решток просапних культур, розпушування і коткування ґрунту; нарізування гряд, передпосівний обробіток верхнього шару ґрунту та внесення добрив; проріджування сходів, міжрядне розпушування; розпушування міжрядь і внесення гербіцидів [118].

Визначено, що при внесенні під сільськогосподарські культури добрив, які доцільно заорювати, підвищується аерація ґрунту, що значно впливає на діяльність мікроорганізмів [119]. Завдяки цьому збільшується біологічна активність ґрунту, підвищується коефіцієнт гуміфікації органічної речовини, окультурюється верхній прошарок ґрунту, зменшується змив ґрунту на схилах та забруднення навколишнього середовища [129].

Зростання потужності орного шару позитивно впливає на водний режим ґрунту. При його збільшенні ґрунт може повніше використовувати опади. На ґрунті з глибоким високоокультуреним орним шаром навіть при випаданні дощів зливого характеру значна частина опадів зазвичай устигає проникнути в товщу цього шару й затримуватися в ньому, надалі надлишок вологи понад польову вологоємність поступово йде в шари, що пролягають нижче. і навпаки, на ґрунті з мілким орним шаром за таких самих умов рельєфу, однакових стану поверхні й сільськогосподарського використання ґрунту дощі зливого характеру зазвичай бувають малокорисними, оскільки значна частина опадів стікає по плужній поверхні [26, 149, 188].

За підвищеної кількості опадів ґрунт із мілким орним шаром швидко перезволожується, рослини на ньому страждають від надлишку вологи й неоліку кисню. Водночас на ґрунті з глибоким орним шаром, хоча він і містить у цілому більше вологи, ніж у першому випадку, рослини

розвиваються нормально, жодних ознак страждання їх від надлишку вологи не спостерігається. На такому ґрунті рослини краще протистоять засусі та менше страждають від надмірних дощів. Так, в умовах недостатнього зволоження зернові культури краще відгукуються на підвищену щільність. Одним із шляхів профілактики агрофізичної деградації є мінімізація обробітку ґрунту. Проте досить поширеною є думка, що зниження інтенсивності обробітку ґрунту призведе до ущільнення орного шару [205].

У сільському господарстві, яке знаходиться в постійному розвитку, зрошення повинна адаптуватися до нових, більш суворим вимогам: водопостачання у великих зрошувальних системах має бути набагато більш надійним і гнучким, ніж в минулому [195].

За останні 50 років відбулися помітні зміни в галузі водних ресурсів та сільського господарства. Масовий розвиток гідравлічної інфраструктури поставило воду на службу людям. У той час як населення світу зросло з 2,5 млрд в 1950 році до майже 8 млрд у теперішній час, площа зрошуваних земель збільшилася вдвічі, а водозабір потроївся [].

Продуктивність в сільському господарстві зростала завдяки новим сортам сільськогосподарських культур і добрив, що живиться додатковою поливної водою. Світове виробництво продуктів харчування випередило зростання населення [191, 394, 537].

У всьому світі на сільське господарство припадає 70 відсотків споживання води і 30% споживання енергії. Розуміючи, що дрібні фермерські родини мають серйозні обмеження по ресурсах, де працює, щоб допомогти мінімізувати витрати на працю, воду, добрива та енергію шляхом моделювання агротехнологій [28].

Боротьба за суттєве зниження продовольчої безпеки і бідності як і раніше знаходиться на передньому краї пріоритетів розвитку людства. Зрошуване землеробство має відігравати важливу роль в досягненні цієї мети шляхом забезпечення інноваційних підходів, які призводять до підвищення продуктивності на одиницю води, одиницю праці, одиницю інвестицій або їх

комбінації. Це може бути досягнуто тільки шляхом відповідної реакції і коригування виникають у всьому світі політичних реалій і реалій розвитку, що стосуються стійкості і посилення конкуренції за водні ресурси [173, 255, 292].

Зміни клімату в Степу України, які вже відбулись та очікують в найближчі десятиріччя, безумовно впливають і будуть впливати на ведення землеробства в регіоні. Тому, вже зараз необхідно розробляти заходи, спрямовані на зниження ризику чутливості сільського господарства до зміни клімату [415]. Ці заходи повинні бути спрямовані на підвищення стійкості сільськогосподарських культур до них та адаптації технологій їх вирощування до цих змін. Вони складаються з таких основних заходів, спрямованих на формування адаптивного потенціалу, зниження ризику від можливих несприятливих погодних умов, отримання достатньо високого рівня економічної ефективності зерновиробництва в умовах регіональних кліматичних змін [318].

До найважливіших заходів слід віднести: формування структури посівних площ, адаптованої до зміни клімату; збільшення в структурі посівних площ питомої ваги посухо- і жаростійких сільськогосподарських культур, їх сортів та гібридів; створення нових сортів та гібридів, що мають низькі транспіраційні коефіцієнти [401].

Для забезпечення високої та стабільної врожайності сільськогосподарських культур і сталого виробництва рослинницької продукції важливе значення має адаптивне розміщення сільськогосподарських культур і їх співвідношення в окремих природно-кліматичних зонах і їх підзонах. Всі види сільськогосподарських культур мають відповідний потенціал та генетично обумовлені властивості пристосування до конкретних природно-кліматичних умов, за межами яких їх життєві функції істотно погіршуються і знижується продуктивність [405]

Однак, це співвідношення може динамічно змінюватись залежно від погодних умов, які складаються в період вегетації рослин. У звичайні за

зволоженням роки в структурі посівних площ 75 % повинні займати високоінтенсивні культури та 25 % посухостійкі види і сорти. В посушливі роки необхідно висівати 50 % високоінтенсивних і посухостійких культур і їх сортів, а в гостропосушливі – 25 % інтенсивних та 75 % посухостійких культур і їх сортів та гібридів [208].

Стратегія адаптації галузі рослинництва до кліматичних змін передбачає науково-обґрунтований добір культур, придатних до вирощування як за сприятливих умов вологозабезпечення, так і здатних переносити дефіцит вологи і адаптивно реагувати на посуху. На наш погляд, серед зернових культур на неполивних землях Степу України в структурі посівних площ повинна збільшуватись питома вага найбільш посухостійкої культури – сорго. Наукові дослідження вчених Інституту зрошуваного землеробства НААН [381] доводять, що за дві ротації чотирьохпільних сівозмін урожайність зерна сорго майже у два рази перевищувала найбільш поширену в регіоні культуру – ячмінь ярий. Тому вже зараз необхідно розміщувати ці культури в регіоні у співвідношенні 2 : 1 на користь сорго.

Крім збільшення питомої ваги самої культури сорго в структурі посівних площ, необхідно проводити і відбір найбільш посухостійких її сортів і гібридів. Найбільш адаптованими до дефіциту вологи виявились ранньостиглі сорти і гібриди як вітчизняної, так і іноземної селекції. Також для умов Південного Степу важливе значення має густина стояння рослин і рівень їх мінерального живлення рослин [].

До іншої групи заходів, спрямованих на зниження ризику від регіональних змін клімату слід віднести такі:

- оптимізація питомої ваги чорного пару за окремими районами регіону;
- розробка і впровадження ресурсозберігаючих, екологічно безпечних та ґрунтозахисних способів поливу сільськогосподарських культур для зменшення залежності продуктивності рослинницької галузі від впливу несприятливих погодних умов;

- покращення властивостей ґрунту для кращого накопичення вологи;
- відновлення лісозахисних смуг з метою попередження деградації ґрунтів та опустелювання земель;
- розробка інноваційних технологій вирощування сільськогосподарських культур, спрямованих на накопичення і економне використання природної вологи [415].

В умовах регіональних кліматичних змін у Степу України зростає роль чорного пару. Він є основною ланкою системи землеробства регіону, яка забезпечує накопичення вологи та атмосферних опадів у ґрунті. Слід враховувати, що дія чорного пару розповсюджується не лише на продуктивність культури, яка висівається після нього, а й на наступні 2–3 сільськогосподарські культури, про що свідчать результати досліджень вчених Інституту. У теперішній час у східних і південно-східних регіонах Південного Степу чорний пар повинен займати 20–21 % площ у південних і центральних – 18–19 й у західних та північних районах – 16–17 % [160].

У посушливих умовах Південного Степу найважливішим заходом подолання дефіциту вологи в ґрунті є штучне зволоження. Воно повністю змінює умови ведення землеробства, дає можливість підтримувати вологість ґрунту на потрібному для культур оптимальному рівні і, тим самим, створює сприятливі умови для нормального росту й розвитку рослин. Доведено, що зрошення забезпечує підвищення врожайності в 2–5 разів вищу порівняно з неполивними умовами. Тому відновлення зрошення й розширення площ поливних земель має першочергове значення для розвитку сільського господарства степової зони [469].

В системі вологонакопичення і боротьбі з посухами у південному Степу включно важливу роль відіграють полезахисні лісосмуги. Вони зменшують силу вітру, затримують сніг і воду на полях, запобігають ерозії ґрунтів, захищають територію від дефляції і покращують мікроклімат на полях. Їх вплив на врожай сільськогосподарських культур проявляється у всі роки – при посухах, пилових бурях і навіть за сприятливих умов

вегетаційного періоду. За багаторічними спостереженнями Присивашської агролісомеліоративної дослідної станції на полях захищених, лісосмугами, врожайність зернових була вищою – на 17%, кормових – на 22, технічних – на 40%, ніж на відкритих [387].

Проте після розпаювання земель лісосмуги залишилися нічийними, їх почали вирубувати, що вже має негативні наслідки: почастишають пилові бурі, суховії, відбудеться опустелювання земель. Найближчим часом необхідно розробити програму відновлення польових лісонасаджень, яка до недавнього часу діяла в Україні досить ефективно [325].

Третій блок заходів спрямований на отримання вигоди від кліматичних змін. Підвищення температури повітря і надходження більшої кількості тепла в осінній період за останні 20 років призвели до подовження осінньої вегетації озимих культур на 12 днів, що вплинуло на зміщення оптимальних строків сівби пшениці озимої на більш пізній термін. Досить тривалий і теплий період осінньої вегетації при достатній вологості ґрунту створює умови для формування розвиненої кореневої системи та створення куща з достатньою кількістю пагонів уже в осінній період [28].

За таких умов потрібне розширення площ посіву озимих культур, які спроможні більш повно та раціонально використовувати теплові ресурси осіннього періоду, а також опади осінньо-зимового періоду при формуванні високих врожаїв зерна на міжсезонних запасах вологи в ґрунті [328].

1.4 Напрями використання інформаційних технологій у рослинництві для підвищення продуктивності рослин та раціонального використання ресурсів

Входження у світовий економічний простір потребує підвищення конкурентоспроможності аграрного виробництва, розробки та запровадження нових інформаційних агротехнологій, більш досконалих методів контролю за

станом агроресурсів та їх управління. Але нині чинна система науково-інформаційного забезпечення національного АПК ґрунтується в основному на недостатньо оперативних, трудомістких і витратних методах збору, зберігання, обробки та аналізу інформації про стан агросфери. Затримка з її надходженням на різні адміністративні рівні та виробничі структури негативно впливає на якість і своєчасність прийняття управлінських рішень та запровадження більш досконалих агротехнологій. Однак, як було наведено вище, не повною мірою використовують такі ефективні методи оперативного контролю агроресурсів як сучасні засоби дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) з космосу, що широко застосовують у світовій практиці. Без впровадження матеріалів ДЗЗ у систему контролю стає проблематичним покращення якості інформаційного забезпечення сільськогосподарського виробництва та відповідно інтеграції національного АПК у міжнародні глобальні проекти [454].

Впровадження ГІС-технологій дозволяє не тільки значно спростити ведення інформаційних баз і понизити вірогідність виникнення помилок, але і упровадити нові методи підтримки ухвалення управлінських рішень на основі аналізу даних і, зрештою, підняти продуктивність праці. Використання сучасних комп'ютерних технологій має просторову прив'язку, яку можна використовувати для формування геоінформаційної системи. Звичайно, це не виключає сумісного застосування інших технологій. Насправді, головна перевага сучасних засобів побудови ГІС – в їх відкритості та придатності до сумісної роботи з іншими інформаційними технологіями і системами обробки даних. Причому, масштабованість рішень ГІС дозволяє використовувати різні продукти одного сімейства на абсолютно різних рівнях управління [502].

З просторової точки зору WOFOST представляє собою одновимірну математичну модель, яка не прив'язана до певної території та географічного масштабу. Отже, розмір локальних ділянок, районів та областей, до якої може застосовуватися програму, обмежений, що пов'язано з ефектами

агрегації, викликаною нелінійними відгуками моделей продуктивності культур на вхідні дані цієї ж моделі. Нелінійні параметри моделей пов'язані з динамікою вхідних даних, тому запуск моделі дає різні результати порівняно, а також модель може бути скоригованою при змінах вихідних даних (наприклад, кількості опадів, доз добрив та ін.). На практиці ця проблема вирішується шляхом розподілу просторових областей моделі за допомогою ГІС-технологій на невеликі просторові одиниці, де вихідні дані моделі (погода, рівень урожаю, агрохімічні властивості ґрунту, формування агрозаходів) можна вважати постійними. Інтерпретація результатів моделювання здійснюється шляхом узагальнення даних для окремих просторових одиниць в більші просторові конгломерати (на рівні господарства, району, області) [559].

З наукової точки зору комп'ютерні програми дозволяють проводити моделювання ростових та інших процесів з інтервалом в один день, проте деякі версії програму як і раніше підтримують декадні (10-денні) або щомісячні тимчасові інтервали. З огляду на загальну доступність щоденних даних про погоду у теперішній час, цей параметр практично не використовується і може бути виключений у майбутніх версіях програми.

WOFOST – це багатосарова імітаційна модель для кількісного аналізу росту й розвитку однорічних сільськогосподарських культур. Розроблена модель базується на врахуванні динаміки ростових та інших біотичних і абіотичних процесів, таких як фотосинтез, дихання, погодні умови, родючість ґрунту тощо. За допомогою комп'ютерної моделі WOFOST існує можливість прогнозувати розрахунків урожайності сільськогосподарських культур, величини біомаси, водоспоживання тощо. Така інформація є дуже корисною для районування різних за генетичним потенціалом культур, їх сортів і гібридів з врахуванням локальних даних про тип ґрунту, біологічні особливості культур, метеорологічних умов та чинників управління культурою (наприклад, строки сівби, норми висіву, вологозабезпечення, фон живлення та ін.). WOFOST використовується багатьма дослідниками в

уському світі й застосовується для багатьох культур в широкому діапазоні кліматичних та агротехнологічних умов. Крім того, програма впроваджена в у систему моніторингу вирощування сільськогосподарських культур, яка використовується для оперативного моніторингу в агросфері в Європі та прогнозування врожайності на поточний вегетаційний період [559].

WOFOST був створений в рамках міждисциплінарних досліджень світової продовольчої безпеки і потенційного світового виробництва продуктів харчування Центром світових досліджень харчових продуктів (CWFS) у співпраці з Вагенінгенським університетом (Нідерланди). В теперішній час ця модель і програмне забезпечення підтримується та розвивається Дослідницьким центром Європейського Союзу AGRI4CAST Toolbox (Італія). Основні принципи моделі віддзеркалюють головні наукові положення рослинництва і землеробства. Слід відзначити, що для дотримання екологічної різноманітності сільського господарства, можна виділити три ієрархічні рівні підвищення продуктивності сільськогосподарських культур: потенційне, обмежене та сповільнене. Кожен з цих рівнів підвищення продуктивності відповідає рівню виробництва сільськогосподарських культур: потенційному, обмеженому та скороченому рівням виробництва. В умовах виробництва рідко зустрічається тільки один з рівнів підвищення продуктивності, проте корисно звести конкретні випадки до одного з них, тому що це дозволяє вам зосередитися на основних екологічних обмеженнях для рослинництва, таких як світло, температура, вода і макроелементи азот, фосфор і калій [185].

Зростання врожаю визначається тільки опроміненням, температурою і характеристиками рослин. Потенційна продуктивність являє собою абсолютний рівень виробництва для даної культури при вирощуванні в даній області за певних погодних умовах. Це визначається реакцією культури на режими температури і сонячного випромінювання протягом вегетаційного періоду. Атмосферна концентрація CO₂ передбачається постійною. Всі інші фактори передбачаються в достатній кількості [559].

Досягне (обмежене) виробництво: крім опромінення, температури і характеристик рослин враховується вплив наявності води і поживних речовин для рослин. Якщо запас води або поживних речовин є неоптимальним протягом (частини) вегетаційного періоду, це призводить до обмеженого виробництва води та поживних речовин, яке нижче, ніж потенційне виробництво з точки зору загальної біомаси рослин. В особливих випадках обмежений по воді урожай (урожайний продукт) може бути вище потенційного врожаю через більш сприятливого індексу врожаю. На цьому рівні приймається до уваги можливе зниження врожайності, в основному, біотичними чинниками, такими як бур'яни, шкідники та збудники хвороб [556].

WOFOST розрізняє три рівні виробництва сільськогосподарських культур: потенційна продукція: визначається сортом, управлінням урожаєм, радіацією і температурою; водо-обмежене виробництво, де наявність води обмежує потенційне виробництво; виробництво з обмеженим вмістом поживних речовин, при якому доступність поживних речовин обмежує виробництво з обмеженим вмістом поживних речовин. Однак виробництво обмежена за поживними речовинами в WOFOST, але не здійснюється біофізичним способом. Виробництво з обмеженим вмістом поживних речовин отримують шляхом подальшої обробки результатів з обмеженим вмістом води. Інші знижують фактори (бур'яни, шкідники, морози й хвороби) не враховуються в WOFOST [559].

В умовах сьогодення однією з найактуальніших тенденцій розвитку соціуму постає розвиток та впровадження в наше життя таких об'єктів наукових досліджень, як інформаційні технології (ІС). Для забезпечення високої врожайності з мінімальними витратами на агровиробництво, а також для зменшення антропогенного навантаження на біосферу, виробники використовують розробки вчених, ІТ-спеціалістів, машинобудівників, економістів та інших фахівців, що обслуговують агрокомплекс [98].

В перспективах основних напрямків досліджень у рослинницькій галузі є автоматизація та інформатизація управління сільськогосподарськими та виробничими процесами, розробка та впровадження комп'ютерного забезпечення для вирішення різноманітних задач виробничого та техніко-економічного процесів господарської діяльності з урахуванням природних і антропогенних чинників [510].

Існуючі системи інформаційного забезпечення не в достатній мірі відповідають актуальним вимогам сучасного рослинництва, тому для впровадження нових прогресивних підходів в сферу агровиробництва необхідно більш ефективно використання високотехнологічних засобів та автоматизація управління, здійснення високошвидких функцій розрахунку, збереження, моніторингу, прогнозування даних, що призведе до результативності реформування рослинницької галузі [28].

На сучасному ринку агротехнологій існує чимало інформаційних комплексних систем для забезпечення автоматизації управління багатофункціональних виробничих процесів народного господарства. Для підтримки оперативного управління підприємством використовують системи операційного управління, до яких відноситься більшість наданих на ринку інформаційних систем, серед яких західні розробки (Oracle Applications, BAAN, SyteLine ERP, MFG PRO, IRenaissance, та ін), російські («Парус», 1С та ін.) та вітчизняних розробників (IT Enterprise, BS Intergator та ін.). Ці автоматизовані системи реалізують чимало необхідних функцій, що охоплюють як рівні планування, управління, бухгалтерського обліку, так і рівні автоматизації процесів зрошеного землеробства – від весняних підготовчих операцій перед посівом до отримання врожаю [183].

Всі автоматизовані системи мають різні функціональні можливості. Серед зарубіжного досвіду варто виділити систему eFarmer, яка містить в собі управління мобільною системою аграрного підприємства для підвищення ефективності та результативності задач агросфери. Основні функції цієї системи є використання полів під вирощування культур та

ведення історії продуктивності культур в розрізі кожного поля, створення історії сівозмін; вирощування культур на базі технологічних карт, що формує практику планування, розрахунку потреби насіння, добрив тощо; контроль виконання польових робіт та стану врожаю [185].

Наступним прикладом надання послуг моніторингу полів і дистанційного керування посівами є проект Farmstar (система точного землеробства), компанії EADS/Astrium спільно з аграрними інститутами: ARVALIS (для пшениці і кукурудзи), Setiom (для ріпаку) та ITV (для цукрових буряків) [510]. За заявою фермерів надаються послуги моніторингу полів, які вони хочуть контролювати, та інформація, необхідна для управління полями (дані про сорти рослин, дати посіву, щодо структури ґрунту, поливів тощо), на базі якої Astrium розробляє базу даних полів.

Спеціальне програмне забезпечення надає можливість отримувати супутникові зображення, за якими Astrium створює карти стану посівів з рекомендаціями з обліком плану щодо кожного поля (площа поверхні, тип ґрунту) і інформацію про посіви на рік (зведення по господарству) [495]. Farmstar забезпечує отримання інформації по всіх точках поля і дає можливість оптимального управління однорідними зонами поля, дистанційне керування посівами уможлиблює виявлення проблемних місць на цільових ділянках, і зменшує необхідність відбору проб. Ця система забезпечує захист навколишнього середовища за допомогою розвитку методів сільського господарства, які відповідають вимогам сучасної сільськогосподарської політики: проект Farmstar був схвалений Міністерством сільського господарства.

Однією з відомих зарубіжних розробок є система контролю вегетації та управління полями Storio [148]. Вона містить в собі оперативний моніторинг та контроль стану посівних площ, автодокументування, прогнозування і планування сільськогосподарських операцій.

ІС «ІН-АГРО» розроблена компанією «ІН-АГРО» для управління агрохолдингом, організації єдиної інформаційної системи управління

підприємством, для планування виробництва, оперативного контролю виконання робіт, матеріальних і фінансових ресурсів, аналізу результатів діяльності в рослинництві на базі даних про структуру посівних площ та технологій вирощування культур [106].

Серед програмних комплексів галузі рослинництва вагоме місце займає географічна ІС (ГІС) «Панорама АГРО» [190]. «Панорама АГРО» призначена для автоматизації управління підприємством в галузі рослинництва, що дозволяє вести бази нормативно-довідкової документації, здійснювати облік угідь із прив'язкою до карти, вести агрохімічний моніторинг полів, обробляти навігаційні дані, здійснювати облік та планування фактичних робіт [191, 394].

Одною з особливо прогресивних інформаційних систем, є «ГІС Полив» розроблена у лабораторії використання зрошуваних земель Інституту водних проблем і меліорації (ІВПіМ НААН) [190]. Ця інформаційна система призначена для швидкого планування норм і строків поливу для певного поля згідно з біологічними властивостями сільськогосподарських культур, ґрунтовими показниками, екологічними, агротехнічними та економічними умовами в різних кліматичних умовах вирощування сільськогосподарських рослин. Основою моделювання оперативних графіків поливу є водно балансова модель зміни вологозапасів розрахункового шару ґрунту, що враховує водообмін з глибше розташованих шарів. Серед впроваджених в агровиробництво функцій «ГІС Полив» також прогнозування динаміки вологозапасів на кожному зрошуваному полі, планування характеристик поливних режимів, комплектування графіків поливів для конкретного поля та в цілому для усієї сівозміни тощо. Вищевказана ГІС має можливості надання користувачам вихідних даних (рекомендацій) відносно обраного засобу ведення зрошення в табличному, графічному форматі або у вигляді карт ArcMap із складу ArcGIS [454].

Важливого значення автоматизації процесів сільськогосподарського виробництва з впровадженням інформаційно-програмних комплексів приділяє ФАО (продовольча та сільськогосподарська організація ООН) [526]. Застосовуючи інформаційні технології ФАО, агровиробники, фермери усього світу з успіхом вирішують проблеми харчової безпеки, оцінки впливу навколишнього середовища та управління на рослинництво (AquaCrop); розраховують вимоги до зрошувальної води та вимог до зрошування, розробляють графіки зрошення для різних умов управління для різних моделей культур (CROPWAT); використання системи періодичного моніторингу, прогнозування та звітування про стан глобальних ресурсів (SoilSTAT); визначення основних властивостей екосистеми в одному або декількох місцях та здійснення порівняння між ними (GLADIS) та інші [510].

Наявна в Україні державна система моніторингу та оцінки екологічного стану об'єктів агросфери потребує істотного удосконалення завдяки використанню можливостей, які надає сучасний рівень розвитку ДЗЗ та технологій ГІС, що сприятиме інтеграції України в європейські та міжнародні проекти, зокрема GMES – Європейську систему глобального моніторингу стану навколишнього середовища і забезпечення безпеки, GEOSS – глобальну «систему систем» та інших ініціатив ESA і EEA з використання аерокосмічної інформації не лише у системі моніторингу, але й у виробничій сільськогосподарській діяльності. Отже, удосконалення традиційної системи моніторингу агроресурсів та оперативне інформаційне забезпечення АПК через впровадження технологій ДЗЗ сприятиме швидкому оновленню тематичних даних стосовно структури і агроекологічного стану сільськогосподарських ландшафтів, систем землекористування, ґрунтового покриву, водних ресурсів, лісомеліоративних заходів, зрошуваних земель та посівів сільськогосподарських культур. Усе це створює умови для істотного вдосконалення існуючої традиційної системи агроекологічного моніторингу, що дасть змогу приймати своєчасні управлінські рішення на засадах

відтворення агроресурсного потенціалу та підвищення конкурентної спроможності аграрного виробництва [453].

Використання супутникового моніторингу та сучасних ГІС-технологій дозволить проводити оцінку агро меліоративного стану зрошуваних і неповних земель степової зони України. Також на дослідних ділянках будуть використані нові методичні підходи щодо формування режимів зрошення з використанням приладів, комп'ютерних програм та сучасних математичних методів. За результатами роботи будуть проводитись нормування ресурсів, що істотно підвищить економічну ефективність та екологічну безпеку функціонування агровиробничих систем. Запропонований проект з розробки й впровадження у виробництво супутникового моніторингу та ГІС-технологій дозволить оптимізувати технології вирощування сільськогосподарських культур за різними вихідними параметрами, здійснювати нормування ресурсних витрат шляхом проведення моделювання врожайності, підвищити економічну ефективність агропромислової галузі України, забезпечити раціональне використання природного ресурсного потенціалу степової зони [379, 442, 458].

Потреба у використанні цифрових технологій у сільському господарстві пов'язана з глобальною комп'ютеризацією та інформатизацією суспільного життя. Для прийняття адекватних управлінських рішень та прогнозування можливого розвитку подій у складних агровиробничих системах необхідно володіти величезним масивом оперативної інформації про кількісний і якісний стан об'єктів у просторі та часі. Особливо вагомим значення має застосування ГІС-технологій у зрошуваному землеробстві з високим ступенем інтенсифікації та можливістю управління продукційним процесом. Сучасні інформаційні технології дають можливість вивчення навколишнього природного середовища шляхом обробки даних наземних досліджень, аеро- та космічних фотознімків і матеріалів спектрального аналізу, просторового аналізу великих масивів даних тощо. Актуальне значення мають дослідження з вивчення ефективності використання

геоінформаційних систем і технологій на зрошуваних землях півдня України для забезпечення високих, сталих та якісних врожаїв сільськогосподарських культур, підвищення економічної ефективності та екологічної безпеки агровиробництва [509].

Сьогодні в індустріально розвинених країнах сільське господарство поставлено на промислову основу. Це означає не тільки використання потужної сільськогосподарської техніки, передових агрономічних методів і високоефективних хімікатів, проте й залучення найсучасніших комп'ютерних технологій, спеціального програмного забезпечення та різноманітних приладів. У промисловості комп'ютери не просто підвищили ефективність виробництва, вони зробили другу промислову революцію, забезпечивши істотне зростання ефективності виробництва, підвищення якості продукції та зниження собівартості. У сільському господарстві впровадження комп'ютерної техніки у теперішній час знаходиться на нижчому рівні, ніж у промисловості, однак сьогодні відбувається скорочення цього диспаритету, що проявляється у масовому впровадженні комп'ютерних технологій у сільське господарство [308].

ГІС регіонального рівня може вирішувати завдання обліку сільгоспугідь, визначення цінності земель на основі багатьох факторів, моніторингу діяльності сільськогосподарських підприємств, визначення збитку і компенсаційних виплат у випадках НС, взаємодії з органами НС [84]. Регіональні сільськогосподарські адміністрації можуть використовувати геоінформаційні технології також і для надання консультаційних послуг безпосередньо тим, хто обробляє землю. Очевидно, що практично неможливо мати фахівця з комп'ютерної обробки та аналізу просторової інформації у кожному господарстві, проте аналіз доцільно проводити в комплексі з усього регіону, тоді він буде більш повним і точним. При цьому вартість отримання й обробки геопросторових даних буде розподілятися серед багатьох користувачів, що знизить їх вартість, буде додатково сприяти зростанню економічної ефективності [344].

Геоінформаційні системи дозволяють аналізувати різні чинники природного та агровиробничого характеру. Наприклад, засоби топографічного аналізу дозволяють будувати на основі цифрових моделей рельєфні карти експозицій схилів, величин схилів, визначати коефіцієнти інсоляції, засоби гідрологічного моделювання – визначати напрямки та інтенсивність поверхневого стоку, формуючи основу для оцінки впливу сільськогосподарської діяльності на довкілля. На основі топографічного аналізу й карт ґрунтів є можливість створення карт з локальним розміщенням ерозійних ділянок [520].

Засоби геостатистичного аналізу дозволяють виявляти просторово-часові залежності рівнів урожайності сільськогосподарських культур від впливу як окремих чинників, так і за їх взаємодії, таких як вологість, кислотність, механічний склад та інші характеристики ґрунтів, строк і норми внесення мінеральних добрива та пестицидів тощо. Аналітичні засоби ГІС-технологій дозволяють вирішувати велику кількість завдань з підвищення стійкості сільськогосподарського виробництва до несприятливих факторів (відсутність опадів, надмірно високі температури повітря, суховії, шкідливі організми), збільшувати врожайність та економічну ефективність [556].

Програмний пакет ArcGIS має в своєму складі базові модулі ArcMap, ArcCatalog, Geostatistical Analyst та ін. В рослинницькій галузі програма ArcGIS дозволяє сформувати електронні карти полів зі створенням shp – файлів, візуалізувати велику кількість геоданих, здійснювати просторове прогнозування досліджуваних показників, створювати динамічні просторові моделі тощо [561].

Висновки до розділу 1

1. За аналізом літературних джерел, які містять результати досліджень вітчизняних і закордонних вчених встановлено, що при плануванні розміщення виробництва рослинницької продукції як в цілому по зоні і підзонах Степу так і в кожному господарстві необхідно враховувати

грунтово-кліматичні, екологічні, економічні фактори та специфічні умови ринкового середовища. Згадані фактори є основою, підґрунтям, на які треба спиратись при розробленні адаптивних технологій вирощування сільськогосподарських культур. У перспективі зернове господарство Степової зони має бути зорієнтовано на запровадження інтенсивних наукоємних технологій вирощування, пріоритетне впровадження досягнень сучасної науки і техніки.

2. Формування агротехнологій повинно базуватись на ресурсощадних принципах локального спрямування, які б цілком відповідали місцевим природним умовам та особливостям кліматичних зон вирощування. Перспективним для вирощування зернових і зернобобових культур є зрошення. Мікрозрошення завдяки локальному характеру зволоження забезпечує суттєву економію ресурсів – поливної води, добрив, пестицидів тощо порівняно з іншими способами. Проте такі переваги зумовлює зростання питомого водного та мінерального (внесення із поливом добрив) навантаження на ґрунт у зонах зволоження. Тому питання ефективності краплинного зрошення органічно поєднане з його екологічною безпекою.

3. Агропромисловий комплекс України має пріоритетне значення для продовольчої безпеки, розв'язання соціально-економічних проблем, здоров'я населення, реалізації продукції на світовому продовольчому ринку та сталого розвитку держави в цілому. Сільськогосподарське виробництво здійснюється на величезній території та потребує адекватних засобів контролю агроресурсного потенціалу, розробку й упровадження заходів з управління продуктивністю агрофітоценозів.

4. Сучасний рівень комп'ютерних технологій, поява спеціальних комп'ютерних програм з великим набором інструментів для комплексного аналізу та моделювання забезпечують можливість їх масштабного використання у сільському господарстві. Інформаційні системи і технології можна використовувати для точного землеробства, використання якого дозволяє збирати та аналізувати велику кількість даних щодо ефективності

ведення сільськогосподарського виробництва на мікролокальних ділянках, а також коригувати агротехнології для окремих культур, полів і сівозмін. Бази даних дозволяють з високою точністю враховувати різноманітність родючості ґрунту, динаміку його водного, поживного та повітряного режимів, коливання вмісту вологи тощо. На основі такого аналізу для мікроділянок кожного поля планується й упроваджується оптимальні режими зрошення, внесення добрив та пестицидів, проведення механізованих і автоматизованих робіт. Цей напрям має великий потенціал, оскільки всі інші засоби інтенсифікації сільського господарства вже практично вичерпали свій потенціал з підвищення врожайності та якості продукції. Тому важливе наукове й практичне значення має використання в рослинництві комп'ютерних технологій та геоінформаційних систем для оптимізації систем землеробства.

5. Встановлено, що вирощування зернових і зернобобових культур є однією зі сфер сільськогосподарської діяльності, що тісно переплітається з харчовою, косметичною та іншими галузями народного господарства. Регулювання відносин у цій сфері повинно базуватися на таких принципах: пріоритетності вирощування найприбутковіших сільськогосподарських культур; наукової обґрунтованості інноваційних технологій вирощування; дотримання екологічної безпеки зерновиробництва; принцип пріоритетності біологізованого рослинництва. Врахування вказаних чинників надасть змогу забезпечити ефективну організацію екологічно орієнтованого виробництва рослинницької продукції, що в підсумку забезпечить збільшення обсягів виробництва для споживання в Україні та експорту за кордон, у тому числі не тільки зерна, а також переробленої продукції з високої доданою вартістю. Проблематика оптимізації агротехнологічних заходів вирощування зернових та зернобобових культур в умовах Степу України з адаптуванням до кліматичних змін є надзвичайно актуальною для аграрної науки і виробництва, потребує наукового обґрунтування та детального аналізу. Результати досліджень за цим напрямом відображено в дисертаційній роботі.

РОЗДІЛ 2

УМОВИ, МЕТОДИКА ТА АГРОТЕХНІКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

Умови росту й розвитку зернових і зернобобових культур залежать від зміни й покращення властивостей ґрунту, а також погодних умов, які безпосередньо впливають на продуктивність і якість рослин. Тому при розробці науково обґрунтованих агрозаходів існує необхідність у всебічному врахуванні локальних ґрунтово-кліматичних умов, які складаються за інтенсивного використання ріллі.

2.1 Особливості ґрунтового покриву зони Степу України та агрохімічна характеристика дослідних ділянок

Ґрунтовий покрив на півдні України відрізняється розмаїтістю. Основна ґрунтоутворна порода – лес (додаток В.1). Північна частина представлена переважно звичайними середньо- та малогумусними чорноземами. Із просуванням на південь переважають чорноземи південні, які переходять в темно-каштанові ґрунти в комплексі із солонцями. Потужність гумусового горизонту чорноземів зменшується з півночі на південь та з заходу на схід. Якщо в районі Первомайська (Миколаївська область) потужність гумусового горизонту становить 70-80 см, то 90 км південніше, у районі Березівки (Одеська область), вона зменшується до 60-70 см, а на сході регіону (Розівський район Запорізької області) – до 65-75 см.

Кількість гумусу у звичайних чорноземах також знижується з півночі на південь, однак залишається досить високою завдяки значній глинистості цих ґрунтів (3,6-4,8%).

Гумус є одним із важливих агрохімічних показників родючості ґрунтів, накопичення якого є обов'язковою умовою відновлення та підвищення

родючості. Проте в останні роки за сучасних умов господарювання щорічні втрати гумусу суттєво збільшилися. Тенденції цього процесу в степовій зоні України близькі до інших кліматичних зон.

Основна причина значної втрати гумусу полягає у скороченні обсягів застосування органічних добрив. Так, за останні 20 років внесення органічних добрив скоротилися майже у 9-10 разів. Втрата гумусу ґрунтом веде до зниження рівня родючості. Щорічні недобори сільськогосподарської продукції в результаті зниження вмісту гумусу становлять в останні роки близько 3 млн. тонн умовного зерна. Для бездефіцитного балансу гумусу внесення органічних добрив необхідно збільшити у зоні Степу до 8,8 тонн на гектар щорічно (О.А. Корчинська, 2005),

Багатство чорноземів гумусом, інтенсивна міграція біогенного кальцію визначають фізико-хімічні властивості цих ґрунтів. Вони відрізняються високою ємністю поглинання, насиченістю поглинаючого комплексу основами, близької до нейтральної реакції верхніх шарів і високою буферністю. Чорноземи звичайні глинисті, важко- й середньосуглинкові мають виражену зернисту структуру у вигляді агрегатів не менше 80-90%. Це надає зазначеним ґрунтам такі фізичні властивості, як водопроникність, достатню вологоємність та повітряність, що створює сприятливий водний, повітряний і тепловий режими.

Характерною ознакою південних чорноземів є невелика потужність горизонтів проникнення й фіксації гумусових речовин - на глибині 50-60 см і відкладення гіпсу на глибині 2,0-2,5 м. У чорноземів південних кількість гумусу зростає в північному напрямку – у бік чорноземів звичайних і зменшується з переходом до темно-каштанових ґрунтів, становлячи 2,3-4,2%. Зі зменшенням глинистості й збільшенням піскуватості кількість гумусу різко падає, наприклад, у межах дельти Дніпра (Херсонська область) – до 1%.

У південних чорноземах зменшується кількість поглиненого кальцію, зростає вміст поглиненого натрію, внаслідок чого ґрунти набувають солонцюваті властивості. За зниження насиченості основами до 93%

проявляється гідролітична кислотність. У цілому структура південних чорноземів аналогічна структурі чорноземів звичайних, однак міцність агрегатів перших дещо нижча через наявність поглиненого натрію й меншої кількості гумусу.

Загальна площа чорноземів південних становить 3,5 млн га. У центральній частині їхнього поширення частіше зустрічаються осолоділі й карбонатні різновиди, а з переходом до темно-каштанових ґрунтів помітно підсилюється солонцюватість.

Загальна площа темно-каштанових солонцюватих ґрунтів становить 1,27 млн. га. Ці ґрунти поширені на знижених приморських плато правобережжя Дніпра й на безстічних рівнинах вододілу рік Дніпро й Молочна. Вміст гумусу в таких ґрунтах коливається від 2,5% (середньосуглинкові) до 3,2% (важкосуглинкові).

У поглинаючому комплексі темно-каштанових ґрунтів збільшується частка поглиненого натрію, що у поєднанні з більшою кількістю магнію обумовлює фізичну солонцюватість. Через дефіцит перегною, верхні горизонти мають розпилену структуру тому за своїми водно-фізичними властивостями темно-каштанові ґрунти поступаються чорноземам південним.

Каштанові ґрунти загальною площею 0,22 млн га поширені в Присивашській смузі Причорноморської низовини. Вони не утворюють суцільних масивів, залягають комплексно й створюють домінуючий фон. Важкосуглинкові різновидності ґрунтів містять 2,6-2,7% гумусу в орному шарі. Хоча ці ґрунти й придатні для вирощування сільськогосподарських культур, районованих в зоні сухого Степу, їх ефективне використання обмежене через надто виражену солонцюватість і сухість. Солонці каштанові поширені плямами серед каштанових ґрунтів і менше – серед чорноземів південних і темно-каштанових ґрунтів. Вони мають низьку природну родючість у зв'язку з поганим фізичними властивостями, і значно знижують продуктивність фонових ґрунтів. Солонці на півдні України за кількістю

гумусу й здатності до швидкої мінералізації мало відрізняються від каштанових солонцюватих ґрунтів. Тому за усунення солонцюватості можна збирати високі врожаї сільськогосподарських культур.

Чорноземи звичайні, південні й темно-каштанові ґрунти (не еродовані) на півдні України характеризуються низьким вмістом валового азоту в орному шарі, про що свідчать дані Інституту ґрунтознавства і агрохімії НААН (додаток Б.2).

Чорноземи південні остаточно солонцюваті містять мало валового азоту, однак мають більший вміст азоту, що гідролізується. На відміну від чорноземів звичайних і ґрунтів, що не піддаються солонцевому процесу, чорноземам південним властиво значне зменшення азоту, що гідролізується за середньої еродованості. Те саме спостерігається в розподілі загального азоту й азоту, що гідролізується при розвитку ерозійного процесу стосовно темно-каштанового слабо солонцюватого ґрунту. Отже, при переході від чорноземів південних до ґрунтів солонцюватого типу за середньої еродованості вміст азоту в орному шарі істотно зменшується. Тому виникає необхідність у збільшенні норми азотних добрив на 20-25%.

Відповідно до агрохімічного обстеження вітчизняних вчених має місце деяка зональність у розподілі ґрунтів за вмістом рухомого фосфору й доступного калію (табл. 2.1).

Таблиця 2.1

Розподіл орних земель за ступенем вмісту рухомих форм фосфору й засвоюваного калію, площа у % від обстежуваних земель

| Регіон (область) | Вміст рухомого фосфору | | | | Вміст засвоюваного калію | | | |
|---------------------|------------------------|---------------|-----------------|--------------|--------------------------|---------------|-----------------|--------------|
| | низь- кий | серед- ній | підви- щений | висо- кий | низь- кий | серед- ній | підви- щений | висо- кий |
| Запорізька | 14,7 | 44,6 | 32,8 | 7,9 | 10,5 | 13,6 | 27,6 | 58,6 |
| Миколаївська | 16,5 | 74,6 | 7,4 | 1,5 | - | 0,3 | 5,0 | 94,7 |
| Одеська | 64,4 | 30,5 | 4,2 | 0,9 | 6,5 | 33,7 | 29,6 | 30,2 |
| Херсонська | 50,6 | 43,3 | - | 6,1 | 12,8 | 50,4 | - | 36,8 |
| АР Крим | 70,1 | 22,3 | 4,3 | 3,3 | 7,5 | 26,4 | 35,8 | 30,3 |

Там, де переважають чорноземи звичайні (Запорізька область), спостерігається значне поширення ґрунтів з підвищеним вмістом рухомого фосфору. Найменше фосфору в темно-каштанових ґрунтах, що залягають у Херсонській, Одеській областях і АР Крим.

Рівень забезпеченості калієм тісно пов'язаний з механічним складом. Так, ґрунти легкого механічного складу (великі піщані масиви в Херсонській області) відрізняються невисоким вмістом калію. У міру зміни механічного складу забезпеченість калієм зростає (від піщаного і глинистого до середньоважкого). Найбільше площ із високим вмістом калію розміщено в Миколаївській області.

В останні роки проблема із балансом поживних речовин значно загострилася. Щорічні втрати поживних речовин з ґрунту досягли 112 кг/га. Спостерігається виснаження ґрунтів і зменшення рівня їх потенційної родючості, який був досягнутий в результаті діяльності попередніх років. Так, за період з 1966 року по 1990 рік вміст рухомого фосфору в ґрунтах збільшився на 35%, а обмінного калію – на 16%. Проте за результатами VI туру агрохімічного обстеження ґрунтів середньозважений вміст рухомого фосфору порівняно з попереднім туром обстеження зменшився на 3,8%. За період з 1991 року по 2000 рік частка ґрунтів з високим вмістом калію знизилася до 33,3%, що на 12% менше від даних попереднього туру обстеження (О.А. Корчинська, 2005).

Одна з основних причин зниження родючості ґрунтів полягає у різкому скороченні обсягів застосування мінеральних добрив. За останні 15 років внесення мінеральних добрив скоротилося майже у 8 разів і становило у 2003 році 22 кг поживних речовин на один гектар посівної площі. Тому необхідну кількість поживних речовин для формування врожаю рослини одержують не за рахунок мінеральних добрив, а із запасів ґрунтів, тим самим виснажуючи їх. Ґрунти та їх родючість мають розглядатися як основний природний ресурс, а тому зниження їх родючості до теперішнього рівня можна

розглядати як проблему національного масштабу, що потребує негайного вирішення на державному рівні.

Історія розвитку рослинництва і землеробства побудована на залученні в обробіток нових земельних угідь. Така стратегія землекористування за роки радянської влади вивела Україну на безпрецедентне перше місце у світі за їх розораністю. Внаслідок цього явище деградації простежується майже на всій площі природних угідь і земель в обробітку. Із загальної кількості земель 40% відносяться до забруднених і 30% – до дуже забруднених, як пестицидами і продуктами їх деструкції, так і важкими металами та радіонуклідами.

На дні водосховищ тільки Дніпровського каскаду поховано більше 700 тис. га земель басейну Дніпра, площа підтоплених земель сягає 1 млн га, а затоплених – 260 тис. га. На поверхні землі знаходиться близько 25 млрд тонн породи добувної промисловості, зосередженої більш як на 3500 кар'єрах, шахтах і збагачувальних фабриках. Усе це важким пресом лягає на довкілля. Потерпають особливо від антропогенного навантаження басейни малих річок, як основна структурна одиниця природних угідь агроландшафтів, що формують первинні ландшафти.

Отже, сучасний стан земель в обробітку об'єктивно відображає той шлях, який пройдено за монополії тривалого екстенсивного землеробства коротким спалахом інтенсивного (переважно з екстенсивними методами його ведення) та початковою стадією органічного (біологічного). Проте і воно обмежувалося виключно полями, на яких превалював механічний обробіток як полицевими, так і безполицевими знаряддями. Жодна з цих систем у їх чистому вигляді не відповідає сповна сучасним умовам зерновиробництва, що обмежена фінансовими і енергетичними ресурсами, жорсткою політикою цін на вирощену продукцію, яка диктується ринковими умовами.

У межах агроландшафтів на сьогодні найбільш доцільною є самовідновлювана система ведення землеробства, як така, що ввібрала в себе найбільш раціональні риси з попередніх систем. Концептуальна модель такої

системи включає комплекс організаційних і агротехнічних заходів по екологічно збалансованому й ощадливому веденню господарства з максимальним влученням і оптимальним використанням у галузі рослинництва таких наукоємних технологій, біопрепаратів симбіотичної асоціативної та захисної дії, природних і синтетичних стимуляторів росту при відмові від механічного обробітку ґрунту.

Зона Степу України є основним регіоном з виробництва с.-г. продукції, що належить до найбільш освоєних ландшафтних територій держави. За кліматично-ґрунтовими умовами в степовій зоні виділяють дві підзони – Північного і Південного Степу. Підзона Південного Степу поділяється на дві самостійні – підзону Південного та підзону Сухого Степу. У регіон півдня України входить територія чотирьох областей (Запорізька, Миколаївська, Одеська, Херсонська) [318].

ґрунти степової зони України характеризуються неоднорідністю і змінюються від чорноземів звичайних на півночі до темно-каштанових і каштанових на півдні. У цьому ж напрямку підвищується рівень і мінералізація ґрунтових вод, збільшується засоленість, солонцюватість і осолодіння ґрунтів. Крім зональних ґрунтів з чітко вираженими кордонами, існують також азональні, які зустрічаються в різних зонах. До них відносяться лугово-чорноземні, дернові піщані та слабкозакріплені піски. Ці ґрунти займають значні площі в заплавах рік і на річкових терасах. За своїми геоморфологічними та гідрогеологічними умовами, меліоративними характеристиками й агрономічними властивостями більшість ґрунтів зони Степу України придатні для зрошення. Проте кожний тип і вид ґрунту потребує своїх підходів, що враховують його фізико-хімічні властивості, родючість та ін. [401].

Дослідні ділянки були розташовані в південній частині Причорноморської низовини, на лівобережжі Дніпра в межах другої надзаплавної тераси, слабо схиленої у південному напрямку, в бік Чорного моря. Поверхня ділянки рівнинна зі слаборозвиненим мікрорельєфом.

Гранулометричний склад лесовидних суглинків піщано-середньосуглинковий з переважанням фракцій мілкового та середнього піску (44,9%) та з вмістом мулу (26,5%). Під плямами солонців гранулометричний склад лесовидних суглинків переходить у важко-суглинковий з вмістом часточок фізичної глини в кількості 45,7%. Профіль чітко диференційований за елювіально-ілювіальним типом [402].

Грунтові води залягають на глибині 1,8-2,0 м, їх мінералізація 1,2-1,5 г/л. Режим підґрунтових вод рисових систем відноситься до іригаційного типу, особливістю якого є майже змикання рівня ґрунтових вод з рівнем води в чеках у середині вегетаційного періоду, проте найбільшою мірою він залежить від культури, яка вирощується в конкретному полі.

Грунтовий покрив дослідних ділянок у підзоні Північного Степу (Миколаївська область) представлений чорноземами звичайними малогумусними легкосуглинковими, з вмістом гумусу від 3,5 до 4,0% і більше (табл. 2.2).

Таблиця 2.2

Фізико-хімічні показники чорнозему звичайного малогумусного, легкосуглинкового на лесі (за даними Миколаївського центру «Облдержродючість»)

| Глибина відбору зразків | Вміст гумусу, % | Щільність ґрунту, г/см ³ | Вологість в'янення, в % від маси | Сума вибраних основ, мг-екв. на 100 г ґрунту |
|-------------------------|-----------------|-------------------------------------|----------------------------------|--|
| 0-10 | 4,12 | 1,37 | 12,10 | 37,10 |
| 30-40 | 3,63 | 1,39 | 12,40 | 36,40 |
| 60-70 | 2,76 | 1,34 | 11,70 | 29,54 |
| 80-90 | не визн. | 1,36 | 11,60 | 26,20 |
| 130-140 | не визн. | 1,39 | 11,90 | 26,20 |

Ґрунти дослідних ділянок мали підвищений вміст поживних речовин та дуже сприятливі для вирощування зернових і зернобобових культур фізико-хімічні властивості. Ґрунтоутворююча порода – лес.

Щільність гумусових горизонтів коливається від 1,17 до 1,39 г/см³. Реакція ґрунтового розчину нейтральна та складає від 6,5-6,8 до 7,0 рН,

Гідролітична кислотність коливається в межах 0,54-1,1 мг/екв. на 100 г ґрунту. Сума вбирних основ була в межах від 26,2 до 37,1 мг/екв. на 100 г ґрунту, ступінь насичення основами 97,1-98,7%. В орному шарі містилося загального азоту – 0,28–0,30%; фосфору – 0,13–0,14; калію – 2,1–2,2%.

Гумусово-елювіальний горизонт ґрунту на ділянках дослідів складає 60 см, він темно-сірий, легкосуглинковий, дрібногрудочкуватий, зернистий, пористий, перехід до темно-коричневого ілювіального горизонту поступовий. Нижче 60 см гумусу майже немає. На глибині 70-120 см залягає лес палевий, легкосуглинковий, щільний. Починаючи з глибини 100-120 см зустрічається білоглазка. Бонітет ґрунтів 80-82 бали. В цілому показники родючості ґрунту на дослідних ділянках близькі до типових характеристик чорноземів звичайних малогумусних.

У дослідях в Херсонській області ґрунт дослідних ділянок був темно-каштановий, середньосуглинковий. Вміст гумусу складав 2,8-3,4%, загального азоту – 0,07-0,09%, фосфору – 0,03-0,05, калію – 3,2-3,9%. Найменша вологоємність метрового шару складає 21,5%, загальна шпаруватість – 45,0, вологість в'янення – 9,0% від маси сухого ґрунту, щільність будови – 1,47 г/см³. Вологоємність ґрунту достатньо висока. У метровому шарі може утримуватись 3160 м³/га води, проте 41,9% з неї є недоступною. Запаси продуктивної вологи у цьому шарі, у середньому за роки досліджень, становили 1838 м³/га.

За механічним складом темно-каштановий ґрунт характеризувався високим вмістом пилу, що зумовлює низьку водопроникність і велику в'язкість при підсиханні (додаток Б.3).

Крім того, при висиханні ґрунт відзначається високою щільністю, низькою водотривкістю і схильністю до набухання. Ґрунт дослідних ділянок відрізнявся однорідністю по ґрунтових горизонтах, а також тенденцією до зменшення глинистих часток у гумусовому шарі та поступовим накопиченням їх у перехідному горизонті [153] (табл. 2.3).

**Гранулометричний склад темно-каштанового ґрунту
дослідних ділянок [401]**

| Шар ґрунту, см | Розмір часток у мм і їх кількість у % | | | | | | |
|----------------|---------------------------------------|----------------------------|--------------------------|-----------------|-------------|--------|---------------------|
| | крупний пісок 1,00-0,25 | дрібний пісок 0,25-0,05 | піщаний пил 0,05-0,01 | глинисті частки | | | сума часток 0,01 |
| | | | | 0,01-0,005 | 0,005-0,001 | 0,001 | |
| 0-20 | 0,27 | 18,85 | 37,60 | 10,60 | 17,48 | 25,21 | 43,28 |
| 20-40 | 0,35 | 16,65 | 38,20 | 10,72 | 8,05 | 26,03 | 44,80 |
| 40-60 | 0,21 | 10,36 | 36,44 | 13,78 | 11,71 | 27,49 | 52,98 |
| 60-80 | 0,23 | 7,14 | 32,43 | 14,10 | 12,41 | 33,69 | 60,20 |
| 80-100 | 0,30 | 6,50 | 30,70 | 14,60 | 113,10 | 134,80 | 62,50 |

Гумусний горизонт темно-сірий із каштановим відтінком, товщиною 0-28 см, характеризується грудочкувато-зернистою структурою. Він вміщує значну кількість решток коренів культурних і бур'янистих рослин. Орний горизонт – 0-22 см. Перехідний горизонт має крупнозернисту або грудкувато-призматичну структуру. Під гумусним горизонтом залягає карбонатний ілювій у вигляді білозірки. Ґрунтоутворювальна порода представлена лесом, збагаченим вапном і гіпсом. Останній залягає на глибині близько двох метрів [401].

У складі обмінних основ орного шару ґрунту значне місце належить кальцію (68,8-71,6% від суміші обмінних катіонів) і магнію (25,4-27,7%). Ємність поглинання темно-каштанових слабосолонцюватих ґрунтів складає 30,5 мг-екв. на 100 г ґрунту. Причому, на частку кальцію припадає 21,3, магнію – 6,3, натрію – 1,3, калію – 1,6 мг-екв., тобто ґрунтово-поглинальний комплекс насичений в основному кальцієм і магнієм. На значну глибину темно-каштанових ґрунтів виносяться лише легкорозчинні солі. Нагромадження карбонатів кальцію та магнію спостерігається у верхньому горизонті. У зв'язку з цим скипання під дією соляної кислоти можна спостерігати на незначній глибині. рН водної витяжки орного шару ґрунту дорівнює 6,8-7,2. Ґрунтові води залягають на глибині 18-20 м і на режим во-

логості ґрунту в зоні аерації не впливають [390].

Зрошення дослідних ділянок в умовах дослідного поля Інституту зрошувального землеробства НААН проводили водами Інгулецької зрошувальної системи, в умовах ДП ДГ «Асканіське» ІЗЗ НААН – Каховської зрошувальної системи. Мінералізація води коливалася в межах від 0,3 до 1,2 г/л, за іригаційною оцінкою відноситься до I та II класів.

2.2 Характеристика кліматичних умов Степу України та зони проведення досліджень

Зміни клімату відбуваються в усіх країнах світу, що безпосередньо впливає на ефективність сільського господарства. За даними ФАО ООН за останні десятиліття проявляються глобальні зміни клімату зі зростанням середньорічних температур повітря, причому в Європі такі зміни найсуттєвіші у Білорусі, Польщі та Україні – до 1,9°C за рік (рис. 2.1).

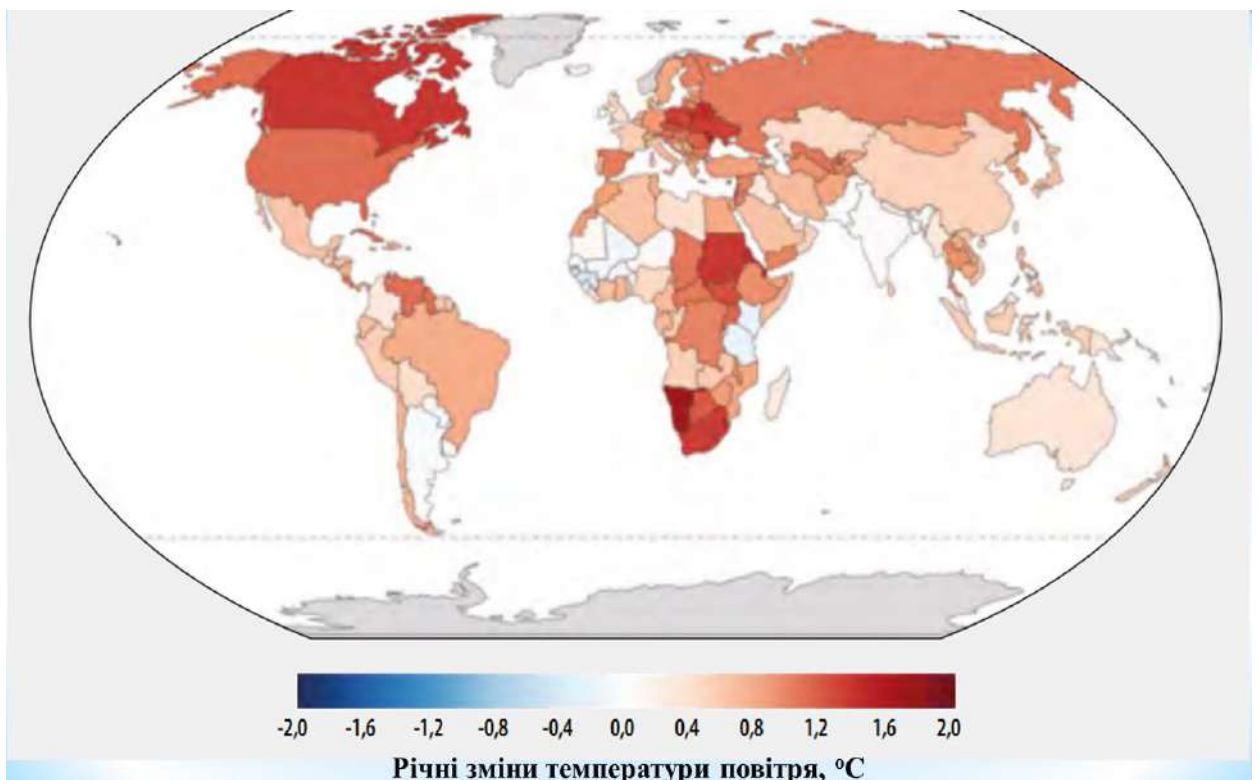


Рис. 2.1 Показники річних змін температури повітря в країнах світу за період 1981-2016 рр., °C [502]

Прогнозується, що на майбутній період кліматичні зміни будуть істотно впливати на сільське господарства різних країн світу. При цьому свої особливості мають біологічні властивості різних сільськогосподарських культур, сівозміни, технології вирощування на неполивних і зрошуваних землях, екстенсивне та інтенсивне землеробство, пасовищне скотарство тощо, а також системи ведення сільського господарства в цілому.

Дослідженнями Європейського агентства з навколишнього середовища встановлено, що починаючи з 1960 р. кожні десять років кількість опадів у Північній Європі збільшувалася на 70 мм, а на півдні, навпаки, – зменшувалася на 90 мм (рис. 2.2).

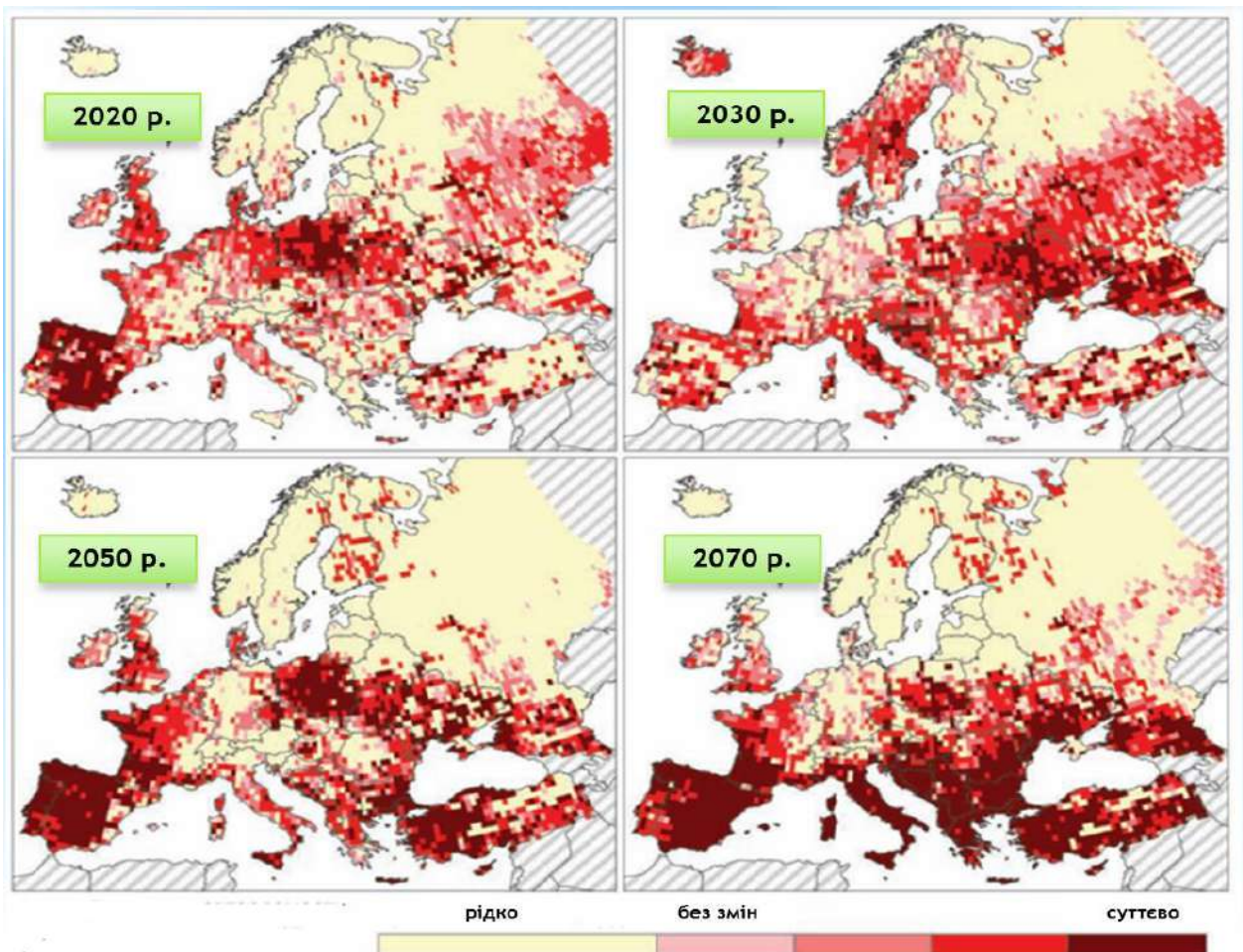


Рис. 2.2 Змодельовані показники повторюваності посух (%) у різних країнах Європи на період 2020-2070 рр. [531]

Такі зміни є найважливішим чинником продуктивності сільського господарства. Прогнозується, що в Центральній і Східній Європі кількість зливових опадів, що знижують врожайність, може збільшитися на 35%. З

іншого боку, підвищення температури та посуха на півдні Європейського континенту призведе до втрат рослинницької продукції й обумовить необхідність суттєвого зростання площ зрошуваних земель.

На підставі моделювання процесів змін клімату проведеного вченими-кліматологами Кембриджської групи з різних країн світу під егідою ФАО ООН, прогнозується і подальше підвищення температури повітря в діапазоні від 2 до 6°C у період до 2100 року. Таке зростання температури та концентрації CO₂ в повітрі матимуть безпосередній вплив на біосферу Землі, в тому числі й на продуктивність агропромислового комплексу, врожайність і якість сільськогосподарської продукції.

До негативних впливів або наслідків змін клімату на найближчу перспективу можна віднести підвищення температури повітря, посилення дії посух, скорочення сніжного покриву, порушення рівномірності надходження атмосферних опадів, що в комплексі призводить до активізації ерозійних процесів та деградації ґрунтів.

Підвищення посушливості клімату викликало необхідність зміни підходів до формування систем ведення землеробства особливо в умовах Південного Степу України. За останні 45 років сума ефективних і позитивних температур за вегетаційний період у цьому регіоні зросла майже на 700°C, що подовжило його тривалість на 12-14 днів. При цьому, слід зазначити, що продуктивність рослинницької галузі, як і сільського господарства в цілому, значною мірою залежить від впливу кліматичних чинників.

Згідно досліджень вітчизняних вчених з моніторингу змін регіонального клімату степової зони України встановлено, що впродовж 135-річного періоду інструментальних спостережень відбувались істотні коливання, як температури повітря, так і кількості опадів. За цей час відмічалось три періоди потепління (рис. 2.3). При цьому, сучасне потепління є більш помітним за попередні. Підвищення температури відбувається усі сезони року.

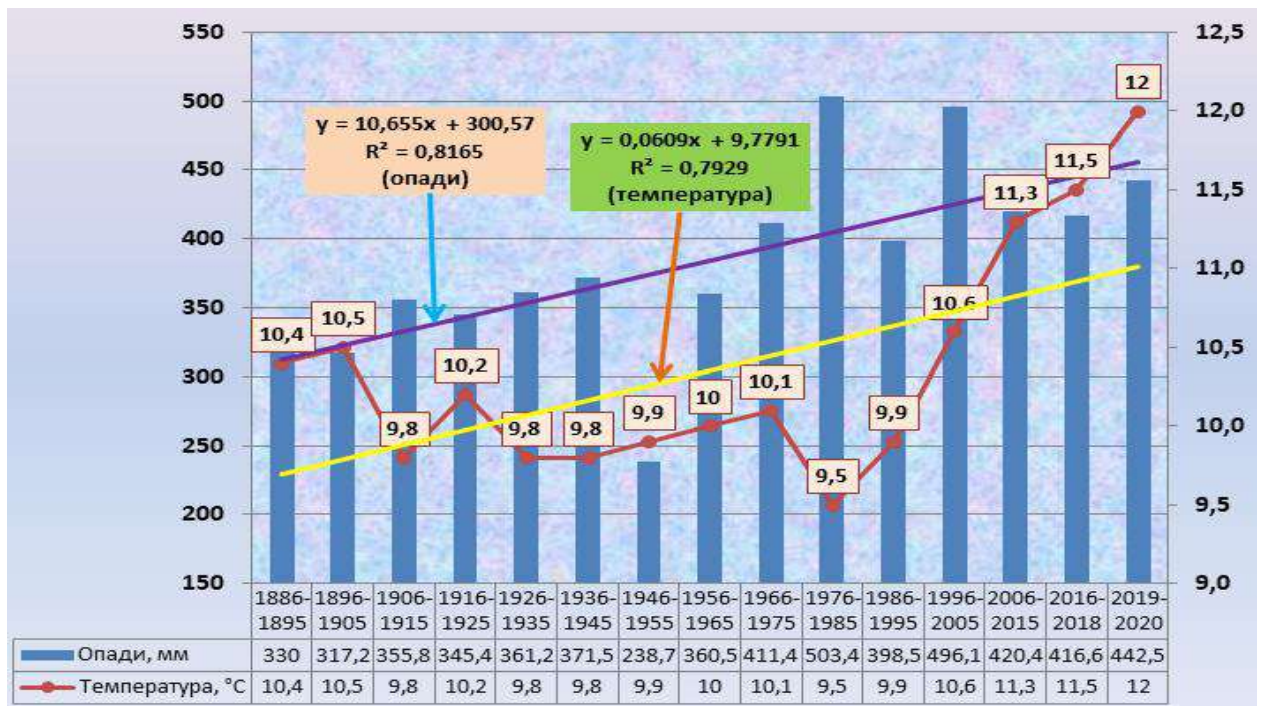


Рис. 2.3 Змінення середньорічної температура повітря та опадів за даними метеостанції Херсон за 135 років

Також за цей період спостерігалось і три пікових зниження температури, найбільше з яких було відмічено у 1976-1985 роках – до 9,4°C. При цьому нами встановлено, що в коливаннях середньомісячних температур відзначено 20 та 30-річні періоди підйому та спаду.

Враховуючи, що в останні 30 років спостерігався період збільшення температурних показників, то є імовірність їх зниження у наступні 20 років. Також істотних змін набула і кількість опадів. За період з 1886 по 1965 рік середньорічна кількість опадів становила 335,0 мм, а за останні 50 років зросла до 446 мм. тобто на 111 мм, або на 33%.

При цьому слід відмітити, що в періоди істотного зниження температури повітря кількість опадів зростала. Найбільше зростання температур відбулось у зимовий період - грудень і січень на 1,9 та 2,0°C, відповідно. У літні місяці – у червні і серпні температура зросла на 1,5 та 1,6°C, відповідно. Також прискорився перехід від зими до весни зі зростанням температури у березні на 1,4° а у квітні на 1,1°C.

Підвищення температури повітря за цей період призвели до збільшення

надходження тепла за вегетаційний період. Так, сума позитивних температур за цей період зросла на 736°C , а ефективних вище 5°C – на 673°C . Особливо помітним це зростання відбулося за останні 10 років.

Кліматичні особливості України зумовлені взаємодією основних кліматоутворюючих чинників – інтенсивності сонячної радіації та циркуляції атмосфери. За багаторічними даними в середньому за рік над Україною проходить 45 циклонів та 35 антициклонів, причому основна частка атмосферних опадів надходить з Атлантики. Для південної підзони Степу України характерним є істотний дефіцит природної вологи, періодичні посухи та суховійні явища, які наносять значну шкоду агровиробництву [467].

Континентальний клімат півдня України, з недостатнім і нестійким зволоженням, а також великими ресурсами сонячної радіації, сформував степові суббореальні (семиаридні) ландшафти. За кліматичними умовами в Степу виділяються три підзони: південна (Херсонська, Миколаївська, частина Одеської області), центральна (Дніпропетровська, Запорізька, південна частина Кіровоградської та Донецької областей) і північна (північна частина Кіровоградської і Донецької областей, Луганська область). Ці зони мають свої кліматичні особливості [381].

На більшості території зони Степу за рік випадає 300-400 мм опадів, а у Східноєвропейському секторі – 400-500 мм. Випаровуваність у південній підзоні наближується до 800-1000 мм, коефіцієнт зволоження знижується від 0,8-0,6 у північній підзоні, до 0,5-0,3 – у південній. Річна сумарна радіація досягає тут 100-120 ккал/см², а радіаційний баланс – до 40-50 ккал/см² (у Причорномор'ї – до 55 ккал/см²).

Особливістю підзони Південного Степу є незначна кількість і суттєва нерівномірність розподілу в часі атмосферних опадів. У деякі роки опадів випадає менше 200 мм (рис. 2.4). На заході зони Степу опади порівняно рівномірно розподілені місяцями, на сході влітку спостерігається їх різкий літній і зимовий мінімум. Для них характерний зливовий режим: за добу

може випасти до 150-200 мм опадів. Основна частина атмосферних опадів надходить до України з Атлантики. Створення каскадів водосховищ і масове використання зрошення призвело до зміни мікроклімату в прибережній зоні Чорного й Азовського морів, сприяло зміні мікроклімату в літній період і виникненню бризової циркуляції. Під час спекотливої погоди в літні місяці більша частина опадів випаровується, а на стік залишається не більше 5-10% [3].

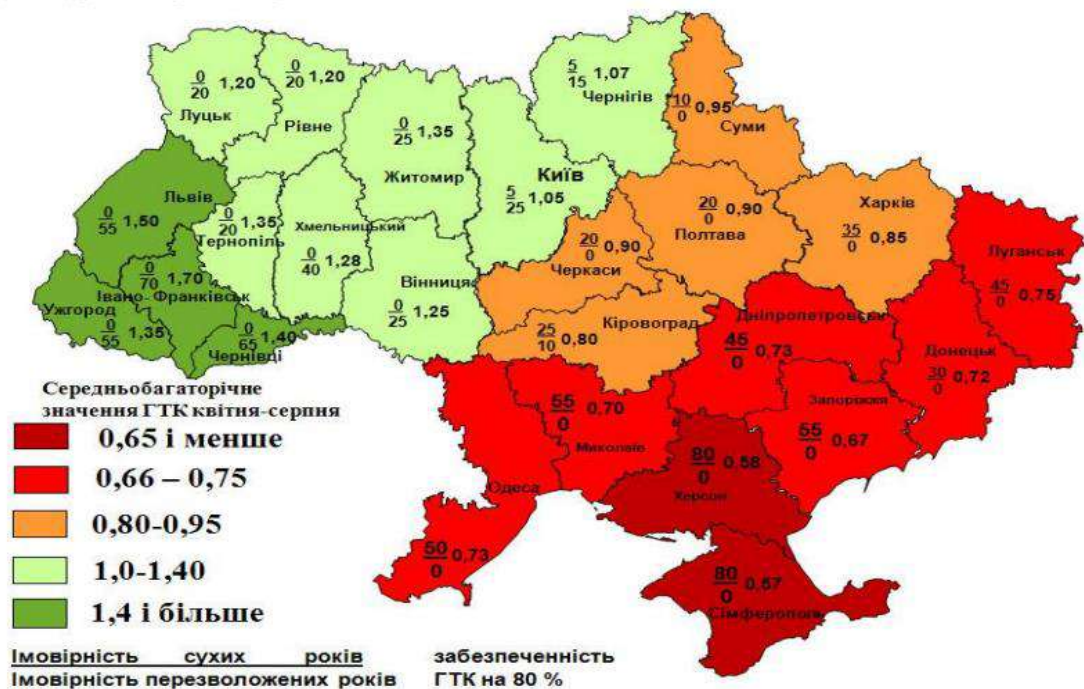


Рис. 2.4 Гідротермічна характеристика областей України за величиною гідротермічного коефіцієнта – ГТК [414]

У більшості сільськогосподарських культур продукційні процеси активуються після стійкого переходу середньодобової температури повітря вище 5-7°C, що в Південному Степу припадає на третю декаду березня, на іншій території країни – на першу декаду квітня. Закінчується період вегетації, як правило, в третій декаді жовтня. Тривалість вегетаційного періоду в крайньому північно-східному Степу складає 190-200, а в південній частині подовжується до 220-240 днів. Річний хід відносної вологості повітря змінюється в зворотній залежності від температури. Так, найвища відносна вологість повітря відзначена в грудні-січні. У Північному Степу відносна вологість повітря складає 55-63%. До півдня вона дещо підвищується й,

особливо, у приморській частині. Влітку при зниженні відносної вологості повітря нижче 30% і наявності сильного вітру сільськогосподарські культури відчувають термічний стрес, а такі дні називають днями з суховіями. Більше всього суховіїв буває в південних районах сухого Степу.

В останні десятиліття за умов поступового потепління клімату спостерігається стійка тенденція до суттєвого збільшення числа років з посухами. При посушливій погоді й збільшенні швидкості вітру до значень, при яких відбувається перенесення із земної поверхні часток пилу і піску, виникають пилові бурі, що наносять великий збиток сільському господарству. Вони утворюються в основному в період з березня по вересень [3].

У розробці агротехнологічних заходів слід враховувати питання трансформації клімату в напрямі його поступового потепління. Так, розглядаючи питання про зміну клімату та вплив таких змін на агросферу слід зазначити, що процес кліматичних коливань є постійним і безперервним. Дослідженнями визначено, що процес глобального потепління клімату буде мати все більший вплив на продуктивність сільського господарства. Уже зараз відзначається збільшення повторюваності теплих зим, коливання сум опадів на різних територіях, зростання середньорічних показників температур повітря тощо [5].

Як приклад регіональних змін клімату можна навести особливості погодних умов, що склались наприкінці 2019 і в січні – лютому 2020 року й були дуже нетиповими для умов Степу України. На першому етапі вони характеризувались підвищеним температурним режимом та значною кількістю атмосферних опадів, що викликало переростання озимих культур та прискорення їх розвитку на 15-20 днів і більше порівняно з середньобагаторічними показниками (рис. 2.5).

Виробництво зерна, в силу цілого ряду чинників, останніми роками супроводжується помітним погіршенням його якості, в першу чергу, зменшенням білковості зерна, вмісту та якості клейковини. Вирощування

зерна, яке б відповідало вимогам світових стандартів за якістю є досить важливим завданням, що стоїть перед аграрною наукою.

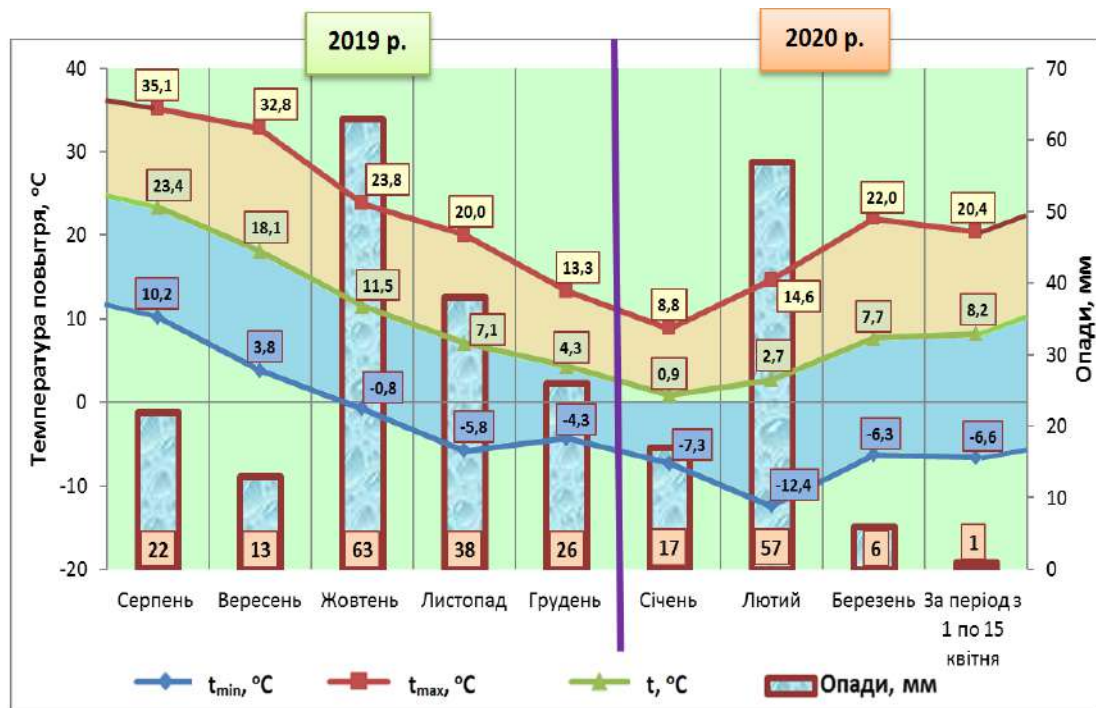


Рис. 2.5 Динаміка показників температури повітря (мінімальної – t_{\min} , °C, максимальної – t_{\max} , °C, середньої – t , °C) та кількості атмосферних опадів періодом наприкінці 2019 та на початку 2020 року (за даними Херсонської агрометеостанції)

За багаторічними спостереженнями метеостанції групи метеорологічних спостережень Херсонського Гідрометцентру дати настання зими, коли середньодобова температура повітря проходить через 0°C, відрізняються за роками, порівняно з датами настання інших сезонів року, і схильні до істотних коливань. Перехід температури повітря через 0°C восени припадає на першу декаду грудня. Початок весни відбувається під час переходу середньодобової температури повітря через 0°C зазвичай у першій декаді березня, а початок вегетаційного періоду сільськогосподарських культур настає під час переходу температури повітря через 5°C – в третій декаді березня.

Літній період триває не більше 120-130 днів, а на морському узбережжі Азовського і Чорного морів в окремі роки до 140 днів. Перехід середньодобової температури повітря через 15°C у бік пониження

відбувається в третій декаді вересня, що є датою закінчення літа. З переходом температури через 10°C у бік пониження закінчується вегетаційний період більшості сільськогосподарських культур [3].

Метеорологічні показники, які характеризують погодні умови за роки проведення досліджень, представлено в додатках Б.4-Б.5.

За узагальненням цих матеріалів [21, 22] нами виділені такі особливості метеорологічної ситуації за роками досліджень:

✓ 2003 р. – несприятливий для перезимівлі й весняної вегетації озимих і ранніх ярих культур через незначну кількість опадів, низькі температури і травневі приморозки, однак сприятливий для пізніх ярих культур. Характеризувався сприятливими умовами для росту й розвитку досліджуваних сільськогосподарських культур. Максимальна кількість опадів припала на зимовий період – 106,8 мм (138,9% норми), весняний – 112,7 (127,6) і літній – 153,8 мм (127,8% середньо-багаторічної норми). Найбільш посушливим виявився вересень, у якому випало лише 4,9 мм опадів. Відносна вологість повітря в липні становила 55%, в серпні і вересні – 55%. Максимальна температура повітря спостерігалася в червні – 32,7° та травні – 33,5°C;

✓ 2004 р. – сприятливий для вирощування досліджуваних культур, починаючи з перезимівлі озимих. Властивістю року було надходження великої кількості атмосферних опадів, яка становила 656,8 мм, що на 75% вище за середню багаторічну норму. Протягом весняно-літнього періоду кількість опадів була вищою за норму на 87,9% і дорівнювала 407,2 мм, у тому числі в травні кількість опадів досягала 97,1, червні – 54,3, липні – 101,9 і серпні – 120,3 мм. Усього в літній період випало 276,5 мм опадів (229,8% норми). Максимальна температура повітря була в серпні – 35,5° і липні – 35,1°C. Середня відносна вологість повітря в квітні досягала 60%, а дефіцит вологості повітря – 5,8 мб;

✓ 2005 р. – за всіма метеорологічними показниками відносився до середніх років. На відміну від попереднього року, спостерігалася недостатня

кількість атмосферних опадів в теплий період (квітень-жовтень) – 89,0% норми і, навпаки, значне їх надходження на рівні 219,8 мм у холодний період (листопад-березень). Усього за весняно-літній період 2005 р. випало 100% норми (216,8 мм). Середня температура повітря в березні досягала 1,5°, квітні – 10,8 і травні – 17,9°C. Максимальна температура повітря зафіксована в травні – 34,3°, липні – 35,3 і 36,9°C серпні. Середня температура повітря у вересні склала 19,1°C;

✓ 2006 р. – відрізнявся складними погодні умови, холодною зимою, пізньою весною та спекотливим літом. Опадів за період інтенсивного росту й розвитку рослин випало 254,1 мм, причому їх розподіл був у край нерівномірним: травень – 8,0 мм, червень – 62,0, липень 5,9 мм, серпень – 39,5 мм, вересень – 19,5, жовтень – 6,4 мм. За таких посушливих і несприятливих умов період інтенсивного наливу зерна в озимих зернових і критичні періоду у пізніх ярих культур проходив за недостатньої кількості опадів і високих температур повітря (середня температура повітря липня 22,5°, серпня – 24,2°C);

✓ 2007 р. – характеризувався спочатку як сприятливий для озимих і ранніх ярих культур, проте, поринаючи з травня, – як дуже несприятливий і гостропосушливий. Зимовий і ранньовесняний періоди за показниками температурного режиму був сприятливими для озимих культур, отримання сходів і розвитку ярих. За цей період випало 91,7 мм атмосферних опадів (84% середньо-багаторічної норми). Весняно-літній період характеризувався невеликою кількістю опадів (38,5 мм), високою температурою повітря в травні та червні (вище норми на 2,9° та 3,1°C, відповідно) і тривалими суховіями. У цілому згідно з розрахунками температура повітря у травні перевищувала середні багаторічні показники на 2,9°C, у червні – на 2,9, у липні – на 2,6, у серпні – на 3,5, у вересні – на 0,7°C. Кількість атмосферних опадів за травень та літні місяці була на 66,4 мм (35,4%) меншою за середньобагаторічні показники. Максимальні середньодобові температури повітря у червні сягали 32-36°, а у липні і серпні – 36-38°C;

✓ 2008 р. – спочатку відрізнявся дуже сприятливими умовами (достатнє надходження атмосферних опадів, помірно високі температури, відсутність суховіїв) для вирощування сільськогосподарських культур (особливо – озимих), що позитивно позначилося на їх продуктивності. За весняний період температура повітря була на $1,1^{\circ}\text{C}$ меншою за середньобагаторічні показники. У подальшому відмічена тенденція до підвищення температури повітря у червні – на $1,2^{\circ}$, у липні – на $0,9^{\circ}$, у серпні – на $3,0^{\circ}\text{C}$ відносно середньо-багаторічних показників. Максимальні середньодобові температури повітря у червні сягали $24,1\text{--}24,6^{\circ}$, а у липні і серпні – $28,2\text{--}28,9^{\circ}\text{C}$. Кількість опадів за період з травня по серпень становила $288,4$ мм, що на $25,8\%$ вище за середньобагаторічні показники;

✓ 2009 р. – вегетаційний період досліджуваних культур характеризувався значним коливанням середньомісячних показників температури повітря та опадів і відхиленням їх від багаторічних значень. Зима була теплою та сухою, однак запаси вологи на початку відновлення вегетації були на середньому рівні багаторічних значень. Весна була теплою, сухою. Протягом квітня опадів практично не надходило, однак температура повітря була на $0,5^{\circ}\text{C}$ менше норми. Різке похолодання, що відбулося на початку травня, ввело рослини в стан стресу. Літо було жарким та посушливим, середня температура повітря протягом червня та липня на $2,5$ та $1,7^{\circ}\text{C}$ перевищувала норму. У липні опадів випало вдвічі менше норми, що зумовило прискорене дозрівання культур та оптимальні умови для збирання.;

✓ 2010 р. – вегетаційний період розпочався раніше багаторічної дати різким зростанням температури повітря. Незважаючи на значні запаси вологи у ґрунті весняний період був малосприятливим для сівби та отримання сходів ярих культур. Сильні вітри спричинили швидку втрату вологи із посівного шару ґрунту, що зумовило нерівномірні та зріджені сходи зернових і зернобобових культур навіть за оптимальних умов сівби. На фоні сухого та жаркого квітня і травня аномально вологим та посушливим виявився червень та липень. Надходження опадів перевищувало середні значення в $1,7$ та $1,9$

рази, проте середньодобова температура повітря також була вищою на 2,4-1,4°C. Такі екстремальні умови не сприяли ефективному використанню вологи однак, спричинили підвищену засміченість посівів пізніми ярими бур'янами, а вегетація досліджуваних культур відновилася;

✓ 2011 р. – Незважаючи на значні запаси вологи у ґрунті весняний період був малосприятливим для отримання сходів ранніх ярих культур через сильні вітри під час сівби. Були відмічені нерівномірні та зріджені сходи зернових культур. Вологозабезпеченість квітня була в межах норми. Більш посушливим виявився травень та особливо спекотним та сухим – липень, коли на фоні нестачі 32 мм опадів спостерігалось перевищення температурного режиму на 1,8°C. Метеорологічні обставини збирання культури були задовільними;

✓ 2012 р. – були несприятливими для формування запасу вологи. На фоні відсутності залишкових запасів ґрунтової вологи надходження опадів від вересня попереднього року було значно менше середніх багаторічних значень. Значне пониження температур відбулося до формування стійкого снігового покриву внаслідок чого через різке наростання температур навесні не сформувалися достатні запаси ґрунтової вологи. Завдяки опадам, що випали відразу після сівби культур у третій декаді березня та першій декаді квітня, були отримані повноцінні сходи, однак вологозабезпечення культур було недостатнім. Травневі опади, що майже вдвічі перевищили багаторічну норму, дещо покращили стан культур, однак у подальшому знову проявилися ознаки посухи. Цьому сприяла висока температура, яка за даний місяць на 4,7°C перевищувала норму. В подальшому період вегетації культури відбувався на фоні аномально високих температур, нестачі опадів та низьких запасів вологи у ґрунті, а тому умови не відповідали біологічним потребам зернових і зернобобових культур;

✓ 2013 р. – Умови вологонакопичення осінньо-зимового періоду були несприятливими, тому на початок сівби культури запаси вологи були нижчі середніх багаторічних значень. Початок весни, який розпочався у звичайний

строк був перерваний тривалим періодом пониження температур до мінусових значень, унаслідок чого масовий початок весняно-польових робіт проходив у першій декаді квітня. Однак умови для отримання сходів культури раннього та середнього термінів сівби були сприятливими. Надходження опадів протягом вегетації було дуже нерівномірне. Із квітня по травень випало лише 14,9 мм опадів, тоді як середня температура повітря була вищою на 1,7 та 4,7°C, відповідно. Надходження опадів за червень місяць було близьким до норми тоді як за липень – втричі більше, однак вони не мали вагомого значення для посівів, що завершували свою вегетацію, проте суттєво вплинули на забур'яненість та умови збирання;

Температурний режим протягом вегетаційного періоду 2013 року був більш напружений, ніж зазвичай. Унаслідок різкого наростання температур весна завершилася протягом одного місяця. За період активної вегетації культури, із квітня по червень, середньодобова температура повітря перевищувала багаторічні значення на 3,1°C, атмосферних опадів надійшло на 62,2 мм менше. Найбільше перевищення середньомісячної температури повітря спостерігалось у травні –4,7°C. Надходження опадів протягом квітня та травня складало відповідно 4,9 та 10,0 мм, унаслідок чого запаси ґрунтової вологи практично вичерпалися. Кількість опадів за червень складала 55,9 мм, що є близьким до норми, проте вони не мали вагомого впливу на врожайність культури. При цьому опади, що випали у першій половині липня, ускладнили збирання зернових культур. Тому, через аномально високі температури та високу нерівномірність надходження опадів, посіви ярих зернових культур були низькорослими та сильно пригніченими;

✓ 2014 р. – характеризувався як несприятливий для росту й розвитку досліджуваних культур. Перезимівля всіх озимих культур пройшла задовільно. Проте за зиму випало 53,9 мм опадів, тобто 51,8 % норми. Умови для накопичення вологи в ґрунті були несприятливі. Впродовж квітня і травня утримувалась жарка та суха погода. Практично на всіх культурах сівозміни негативно відобразились несприятливі погодні умови -

прискорилося на 7-10 днів проходження фаз розвитку та передчасне дозрівання. Для пізніх ярих культур погодні умови сприятливими були лише на початку вегетації. В подальшому їх вегетація проходила за спекотної погоди без продуктивних опадів. Лише у червні випало 64,4 мм атмосферних опадів, які поповнили запаси ґрунтової вологи. За критерієм Іванова коефіцієнт зволоження склав 0,10, що відповідає умовам пустелі;

✓ 2015 р. – зима цього року відзначилась підвищеним температурним режимом, з нетривалими періодами похолодань у січні, глибокими відлигам, та достатньою кількістю опадів. Глибина промерзання становила 21-41 см. А 3-4 лютого ґрунт повністю відтанув. Слід відмітити, що майже весь зимовий період, за виключенням першої та третьої декади січня, пройшов у значно вищому, за кліматичну норму, температурному режимі. Найнижча мінімальна температура повітря спостерігалась 4 січня та становила мінус 27,8°C морозу. Перехід середньодобової температури повітря через 0°C в бік підвищення (кінець метеорологічної зими) відбувся 28 січня, що на 19 днів раніше середніх багаторічних строків. Тривалість метеорологічної зими 2015-2016 рр. склала 30 днів;

✓ 2016 р. – погодні умови були сприятливими для досліджуваних зернових і зернобобових культур. До наливу зерна вони були сприятливими для росту й розвитку рослин та формування репродуктивних органів. Проте в період наливу утримувалась висока середньодобова температура повітря, яка на 1,7-2,8°C перевищувала кліматичну норму. В денні години температура повітря сягала 30-38,8°C, що негативно вплинуло на продуктивність рослин. У квітні температура коливалася в межах 12,3-14,5°C, що на 0,4-0,7°C вище норми. Перша декада травня характеризувалась теплою з опадами погодою. Максимальна температура підвищувалась у повітрі до 24°C тепла, на поверхні ґрунту до 50°C. Наприкінці травня місяця встановилася теплою з опадами погодою. На початку червня спостерігалась тепла з опадами погода, яка змінилася жаркою з опадами погодою. Перша декада серпня характеризувалась сухою та жаркою погодою. Максимальна температура

повітря в найтепліші дні декади підвищувалась до $37,8^{\circ}\text{C}$, поверхня ґрунту в денні години прогрівалась до 61°C . Наприкінці серпня встановилася тепла з опадами погода. Максимальна температура підвищувалась у повітрі знизувалась до $15,4^{\circ}$, на поверхні ґрунту – до $15,2^{\circ}\text{C}$. Опадів за третю декаду випало 26,1 мм, або 145% норми;

✓ 2017 р. – характеризувався як дуже сухий. За період вегетації пшениці озимої випало лише 81,2 мм опадів, за норми – 227 мм. ГТК за весь період вегетації становив 0,24. Разом із тим, погодні умови були сприятливими для наростання надземної маси рослин та формування бобів на рослинах. Проте в серпні, в період утворення й наливу насіння утримувалась суха й жарка погода з високими температурами повітря та суховіями. У денні години температура повітря всі дні була в межах $30-40^{\circ}\text{C}$, із суховіями. Всю другу декаду серпня утримувалась температура повітря $32-37^{\circ}\text{C}$ і суховії з мінімальною вологості повітря 19-29%. Високі температури повітря і суховії (яких було 23 дні) призводили до перегріву рослин та формування недостатньо виповненого насіння і навіть пустих бобів. Все це не дало можливості повною мірою реалізувати потенціал продуктивності досліджуваних культур у цьому році;

✓ 2018 р. – погодні умови березня були дуже неоднорідними та складними. На початку першої декади місяця спостерігалась хмарна погода. Відмічались снігові замети, хуртовини, місцями вітер посилювався до 15-24 м/с. Надалі відбулось поступове підвищення температури повітря. Проходили невеликі дощі. Тепла погода сприяла тимчасовому відновленню ростових процесів у озимих культур, але зниження температури повітря в останні дні другої декади березня призупинило вегетацію. Середня місячна температура повітря у березні склала на півночі області $0,5^{\circ}\text{C}$, що нижче кліматичної норми на $1,5^{\circ}\text{C}$, на решті території області $1,2-3,0^{\circ}\text{C}$, що майже в межах норми. На фоні підвищеного температурного режиму відчувалась гостра нестача продуктивних опадів. Максимальна температура повітря у найтепліші дні місяця (третья декада) підвищувалась до $+25-28^{\circ}\text{C}$.

Температура весняного і літнього сезонів 2018 року за температури повітря вище 0°C з моменту переходу температури через 0°C в бік підвищення складала на 13-43°C більше норми. Ефективної температури повітря вище 5°C – на 65-94 °C більше норми; вище +10°C – на 55-83°C більше норми.

✓2019 р. – показники середньомісячних температур протягом усіх місяців вегетаційного періоду перевищували значення середніх багаторічних даних на 0,7 – 4,5 °C. Сума опадів за період з березня по вересень становить 256 мм, ця кількість опадів перевищувала середньобагаторічний показник (243 мм), але розподіл надходження вологи при цьому був вкрай нерівномірним. Так найбільшу кількість цих опадів було отримано в другій декаді квітня – 72,5 мм та першій декаді червня 49,0 мм, які мали найбільший вплив на ріст і розвиток досліджуваних культур.

Роки досліджень за дефіцитом випаровуваності були: 2003 – середньовологий; 2004 – вологий; 2005 – середньовологий; 2006 – середньосухий; 2007 – сухий; 2008 р. – середній; 2009 р. – сухий; 2010 р. – вологий; 2011 р. – середньовологий; 2012 р. – сухий; 2013 р. – середній; 2014 р. – середній; 2015 р. – середьосухий; 2016 р. – середньовологий; 2017 р. – сухий; 2018 р. – середній; 2019 р. – середньосухий.

2.3 Методика проведення досліджень

Польові досліді закладали і виконували впродовж 2003-2019 років в умовах Степу України (ФГ «Відродження» Братського району Миколаївської області, Інституті зрошувального землеробства НААН та ДП ДГ «Асканіське» ІЗЗ НААН) відповідно до вимог методики дослідної справи (Ушкаренко В. О., Вожегова Р. А. та ін., 2008, 2012), спеціальних методик у рослинництві та державних стандартів [85, 171, 172, 184].

В дисертаційній роботі наведено результати дванадцяти польових дослідів, які проведені на неполивних та зрошуваних землях степової зони з

зерновими та зернобобовими культурами – пшениця та ячмінь озимі, ячмінь ярий, соя, кукурудза, горох та сорго:

Дослід 1. Встановлення впливу захисту рослин на продуктивність і якість зерна нових сортів ячменю озимого (2008-2012 рр.).

Дослід 2. Визначення впливу захисту рослин на продуктивність і якість зерна різних за продуктивністю сортів ячменю ярого (2010-2013 рр.).

Дослід 3. Дослідження впливу норм висіву і строків сівби на продуктивність та якість зерна нових сортів ячменю озимого (2010-2013 рр.).

Дослід 4. Визначення впливу різних агротехнологічних комплексів на врожайність і якість зерна ячменю озимого (2010-2013 рр.).

Дослід 5. Встановлення оптимальної густоти стояння рослин для гібридів кукурудзи різних груп стиглості в умовах зрошення Півдня України (2010-2012 рр.).

Дослід 6. Дослідження реакції сортів пшениці озимої різного екотипу на строки сівби по чорному пару (2011-2014 рр.).

Дослід 7. Встановлення ефективності захисту рослин та норм висіву за вирощування пшениці озимої на зрошуваних землях Півдня України (2011-2014 рр.).

Дослід 8. Визначення ефективності застосування мінеральних добрив при вирощуванні кукурудзи в умовах зрошення півдня України (2012-2014 рр.).

Дослід 9. Дослідження впливу агрозаходів на ефективність використання соєю фотосинтетично-активної радіації та вологи в умовах півдня України (2011-2013 рр.).

Дослід 10. Вивчення впливу строків сівби та захисту рослин на продуктивність гібридів кукурудзи різних груп стиглості в умовах Півдня України (2013-2015 рр.).

Дослід 11. Встановлення впливу захисту рослин на продуктивність сортів гороху посівного (2015-2017 рр.).

Дослід 12. Розроблення елементів технології вирощування сорго

зернового залежно від обробітку ґрунту та застосування біопрепаратів-деструкторів стерні (2015-2017 рр.).

Схеми дослідів, набір факторів і варіантів будуть відображені в експериментальних розділах дисертаційної роботи

Розміщення ділянок у досліді проводили систематично та методом повної рендомізації у чотириразових повтореннях. Площа облікових ділянок складала понад 50 м² [85, 126].

Крім того, за результатами узагальнення експериментальних даних було здійснено моделювання рівнів продуктивності досліджуваних культур та технологій їх вирощування на неполивних і зрошуваних землях з використанням комп'ютерних програм STATISTICA, AquaCrop, CROPWAT.

Аналіз рослинних зразків, зерна, насіння, ґрунту та інші показники визначались в лабораторії аналітичних досліджень Інституту зрошуваного землеробства НААН за загальноприйнятими методиками та стандартами. Лабораторія пройшла атестацію (свідоцтво № 03-0003/2019) та оснащена необхідним обладнанням.

Для характеристики поживного режиму ґрунту відбирали зразки два рази за вегетацію – при появі сходів та при збиранні врожаю. В досліді визначались вміст нітратного та амонійного азоту за модифікованим методом ННЦ «ІГА ім. І. Н. Соколовського»; вміст рухомого фосфору та калію згідно ДСТУ 4114 – 2002 «ґрунти. Визначення рухомих сполук фосфору і калію за модифікованим методом Мачигіна». Фосфор визначався спектрофотометричним методом за допомогою спектрофотометра Optizen POP, калій – методом полуменевої фотометрії з використанням полуменевого фотометра ELICO CL22D.

Біометричні показники зернових і зернобобових культур, площу листової поверхні визначали за загальновизнаними методами (Ничипорович, 1961; Методика державного сортовипробування сільськогосподарських культур, 2001). Фенологічні спостереження проводились на всіх ділянках досліді. За початок фази вважали час, коли

10% рослин вступили в ту чи іншу фазу розвитку, а при 75% рослин – настання повної фази. Відмічали календарні дати появи сходів, 3-5 листків, 7 листків, 11 листків, цвітіння, молочної стиглості, воскової стиглості, повної стиглості. Сходи отримано на 8-10 день після сівби. За весь час спостережень протягом вегетаційного періоду максимальний термін проходження міжфазного періоду відзначався від воскової стиглості до повної стиглості зерна і становив 21 добу. Висоту рослин, площу асиміляційної поверхні листків визначали в основні фази росту та розвитку рослин кукурудзи шляхом проміру 10 закріплених, типових для даного варіанту рослин, у двох несуміжних повтореннях. Висоту рослин вимірювали до фази цвітіння – від поверхні ґрунту до верху самого довгого (витягнутого) листка, після фази викидання волоті – від поверхні ґрунту до верхньої кінцівки волоті .

Показники стресостійкості ($x_{lim}-x_{opt}$), генетичної гнучкості $(x_{opt}+x_{lim})/2$, коефіцієнту варіації (V_c), селекційної цінності (S_c) та гомеостатичності (H_{om}) визначали з використанням спеціальних методик [341].

Вологу в ґрунті визначали в метровому шарі через кожні 10 см термостатно-ваговим методом [148]. Величину поливних норм, сумарне водоспоживання та його коефіцієнт визначали за методикою Костякова (1961) [266]. Облік опадів проводився за даними метеорологічних спостережень агрометеорологічними станціями Миколаївської та Херсонської областей з коригуванням їх кількості згідно показників ґрунтових дощомірів, які були встановлені безпосередньо на дослідних ділянках.

Результати вимірів, визначень та обліку врожайності підлягали дисперсійному аналізу та статистичній обробці за допомогою комп'ютерної техніки, використовуючи методичні рекомендації по проведенню польових дослідів [458, 459].

Економічні показники визначали за електронними технологічними картами для всіх факторів і варіантів досліджуваних зернових і зернобобових

культур [191]. Енергетичну оцінку розроблених агрозаходів проводили згідно методичних рекомендацій [180, 295].

Агротехнічні заходи з вирощування досліджуваних культур відповідали основним рекомендаціям для зони Степу, за винятком досліджуваних факторів.

Висновки до розділу 2

1. Ґрунтові умови степової зони характеризуються наявністю чорноземів південних та каштанових ґрунтів, які здатні забезпечити формування високих і якісних врожаїв. Враховуючи високий винос поживних речовин з врожаєм досліджуваних культур існує необхідність проведення досліджень з оптимізації системи удобрення шляхом застосування мінеральних макро- та мікродобрив добрив, інокулянтів та інших препаратів. Встановлено, що на дослідних ділянках в Миколаївській області ґрунтовий покрив був представлений чорноземами звичайними легкосуглинковими, з вмістом гумусу 3,5-4,0% і більше. Загального азоту містилось 0,28–0,30%; фосфору – 0,13–0,14; калію – 2,1–2,2%. У дослідях в Херсонській області ґрунт дослідних ділянках був темно-каштановий середньосуглинковий. Вміст гумусу – 2,8-3,4%, загального азоту – 0,07-0,09%, фосфору – 0,03-0,05, калію – 3,2-3,9%.

2. Визначено, що роки проведення досліджень за погодними умовами були різними, що дозволило отримати об'єктивну інформацію з досліджуваних питань впливу природних та агробіологічних чинників на продуктивність і якість зернових і зернобобових культур. Одночасно ґрунтові та метеорологічні умови за роки проведення досліджень у достатньою мірою відображають агроєкологічні та кліматичні ресурси Степу України. Погодні умови в роки проведення досліджень були типовими для умов Степу України. В цілому вони були сприятливими для росту й розвитку зернових і зернобобових культур. У весняний період проявлялась згубна дія

повітряних посух, які негативно вплинули на початковий розвиток рослин, особливо у гостропосушливому 2012 році.

3. В дослідженні використано традиційні для рослинницької галузі методи досліджень, які спрямовані на вивчення росту й розвитку, формування продуктивності, визначання врожайності та якості досліджуваних культур. Тому експериментальні дані, що одержані в польових дослідках слід вважати об'єктивними та достовірними.

РОЗДІЛ 3

АГРОЕКОЛОГІЧНИЙ ПОТЕНЦІАЛ СТЕПОВОЇ ЗОНИ УКРАЇНИ ТА НАПРЯМИ ПІДВИЩЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ЗЕРНОВИХ І ЗЕРНОБОБОВИХ КУЛЬТУР

Головним завданням рослинництва й землеробства було і залишається створення необхідних умов стійкого ведення сільського господарства на основі інтенсивного використання природних і агрономічних ресурсів, збереження й підвищення родючості ґрунту. В реалізації цього завдання важливе значення мають прийоми, що сприяють ефективному використанню земель та забезпечують екологічну рівновагу довкілля [26, 49, 117].

Роль фактора часу в цих прийомах має виняткове значення. Стосовно агробіоценозів він виступає у вигляді сукупності окремих процесів, що чергуються за термінами їхнього проведення. Керування тимчасовими показниками (тривалість існування агрофітоценозів та їх елементів; чергування у часі етапів органогенезу, фаз розвитку рослин й інших біологічних процесів, заходів технології вирощування) поєднується в сівозміні, які є основою систем землеробства [192].

Безцінне природне багатство Степу України – це родючі ґрунти. За достатньої кількості світла і тепла в регіоні вони можуть ефективно використовуватися лише на основі регулювання факторів родючості, обумовлених зрошенням. Погіршення екологічного стану зрошуваних земель в сільському господарстві України викликано скороченням площі посіву культур, що відновлюють родючість (багаторічні трави, бобові культури), ігноруванням й недотриманням сівозмін. Недостатньо продуманий добір культур у сівозміні – часта причина зниження продуктивності й родючості ґрунту. У цих умовах досить актуальною є розробка структури посівних площ і системи сівозмін для кожного землевласника, незалежно від розмірів земельної ділянки. При цьому потрібно враховувати, що в умовах ринкових

відносин та приватної власності на землю раніше застосовувана структура посівних площ має потребу в істотних змінах [139].

З одного боку, право спадковості на землю повинне сприяти дбайливому відношенню до неї, але з іншого – ринкові відносини створюють умови для активізації прибутку, не піклуючись при цьому про заходи захисту ґрунтів від деградації. Останнім часом на практиці спостерігаються такі явища, коли не приділяється належна увага правильному добору попередників при розміщенні високоліквідних і рентабельних культур, зокрема озимої пшениці, сої та інших [177, 220, 269].

3.1 Напрями раціонального використання природно-екологічного потенціалу зони Степу України

Універсальним природним ресурсом сільського господарства, необхідним для функціонування всіх галузей є земля. Вона незамінна іншими видами ресурсів, і є основним засобом виробництва рослинницької продукції на суші. Зона Степу України охоплює площу 240,2 тис. км², що становить біля 40% території держави (603,7 тис. км²). Протяжність у меридіальному вимірі становить 500 км, у широтному – 900 км.

Макрорельєф зони являє собою чергування височин, низин і рівнин, що на значній географічній території зумовлює неоднорідність зони за природними умовами, а відтак знаходить відповідне відображення в кліматі, ґрунтах та агровиробничих якостях. Особливістю підвищених територій є значне розчленування мережею балок (0,5-1,0 км/км²), наявністю силових земель значно погіршують структуру і якість ґрунтового покриву. Схилові ґрунти становлять 30-50%, місцями 50-70% території, що зумовлює значне погіршення вологозабезпечення ґрунтів через втрати води з поверхневим стоком, розвиток ерозійних процесів, підвищену інсоляцію на схилах південної експозиції.

Характерною особливістю низовин, які займають значну частину зони, є відсутність схилених земель, що обумовлює сприятливі умови для вирощування польових культур. Абіотичні ґрунтові ресурси степової території сформувались на материнських породах різного походження і механічного складу. Понад 80% площі займають найбільш цінні для рослинництва лесові породи, на яких сформувались ґрунти важкосуглинкового та легкоглинистого складу. Середньо- й легкосуглинкові ґрунти поширені переважно у долинах річок, причому перші зустрічаються локально у межах Донецької і Приазовської височин.

Серед інших (нелесових) материнських порід зустрічаються алювіальні піски (понижся р. Дніпро), щільні безкарбонатні породи (Донецька, Придніпровська та Приазовська височини), щільні карбонатні породи (степова частина Криму, відроги Середньоросійської височини, корінні береги річок Сіверський Донець, Інгулець, Інгул, Південний Буг). Особливістю ґрунтів, сформованих на щільних материнських породах, є щепенуватість, яка значно зменшує їх потенційну родючість.

Ґрунти, сформовані на глинах, характеризуються погіршеною агрономічною якістю із-за важкого механічного складу та солонцюватості (степова частина Кримського півострова, подові ґрунти Херсонської області). Неоднорідність ґрунтового покриву і кліматичних умов Степу зумовлює необхідність адекватного відношення до формування технологічних заходів при вирощуванні сільськогосподарських культур. Тобто мова йде про запровадження у кожній зоні, підзоні адаптивного рослинництва. З цього приводу ґрунтовий покрив Степу поділено на відносно однорідні й неповторні за якістю ґрунтів ареали географічного розміщення.

Для зонування степової території за ресурсами вологозабезпечення, природою ґрунтоутворення та родючістю ґрунтів використано відносний показник – гідротермічний коефіцієнт Селянинова (ГТК), який виражає співвідношення між кількістю опадів за період з середньодобовою температурою повітря вище 10°C, і сумою температур за цей період,

помножене на 10.

Гумус є найціннішим багатством ґрунту, одним з найактивніших генераторів життя рослинного і тваринного світу на суші, який забезпечує формування продуктивності сільськогосподарських культур. Гумус – це живий відновний компонент ґрунту, позитивний баланс вмісту якого в ґрунті визначально залежить від господарської діяльності людини. Нажаль кількість його в результаті шкідливої діяльності на полях стабільно зменшується. В українських чорноземах вміст гумусу становить нині 3-6%, а ще в кінці ХІХ ст. становив 8-12 і навіть 16%. Природі для того щоб створити шар гумусу завдовжки один сантиметр потрібно 200-400 років при умові без втручання людини [128].

Кожна ґрунтово-екологічна зона степу характеризується певним типом ґрунтів, що відрізняються між собою за показниками агрономічної якості, а відтак і потенційною (природною) продуктивністю. Раціональне використання земельних ресурсів в адаптивному рослинництві можливе тільки за умови глибокого знання та врахування родючості ґрунтового покриву. На території Степу сформувались три основні типи ґрунтів: чорноземи звичайні; чорноземи південні; каштанові ґрунти та солонці.

В основу виділення географічних зон і підзон степової території покладено типи природних умов, а за головний критерій прийнято типовий склад ґрунтового покриву. У структурі земельних ресурсів Степу найбільшу частку становлять чорноземні (80,3% у складі сільгоспугідь і 84,2% у складі ріллі), та каштанові (відповідно 7,4 і 8,0%) ґрунти. Досить поширені також лучно-чорноземні, лучно-каштанові, лучні солонцюваті ґрунти. За загально зумовленими ресурсами зволоження і відповідними властивостями чорноземні ґрунти поділяються на два типи – чорноземи звичайні і чорноземи південні.

Чорноземи звичайні формуються в умовах зони Північного Степу з $ГТК_{V-IX} = 0,68-0,89$, характеризуються найбільш сприятливими водно-фізичними властивостями, найбільшою вологозабезпеченістю, а відтак і

найвищою природною продуктивністю (табл. 3.1). Вміст гумусу становить 3,8-5,5%.

Таблиця 3.1

Параметри природного потенціалу родючості ґрунтів Степу [4]

| Фізична глина, % | Вміст гумусу | | ГТК по періодах вегетації | | | Опади XI-III | |
|-------------------------------|----------------|-------------------|---------------------------|---------|------|--------------|----------------|
| | % у 0-30 см | т/га у профілі | V-VII | VIII-IX | V-IX | мм | % засвоєння |
| <i>Чорнозем звичайний</i> | | | | | | | |
| 36-40 | 3,3-3,8 | 325 | 0,95 | 0,77 | 0,88 | 140-160 | 52 |
| 41-45 | 2,8-3,1 | 240 | 0,77 | 0,60 | 0,70 | 140-160 | 58 |
| 56-60 | 5,3-5,5 | 500 | 0,95 | 0,68 | 0,84 | 120-140 | 65 |
| <i>Чорнозем південний</i> | | | | | | | |
| 36-40 | 2,1-2,3 | 180 | 0,77 | 0,45 | 0,64 | 120-140 | 80 |
| 51-55 | 3,0-3,2 | 210 | 0,77 | 0,45 | 0,64 | 120-140 | 30 |
| <i>Темно-каштановий ґрунт</i> | | | | | | | |
| 41-45 | 2,0-2,3 | 160 | 0,69 | 0,45 | 0,59 | 120 | 72 |
| 61-65 | 3,1-3,3 | 210 | 0,75 | 0,44 | 0,63 | 140 | 72 |
| <i>Каштановий ґрунт</i> | | | | | | | |
| 41-45 | 1,6-1,8 | 95 | 0,54 | 0,45 | 0,50 | 120-140 | 72 |
| 61-65 | 2,2-2,4 | 160 | 0,53 | 0,45 | 0,50 | 120-140 | 72 |

Чорноземи південні поширені у Зоні Південного Степу з ГТК = 0,61-0,67 і представлені одним слабо-гумусованим підтипом, вміст гумусу становить 2,7-4,0%. Особливістю чорноземів південних є рівнинність території поширення, що сприяє їх рослинницькому використанню. Чорноземні ґрунти характеризуються найвищим потенціалом родючості у світі.

Каштанові ґрунти формуються у зоні Сухого Степу з ГТК = 0,45-0,60. За природними ознаками якості ці ґрунти розподіляються на два підтипи: темно-каштанові мало гумусовані (2,3-3,3% гумусу в орному шарі) і каштанові солонцюваті дуже малогумусовані (1,6-2,4%).

Каштанові солонцюваті ґрунти у комплексі з солонцями поширені у дуже сухій підзоні Присивасько-Причорноморському регіоні з ГТК у період вегетації ярих культур (V-IX) 0,45-0,51. У профілі солонців каштанових чітко виражені ознаки солонцюватості, що разом з аридністю клімату значно

погіршує їх умови для вирощування польових культур.

Серед усіх типів ґрунтів України найбільш поширені чорноземи, які займають біля 60% всіх земельних угідь країни і біля 30% їх світової площі. Чорноземи – національне багатство України, могутнє джерело відновлюваної життєдайної енергії.

У структурі земельних ресурсів степової території частка чорноземів становить понад 80%. За умови глибокого знання якостей ґрунтів і наукового урахування їх при вирощуванні польових культур, зона Степу може і повинна стати надійним регіоном стабільного виробництва якісної рослинницької продукції. Раціональному використанню земельних ресурсів допоможе розроблена вченими глибока і всебічна їх характеристика.

Клімат є одним із провідних факторів формування ґрунтового покриву території і визначальним чинником формування урожаю сільськогосподарських культур у зоні Степу України. Агрокліматичні ресурси території пріоритетно визначаються температурним режимом повітря й ґрунту в поєднанні з кількістю атмосферних опадів і запасами вологи в ґрунті. Незважаючи на відносну ідентичність клімату на території Степу, співвідношення тепла й вологи в різних зонах значно відрізняється.

Майже на всій території Степу кількість тепла достатня для вирощування більшості культур помірного поясу. Теплові ресурси в цій зоні збільшуються з півночі на південь. Зволоження території зменшується з північного заходу на південний схід. Абсолютні показники клімату у вигляді річної кількості опадів та їхньої динаміки за сезонами і місяцями, температури і відносної вологості повітря по періодах вегетації рослин, тривалості безморозного періоду та з температурою понад 5, 10, 15°C тощо взаємно перекриваються для різних за вологозабезпеченням степових ґрунтово-екологічних зон (табл. 3.2).

У вигляді середньобагаторічних характеристик кліматичні умови степової території варіюють у широких межах: гідротермічний коефіцієнт (ГТК) за період «травень-вересень» змінюється від 0,49 до 0,45; кількість

опадів за рік – від 310 до 520 мм, в тому числі за холодний період «листопад-березень» – 120-220 мм, за «травень-вересень» – 140-265 мм; середня температура січня – від мінус 7,9 до мінус 0,7°C, липня – від 20,8 до 23,7°C. Сума середніх добових температур повітря вище 10°C за теплий період становить 2800-3500°C, у тому числі за «травень-вересень» – 2750-3050°C; тривалість періодів із температурою понад 0°C – 250-300, 5°C – 210-245, 10°C – 160-195, 15°C – 120-145, безморозного періоду – 160-220 днів (М.В. Зубець та ін., 2010).

Таблиця 3.2

Кліматичні параметри ґрунтово-екологічних територій Степу [4]

| Період вегетації | | | | Температура січня, °C | Опади за рік, мм |
|--|-----------|-----------|-----------|-----------------------|------------------|
| V-IX | | XI-III | | | |
| Сума $t > 10^{\circ}\text{C}$ | ГТК | Опади, мм | Опади, мм | | |
| <i>Зона Північного Степу</i> | | | | | |
| 2750-2950 | 0,68-0,89 | 200-265 | 120-210 | - (7,9-0,7) | 400-520 |
| <i>Підзона степова північно-центральна недостатньо зволожена</i> | | | | | |
| 2750-2800 | 0,83-0,89 | 230-265 | 120-210 | - (7,9-3,3) | 440-520 |
| <i>Підзона степова південно-центральна помірно посушлива</i> | | | | | |
| 2800-2900 | 0,76-0,82 | 215-240 | 120-210 | - (7,9-2,0) | 400-500 |
| <i>Підзона степова південно-центральна посушлива</i> | | | | | |
| 2900-2950 | 0,68-0,75 | 200-225 | 120-210 | - (5,5-0,7) | 400-460 |
| <i>Зона Південного Степу</i> | | | | | |
| 2950-3050 | 0,61-0,67 | 180-200 | 120-160 | - (4,4-0,7) | 370-430 |
| <i>Зона Сухого Степу</i> | | | | | |
| 3000-3050 | 0,45-0,60 | 140-185 | 120-140 | - (4,4-2,0) | 310-390 |
| <i>Підзона сухостепова суха</i> | | | | | |
| 3000-3050 | 0,52-0,60 | 155-185 | 120-140 | - (4,4-2,0) | 340-390 |
| <i>Підзона сухостепова дуже суха</i> | | | | | |
| 3000-3050 | 0,45-0,51 | 140-165 | 120-140 | - (3,2-2,0) | 310-345 |

Районування за ґрунтово-економічним статусом надає можливість диференційовано і ефективно використовувати ресурси степових земель шляхом застосування адаптивного рослинництва та розробляти і впроваджувати відповідні системи охорони і поліпшення родючості ґрунтів. Саме з такою метою необхідно детально аналізувати ґрунтово-екологічні

ресурси степової зони для формування агробіологічно обґрунтованих технологій вирощування зернових і зернобобових культур.

Загальною державною стратегією розвитку аграрного сектору України має стати першочерговість уваги до сталого розвитку галузі рослинництва як основи, що зумовлює незамінність сільськогосподарської продукції та продовольства в життєдіяльності людини і суспільства, її виняткову соціальну значимість.

Рослинництво України має вікові фундаторські основоположні наукові й практичні досягнення ефективного господарювання в різних ґрунтово-кліматичних умовах, історія розвитку галузі сформувала статус України перед усім як аграрної держави. Сільське господарство України з його базовими галузевими складовими є системоутворюючим у національній економіці, що формує фактори збереження суверенності держави: продовольчу, економічну, екологічну та енергетичну безпеку держави, забезпечує розвиток багатьох галузей національної економіки.

Рослинництво в аграрному секторі має свої об'єктивні переваги природно-ресурсного потенціалу, спроможного забезпечити потенціал виробництва, що значно перевищує потреби внутрішнього ринку, є галуззю, що на даному етапі стратегічно може стати (у визначених межах) локомотивом розвитку економіки, дати імпульс інвестиційному, технологічному та соціальному піднесенню у державі.

Стратегія розвитку рослинництва Степу на подальший період повинна бути спрямована на формування, ефективної, ресурсозберігаючої, екологічнобезпечної, соціально спрямованої, наукоємної галузі економіки держави, здатної у визначених межах задовольнити потреби внутрішнього ринку та провідні позиції експорту рослинницької продукції.

Одержання високих і сталих врожаїв сільськогосподарських культур базується на високоефективному використанні ґрунтово-кліматичних ресурсів. У сільськогосподарському виробництві, на відміну від інших галузей народного господарства, ці умови є найважливішими складовими

засобами, без чого неможливий сам процес одержання рослинницької продукції.

Разом з тим, природні ресурси відрізняються від звичайних засобів виробництва тим, що здатні природним шляхом відновлювати свої властивості, втрачені повністю або частково в процесі використання. При цьому ступінь відновлення властивостей одних видів ресурсів (сонячна радіація, тепло й інші) мало залежать від характеру виробництва продукції, а ступінь відновлення інших (агрофізична структура ґрунту, запаси поживних речовин і продуктивної вологи в ґрунті) визначаються інтенсивністю їх використання у процесі вирощування врожаю.

Природні ресурси, що піддаються безпосередньому активному регулюванню, підлягають керуванню за рахунок основних факторів інтенсифікації сучасного землеробства – хімізації (внесення добрив, гіпсування ґрунтів, використання гербіцидів), удосконалення структури посівних площ, обробітку ґрунту й поповнення запасів ґрунтової вологи шляхом зрошення. На основі цих факторів підвищується родючість ґрунту, поліпшується водозабезпеченість і створюються найкращі умови для одержання високих урожаїв сільськогосподарських культур.

Характерною рисою інтенсивного землеробства є посилення залежності від ресурсів життя рослин. Ступінь їхнього використання обумовлена характером об'єкта (сільськогосподарської культури) і взаємодії з ними ресурсів життя рослин в процесі формування врожаю. Завдання в одержанні сталих урожаїв зводиться переважно до максимально можливого наближення умов зовнішнього середовища до потреб рослин.

Найважливішою умовою подальшого підвищення ефективності землеробства є правильна оцінка й дослідження природних ресурсів регіону, засновані на глибокому аналізі залежності врожайності сільськогосподарських культур від ґрунтово-кліматичних особливостей. Постійно зростаюча потреба обліку ґрунтово-кліматичних факторів обумовлена посиленням їхнього впливу на кінцевий результат.

Співставлення даних реального рівня агрокліматичних ресурсів з потребами рослин дозволяє з досить високою точністю встановити фактори, що лімітують одержання високих урожаїв.

Важливо відзначити, що в інтенсивних системах зрошеного землеробства такі фактори, як тепло, світло, волога, поживні речовини використовуються з більшим коефіцієнтом корисної дії. За недостатнього рівня агротехніки ґрунтово-кліматичні ресурси витрачаються більшою мірою не на нагромадження біологічної маси, а на фізіологічні процеси, що призводить до втрат накопиченої органічної речовини.

Для раціонального дослідження ґрунтово-кліматичних ресурсів необхідно більш точно визначення для кожної культури першорядних біокліматичних констант. Біокліматична класифікація рослин дозволяє правильно оцінити потенційні кліматичні можливості регіону. А це, у свою чергу, відкриває можливості для розробки раціональних сівозмін, добору таких культур, гібридів, сортів, які забезпечать максимальне використання всього вегетаційного періоду, створення високого фотосинтетичного потенціалу посіву й найбільший вихід продукції з одиниці площі.

До основних і найважливіших біокліматичних характеристик рослин відносяться тривалість вегетації, вимоги до термічних факторів, ступінь корисного використання води, особливості фотоперіодичної реакції.

На біокліматичні параметри рослин впливає не тільки варіювання погодних умов, але й сортовий склад. Останнє має велике значення, тому що міжсортів розходження можуть бути досить значними, а вибір сорту часто відіграє вирішальну роль у визначенні можливостей вирощування тієї або іншої культури чи групи культур.

Незважаючи на регіональні відмінності, сонячна радіація забезпечує необхідною кількістю енергії всі культури, що вирощуються на півдні України, з надлишком. Як показали дослідження (Н.И. Гойса й ін., 1983), енергетична потреба рослин практично не залежить від умов вологозабезпеченості й рівня мінерального живлення. Саме тому вона є

основою для розрахунку максимально можливого врожаю при заданому коефіцієнті використання ФАР, що виявляється вихідним пунктом програмування.

Знаючи надходження фотосинтетичної активної радіації за потенційний вегетаційний період або за час, що становить будь-яку іншу його частину, можна поставити завдання раціональної акумуляції цієї енергії культурними рослинами. І вже на основі такого показника визначити потенційний урожай основної або проміжної культури, сорту.

Потенційний урожай визначається біологічними можливостями рослини, надходженням і використанням рослинами фотосинтетичної активної радіації. Це можливо за умови повного задоволення потреб рослин у теплі й матеріальних факторах життя, тобто, коли рівень агротехніки й меліорації дозволить довести коефіцієнт використання ФАР до максимального рівня.

У деяких практичних розрахунках (М.К. Колосов, 1997) прийнято вважати, що врожай сухої біомаси в 100 ц/га відповідає 40 ц/га зерна (при коефіцієнті виходу зерна 0,4) і 600 ц/га сирової (зеленої) маси.

Кількість сонячної радіації, що надходить до поверхні землі, змінити не можливо, але використання її можна значно збільшити. Якщо вирішальним фактором і рушійною силою фотосинтезу рослин є енергія сонячної радіації, то посів повинен являти досконалу оптичну систему, здатну поглинати велику кількість енергії ФАР і використовувати її на фотосинтез з високим коефіцієнтом корисної дії (ККД). Тому конструювання посівів з високим ККД ФАР має бути одним з основних завдань у технології підвищення врожаїв і якості зерна. Це досягається шляхом комплексу технологічних агро меліоративних, агрохімічних та інших заходів. Дуже важливим прийомом у цьому напрямку є цілеспрямована селекція на зміну біологічних особливостей культури через створення нових сортів, гібридів, що добре використовують ґрунтово-кліматичні ресурси регіону. У відкритому ґрунті

умови освітлення рослин можуть у певних межах регулюватися їх розміщенням, густиною посіву, напрямком рядків та ін.

Недостатньо ефективно використовується ФАР і в кінці вегетації, що пов'язано з процесами старіння листків, недостатнім водопостачанням та ін. Лише при оптимальному поєднанні всього комплексу зовнішніх і внутрішніх факторів, що як правило є характерним для середини вегетації, забезпечується вищий коефіцієнт корисної дії ФАР - 5-7 % і більше.

Зазначимо, що у звичайних умовах коефіцієнт використання ФАР не перевищує 1%. За недостатньої забезпеченості факторами росту він знижується до 0,2-0,5% (А.П. Федосєєв, 1979; О.О Ничипорович, 1979). В оптимальних умовах посіви здатні використати 3 і більше відсотків енергії фотосинтетичної активної радіації. Це є середніми показниками для всього вегетаційного періоду, які окремими етапами онтогенезу помітно змінюються. Так, мінімальне значення припадає на початок вегетації, коли у рослин ще мало листя. Використання ФАР у цей період становить лише декілька десятих відсотка. Лімітується дія фактора невисокою температурою, що характерно для цього етапу онтогенезу рослин.

За спостереженнями Ф.М. Пруцкова (1982) [404] пшениця озима добре використовує квітнево-червневу енергію сонця і майже не засвоюють її рослини в липні й серпні. Пшениця, вирощувана на зерно в умовах України, за вегетаційний період використовує 1,74 %, а за рік 1,12% ФАР. Урожай сухої речовини при цьому становить 133, а зерна 39 ц/га. У період інтенсивного приросту надземної маси і листової поверхні спостерігається найповніше використання рослинами радіації. При цьому посіви, вирощувані на багатому агрофоні, з кращою просторовою структурою, поглинали більшу кількість ФАР.

Коефіцієнт використання ФАР рослинами є інтегральним показником впливу усіх інших факторів на продуктивність агрофітоценозу. Зокрема, рівень у три і більше відсотків ФАР досягнуто у багаторічних дослідках Інституту зернового господарства [4], де при надходженні ФАР за період

сходи – повна стиглість зерна у 2,9 млрд. ккал/га одержують по 100 ц/га і більше зерна кукурудзи. Такі результати досягнуто завдяки максимальній стимуляції умов вирощування, у першу чергу створення високого фотосинтетичного потенціалу (ФП). З метою одержання високих значень ФП важливо створити сприятливі умови для інтенсивного наростання площі листків до оптимальної величини й тривалого перебування їх в активному стані.

Високі врожаї зернових і зернобобових культур можна одержати лише за сприятливих умов: високого рівня агротехніки, достатньої забезпеченості посівів елементами живлення, водою, за оптимальної густоти посіву, відповідних урожайних властивостей сортів. В.П. Гудзь (1989) вважає, що для одержання високих, урожаїв необхідно, щоб у розрахунку на кожен одиницю енергії ФАР, яка надходить за період вегетації, і на кожний відсоток її використання на фотосинтез та накопичення в урожаї, рослини мали близько 750 м³/га доступної для транспірації води, 25-30 кг/га доступного для засвоювання азоту, а в цілому 150 кг/га елементів мінерального живлення в оптимальних співвідношеннях.

Крім надходження ФАР на рослини суттєво впливає тривалість світлового дня. Установлено, що одні рослини швидше проходять розвиток за довгого світлового дня, а інші - за короткого. Світловий день в період весняної сівби наближається до 14 годин, у червні досягає 17 годин, а потім починає скорочуватися до 15 годин до середини серпня і до 11,5 години до кінця вересня. Тому при весняних строках сівби умови найбільш сприятливі для росту й розвитку рослин довгого дня, а при літніх посівах - короткого. Фактор тривалості світлового дня особливо важливо враховувати при плануванні вирощування проміжних посівів і а доборі компонентів агрофітоценозу.

Термічні ресурси степової зони України є одним з основних факторів диференціації сільськогосподарського виробництва й продуктивності землеробства. Південь України характеризується достатком тепла.

Тривалість теплового періоду становить у середньому 280-290 днів, холодного періоду – відповідно 75-85 днів. В оцінці забезпеченості теплом важливо насамперед визначити число днів з певними температурними переходами, за яких можлива вегетація різних сільськогосподарських культур, а також суму активних температур, що характеризує відповідність потребам в теплі окремих культур (табл. 3.3).

Таблиця 3.3

Термічні ресурси півдня України (за даними Українського науково-дослідного гідрометеорологічного інституту)

| Регіон, (область) | Кількість днів з температурами вище | | | Середні дати приморозків в повітрі, число/місяць | | Сума активних температур, °С |
|----------------------|-------------------------------------|---------|---------|--|---------|------------------------------|
| | 0° С | 5° С | 10° С | останнього | першого | |
| Запорізька | 251-269 | 207-220 | 167-180 | 14/04 | 15/10 | 2940-3450 |
| Миколаївська | 281-315 | 226-242 | 178-190 | 25/04 | 10/10 | 3080-3600 |
| Одеська | 259-272 | 212-224 | 172-183 | 9/04 | 27/10 | 3020-3480 |
| Херсонська | 257-306 | 212-245 | 169-192 | 13/04 | 24/10 | 2880-3610 |
| АР Крим | 265-290 | 218-232 | 177-187 | 15/04 | 16/10 | 3260-3500 |

Для більшості культур, що вирощують на півдні України, найбільше значення має період, коли середньодобова температура перевищує плюс 5°С, а для теплолюбних – плюс 10°С. Суми позитивних температур вище 5°С за вегетаційний період на півдні України становлять 3430°С, вище 10°С – 3075°С, вище 15° – 2540°С. Середньорічна температура повітря на півдні України перебуває в межах від 8 до 10,8°С. Середня температура самого теплого місяця (липня) становить від 20,6 до 23,9°С, а самого холодного (січня) – від 0,6 до мінус 5,8°С.

Веgetаційний період в південній частині регіону починається 20-31 березня, в північній - 1-5 квітня. Кінець вегетаційного періоду припадає на 15-25 листопада в південно-західній частині й на 1-15 листопада - у північно-східній. Порівняння фактичних ресурсів тепла на півдні України з

наведеними потребами в ньому культур вказує на повне задоволення потреб самих теплолюбних культур: рис, баштанні, овочеві, а також про доцільність застосування повторних посівів після вирощування деяких культур.

При вирощуванні окремих культур використовується тільки частина вегетаційного періоду й залишається деякий енергетичний резерв, який можна спрямувати для вирощування проміжних культур. Залишок ресурсів тепла й періоду вегетації після збирання деяких культур або змішаних посівів і можливості їхнього використання для вирощування проміжних посівів визначають за таблицею 3.4.

Таблиця 3.4

**Тривалість безморозного періоду і залишок тепла після збирання
врожаю окремих культур**

| Культура | Період збирання врожаю | | Число днів до заморозків | Сума активних температур, °С |
|---------------|---------------------------|-------------|--------------------------|------------------------------|
| | фаза вегетації | дата/місяць | | |
| Ячмінь озимий | Поодинокі колосіння | 30/05-05/06 | 130-135 | 2300-2850 |
| Пшениця озима | Повна стиглість | 05/07-10/07 | 90-100 | 1600-2150 |
| Ячмінь ярий | Поодинокі колосіння | 10/06-15/06 | 120-125 | 2100-2700 |
| Кукурудза | Молочно-воскова стиглість | 05/08-15/08 | 60-70 | 900-1350 |
| Горох | Технічна стиглість | 10/07-15/06 | 120-125 | 2100-2400 |

При вирощуванні культур у післяжнивний період (після збирання озимої пшениці) варто враховувати їхню здатність скорочувати тривалість вегетації через більш високі температури в початковий період росту й характерну фотоперіодичну реакцію.

Культури довгого дня в післяжнивних посівах відрізняються більш інтенсивним ростом. Хоча проходження фаз розвитку у них затримується, однак зростає здатність до більшого наростання вегетативної маси. При цьому на 200-300°С (сумарно) зменшується потреба у теплі. Все це визначає сприятливість умов для післяжнивного вирощування сільськогосподарських культур.

Тривалість вегетації рослин і кількість необхідного тепла визначають з таблиці 3.5 на основі узагальнення матеріалів наших досліджень.

Перелік вирощуваних на півдні України культур відрізняється значним розмаїттям. Теплові ресурси тут забезпечують можливість одержання високих урожаїв, у тому числі пізньостиглих культур (кукурудза, просо, соя) не тільки в основний строк посіву, але й у післязливний період. Важливо не допустити великих розривів між збиранням попередньої основної культури й посівом повторної. Так, за десятиденного розриву зазначених строків втрачається 200-250°C активних температур, що рівноцінно втраті майбутнього врожаю зерна в 0,7-1,2 т/га.

Таблиця 3.5

**Тривалість вегетаційного періоду потреб в теплі при вирощуванні
польових культур у післязливний період**

| Культура | Фаза вегетації при збиранні | Вегетаційний період, дні | Мінімальна сума активних температур, °C |
|--|-----------------------------|--------------------------|---|
| Ранньостиглі сорти проса, гречки, гороху, гірчиці | Повна стиглість | 70-85 | 1100-1200 |
| Середньостиглі сорти цих культур, ранньостиглі гібриди кукурудзи | Повна стиглість | 95-125 | 1550-2100 |
| Ячмінь, просо, райграс, горох, соя, вика, гречка | Цвітіння | 60-65 | 950-1050 |
| Кукурудза, сорго, суданська трава, просо | Повна стиглість | 60-90 | 1400-1600 |

На півдні України дуже обмежені ресурси вологи в цей період, тому вирощування проміжних культур ефективно лише при зрошенні.

Умови вологозабезпеченості як важливий фактор життєдіяльності рослин, нерідко лімітують одержання високих і стабільних урожаїв. Головною особливістю цього фактору є те, що деякі його величини (вологість ґрунту, вологість повітря в посіві), можна змінювати за допомогою

комплексу агротехнічних і меліоративних заходів і таким шляхом поліпшувати умови вирощування сільськогосподарських культур.

Величини, що входять у комплекс умов вологозабезпеченості, характеризують режим зволоження приземного шару атмосфери й ґрунту. До них відносяться: абсолютна й відносна вологість повітря, її дефіцит, характеристики режиму атмосферних опадів і запасів вологи в ґрунті, комплексні показники умов тепло- й вологозабезпеченості. Ці величини між собою тісно пов'язані.

Основним джерелом вологозабезпеченості земної поверхні є атмосферні опади, які випадають у краплинній або твердій фазі і мають товщину шару води певної кількості міліметрів. Режим опадів характеризують такими показниками, як вид, кількість, інтенсивність, число днів з опадами різної кількості.

Із всіх метеорологічних величин кількість опадів одна з найбільш мінливих у просторі і часі. Характерною рисою просторового розподілу опадів є значна строкатість їхнього випадання, особливо зливових, які у окремих пунктах досягають, а іноді й перевищують абсолютний місячний максимум. Наприклад, у м. Миколаїв 30 травня 1955 року за одну зливу випало 190 мм опадів. Характер опадів залежить як від пори року, так і від фізико-географічних особливостей самих областей. Найбільша просторова мінливість властива приморським районам. Для тимчасової мінливості місячних сум опадів характерними ознаками є значні коливання по роках - вони можуть бути у кілька разів менше або більше багаторічної норми. Кількість атмосферних опадів на півдні України характеризується найменшими значеннями порівняно з іншими кліматичними зонами.

Післяжнивний період характеризується дефіцитом вологи. Це пов'язано з літніми посухами, малою кількістю опадів (менше 50% від суми за весь вегетаційний період), високою випаровуваністю і значним виснаженням ґрунтової вологи за попередній період.

Якщо середні багаторічні запаси вологи в зоні Степу під час посіву пізніх культур становлять 25-35 мм в орному шарі ґрунту, або 100-150 мм у метровому шарі, то при своєчасному проведенні весняних польових робіт й оптимальних строків сівби з'являються нормальні сходи. В післяжнивний період запаси ґрунтової вологи зменшуються до 5-10 мм в орному шарі і до 20-50 мм - у метровому. Такої кількості вологи недостатньо для проростання насіння. Варто пам'ятати, що зниження запасів продуктивної вологи в орному шарі до 20 мм вважається початком посушливого періоду, а до 10 мм - початком сухого періоду. У той же час звернемо увагу на значне збільшення випадання опадів на півдні України в останні роки, що підтверджує проведений нами аналіз по метеостанціях Херсонської області.

Розрахункові величини врожайності польових культур на основі даних про опади наведено в таблиці 3.6. Згідно з ними можна приблизно визначити продуктивність посівів в зоні південного Степу України.

Таблиця 3.6

Теоретичні величини врожайності польових культур, розраховані за кількістю опадів, т/га

| Культури | Строки сівби | |
|---------------------------|--------------|-------------|
| | весняні | післяжнивні |
| Рані зернові: - на зерно | 2,0-2,6 | — |
| - на зелену масу | 22,5-32,5 | 15,0-20,0 |
| Пізні зернові: - на зерно | 3,0-3,6 | 1,6-2,2 |
| - на зелену масу | 37,5-45,0 | 20,0-27,5 |

В умовах зрошуваного землеробства створюється найбільш сприятливий для рослин водний режим. Проте, важливе значення має раціональне використання наявних водних ресурсів. У зв'язку із цим необхідно знати кількість дефіциту вологи у різні за вологозабезпеченістю роки. Тому розрахунок вологозабезпеченості доцільно встановлювати не за опадами, а за дефіцитом водоспоживання, що є комплексним показником

водного балансу кореневмісного шару ґрунту, який визначає потребу рослин у додатковій волозі.

Це пояснюється тим, що у величині водоспоживання беруть участь не тільки опади вегетаційного періоду, але й запаси вологи ґрунту, наявність яких, особливо на початку вегетації, залежить в основному від опадів попереднього періоду. Роль ґрунтових запасів вологи значна, вони можуть становити 40-50 % загального водоспоживання. Певна кількість вологи заощаджується завдяки близькому до поверхні ґрунту рівню (до 3 м) заляганні ґрунтових вод, що приймають участь у водоспоживанні рослин. У середньосухі роки, що відповідають рокам 25 %-ній водозабезпеченості, і в середньовологі роки, еквівалентні 75 %-ній водозабезпеченості, найбільший дефіцит водоспоживання зернових культур спостерігається в Запорізькій, Миколаївській, Херсонській областях і АР Крим. В умовах Півдня України має місце різка диспропорція, що виражається в достатку енергетичних і теплових ресурсів при дефіциті опадів. Тому тут зрошення є особливо ефективним.

Найважливішими характеристиками екстремальності умов вологозабезпеченості південних областей України є показники інтенсивності й повторюваності посушливих явищ: тривалість і повторюваність бездощових періодів, тривалість, повторюваність і охоплення території посухами, число днів із суховіями та їх інтенсивність.

У степовій зоні України щорічно спостерігаються бездощові періоди, тривалість яких перевищує 1 -2 місяця. Бездощові періоди тривалістю 10-20 днів бувають щорічно протягом вегетаційного періоду два-три рази. Перші дні бездощових періодів не представляють небезпеки для розвитку сільськогосподарських культур. Починаючи з десятого дня, відсутність дощу негативно позначається на стані рослин, особливо у фазах колосіння й цвітіння, коли потреба у волозі найбільша. Починаючи з десятого дня бездощів'я, наступні дні вважають посушливими. Отже, число посушливих днів у бездощовому періоді буде на 9 менше від загального числа днів

періоду. У степовій зоні число посушливих днів зростає від 50 на межі з лісостеповою зоною - до 90-94 у приморській смузі. Бездошові періоди служать причиною посух і суховіїв.

Повторюваність весняних посух у регіонах Південного Степу України становить близько 40%, літні посухи досягають 80-90%, а осінні – всього 20%. Імовірність посух, що охоплюють весь літній період, змінюється з півночі на південь від 20 до 50%. На півдні Херсонської області, у прибережній смузі, їхня ймовірність становить 50-60%. Дні, коли відносна вологість повітря менша 30%, вважаються сухими. Найчастіше вони спостерігаються у південній і східній частинах степової зони. Сухі дні відзначаються переважно в теплий період року. Узимку число таких днів незначне. Навесні їхня кількість зростає і у квітні-травні в окремих пунктах досягає 7-9 днів. У весняний період велику шкоду озимим культурам наносить поєднання низької вологості повітря (менш 30 %) зі зниженими температурами (холодна посуха). Особливо шкідливі такі умови наприкінці квітня-початку травня, коли в озимих рослин відбувається формування колоскових горбків і квіток у колосках. Під впливом таких умов може значно знизитися число зерен у колосі, що, в остаточному підсумку, помітно позначається на врожаї.

Липень і серпень є найбільш сухими місяцями року. Інтенсивний прогрів повітря й зменшення кількості опадів приводить у районах, віддалених від морського узбережжя, до збільшення числа сухих днів до 9-12 та зменшення вологості повітря нижче 30 %. Найбільша кількість суховійних днів протягом року спостерігається в Херсонській області - від 16 до 22, найменша - Одеській - від 5 до 15 днів; на іншій частині регіону, крім районів, що прилягають до морського узбережжя, число суховійних днів становить від 11 до 20.

Південний регіон характеризується значною тривалістю днів з температурою вище 30°C (25-30 днів) і відносною вологістю повітря нижче 30% (30-35 днів). Ці показники погодних умов у поєднанні з вітром вище 5

м/с становлять елементи суховійного періоду. Такі вітри бувають в усі місяці теплого періоду з максимумом у серпні. У теплий період року тут виділяються найбільш значні території з підвищеною кількістю днів із суховіями. Найбільш активні з них займають Миколаївську та Херсонську області, де щорічна повторюваність суховіїв перевищує 15 днів. В Одеській області середнє число днів із суховіями за рік дорівнює 7. В окремі роки суховії в південному Степу тривають від 36 до 50 днів.

Початковою ознакою ушкодження зернових культур від суховію є зів'янення, а потім скручування листків. Надалі спостерігається пожовтіння або висихання листків у зеленому вигляді, а також побіління остей колосу. Такі ознаки носять незворотний характер. Найбільшу шкоду суховії наносять у період наливу й дозрівання зерна. При поєднанні з посухою у повітрі, яка спричиняє виникнення суховіїв протягом 3-5 днів, відбувається зменшення маси зерна на 40 % і більше.

Часто спостерігаються тут і посушливі вітри, що переходять в пилові буревії. У значній частині регіону відзначається 7-9 днів у році з пиловими буревіями. Найбільше пилових буревіїв (10-13 днів) буває в центральній частині Херсонської та півночі АР Крим і найменше - півночі Миколаївської та Одеської областей (4-6 днів).

Головна причина виникнення вітрової ерозії - суцільна оранка ґрунту полицевими плугами. Зі збільшенням розораності території частота прояву вітрової ерозії зростає. Важливим фактором зниження негативного впливу суховіїв і пилових буревіїв є зрошення. Під впливом поливу зменшується їх ймовірність, тому що збільшується вологість орного шару ґрунту й поліпшується мікроклімат посіву. Дія зрошення особливо ефективна у жаркі, суховійні дні. Внаслідок посиленого випаровування вологи з поверхні ґрунту й транспірації рослин температура повітря у посівах знижується на 4-6°C, а відносна вологість збільшується на 20-40 %.

3.2 Використання агроекологічного потенціалу зони Степу України та адаптування сучасних технологій вирощування зернових і зернобобових культур до кліматичних змін

Агроекологічний потенціал є однією зі складових природно-ресурсного й економічного потенціалу. Він визначається як здатність ґрунтів, атмосфери, гідросфери й біоти регіону давати певну господарську продукцію у конкретних соціально-економічних умовах використання земель, засновану на біологічній продуктивності, без приведення системи природних ресурсів до необоротного руйнування й різкого погіршення її динамічних якостей.

Одними з перших методологічні розробки ефективного використання агроекологічного потенціалу виконали І. Петранович (1985) та И. Бога (1984) для умов Угорщини [4]. У вітчизняній літературі ряд питань цієї проблеми висвітлено у роботах В.І. Жарінова (1988) [28]. Вся складна система ресурсів, що становлять агроекологічний потенціал, розділяється на ряд підсистем або часткові потенціали, такі як кліматичний потенціал, потенціал ґрунту, агрогідропотенціал. Нами розроблені методичні підходи до оцінки агроекологічного потенціалу конкретного регіону й деяких його складових.

У кожному господарстві вирощують набір різних культур, кожна з яких має специфічний біолого-генетичний потенціал із властивими їм потребами у факторах життєдіяльності. Тому стосовно кожної культури регіон має характерний для нього агроекологічний потенціал $АЕП_k$. Значення потенціалу регіону $АЕП_{рег}$ стосовно всієї одержуваної у регіоні рослинницької продукції може бути отримане як середньозважене значення з величини $АЕП_k$. Таким чином, подальше завдання визначення $АЕП_{рег}$ зводиться у визначенні його складових стосовно кожної вирощуваної культури. На практиці $АЕП$ конкретного регіону стосовно певної культури часто виражає вже досягнутий максимум її врожайності: $АЕП = Y_{max}$. Однак, таке значення врожайності - величина досить випадкова, вона істотно залежить від рівня культури землеробства й не завжди відображує потенційні

можливості регіону. Тому необхідно одержати таку кількісну характеристику АЕП_к, що по можливості менше залежала б від рівня технології, оскільки продуктивність агрофітоценозів є результатом багатофакторних зв'язків зі складовими агроекологічного потенціалу. Більш об'єктивним підходом в оцінці є статистичні методи визначення екстремальних значень при обмежених розмірах вибірки.

Суть методу зводиться до наступного. Спочатку з розглянутого тимчасового ряду врожайності (більше 10-11 років) виключають постійну складову або тренд. Останній являє собою усереднене за якийсь період стійке значення врожайності (Y , ц/га за рік), викликане зміною рівня культури землеробства: якщо тренд позитивний ($A < 0$), то врожайність зростає, культура землеробства підвищується; значення $A = 0$ свідчить про застійні явища або стійку тенденцію його рівня; при негативному тренді ($A > 0$) має місце деградація культури землеробства.

Виключивши тренд за наведеною вище методикою, ряд показників урожайності інтерполують до рівня технології заданого року. Дані ряди врожайності, як показали дослідження, статистично однорідні і, як правило, підкоряються закону нормального розподілу. Це дозволяє визначити статистичний максимум урожайності культури ($Y_{\max k}$) за формулою: $Y_{\max k} = Y_{\text{пр}} + 3 \sigma Y$ з імовірністю 0,99, де $Y_{\text{пр}}$ – середнє за період значення урожайності, σY – її середнє квадратичне відхилення. Значення статистичного (господарського) максимуму врожайності даної культури $Y_{\max k}$ може бути прийнято як характеристика агроекологічного потенціалу (АЕП_к = $Y_{\max k}$) регіону (господарства) стосовно цієї культури.

У південних областях України основним фактором, що лімітує реалізацію біолого-генетичного потенціалу сільськогосподарських культур і знижує ефективність агроекологічного потенціалу, є дефіцит вологи. Зрошувальні меліорації значною мірою усувають цей дефіцит і тим самим сприяють збільшенню ефективності агроекологічного потенціалу та ступеню його реалізації у вигляді фактичного рівня врожаю.

Крім загальної оцінки, АЕП становить інтерес розгляд і його окремих складових, зокрема потенціалу клімату. Є різні підходи до рішення цього завдання. Розглянемо деякі з них на прикладі кукурудзи.

Таким чином, статистичний максимум урожайності конкретної культури може служити мірою агроекологічного потенціалу регіону для конкретних історичних і соціально-економічних способів і форм землекористування (тобто в певний рік і при заданому рівні технології вирощування).

Загальна оцінка агроекологічного потенціалу може бути виражена в потенційному валовому зборі зерна всіх орних земель регіону або як середньозважене значення статистичного максимуму врожайності. При цьому необхідно мати на увазі нерівноцінність продукції різних культур, вирощуваних у регіоні. Тому пропонується в якості однакового показника продуктивності використати вихід кормових одиниць з гектара ріллі або із всіх орних земель регіону. Такий підхід дозволяє одержати більш узагальнену оцінку АЕП, ніж за врожайністю зерна (додаток В.1).

Однак і цей підхід не охоплює повного набору сільськогосподарських культур. Тому загальну оцінку АЕП регіону можна визначити виходом енергії, накопиченої в органах (у ГДж/га) через величину врожаю сухої маси тощо (див. розд. 9). Проте найбільш загальна оцінка агроекологічного потенціалу може бути отримана якщо статистичний максимум урожайності всього комплексу культур виразити через економічні показники (чистий прибуток, собівартість, рентабельність, тощо).

Агроекологічний потенціал степової зони України безпосередньо пов'язаний зі змінами клімату, особливо природними гідротермічними умовами на окремих локальних територіях, які можуть суттєво різнитися за роками (додаток В.2). Так, за даними метеорологічний спостережень доведено, що зміни кліматичних показників Херсонської області мають тісний від'ємний взаємозв'язок коливань середньорічних температур повітря та суми атмосферних опадів (рис. 3.1). Визначено, що за останні 30 років

середньорічна температура повітря має сталу тенденцію до збільшення, а у 2019 році досягла максимальних значень 12,9°C. Оподи мають тенденцію до значних коливань, з мінімумом в останні роки 310 мм (2017 р.).

Також слід брати до уваги, що збільшення температури атмосферного повітря в різних температурних діапазонах відбувається не рівномірно. Так у 2012 році загальне збільшення суми активних температур склало 19%, а збільшення суми ефективних температур вище 15°C склало 63%.

Такий розподіл свідчить про надходження на поверхню ґрунту в літній період на 63 % більшої кількості теплової енергії, що призвело до збільшення середьодекадної температури ґрунту у липні 2012 року на глибині 5 см з 26,7°C до 31,1°C (+4,4°C), а на глибині 20 см з 25,9° до 29,9°C (+4,0°C), що має безпосередній вплив на продуктивність зернових і зернобобових культур.

В умовах змін клімату відбувається зміна температури ґрунту, тому питання термінів посіву основних сільськогосподарських культур в Південному регіоні України є актуальним.

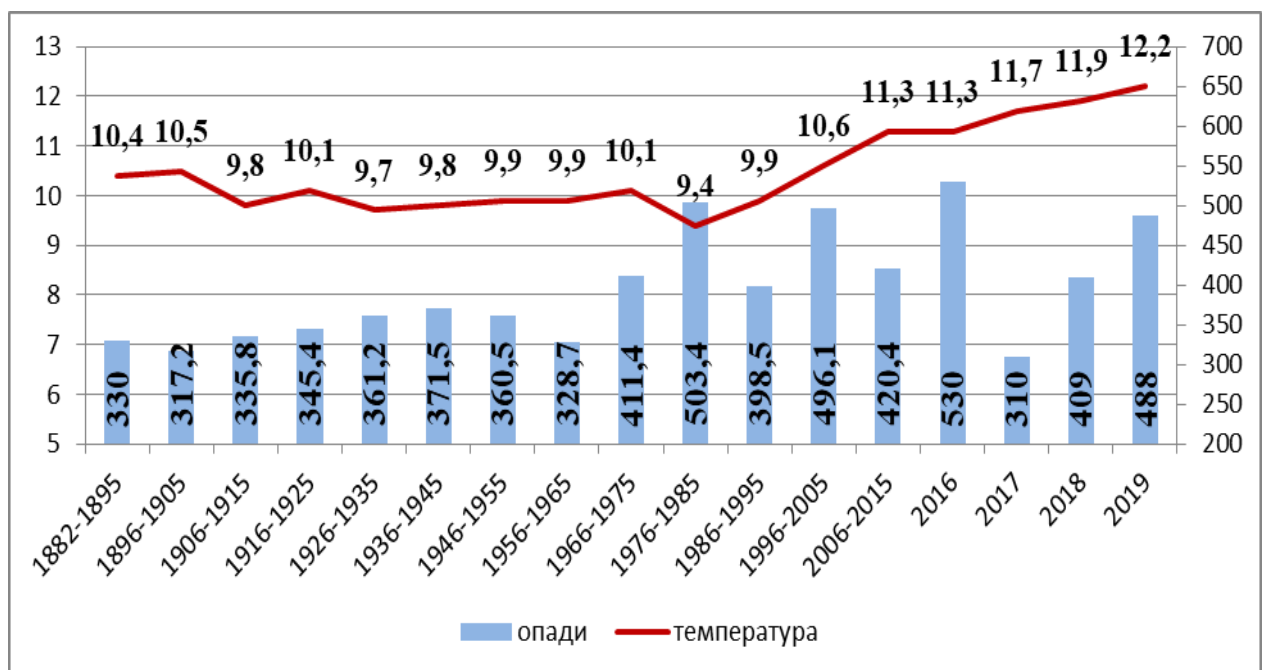


Рис. 3.1 Середня кількість опадів та середньорічні температури повітря (за даними агрометеорологічної станції м. Херсон (1882-2019 рр.)

З підвищенням ґрунтової температури прискорюються процеси асиміляції та синтезу органічних речовин, але разом з тим підвищується

інтенсивність дихання рослин. У зв'язку з чим при надмірному підвищенні температури може скластися ситуація, при якій процеси синтезу речовин та їхньої витрати на дихання врівноважуються. Тобто рослина опиниться в так званому стані компенсаційної точки. А при різкому зниженні температури ґрунту в рослинах гальмується, а інколи навіть порушуються, процеси обміну речовин, що може призвести, в тому числі, і до загибелі посіву.

Зміною строків сівби навесні можна створити кращі умови для росту й розвитку рослин та уникнути настання несприятливих умов у критичні фази розвитку та використати накопичену вологу.

Приклад адаптації строків сівби соняшнику в Південному регіоні України в умовах регіональних змін клімату. На сьогодні немає сталої наукової думки стосовно оптимальних строків сівби соняшнику. Оскільки різні сорти та гібриди неоднаково реагують на терміни висіву, та враховуючи те, що останніми роками у виробництві з'явилося багато нових гібридів, які відрізняються від попередників швидкістю, морфо-біологічними ознаками, підвищеною стійкістю до затінення, хвороб, вилягання, вищою врожайністю та якістю продукції, актуальним і важливим для виробництва є визначення оптимальних термінів висіву цієї культури за різних ґрунтово-кліматичних умов для покращання росту й розвитку рослин та підвищення продуктивності з одиниці площі.

Вчені і практики наводять дані про терміни посівів, які різняться між собою. Одні автори стверджують, що оптимальною температурою для посівів є 6-9°C, інші рекомендують виробляти сівба при температурі ґрунту 16°C, а треті називають 10-12°C. В південних областях України середня температура ґрунту 10-12°C за календарем припадає на середину квітня, при оптимальної температури проростання 20°C. Оптимальний строк посіву гібридів соняшника з урахуванням їхніх біологічних особливостей настає у період, коли температура на глибині загортання насіння становить 10-12°C. За умов ранньої сівби період отримання сходів розтягується до 3-4 тижнів,

сходи не дружні, зрідженні. При пізній сівбі часто відчувається дефіцит вологи у верхньому шарі ґрунту.

Оптимальною температурою ґрунту для посіву соняшнику є 10-12°C. В південному регіоні України середня температура ґрунту 10-12°C за календарем припадає на квітень місяць. За період охоплений дослідженнями (1990-2019 рр.) перехід середньодобової температури ґрунту на глибині 10 см через +12°C весною коливався від початку до кінця квітня. У більшості років перехід температури середньодобової ґрунту на глибині 10 см через +12°C відбувався з 6 по 20 квітня (рис. 3.2).

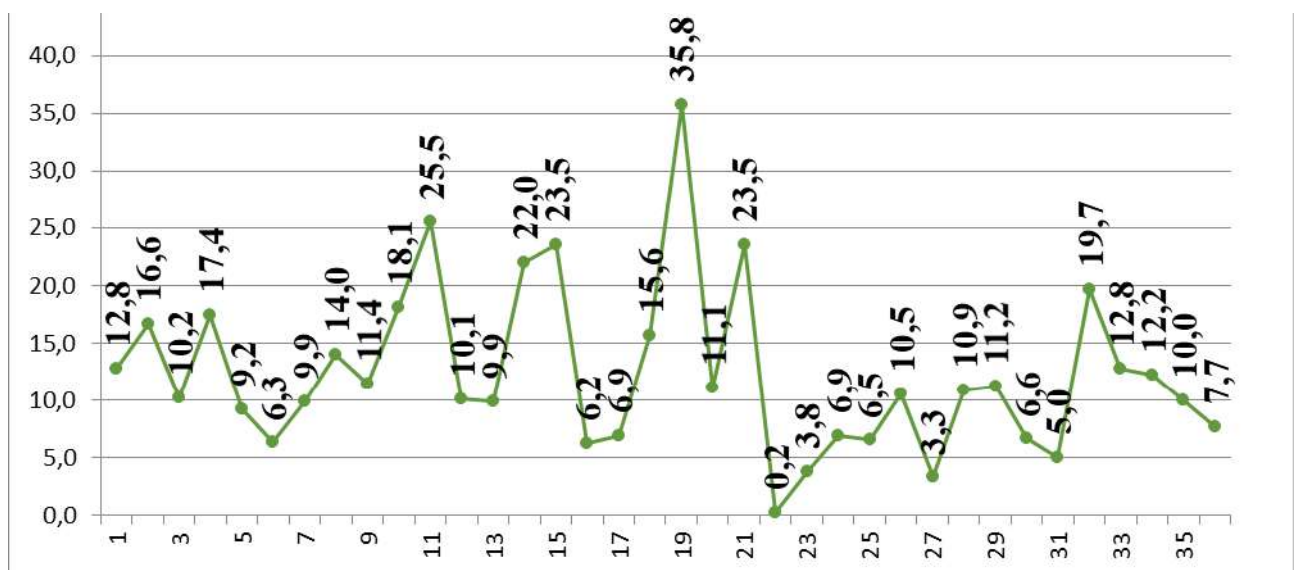


Рис. 3.2 Середньо декадна кількість опадів у квітні (1990-2019 рр.) за даними агрометеорологічної станції Херсон

Також слід враховувати таке метеорологічне явище, як заморозки. За багаторічними спостереженнями Херсонського обласного центру з гідрометеорології у квітні місяці в Херсонській області в середньому спостерігається від 5 до 8 днів з заморозками. В окремі роки кількість днів з заморозками може становити від 10 до 20 днів.

В Інституті зрошуваного землеробства вже тривалий час проводяться наукові дослідження з моніторингу змін регіонального клімату степової зони України. Наші дослідження показали, що впродовж 135-річного періоду інструментальних спостережень відбувались істотні коливання, як температури повітря, так і кількості опадів у Херсонській області. За цей час

відмічалось три періоди потепління. При цьому, сучасне потепління є більш помітним за попередні. Підвищення температури відбувається усі сезони року.

За період досліджень (1990-2019 рр.) спостерігається тенденція до збільшення середньорічної температури повітря за даними Херсонського обласного центру з гідрометеорології (рис. 3.3). Швидкість зростання середньорічної температури повітря: у період з 1990 по 1999 рр. складає $0,1812^{\circ}\text{C}$ за рік, у період з 1990 по 2009 рр. $+0,1143^{\circ}\text{C}$ за рік, а з 1990 по 2019 рр. $+0,1134^{\circ}\text{C}$ за рік.

За період досліджень (1990-2018 рр.) спостерігається тенденція до збільшення середньорічної температури повітря по ГМС "Херсон» за вегетаційний період, що підтверджується рівнянням регресії (рис. 3.4). Швидкість зростання середньорічної температури повітря: у період з 1990 по 1999 рр. складає $0,117^{\circ}\text{C}$ за рік, у період з 1990 по 2009 рр. $-0,0839^{\circ}\text{C}$ за рік, а з 1990 по 2019 рр. $-0,0961^{\circ}\text{C}$ за рік.

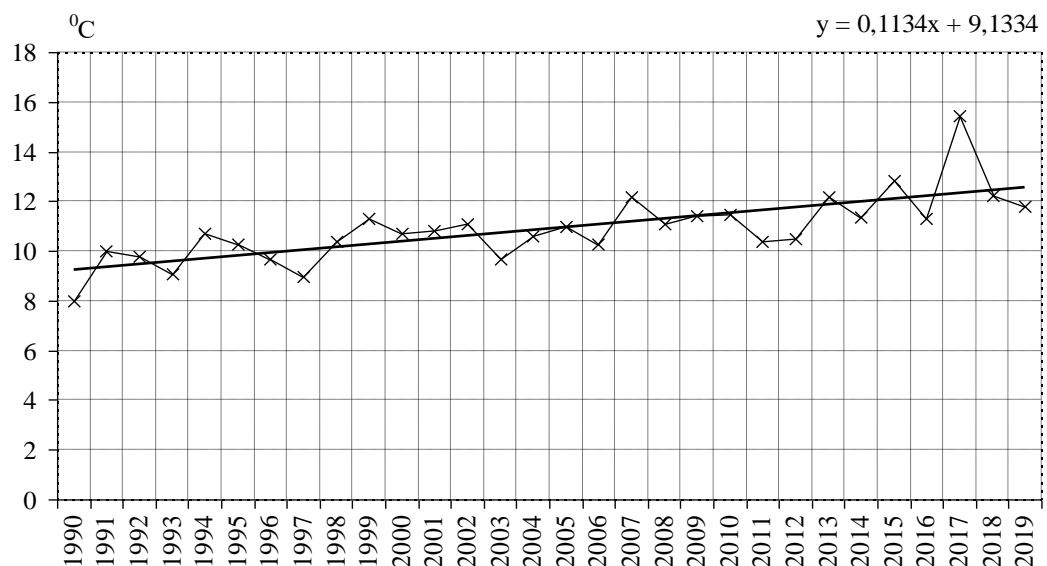


Рис. 3.3 Середньорічна температура повітря (за даними Херсонської агрометеостанції)

За період досліджень (1990-2019 рр.) спостерігається тенденція до незначного збільшення середньорічних опадів та зменшення середніх опадів за даними Херсонської агрометеостанції (рис. 3.5 та 3.6).

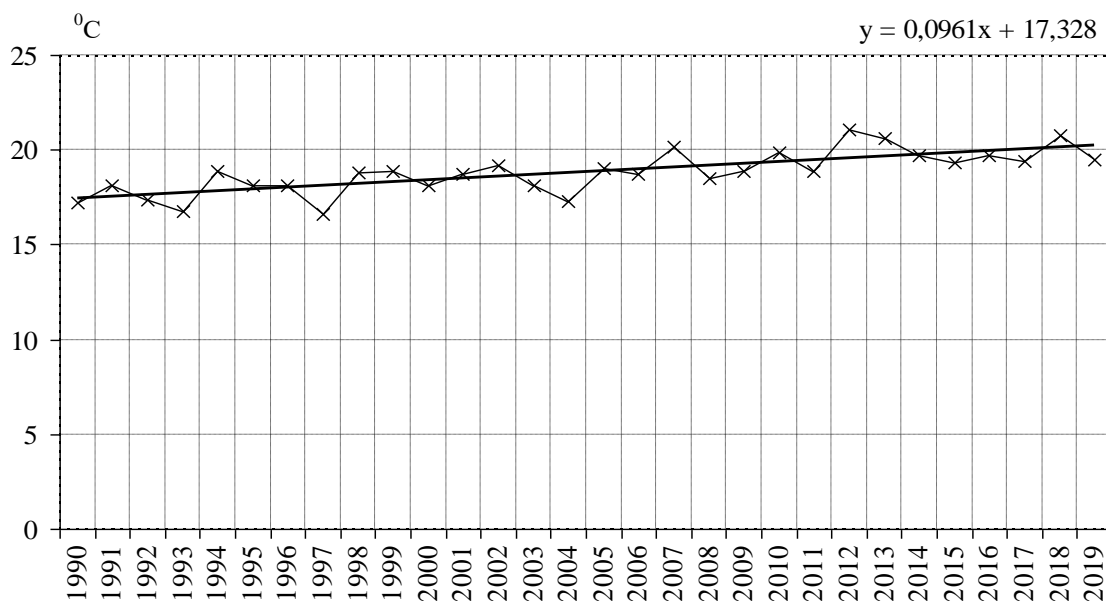


Рис 3.4 Середня температура повітря за вегетаційний період (за даними Херсонського агрометеостанції)

Кліматичні зміни посилюють ризики сільськогосподарського виробництва, тому перед вченими постає необхідність модернізації традиційної моделі аграрного виробництва з урахуванням глобальних і регіональних кліматичних змін.

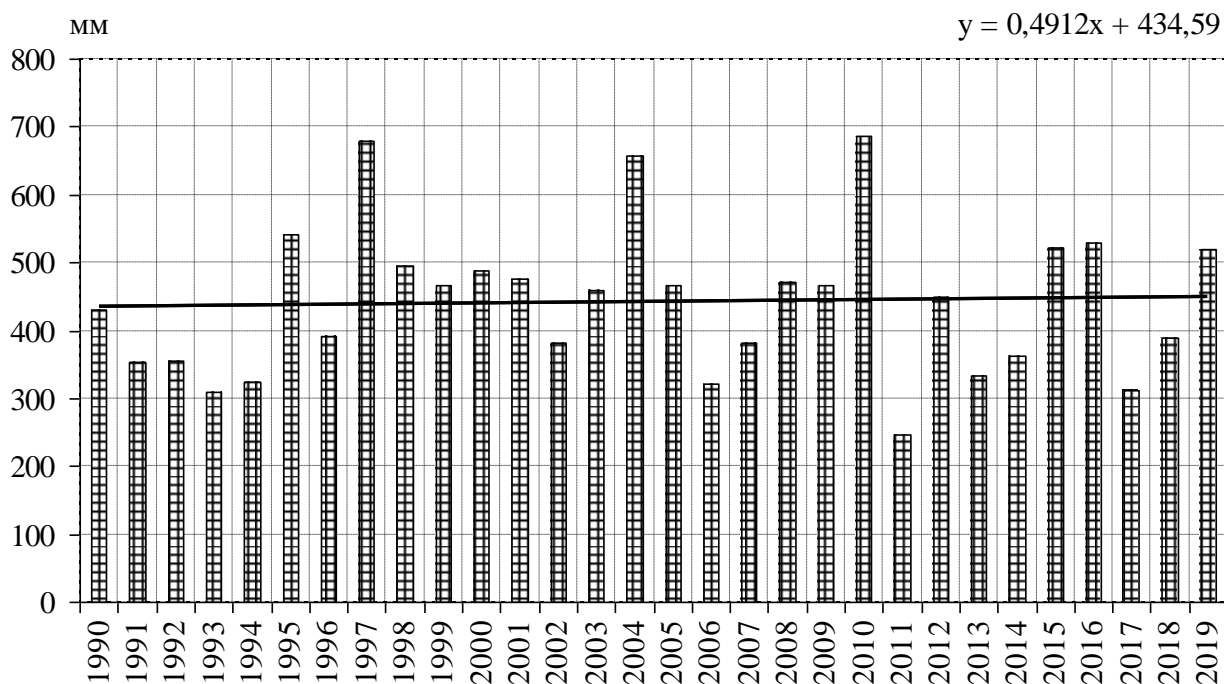


Рис. 3.5 Сума середньо річних опадів (1990-2019 рр.)

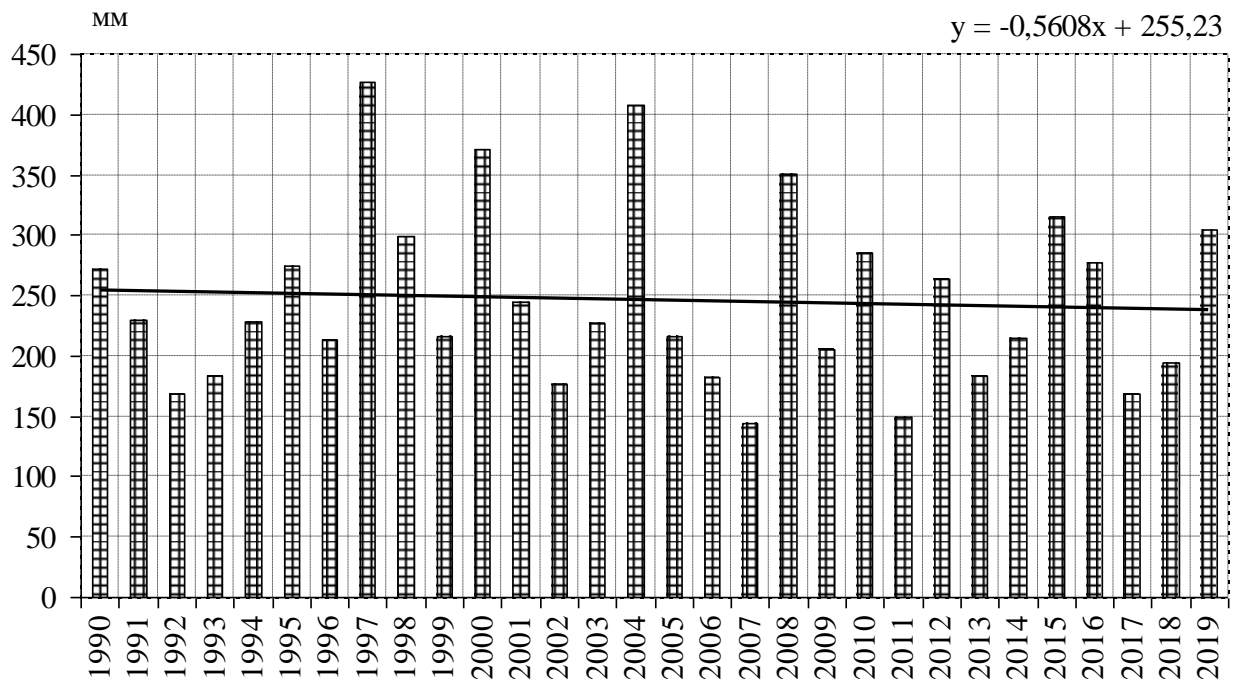


Рис. 3.6 Середньо вегетаційна сума опадів (1990-2019 рр.)

Міжурядова група експертів зі зміни клімату висловила занепокоєння з приводу негативного впливу кліматичних змін на врожайність сільськогосподарських культур та визначила напрями пом'якшення впливу цих змін на глобальному рівні через скорочення викидів парникових газів

На думку вчених [7], існує висока ймовірність, що глобальне потепління призведе до погіршення кліматичних умов на 2 млн га земель, а територія Запорізької, Херсонської, Миколаївської та Одеської областей може стати не придатною для землеробства.

У грудні 2015 року на 21-й конференції сторін рамкової конвенції ООН зі зміни клімату була прийнята нова міжнародна кліматична угода – Паризька угода. Паризька угода встановила ціль щодо утримання глобальної температури на Землі в межах 2°C до 2100 року, однак викиди парникових газів у країнах-підписантах цієї угоди спричиняють зростання глобальної температури на рівні 3,5°C до 2100 року.

Якщо розвиток сільського господарства у подальшому розглядати залежно від сценаріїв вуглецевого розвитку світу, то можна визначити три сценарії кліматичних змін для світу до 2100 року: ніяких дій – підвищення

температури до 4,5°C при глобальних викидах близько 150 в т CO₂-екв, поточний варіант – 3,5°C при зменшенні глобальних викидів до 80 в т CO₂-екв, за температури до 2°C при глобальних викидах 10 в т CO₂-екв. Україна визначила свою ціль – скорочення викидів на 40% до 2030 року відносно рівня викидів 1990 року.

Виходячи з вище наведеного аналізу обґрунтовано методологічний підхід до досягнення мети дослідження, який базується на двох сценаріях кліматичних змін та відповідно до них напрямках розвитку сільського господарства: перший сценарій – традиційний (базовий) сценарій кліматичних змін, який базується на подальших змінах клімату та його прогнозах і не передбачає поступового переходу до вуглецевого сільського господарства; другий – паризькоорієнтований сценарій кліматичних змін, який базується на вуглецевому та адаптивному сільському господарстві.

Таким чином, визначено, що з метою мінімізації впливу зміни клімату на сільськогосподарське виробництво необхідно розробити напрями адаптації сільськогосподарського виробництва до різних сценаріїв кліматичних змін: розробка систем землеробства з ресурсоощадними, ґрунтозберігаючими елементами технологій, інноваційними системами обробітку ґрунту для зниження антропогенного навантаження на ґрунт та зменшення викидів парникових газів; удосконалення системи захисту рослин від хвороб та шкідників; використання адаптованих до посушливих умов і зрошення сортів і гібридів сільськогосподарських культур, а також культур з коротким періодом вегетації; попередження процесів деградації ґрунтів, засолення й осолонцювання та водної і вітрової ерозії; запровадження водозберігаючих режимів зрошення та інноваційних способів поливу сільськогосподарських культур.

Формується база даних для розробки кліматичних сценаріїв та прогнозів змін клімату залежно від температурних показників, вологозабезпечення, показники родючості ґрунту для визначення тенденцій регіональних кліматичних змін та формування локальних сценаріїв розвитку

сільського господарства у зоні зрошення. При цьому важливою умовою залишається збереження навколишнього природного середовища, підвищення економічного ефекту від застосування зрошення та соціального ефекту від нього, який дозволяє підвищити рівень благополуччя й добробуту сільського населення та подальшого розвитку сільських територій у зоні зрошення.

Встановлено, що ранній початок теплового періоду зумовлює раннє відновлення вегетації рослин. Протягом останніх двох десятиріч вегетаційний період (із середньодобовою температурою повітря 5°C і вище) у ґрунтово-кліматичних зонах починається на 206 днів раніше і закінчується на 2-6 днів пізніше, порівняно з базовим періодом. Тривалість вегетаційного періоду у зоні Степу збільшилась майже на два тижні, а сума температур – наприклад, у Херсонській області майже на 700°C . З одного боку, збільшення тривалості вегетаційного періоду і періоду активної вегетації посилює агрокліматичний потенціал території і сприяє отриманню більших врожаїв основних сільськогосподарських культур, з іншого боку, ранній початок відновлення вегетаційного періоду на весні збільшує загрозу пошкодження рослин заморозками як травні, так і у березні, квітні.

Відмічаються високі температури, вище багаторічних середніх значень, які негативно впливають на продуктивність сільськогосподарських культур. В такі періоди збільшується випаровування з поверхні ґрунту та зменшується відносна вологість повітря, що призводить до термічного опіку рослин. Тривала спека послаблює процеси фотосинтезу і відповідно зменшує кількість органічної речовини та урожайність сільськогосподарських культур.

Підвищення температури повітря та нерівномірний розподіл опадів, які мають зливовий, локальний характер у теплий період і не забезпечують ефективного накопичення вологи у ґрунті зумовило збільшення кількості та інтенсивності посушливих явищ.

У поєднанні з іншими антропогенними чинниками це призводить до розширення зони ризикованого землеробства і навіть до опустелювання земель сухостепової зони, а зона Лісостепу, за останнє десятиріччя, перейшла із категорії середньо посушливої в категорію сильно посушливої. Крім того, змінюється режим зволоження за рахунок зміни структури опадів, а саме: збільшується кількість зливових непродуктивних дощів, які спричиняють розвиток процесів водної ерозії ґрунтів, втрату верхнього родючого шару ґрунту і органічної речовини.

Прогнози вчених доводять, що режим зволоження в Україні значно зміниться до середини ХХІ століття [318]. Спостерігатиметься їх значна неоднорідність як часі, так і у просторі протягом року. Все це призведе до зміни меж ґрунтово-кліматичних зон і, як наслідок, умови вирощування сільськогосподарських культур, їх урожайність та строки сівби і збирання врожаю [401].

В таблиці 3.7 наведені багаторічні результати досліджень вчених Інституту зрошуваного землеробства НААН щодо впливу строків сівби на урожайність основних сільськогосподарських культур (у даному випадку пшениці озимою).

Таблиця 3.7

Урожайність пшениці озимої залежно від строків сівби на дослідних ділянках Інституту зрошуваного землеробства НААН, т/га [90]

| Строки сівби | 1967-1984 рр. | 1997-2000 рр. | 2001-2005 рр. | 2006-2010 рр. | 2011-2015 рр. |
|--------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| 5.09 | 4,15 | 3,71 | 4,60 | 4,38 | 3,92 |
| 15.09 | 4,34 | 4,03 | 5,08 | 4,84 | 4,39 |
| 25.09 | 4,35 | 3,70 | 5,09 | 5,01 | 4,70 |
| 5.10 | 4,05 | 3,41 | 4,10 | 4,71 | 4,77 |
| 15.10 | 2,81 | 2,57 | 3,36 | 3,73 | 4,43 |

Встановлено, що найбільш сприятливими строком сівби був – 25 вересня, оскільки він відмічається і найвищою врожайністю пшениці озимою. Збільшення тривалості вегетаційного періоду, зростання суми

температур за вегетаційний період, надходження ФАР та сумарного випаровування, зростання нестачі води для задоволення потреб рослин вимагає збільшення площ зрошення шляхом відновлення колишніх зрошувальних систем та будівництвом нових. А це, в свою чергу, потребує значних витрат водних ресурсів, яких не стало менше як в Україні, так і у світі, однак вони розподіляються нерівномірно і по іншому.

Для протидії кліматичним викликам необхідно розробляти і впроваджувати інноваційні технології вирощування сільськогосподарських культур, впроваджувати системи мінімізації обробітку ґрунту (No-Till, Mini-Till), відновлювати лісосмуги для збереження вологи ґрунту й попередження процесів водної і вітрової ерозії, формувати науково обґрунтовані сівоzmін, а також відновлювати і розширювати зрошення.

Для зменшення негативного впливу сільського господарства на навколишнє природне середовище шляхом мінімізації викидів парникових газів у процесі виконання технологічних операцій при вирощуванні зернових і зернобобових культур необхідно передбачити інноваційні системи основного обробітку ґрунту з метою збереження вуглецю у ґрунті та природної його вологи; знижувати вуглецеву ємність сільського господарства; впроваджувати органо-мінеральні системи удобрення та біологічних елементів регулювання росту й розвитку рослин.

Для підвищення обсягів виробництва зерна та іншої рослинницької продукції необхідно сконцентрувати дослідження в аграрній галузі за двома напрямками:

I. Підвищення ефективності використання зрошуваних земель на засадах інтенсифікації технологій вирощування, нормування ресурсів тощо;

II. Максимальне збереження та раціональне використання опадів і ґрунтової вологи у технологіях вирощування на неполивних землях, біологізація агротехнологій, оптимізація систем обробітку ґрунту, удобрення та захисту рослин (рис. 3.7).



Рис. 3.7 Напрями сталого розвитку рослинницької галузі в умовах Степу України для адаптування до кліматичних змін

Нашими розрахунками встановлено, що за оптимального режиму зрошення рівень сприятливості агрометеорологічних умов для росту й розвитку кукурудзи на зерно коливається за період 1970-2018 рр. від 0,42 до 1,49, при середньобогаторічному значенні 1,0 (рис. 3.8).

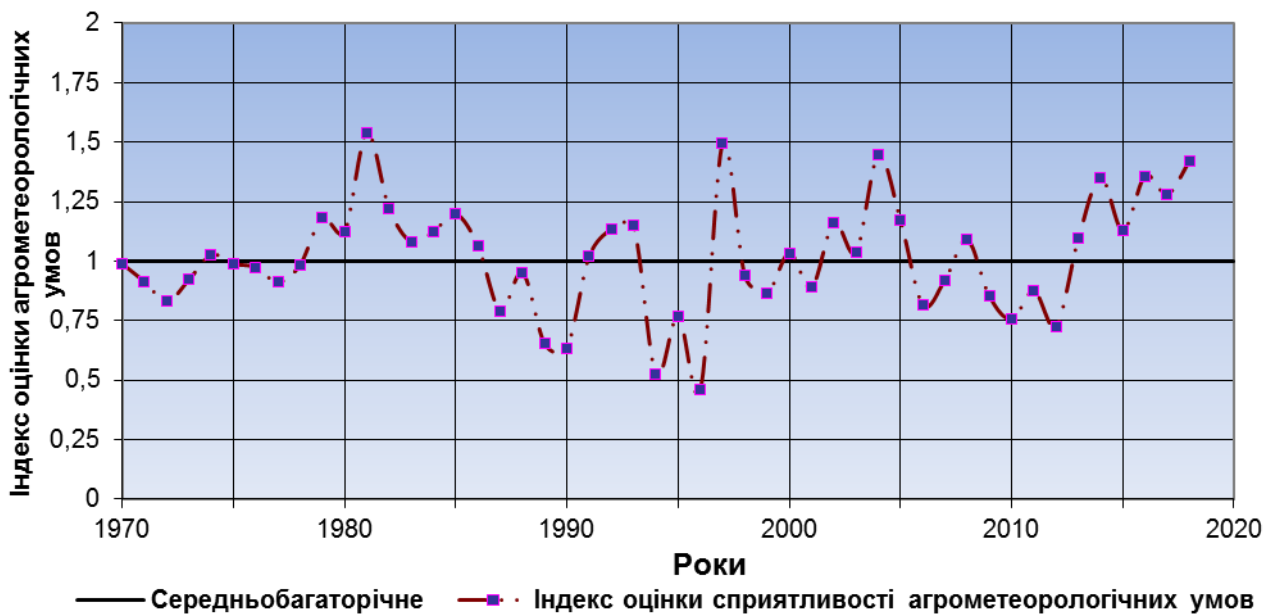


Рис. 3.8 Індекс оцінки агрометеорологічних умов вегетації кукурудзи на зерно

Значні коливання індексу оцінки агрометеорологічних умов викликані річними коливаннями окремих метеорологічних показників. Статистичне моделювання показує, що найбільш сприятливі погодні умови склалися у періоди 1980-1983, 1991-1993, 1997, 2004, 2018 рр. У зазначені роки спостерігалось підвищене надходження атмосферних опадів та помірний термічний режим. Навпаки, у 1994-1996, 1998-1999 і 2006-2007 рр. відмічене різке зниження продуктивності кукурудзи внаслідок надзвичайно високих температур повітря, різкого дефіциту природного зволоження, суховіїв тощо. За останні роки (2014-2018 рр.), внаслідок сприятливих погодних умов – продуктивність кукурудзи – підвищується.

Висновки до розділу 3

1. За географічним положенням більша частина України, в тому числі і зона Степу, розташована у зоні недостатнього природного зволоження, що потребує застосування додаткових елементів технологій вирощування сільськогосподарських культур, і в першу чергу – зрошення. Сучасне потепління є більш помітним за попередні. Підвищення температури відбулось у всі сезони року. Також істотних змін набула й кількість опадів, що пов'язано з порушенням рівномірністю їх надходження, коли дощі випадають у вигляді злив та є низькопродуктивними для рослин. Крім того, спостерігаються тривалі бездощові періоди, які згубно відображаються на врожайності переважної більшості вирощуваних у степовій зоні культур.

2. Враховуючи регіональні зміни клімату в степовій зоні України необхідно розширювати напрями, програму наукових досліджень з питань адаптації системи землеробства до нової агроекологічної ситуації, яка передбачає: проведення поглиблених досліджень з питань районування територій для вирощування сільськогосподарських культур на основі оцінки природних агрокліматичних ресурсів; створювати нові сорти і гібриди сільськогосподарських культур з оптимальними параметрами адаптованості до посушливих умов та регіональних кліматичних змін; зменшення питомої

ваги розораності сільськогосподарських угідь та зростанням площ з використанням агроеліоративних заходів; продовжувати дослідження процесів ґрунтоутворення, розробки заходів збереження родючості ґрунтів та попередження їх деградації; відновлення та будівництво нових зрошувальних систем та розвиток зрошуваного землеробства, як гаранта отримання стабільного врожаю сільськогосподарських культур, ефективного розвитку аграрного сектору та сільських територій в зоні зрошення.

3. За результатами узагальнення багаторічних даних вставлено, що максимальна врожайність зерна гібридів кукурудзи різних груп стиглості формується у вологі роки, а найменша – у сухі, причому рослини найкраще використовують теплоенергетичний потенціал зони півдня України у вологі та середньовологі роки, що пояснюється найвищою інтенсивністю продукційних процесів.

4. За допомогою одержаних рівнянь регресії можна проводити вибір найбільш оптимального гібридного складу для регіональних та локальних агрокліматичних умов Південного Степу України. За результатами досліджень встановлено різні ступені мінливості метеорологічних та агрономічних показників. Використання статистичних методів дозволило провести оцінку років досліджень за індексом сприятливості агрометеорологічних умов та встановити регресійні рівняння продуктивності рослин.

5. Отже, доведено, що ефективність реалізації високого природно-кліматичного потенціалу зони Степу України обмежується підвищенням посушливості клімату. В зв'язку з цим, стратегічні завдання аграрного сектору економіки повинні бути спрямованими на збільшення продуктивності ріллі, економію енергетичних ресурсів, покращення родючості ґрунтів, зменшення антропогенного навантаження на навколишнє середовище з метою забезпечення збалансованого природокористування.

РОЗДІЛ 4

ОПТИМІЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЙ ВИРОЩУВАННЯ ЗЕРНОВИХ КОЛОСОВИХ КУЛЬТУР З ВРАХУВАННЯМ ВПЛИВУ ПОГОДНИХ УМОВ ТА КЛІМАТИЧНИХ ЗМІН

Продуктивність пшениці та ячменя озимих, а також інших зернових колосових культур значною мірою залежить від сортового складу, при цьому вплив цього фактора може сягати 50% і більше [329]. Ріст урожайності супроводжується підвищенням реакції сортів на високий агрофон, проте з підвищенням інтенсивності сортів відбувається планомірне зниження їх адаптивного потенціалу. Останніми роками роль озимої м'якої пшениці, як основної продовольчої культури, зростає у зв'язку з двома основними чинниками: змінами клімату в напрямі підвищення загального температурного фону, збільшення тривалості та інтенсивності посух, ускладнення фіто-ентомологічної ситуації в культурних і природних біоценозах та подовження тривалості осінньо-зимової вегетації пшениці озимої. Нині значною мірою змінено природу пшеничної рослини: збільшено генетичний потенціал урожайності в 2,5-3,0 рази (з 3,0-4,0 до 10,0-12,0 т/га), удосконалено ознаки і властивості стійкості до морозів, посух, проти хвороб та шкідників [28, 404, 412]. Проте, у виробництві через несприятливі погодні умови та порушення технологій вирощування культури генетичний потенціал урожайності і якості зерна сортів пшениці м'якої озимої завжди реалізовується неповною мірою. Особливо низький рівень віддачі від сортозмін спостерігається в силу різних причин останніми роками, коли урожайність у виробництві становить лише 28-32% генетичного потенціалу сучасних сортів. Питанням екологічної пластичності та стабільності сортів пшениці озимої, вивченню взаємозв'язку урожайності і параметрів екологічної пластичності присвячено ряд робіт. Використання наявної екологічної стійкості сортів пшениці озимої необхідно розглядати як одну із

основних умов реалізації потенційної продуктивності за несприятливих умов довкілля [378].

4.1. Вплив агротехнологічних факторів на продуктивність, якість та адаптивність сортів пшениці озимої

В польових дослідях встановлено, що за вирощування сорту пшениці озимої Херсонська безоста проявляється різниця у рівнях продуктивності під впливом систем захисту рослин від шкідливих організмів та норм висіву (табл. 4.1). Найвища врожайність зерна в досліді, на рівні 6,52 т/га, одержана у варіанті із захистом рослин та при нормі висіву 5 млн/га. Норми висіву вплинули на продуктивність рослин по різному. Так, у варіанті без захисту найвищій врожай у межах 5,61 т/га був зафіксований за норми висіву 6 млн/га, а із захистом рослин та нормі висіву 5 млн/га – 6,52 т/га.

Таблиця 4.1

Урожайність пшениці озимої та якість зерна залежно від захисту рослин та норм висіву (середнє за 2011-2013 рр.)

| Захист рослин (фактор А) | Норми висіву (фактор В) | Урожайність зерна, т/га | Вміст білка, % | Вміст клейковини, % |
|--|-------------------------|-------------------------|----------------|---------------------|
| Без захисту (обробка водою) | 4 млн/га | 5,36 | 10,2 | 24,7 |
| | 5 млн/га | 5,54 | 10,0 | 24,8 |
| | 6 млн/га | 5,61 | 9,6 | 23,1 |
| Із захистом (Вітавакс 200 ФФ, 3,0 л/т; 2,4-Д, 1,0 л/га; Тілт, 0,5 л/га; Бі-58 Новий, 1,2 л/га) | 4 млн/га | 6,13 | 13,0 | 28,5 |
| | 5 млн/га | 6,52 | 11,6 | 26,8 |
| | 6 млн/га | 6,30 | 10,9 | 25,2 |
| НІР ₀₅ | А | 0,18 | 0,08 | 0,24 |
| | В | 0,16 | 0,05 | 0,30 |
| | АВ | 0,29 | 0,18 | 0,48 |

Захист рослин позитивно вплинув на показники вмісту білка в зерні

пшениці. Так, найбільшим цей показник був у варіанті із захистом рослин та при нормі висіву 4 млн/га і дорівнював 9,3%, а найменшим – 6,6%, у варіанті без захисту рослин та при нормі висіву 5 млн/га.

Тривалість періодів «сівба – сходи» та «сходи – кушіння» в напрямі від перших строків сівби до останніх збільшувалась, а від кушіння до виходу в трубку та повної стиглості зерна, навпаки, скорочувалась. Досліджувані сорти мали різну реакцію на строки сівби. Так, сорт Еритроспермум 1936 при сівбі 25 вересня поступався за врожайністю всім іншим сортам, а при сівбі 15 жовтня мав найвищу врожайність (4,58 т/га) перевищивши інші сорти на 0,32-0,71 т/га. Найвищу врожайність 5,12 і 4,86 т/га формував сорт Овідій за сівби 15 і 25 вересня (табл. 4.2).

Таблиця 4.2

Урожайність пшениці озимої залежно від строку сівби та сортового складу (середнє за 2013-2015 рр.)

| Строк сівби (А) | Сорт (В) | | | | | Середнє по А |
|--|--------------------|--------|--------|--------------------|-----------|--------------|
| | Херсонська безоста | Кохана | Овідій | Еритроспермум 1936 | Супутниця | |
| 5.09 | 4,23 | 4,36 | 4,44 | 4,17 | 4,37 | 4,31 |
| 15.09 | 4,80 | 4,93 | 5,12 | 4,27 | 4,98 | 4,82 |
| 25.09 | 4,63 | 4,71 | 4,86 | 4,46 | 4,66 | 4,66 |
| 5.10 | 4,32 | 4,38 | 4,63 | 4,61 | 4,12 | 4,41 |
| 15.10 | 3,94 | 4,05 | 4,26 | 4,58 | 3,87 | 4,14 |
| Середнє по В | 4,38 | 4,49 | 4,66 | 4,42 | 4,40 | 4,47 |
| НІР05 т/га для факторів: А – 0,23; В – 0,28; АВ – 0,37 | | | | | | |

Досліджувані сорти пшениці озимої також різні якісні показники зерна залежно від строку сівби (табл. 4.3). При сівбі 5 вересня вміст клейковини по сортах коливався в межах 31,4-32,8%. Затримка з сівбою до 15 жовтня дещо знизила цей показник до 25,7-30,9%. Всі інші показники (скловидність,

натура, ВДК) практично були на одному рівні при всіх строках сівби. Таким чином, в середньому за роки досліджень оптимальний строк сівби по чорному пару знаходиться в межах з 15 по 25 вересня.

Таблиця 4.3

**Якісні показники зерна пшениці озимої залежно від строку сівби
(середнє за 2013-2015 рр.)**

| Строк сівби (А) | Сорт (В) | Скло- видність, % | Вміст клейковини, % | ІДК | Натура, г/л |
|--------------------|-----------------------|-------------------------|---------------------------|-----|----------------|
| 5.09 | Херсонська безоста | 61 | 31,4 | 80 | 738 |
| | Кохана | 68 | 32,4 | 80 | 733 |
| | Овідій | 66 | 32,8 | 85 | 727 |
| | Еритроспермум 1936 | 85 | 31,9 | 94 | 762 |
| | Супутниця | 63 | 32,4 | 80 | 733 |
| 5.10 | Херсонська безоста | 61 | 27,5 | 92 | 760 |
| | Кохана | 65 | 30,4 | 83 | 740 |
| | Овідій | 65 | 30,5 | 81 | 745 |
| | Еритроспермум 1936 | 86 | 32,0 | 95 | 763 |
| | Супутниця | 63 | 29,6 | 80 | 737 |
| 15.10 | Херсонська безоста | 65 | 25,7 | 75 | 760 |
| | Кохана | 70 | 28,1 | 80 | 765 |
| | Овідій | 67 | 27,3 | 80 | 766 |
| | Еритроспермум 1936 | 88 | 30,9 | 90 | 762 |
| | Супутниця | 61 | 29,1 | 95 | 746 |
| НІР ₀₅ | А | 2,5 | 1,9 | 1,8 | 5,6 |
| | В | 3,7 | 1,2 | 2,3 | 4,8 |
| | АВ | 4,5 | 2,5 | 3,3 | 6,8 |

За аналізом стресостійкість досліджуваних показників пшениці озимої визначено, що найменшого рівня (-1,11) цей показник досягнув на сорті Супутниця, а на інших досліджуваних сортах підвищився на 20,7-60,4% (табл. 4.4). Генетична гнучкість свого максимуму – 4,49-4,69, досягла на сортах Кохана та Овідій. Коефіцієнт варіації свідчить про високу мінливість продуктивності рослин залежно від впливу природних та агротехнічних

чинників. Максимальне варіювання – 34% проявилось у сорту Овідій. За параметрами гомеостатичності та селекційної цінності перевагу мав сорт Еритроспермум 1936, а найменші значення зафіксовано у сорту Супутниця.

Таблиця 4.4

**Параметри адаптивності досліджуваних сортів пшениці озимої
(середнє за 2013-2015 рр.)**

| Сорт | Параметри | | | | |
|-----------------------|--|--|------|-----------------|----------------|
| | стрессо- стійкість $x_{lim} - x_{opt}$ | генетичної гнучкості $(x_{lim} + x_{opt})/2$ | V, % | H _{om} | S _c |
| Херсонська безоста | -0,69 | 4,37 | 29,2 | 65,6 | 3,59 |
| Кохана | -0,88 | 4,49 | 31,1 | 67,2 | 3,69 |
| Овідій | -0,86 | 4,69 | 34,0 | 75,4 | 3,90 |
| Еритроспермум 1936 | -0,44 | 4,39 | 29,1 | 86,4 | 3,97 |
| Супутниця | -1,11 | 4,43 | 30,2 | 40,4 | 3,44 |

При проведенні досліджень встановлено, що споживання елементів живлення відбувається протягом вегетаційного періоду і залежить від темпів накопичення надземної маси. Так, вміст нітратного азоту в ґрунті змінювався протягом вегетаційного періоду культури і суттєво залежав від шару ґрунту (табл. 4.5).

Таблиця 4.5

**Вміст нітратного азоту в ґрунті під озимою пшеницею мг/100 г ґрунту
(середнє за 2011-2013 рр.)**

| Шар ґрунту, см | Фаза розвитку рослин | | | |
|-------------------|----------------------|-----------|-------------|----------------------|
| | сходи | колосіння | налив зерна | молочна стиглість |
| 0-30 | 4,39 | 3,66 | 2,90 | 1,37 |
| 30-50 | 2,29 | 1,61 | 1,50 | 0,63 |
| 50-70 | 1,30 | 0,77 | 0,76 | 0,59 |
| 0-70 | 2,66 | 2,01 | 1,72 | 0,86 |

Вміст нітратів в орному шарі ґрунту (0-30 см) на початку вегетації

пшениці озимої (по сходах) становив в середньому 4,39 мг/100 г ґрунту. З початком вегетаційних поливів уже в фазу колосіння і в подальшому вміст нітратного азоту, в усіх варіантах дослідів знижувався, що пов'язано зі споживанням цього елемента живлення рослинами пшениці озимої на формування надземної маси. Інтенсивність ростових процесів та накопичення надземної маси вплинуло на споживання цього елемента живлення особливо з верхніх шарів ґрунту.

Середній вміст нітратного азоту в орному шарі ґрунту у фазі наливу зерна був на 21,9% нижче, ніж у фазу колосіння, а від колосіння до молочної стиглості зерна ця різниця зростає до 78,9%. Отже, значне накопичення надземної маси рослин озимої пшениці при зрошенні призводить до зниження вмісту нітратного азоту в ґрунті і зменшенню його витрат на формування надземної біомаси. В шарі ґрунту 0-70 см відмічене зниження вмісту нітратного азоту з фази сходів з 2,66 до 0,86 мг/100 г ґрунту або в 3,1 рази.

Результати досліджень показують (табл. 4.6, 4.7), що вміст рухомого фосфору та обмінного калію в темно-каштановому ґрунті перед сівбою був високим, що пояснюється щорічним внесенням рекомендованих доз NPK під всі культури зрошуваної сівозміни.

Таблиця 4.6

**Вміст рухомого фосфору під озимою пшеницею, мг/100 г ґрунту
(середнє за 2011-2013 рр.)**

| Шар ґрунту, см | Фаза розвитку рослин | | | |
|----------------|----------------------|-----------|-------------|-------------------|
| | сходи | колосіння | налив зерна | молочна стиглість |
| 0-30 | 6,55 | 6,27 | 4,86 | 3,40 |
| 30-50 | 2,22 | 1,44 | 1,32 | 1,22 |
| 0-50 | 4,39 | 3,86 | 3,09 | 2,18 |

Як бачимо більш інтенсивному використанню рухомого фосфору сприяло накопичення більшої надземної маси. Наприкінці вегетації найбільш інтенсивне споживання фосфору було з 0-50 см шару ґрунту.

**Вміст обмінного калію під озимою пшеницею, мг/100 г ґрунту
(середнє за 2011-2013 рр.)**

| Шар ґрунту, см | Фаза розвитку рослин | | | |
|----------------|----------------------|-----------|-------------|-------------------|
| | сходи | колосіння | налив зерна | молочна стиглість |
| 0-30 | 39,1 | 37,0 | 34,3 | 31,7 |
| 30-50 | 31,7 | 29,8 | 28,0 | 27,3 |
| 0-50 | 35,4 | 33,4 | 31,2 | 29,5 |

Зниження вмісту рухомого фосфору в шарі ґрунту 30-50 см на період від колосіння до наливу зерна становило 24,8%, а до молочної стиглості зерна відповідно 42,1%. Найбільш інтенсивне зниження вмісту рухомого фосфору спостерігалось в фазі наливу зерна. Високий вміст рухомої форми калію пояснюється особливостями походження темно-каштанових ґрунтів у посушливих умовах Південного Степу України.

В дослідях вихідні запаси рухомої форми калію в орному шарі і в цілому 0-50 см шарі ґрунту практично не змінювався в початкові етапи росту й розвитку і був достатньо високим 35,4 і 33,4 мг/100 г ґрунту, відповідно. В подальшому в процесі вегетації озимої пшениці вміст обмінного калію в 0-50 см шарі ґрунті знизився на 5,6-7,2%. Найбільш інтенсивно використання рослинами озимої пшениці обмінного калію спостерігається в період наливання зерна.

Таким чином, протягом вегетаційного періоду по мірі росту та розвитку рослин озимої пшениці спостерігається зниження вмісту основних поживних елементів в ґрунті. Зміна норм висіву та захист рослин слабо впливав на показники виносу азоту, фосфору та калію з ґрунту, які залежали головним чином від фаз розвитку та глибини ґрунту.

На час з'явлення сходів вологість двометрового шару ґрунту на дослідних ділянках становила в середньому 83,5, при вході в зиму – 73,7 та при відновленні вегетації – 83,4% НВ, що пов'язано з несприятливими погодними умовами осіннього періоду 2011 року та весняно-літнього періоду

2012 року. Тому починаючи з другої половини вегетації внаслідок посушливої і бездощової погоди відмічене зниження запасів продуктивної вологи особливо в верхньому 0-50 см шарі ґрунту (табл. 4.8).

Таблиця 4.8

Динаміка продуктивних запасів та дефіциту вологи озимої пшениці, м³/га (середнє по досліджуваних факторах) (середнє за 2011-2013 рр.)

| Фаза | Продуктивна волога у шарі ґрунту, см | | Дефіцит вологи у шарі ґрунту, см | |
|-----------------------|--------------------------------------|-------|----------------------------------|-------|
| | 0-50 | 0-100 | 0-50 | 0-100 |
| Сходи | 667 | 1056 | 267 | 635 |
| Вхід в зиму | 652 | 1000 | 281 | 691 |
| Відновлення вегетації | 752 | 1309 | 182 | 381 |
| Трубкування | 347 | 887 | 587 | 804 |
| Колосіння | 184 | 410 | 849 | 1280 |
| Молочна стиглість | 156 | 183 | 899 | 1507 |
| Повна стиглість | 133 | 151 | 970 | 1606 |

Спостереження за випаровуванням по міжфазних періодах розвитку рослин пшениці озимої сорту Херсонська безоста показали, що середньодобові витрати води з 0-100 см шару ґрунту в період від відновлення вегетації до трубкування становить 25,9 м³/га за добу (рис. 4.1).

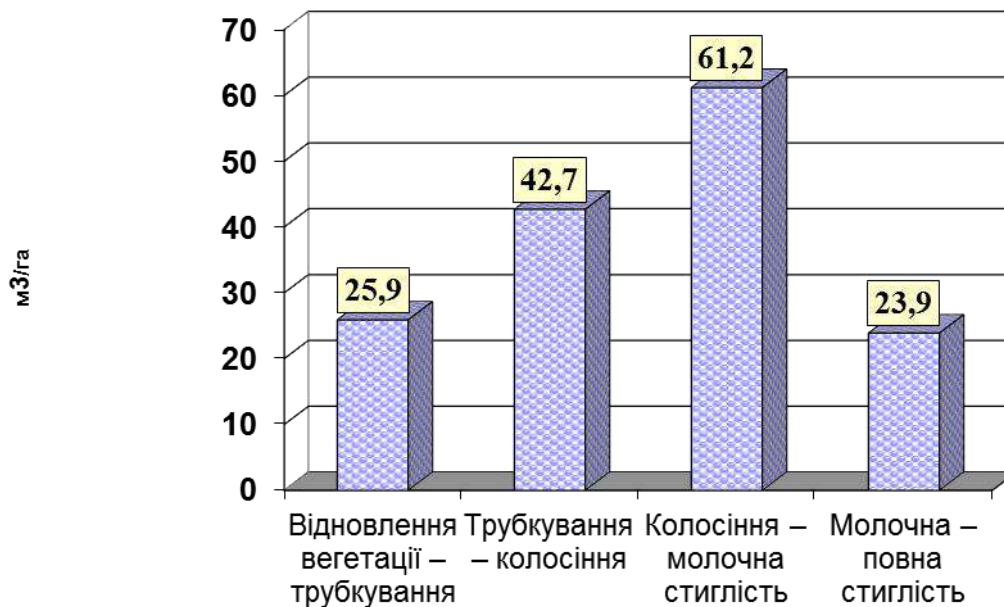


Рис. 4.1 Середньодобове випаровування посівів пшениці озимої з шару ґрунту 0-100 см, м³/га

У подальшому, від фази трубкування до колосіння середньодобове випаровування збільшується і досягає 42,7 м³/га. Максимального значення цей показник досягає в міжфазний період (колосіння – молочна стиглість) – 61,2 м³/га. В подальшому відмічене зниження середньодобове випаровування до 23,9 м³/га або у 2,6 рази.

4.2 Розробка елементів технології вирощування сортів ячменю озимого

Шляхом узагальнення п'ятирічних польових досліджень з сортами ячменю озимого встановлено вплив захисту рослин на врожайність зерна досліджуваної культури (додаток Д.1). У роки проведення досліджень максимальна зернова продуктивність відзначено за сприятливих умов 2009 року у сортів Достойний (6,21 т/га) та Зимовий (6,44 т/га).

Внаслідок несприятливого впливу посухи та дефіциту опадів у 2008 р. проявилось зменшення у варіанті без захисту рослин урожайності на сортах Зимовий та Трудівник до 3,27-3,29 т/га. Ще більше врожайність культури зменшилась за істотної нестачі атмосферних опадів у гостропосушливому 2012 р. – на сортах Абориген (3,21 т/га) та Тамань (3,27 т/га).

В середньому за роки проведення досліджень як у варіанті без захисту рослин, так і з його проведенням максимальну врожайність сформував сорт Достойний – 4,50-5,13 т/га. Найгірші результати одержано на дослідних ділянках без захисту рослин за вирощування сортів Тамань і Абориген – 3,92-3,94 т/га, а у варіантах із захистом на сортах Метелиця, Росава та Трудівник – 4,42; 4,45 та 4,46 т/га, відповідно. Отже, різниця між кращими та найгіршими сортами складала у варіантах без захисту рослин склала 4,5-14,8%, а на ділянках із захистом рослин – на 5,2-16,1%. У середньому по фактору А доведена перевага застосування захисту рослин з підвищенням врожайності зерна ячменю в середньому з 4,12 до 4,65 т/га або на 12,9%.

Статистичним аналізом доведено, що показники стресостійкості були мінімальними ($-0,35$) у сорту Метелиця (табл. 4.9). У трьох останніх сортів, продуктивність яких вивчалась, – Тамань, Достойний і Абориген даний показник збільшився на 41,7-49,3% – до $-0,60$; $-0,63$; $-0,69$.

Таблиця 4.9

Параметри адаптивності досліджуваних сортів ячменю озимого

| Сорт | Параметри | | | | |
|-------------|--|--|------|----------|-------|
| | стресостійкість $x_{lim} - x_{opt}$ | генетичної гнучкості $(x_{lim} + x_{opt})/2$ | V, % | H_{om} | S_c |
| Росава (st) | -0,43 | 4,23 | 18,6 | 53,1 | 3,82 |
| Метелиця | -0,35 | 4,25 | 21,9 | 56,3 | 3,92 |
| Зимовий | -0,56 | 4,59 | 25,0 | 34,0 | 4,07 |
| Трудівник | -0,44 | 4,24 | 15,6 | 61,7 | 3,82 |
| Основа | -0,52 | 4,46 | 15,4 | 57,0 | 3,97 |
| Тамань | -0,69 | 4,28 | 18,2 | 34,2 | 3,64 |
| Абориген | -0,60 | 4,23 | 21,5 | 33,0 | 3,66 |
| Достойний | -0,63 | 4,81 | 19,0 | 49,1 | 4,22 |

Генетична гнучкість збільшилась до 4,81 у сорту Достойний, а на сортах Росава та Абориген він зменшився до 4,23 або на 12,1%.

Коефіцієнт варіації зменшився до 15,4-15,6% (середній рівень мінливості) у варіантах з сортами ячменю озимого Трудівник і Основа. У сорту Зимовий даний показник збільшився до 25,0% – висока мінливість врожайності зерна досліджуваної культури.

Гомеостатичність (H_{om}) була найбільшою у сорту Трудівник – 61,7, а на сортах Абориген, Зимовий, Тамань цей показник зменшився до 33,0-34,2 або на 44,6-46,5%. Максимальний рівень селекційної цінності (S_c) проявили сорти Достойний – 4,22 та Зимовий – 4,07, а найгірший результат показав сорт Тамань – 3,64, тобто на 10,6-13,8% менше за перші два сорти.

Якість зерна сортів ячменю озимого залежно від застосування захисту рослин досліджували за двома показниками – вмістом білка та крохмалю

(табл. 4.10).

Таблиця 4.10

Якість зерна сортів ячменю озимого залежно від застосування захисту рослин (середнє за 2008-2012 рр.)

| Захист (фактор А) | Сорт (фактор В) | Вміст, % | | | |
|----------------------|--------------------|----------|---------------|----------|---------------|
| | | білка | ± від захисту | крохмалю | ± від захисту |
| Без захисту | Росава (st) | 9,6 | – | 52,8 | – |
| | Метелиця | 9,7 | – | 51,7 | – |
| | Зимовий | 10,2 | – | 53,1 | – |
| | Трудівник | 10,6 | – | 52,8 | – |
| | Основа | 9,5 | – | 51,5 | – |
| | Тамань | 9,5 | – | 51,2 | – |
| | Абориген | 9,3 | – | 51,6 | – |
| | Достойний | 9,4 | – | 51,2 | – |
| Середнє по А | | 9,7 | – | 52,0 | – |
| Із захистом | Росава (st) | 10,3 | 0,7 | 49,6 | –3,2 |
| | Метелиця | 10,3 | 0,6 | 50,2 | –1,5 |
| | Зимовий | 10,0 | –0,2 | 52,6 | –0,5 |
| | Трудівник | 10,9 | 0,4 | 50,8 | –2,0 |
| | Основа | 10,6 | 1,0 | 50,7 | –0,7 |
| | Тамань | 10,1 | 0,6 | 52,7 | 1,5 |
| | Абориген | 10,3 | 1,0 | 52,3 | 0,6 |
| | Достойний | 9,9 | 0,5 | 54,6 | 3,3 |
| Середнє по А | | 10,3 | – | 51,7 | – |
| НІР ₀₅ | А | 0,23 | | 0,75 | |
| | В | 0,16 | | 0,59 | |

Встановлено, що вміст білка в зерні досліджуваних сортів, як вирощували без захисту рослин перевищив 10% у сортів Зимовий і Трудівник, а в зерні сортів Абориген і Достойний – зменшився до 9,3-9,4%. Застосування захисту рослин обумовило зростання вмісту білка на всіх сортах на 0,5-1,0%, крім сорту Зимовий, на якому цей показник зменшився на 0,2%.

У середньому по сортовому складу відзначено несуттєве збільшення вмісту білка в зерні ячменю озимого з 9,7% (без захисту рослин) до 10,3% (із захистом).

Вміст крохмалю в зерні досліджуваної культури мав здебільшого

зворотні тенденції. Так, у варіантах без захисту рослин даний показник склав 52,0%, а у варіантах із захистом – неістотно зменшився до 51,7% або на 0,6%.

Слід відзначити, що на сортах Росава, Метелиця, Зимовий, Трудівник та основа вміст крохмалю зменшився на 0,5-3,2%. Напроти, у сортів Абориген, Тамань та Достойний цей показник збільшився на 0,6-3,3%.

4.3 Біологізація елементів технології вирощування ячменю ярого за його вирощування в умовах Північного Степу України

За останні роки у сільськогосподарському виробництві зростають обсяги застосування різноманітних хімічних засобів, які, як відомо, потрапляють до продуктів харчування, води, повітря і негативно впливають на організм людини. Все це спонукає шукати інші засоби – природного біологічного походження, що не завдають шкоди навколишньому середовищу і суспільству. Актуальною проблемою сучасного виробництва є розробка біологічних препаратів, які сприяють підвищенню урожаю зерна, і в той же час, є екологічно безпечними для довкілля і здоров'я людини. Причому, значна увага приділяється речовинам, що використовуються для активації та стимуляції насінневого матеріалу, і покращання умов росту і розвитку рослин в подальшому. До важливих аспектів дії сучасних біопрепаратів відноситься їх здатність підвищувати стійкість рослин проти різноманітних захворювань [105, 138, 251].

Дані, які отримані в наших дослідах (табл. 4.11), свідчать про помітну ефективність біопрепаратів при обробці насіння сортів ячменю ярого.

Визначено, що польова схожість насіння обох сортів ячменю ярого незначно підвищувалася від інкрустації їх біопрепаратами. При цьому кращі результати по сорту Достойний забезпечувала передпосівна бактеризація насіння ФМБ, що на 6,0 % перевищувало контроль і на 2,2 % – варіант обробки Поліміксобактерином. По сорту Галактик, навпаки, кращу польову

схожість мало насіння оброблене поліміксобактерином – на 2,5 % вища за контроль і на 2,7 % - за варіант інокуляції ФМБ. Отже, можна зробити висновок, що на показники польової схожості насіння ячменю ярого впливають як біопрепарати, так і сортові особливості ячменю ярого.

Таблиця 4.11

Польова схожість насіння ячменю ярого залежно від обробки його біопрепаратами, % (середнє за 2010-2012 рр.)

| Біопрепарат | Сорт ячменю ярого | |
|-------------------|-------------------|----------|
| | Достойний | Галактик |
| Контроль | 54,4 | 61,2 |
| ФМБ | 57,9 | 61,1 |
| Поліміксобактерин | 56,6 | 62,8 |

Результати фенологічних спостережень показали, що на всіх варіантах досліду сходи з'являлися одночасно. Не виявлено також і різниці в строках проходження рослинами основних фаз розвитку. Проведений аналіз накопиченого в наших дослідженнях матеріалу свідчить, що інокуляція насіння мікробіологічними препаратами призводила до помітного збільшення деяких біометричних показників, зокрема, висоти рослин. Так, при висіванні інокульованого мікробіологічними препаратами насіння рослини мали дещо більшу висоту порівняно із контрольним варіантом (табл. 4.12). Аналіз даних таблиці свідчить, що на висоту рослин впливали декілька факторів: мікробіологічні препарати та сортові особливості, а також фаза розвитку культури.

Таблиця 4.12

Висота рослин ячменю ярого різних сортів залежно від обробки насіння мікробіологічними препаратами, дм (середнє за 2010-2012 рр.)

| Біопрепарат | Сорт | | | |
|-------------------|----------------------|-----------|----------|-----------|
| | Достойний | | Галактик | |
| | Фаза розвитку рослин | | | |
| | кущіння | колосіння | кущіння | колосіння |
| Контроль | 2,94 | 6,4 | 2,82 | 6,47 |
| ФМБ | 3,16 | 6,57 | 3,18 | 6,67 |
| Поліміксобактерин | 3,1 | 6,5 | 3,06 | 6,61 |

Слід відмітити, що застосування кожного з досліджуваних препаратів позитивно впливало на показник висоти, однак порівняно з контролем найбільший приріст рослин ячменю у висоту був досягнутий при застосуванні препарату ФМБ.

Ефективний вплив вказаного біопрепарату на висоту проявлявся вже на початку кущення, тоді як при застосуванні Поліміксобактерину (в даному періоді) спостерігалася лише тенденція щодо збільшення цього показника. У період колосіння розбіжність по висоті між варіантами стала більш вираженою, однак переваги на користь якогось з досліджуваних препаратів нам встановити не вдалося.

Окрім висоти, позитивно впливали мікробіологічні препарати на енергію кущення рослин (табл. 4.13).

Таблиця 4.13

Вплив мікробіологічних препаратів на енергію кущення рослин ячменю ярого різних сортів, шт./роsl. (середнє за 2010-2012 рр.)

| Біопрепарат | Сорт ячменю ярого | | | |
|-------------------|----------------------|-----------|----------|-----------|
| | Достойний | | Галактик | |
| | Фаза розвитку рослин | | | |
| | кущення | колосіння | кущення | колосіння |
| Контроль | 1,5 | 1,4 | 1,5 | 1,5 |
| ФМБ | 1,8 | 1,7 | 1,8 | 1,7 |
| Поліміксобактерин | 1,7 | 1,5 | 1,7 | 1,6 |

Аналіз даних свідчить, що рослини з насіння, обробленого біопрепаратами, краще кущилися та формували більшу кількість продуктивних стебел порівняно з контрольними варіантами. Найбільший коефіцієнт загального і продуктивного кущення мали рослини, насіння яких перед сівбою інокулювалося препаратами ФМБ. Позитивно впливав на процес кущення і інший досліджуваний препарат, однак ефективність його була нижчою, наприклад, у фазу кущення на 11,8% перевищувала контрольні показники та була на 5,6% меншою за обробку препаратом ФМБ. При

порівнянні енергії кущення досліджуваних сортів відмічено, що рослини Галактику інтенсивніше кущилися порівняно з рослинами Достойний, в той час як рослини останнього більш енергійно кущилися під дією біопрепаратів.

Важливо сказати, що аналогічно енергії кущення змінювалася і площа листової поверхні рослин ячменю (табл. 4.14).

Таблиця 4.14

Площа листової поверхні рослин ячменю ярого залежно від обробки насіння мікробіологічними препаратами, дм² (середнє за 2010-2012 рр.)

| Біопрепарат | Сорт ячменю ярого | | | |
|-------------------|----------------------|-----------|----------|-----------|
| | Достойний | | Галактик | |
| | Фаза розвитку рослин | | | |
| | кущіння | колосіння | кущіння | колосіння |
| Контроль | 0,35 | 0,46 | 0,37 | 0,47 |
| ФМБ | 0,39 | 0,51 | 0,40 | 0,52 |
| Поліміксобактерин | 0,37 | 0,50 | 0,39 | 0,51 |

Обробка насіння перед сівбою мікробіологічними препаратами сприяла утворенню рослинами більш розвиненої асиміляційної поверхні незалежно від сорту. Однак, найкращих результатів було досягнуто при інокуляції насіння штамами бактерій ФМБ. Слід відмітити, що різниця за площею листової поверхні між контрольним варіантом та досліджуваними біопрепаратами була вже достатньо вираженою ще на початку фази кущення і зберігалася до кінця вегетації рослин. Слід також підкреслити, що рослини сорту Галактик утворювали більшу асиміляційну поверхню порівняно з рослинами сорту Достойний.

Одним із головних факторів, від якого залежало створення рослинами ячменю ярого повноцінних пагонів кущення, а в подальшому збереження більшої кількості продуктивних стебел і формування краще розвиненої листової поверхні є ступінь розвитку вторинної кореневої системи (табл. 4.15).

Формування вторинної кореневої системи у рослин ячменю різних сортів під впливом мікробіологічних препаратів, шт./росл. (середнє за 2010-2012 рр.)

| Біопрепарат | Сорт | | | |
|-------------------|----------------------|-----------|----------|-----------|
| | Достойний | | Галактик | |
| | Фаза розвитку рослин | | | |
| | кущіння | колосіння | кущіння | колосіння |
| Контроль | 2,1 | 3,9 | 2,6 | 4,3 |
| ФМБ | 2,7 | 5,1 | 3,2 | 5,0 |
| Поліміксобактерин | 2,3 | 4,4 | 2,9 | 4,3 |

Аналіз даних свідчить, що число утворених рослинами ячменю під дією мікробіологічних препаратів вузлових коренів збільшувалася. А найбільша їх кількість була у рослин, чиє насіння було оброблене препаратом на основі азотфіксуєючих бактерій ФМБ.

Значної уваги заслуговує і той факт, що особливо ефективно біопрепарати сприяли формуванню рослинами ячменю вторинної кореневої системи в період вихід в трубку – колосіння. Тут, порівняно з фазою кушення проявляється чіткий вплив біопрепаратів на розвиток вторинної кореневої системи. Слід також сказати, що серед двох досліджуваних сортів ячменю більшу кількість вузлових коренів мав Галактик, однак застосування мікробіологічних препаратів, навпаки, ефективніше впливало на розвиток вторинної кореневої системи у сорту Достойний.

На нашу думку, заслуговує на увагу і той факт, що на ріст і розвиток рослин, а також ефективність біопрепаратів суттєво впливали погодні умови досліджуваних років. Так, у сприятливому за гідротермічним режимом 2010 р., рослини мали більшу висоту, краще кушилися, зберігали більшу кількість продуктивних стебел при збиранні врожаю, формували більшу площу асиміляційної поверхні, а також утворювали більшу кількість вузлових коренів порівняно з посушливими 2011 та 2012 рр.

Важливо також сказати, що в посушливому 2012 р. застосування біопрепаратів сприяло утворенню у фазі колосіння рослинами ячменю додаткових пагонів підгону, тоді як на контролі цього не спостерігалось. Також важливо, що під дією біопрепаратів вже на початку кущення рослини ячменю утворювали дещо більшу кількість вузлових коренів, тоді як на контролі вони мали вигляд напливів та бугорків, а в подальшому (період колосіння), при випаданні пізніх опадів, застосування мікробіологічних препаратів сприяло утворенню рослинами ячменю додаткової кількості вузлових коренів у порівнянні з контрольним варіантом на обох досліджуваних сортах.

З приведеного аналізу виходить, що під дією мікробіологічних препаратів зростала маса надземної частини та кореневої системи рослин ячменю, що було зафіксовано нами вже на початку кущення. Аналогічна, але більш виражена тенденція була нами виявлена і в період колосіння (табл. 4.16).

Таблиця 4.16

Суха маса надземної частини та кореневої системи рослин сортів ячменю залежно від біопрепаратів у фазу колосіння, т/га (середнє за 2010-2012 рр.)

| Сорт | Біопрепарат | Маса кореневої системи в шарі ґрунту 0-120 см | Маса надземної частини |
|-----------|-------------------|---|------------------------|
| Достойний | Контроль | 1,53 | 6,85 |
| | ФМБ | 1,83 | 7,07 |
| | Поліміксобактерин | 1,63 | 6,99 |
| Галактик | Контроль | 1,76 | 6,95 |
| | ФМБ | 2,00 | 7,62 |
| | Поліміксобактерин | 1,88 | 7,26 |

У цей період достовірний приріст під дією біопрепаратів надземної маси та кореневої системи був встановлений практично по всіх варіантах порівняно з контролем. При цьому важливо відмітити той факт, що вплив

біопрепаратів на формування рослинами ячменю цих біометричних показників був неоднаковим.

Так, при передпосівній бактеризації препаратом ФМБ рослини мали найбільший габітус та кореневу систему. Зокрема, суха маса надземної частини у сорту Достойний була вищою на 3,1 % за контрольний варіант, а у сорту Галактик – на 8,8%. Маса кореневої системи рослин сорту Достойний у шарі ґрунту 0 – 120 см перевищила показники контролю на 16,4 %, а сорту Галактик – на 12,0%.

На нашу думку, ступінь розвитку кореневої системи ячменю можна оцінювати по показнику коренебезпеченості рослин, який відображує кількісне співвідношення між масою кореневої системи та вегетативною частиною (табл. 4.17).

Таблиця 4.17

**Коренебезпеченість рослин сортів ячменю ярого під впливом
мікробіологічних препаратів у фазу колосіння, %
(середнє за 2010-2012 рр.)**

| Біопрепарат | Сорт ячменю ярого | |
|-------------------|-------------------|----------|
| | Достойний | Галактик |
| Контроль | 22,3 | 25,4 |
| ФМБ | 25,8 | 26,3 |
| Поліміксобактерин | 23,3 | 25,9 |

Інокуляція насіння біопрепаратами сприяла зростанню показників коренебезпеченості рослин і неухильно проявлялась у обох досліджуваних сортів. Поряд з цим слід сказати, що у рослин сорту Достойний та Галактик суттєве зростання цього показника спостерігалось при передпосівній бактеризації насіння ФМБ.

Слід також сказати, що на варіанті обробки насіння ячменю ярого сорту Галактик Поліміксобактерином коренебезпеченість рослин майже не відрізнялась від контрольного варіанту, хоча загальна маса надземної частини та кореневої системи на цьому варіанті збільшувалася. Даний факт

спостерігався протягом всіх років досліджень. Ми вважаємо, що даний випадок можна пояснити збільшенням поглинальної здатності кореневої системи під впливом Поліміксобактерину, який сприяє більш ефективному її функціонуванню при наявності меншого об'єму.

На нашу думку, важливо підкреслити, що позитивно впливала інокуляція насіння мікробіологічними препаратами в період колосіння – цвітіння, тоді як у фазі кущення розвиток рослин під впливом біопрепаратів покращувався незначно. На нашу думку, це пояснюється малою чисельністю бактерій, які входять до складу біопрепаратів на початкових етапах розвитку рослин, хоча починають функціонувати вони одразу ж після попадання з насінням у ґрунт.

Після цього бактерії швидко розмножуються, утворюючи нові колонії в ризосфері, а також взаємодіють з іншими видами ґрунтових мікроорганізмів; а головне – цими бактеріями виконується функція фіксації молекулярного азоту та мобілізації важкодоступних фосфатів. Тому в період колосіння, коли чисельність бактерій даного роду значно зростає, вони починають відігравати суттєву роль у забезпеченні рослин основними елементами живлення.

Підвищення ефективності засобів хімізації, застосованих у мінімально доцільних дозах, можливе на основі максимального використання біологічних факторів. Інокуляція насіння мікробіологічними препаратами дозволяє рослинам задовольнятися меншою кількістю азотних і фосфорних добрив. Поряд з цим, питання про вплив на витрати рослинами ячменю азотних сполук з ґрунту, залежно від інокуляції насіння мікробіологічними препаратами раніше не вивчалось.

Аналіз даних, отриманих упродовж 2010-2012 рр., свідчить, що інокуляція насіння біопрепаратами впливала на показники виносу азоту з ґрунту та його витрати для формування одиниці врожаю, проте мінливість цих показників по роках мала певні особливості (додаток Д.2).

В умовах 2010 р. витрати азоту на одиницю продукції та загальний його винос з ґрунту при застосуванні біопрепаратів значною мірою залежали

від реакції досліджуваних сортів. Так, при обробці насіння препаратом ФМБ винос з ґрунту зростав практично на всіх варіантах досліді. Водночас, на ділянках, де насіння оброблялось Поліміксобактерином, цей показник знаходився на рівні контролю. Аналіз витрат рослинами азоту в умовах 2010 р. свідчить, що найбільшими в обох досліджуваних сортів ячменю вони були при інокуляції насіння ФМБ.

У 2011 р. інокуляція насіння мікробіологічними препаратами сприяла зростанню витрат азоту на формування одиниці врожаю у обох сортів ячменю. Важливо й те, що винос з ґрунту азоту та витрати його рослинами на формування однієї тони врожаю помірно зростали при інокуляції насіння препаратом ФМБ.

Вплив мікробіологічних препаратів на загальний винос з ґрунту азоту та витрати його на одиницю врожаю в умовах 2012 р. проявлявся аналогічно 2011 р. Вказані показники зростали практично на всіх варіантах досліді. Очевидно, це явище пояснюється більш низьким рівнем врожаю зерна і соломи в 2012 р., внаслідок чого помітно менша частка азоту витрачалась на його формування і меншим був загальний винос цього елемента з ґрунту.

Узагальнення отриманих по роках даних щодо виносу з ґрунту азоту, а також витрати його на формування однієї тонни врожаю свідчить, що інокуляція насіння мікробіологічними препаратами сприяла зростанню цих показників у рослин обох досліджуваних сортів.

При порівнянні даних показників по сортах слід сказати, що загальний винос азоту рослинами сорту Галактик був вищий ніж у сорту Достойний. Водночас, рослини першого сорту відзначались більш високим рівнем зернової продуктивності.

Загальновідомо, що основним критерієм, об'єктивно зумовлюючим ефективність досліджуваного агротехнічного прийому, є рівень врожаю зерна. На сучасному етапі розвитку сільського господарства передпосівна інокуляція мікробіологічними препаратами насіння ячменю ярого розглядається в якості одного з новітніх технологічних прийомів, який здатен

підвищувати адаптивність рослин ячменю до стресових факторів навколишнього середовища, в тому числі до високих температур та недостатнього рівня вологозабезпеченості. Аналіз варіювання рівня врожаю зерна ячменю ярого під впливом біопрепаратів протягом досліджуваних років показав, що ступінь впливу останніх значною мірою залежав від деяких факторів: сортових особливостей рослин та погодних умов року.

Узагальнюючи врожайні дані наших польових дослідів ми встановили, що застосування мікробіологічних препаратів має позитивний вплив на рівень продуктивності рослин (табл. 4.18).

Таблиця 4.18

Урожайність зерна сортів ячменю ярого залежно від інокуляції насіння мікробіологічними препаратами

| Варіант | Сорт ячменю ярого | | | |
|---|----------------------|---------------------------------|----------------------|---------------------------------|
| | Достойний | | Галактик | |
| | урожайність, т/га | приріст до контролю, т/га | урожайність, т/га | приріст до контролю, т/га |
| 2010 р. | | | | |
| Контроль | 1,18 | - | 1,23 | - |
| ФМБ | 2,98 | 1,80 | 3,02 | 1,79 |
| Поліміксобактерин | 2,76 | 1,58 | 2,94 | 1,71 |
| 2011 р. | | | | |
| Контроль | 1,22 | - | 1,25 | - |
| ФМБ | 2,93 | 1,71 | 3,00 | 1,75 |
| Поліміксобактерин | 2,85 | 1,63 | 2,97 | 1,72 |
| 2012 р. | | | | |
| Контроль | 1,15 | - | 1,17 | - |
| ФМБ | 2,76 | 1,61 | 2,81 | 1,64 |
| Поліміксобактерин | 2,64 | 1,49 | 2,77 | 1,60 |
| Середнє за 2010-2012 рр. | | | | |
| Контроль | 1,18 | - | 1,22 | - |
| ФМБ | 2,89 | 1,71 | 2,94 | 1,72 |
| Поліміксобактерин | 2,75 | 1,57 | 2,89 | 1,67 |
| НІР ₀₅ , т/га (2010 р.): А – 0,165; В – 0,071; АВ – 0,172. НІР ₀₅ , т/га (2011 р.): А – 0,208; В – 0,141; АВ – 0,197. НІР ₀₅ , т/га (2012 р.): А – 0,078; В – 0,064; АВ – 0,093. | | | | |

Так, у середньому за три роки досліджень, зернова продуктивність

рослин ячменю ярого була вищою у сорту Галактик при використанні ФМБ – 2,94 т/га, що на 1,72 т/га перевищувало контроль. Застосування Поліміксобактерину при цьому забезпечило приріст на 1,67 т/га.

Заслуговує на увагу і реакція на застосування мікробіологічних препаратів рослин досліджуваних сортів. Встановлено, що рослини сорту Достойний характеризувалися більш вираженою реакцією на застосування досліджуваних біопрепаратів, що зумовлювало формування досить високого приросту врожаю зерна. Ми вважаємо, що така реакція рослин вказаного сорту на біопрепарати залежала від ступеня розвитку кореневої системи. Рослини сорту Достойний мали менш розвинену як вторинну так і первинну кореневу систему, яка не мала здатності повною мірою забезпечувати потреби рослин в елементах живлення, особливо в посушливому 2012 р., тому застосування мікробіологічних препаратів суттєво покращувало розвиток кореневої системи у рослин цього сорту і давало змогу останній ефективніше споживати додаткові поживні речовини, які утворювалися внаслідок покращання процесів азотфіксації та фосфатмобілізації.

Це явище підтверджується вірогідним приростом врожаю по цьому сорту. Водночас слід сказати, що протягом кожного з років досліджень нам не вдалося виявити реакцію хоча б одного з досліджуваних сортів на дію біопрепаратів: в одному випадку вищий приріст врожаю був у сорту Достойний, а в другому, навпаки, у сорту Галактик. Також цікаво, що за рівнем врожайності сорт Галактик перевищував сорт Достойний протягом усіх років досліджень і на кожному із варіантів бактеризації насіння. Так, при застосуванні біопрепарату ФМБ урожайність зерна у сорту Галактик була вищою на 0,05 т/га ніж у сорту Достойний.

Отже, аналіз даних врожайності дозволяє зробити висновок, що застосування мікробіологічних препаратів для інокуляції насіння ячменю ярого є ефективним засобом підвищення продуктивності рослин, який дозволяє отримати приріст врожаю навіть в умовах підвищеної повітряної та ґрунтової посухи.

Аналіз впливу мікробіологічних препаратів на якість зерна по роках показав, що вони суттєво впливали на білковість зерна. Так, у середньому за 2010-2012 рр. в зерні ячменю сорту Достойний у варіанті передпосівної бактеризації ФМБ показники білковості зростали порівняно із варіантом обробки Поліміксобактерином та контролем відповідно на 2,2 і 5,6 відсоткових пунктів (табл. 4.19). Поряд з цим збільшувалася кількість крохмалю – на 0,3 і 1,2 відсоткових пунктів, відповідно.

Таблиця 4.19

Біохімічний склад зерна сортів ячменю ярого залежно від передпосівної бактеризації насіння (середнє за 2010-2012 рр.)

| Біопрепарат | Вміст в зерні білка, % | | Вміст в зерні крохмалю, % | |
|-------------------|------------------------|----------|---------------------------|----------|
| | Сорт | | | |
| | Достойний | Галактик | Достойний | Галактик |
| Контроль | 8,5 | 8,4 | 58,2 | 57,7 |
| ФМБ | 9,0 | 8,9 | 58,9 | 59,8 |
| Поліміксобактерин | 8,8 | 8,7 | 58,7 | 58,6 |

Аналогічним чином біопрепарати впливали і на уміст білку та крохмалю в зерні сорту Галактик. Тут вміст білка на неінокульованому контролі був меншим на 0,5 % порівняно із варіантом застосування ФМБ та на 0,3% - при обробці насіння Поліміксобактерином. Водночас крохмалистість зерна по сорту Галактик порівняно з контролем зростала на 2,1% на варіанті ФМБ і 0,9% - при застосуванні Поліміксобактерину.

Отже, результати досліджень дозволяють зробити висновок, що на формування якісних показників зерна ячменю ярого впливає ряд факторів, зокрема сортові особливості культури та інокуляція насіння мікробіологічними препаратами.

На нашу думку, особливу увагу слід приділяти морфо-генетичним особливостям сортів ячменю. Окремо визначено, що річні погодні умови і заходи, які вивчалися, впливали на зміну якісних показників в зерні ячменю сорту Достойний, тоді як у сорту Галактик вміст білка і крохмалю в зерні був

стабільним. Це має декілька пояснень. По-перше, при вивченні технологічних заходів протягом усіх досліджуваних років, рівень врожаю зерна у сорту Галактик був вищим порівняно з сортом Достойний, проте якісні показники зерна останнього сорту змінювалися менш суттєво. Другою і головною причиною є особливості селекції розглянутих сортів. Оскільки сорт ячменю Достойний – зернофуражного напрямку використання зерна, то головну увагу при його створенні селекціонери приділяли підвищенню адаптивності рослин до екстремальних погодних умов і отриманню вищого рівня продуктивності. Зерно сорту Галактик придатне для пивоваріння, тому при створенні цього сорту селекційна робота була направлена також і на поліпшення його пивоварних властивостей, зокрема, вмісту в зерні білка і крохмалю. Дані показники контролюються і генетично успадковуються.

Висновки до розділу 4

1. В польових дослідах доведена висока ефективність застосування комплексного захисту від шкідливих організмів за вирощування сорту пшениці озимої Херсонська безоста за різних норм висіву. Максимальну зернову продуктивність (6,52 т/га) забезпечив варіант із захистом рослин з нормою висіву 5 млн/га. Також доведено, що норми висіву неоднозначно вплинули на врожайність досліджуваної культури, зокрема у варіанті без захисту рослин найвищу врожайність (5,61 т/га) одержано за норми висіву 6 млн/га, а із захистом рослин – 5 млн/га (6,52 т/га). Доведено, що захист рослин позитивно вплинув на показники вмісту білка в зерні пшениці озимої. Найбільшим (9,3%) цей показник виявився у варіанті із захистом рослин з нормою висіву 4 млн/га. Його мінімальний рівень (6,6%) зафіксований у варіанті без захисту рослин та при нормі висіву 5 млн/га.

2. Тривалість періодів «сівба – сходи» та «сходи – кушіння» в напрямі від перших строків сівби до останніх збільшувалась, а від кушіння до виходу в трубку та повної стиглості зерна, навпаки, скорочувалась. Досліджувані сорти мали різну реакцію на строки сівби. Максимальну врожайність 5,12 і 4,86 т/га формували сорти Овідій за сівби 15 і 25 вересня. Слід зауважити, що

сортів відрізнялись за показниками якості зерна під впливом змін строку сівби. Так, за сівби 5 вересня вміст клейковини коливався в межах 31,4-32,8%, а за сівби 15 жовтня проявилось її зменшення до 25,7-30,9%. Всі інші показники (скловидність, натура, ВДК) практично були на одному рівні при всіх строках сівби.

3. За аналізом стресостійкість досліджуваних показників пшениці озимої визначено, що найменшого рівня (-1,11) цей показник досягнув на сорті Супутниця, а на інших досліджуваних сортах підвищився на 20,7-60,4%. Генетична гнучкість свого максимуму – 4,49-4,69, досягла на сортах Кохана та Овідій. Коефіцієнт варіації свідчить про високу мінливість продуктивності рослин залежно від впливу природних та агротехнічних чинників. Максимальне варіювання – 34% проявилось у сорту Овідій. За параметрами гомеостатичності та селекційної цінності перевагу мав сорт Еритроспермум 1936, а найменші значення зафіксовано у сорту Супутниця.

4. У польових дослідах з ячменем озимим встановлено, що найбільшу врожайність формує сорт Достойний – 4,50-5,13 т/га, а її найменший рівень був у сортів Тамань і Абориген – 3,92-3,94 т/га. Доведена перевага застосування захисту рослин з підвищенням врожайності зерна ячменю озимого в середньому з 4,12 до 4,65 т/га або на 12,9%. Статистичним аналізом доведено, що показники стресостійкості були мінімальними (-0,35) у сорту Метелиця. У трьох останніх сортів, продуктивність яких вивчалась, – Тамань, Достойний і Абориген даний показник збільшився на 41,7-49,3% – до -0,60; -0,63; -0,69. Генетична гнучкість збільшилась до 4,81 у сорту Достойний, гомеостатичність та селекційна цінність була найбільшими за вирощування сортів Достойний та Зимовий, а найменшими – у сорту Тамань.

5. Якість зерна сортів ячменю озимого залежно від застосування захисту рослин досліджували за двома показниками – вмістом білка та крохмалю. Встановлено, що вміст білка в зерні досліджуваних сортів, як вирощували без захисту рослин перевищив 10% у сортів Зимовий і Трудівник, а в зерні сортів Абориген і Достойний – зменшився до 9,3-9,4%.

Застосування захисту рослин обумовило зростання вмісту білка на всіх сортах на 0,5-1,0%, крім сорту Зимовий, на якому цей показник зменшився на 0,2%. У середньому по сортовому складу відзначено несуттєве збільшення цього показника з 9,7% (без захисту рослин) до 10,3% (із захистом). Вміст крохмалю в зерні досліджуваної культури мав здебільшого зворотні тенденції. У сортів Росава, Метелиця, Зимовий, Трудівник та Основа вміст крохмалю зменшився на 0,5-3,2%. Напроти, у сортів Абориген, Тамань та Достойний цей показник збільшився на 0,6-3,3%.

6. У польових дослідах з сортами ячменю ярого визначено, що інокуляція насіння мікробіологічними препаратами позитивно віддзеркалюється на біометричних показників. Аналіз експериментальних даних свідчить, що застосування кожного з досліджуваних препаратів позитивно впливало на висоту рослин. Доведено, що порівняно з контролем максимальний приріст рослин на ранніх фазах росту й розвитку рослин у висоту в межах від 7,9 до 12,5% забезпечує препарат ФМБ. У фазу колосіння відмінності за висотою між різними варіантами підвищилася. За вирощування сорту Достойний висота зростає до 65,7 см, а на сорті Галактик – до 66,7 см.

7. Визначено, що найкращий результат з формуванням площі листової поверхні однієї рослини на рівні $0,52 \text{ дм}^3$ було досягнуто при інокуляції насіння штамами бактерій ФМБ. На ділянках з сортом Галактик зафіксовано максимальні значення цього показника порівняно сортом Достойний. За результатами узагальнення експериментальних даних можна зробити висновок, що застосування мікробіологічних препаратів має позитивний вплив на рівень зернової продуктивності ячменю ярого. Врожайність досліджуваної культури була максимальною (2,94 т/га) у сорту Галактик за використання препарату ФМБ, що на 1,72 т/га або в 2,5 рази перевищувало контроль. Застосування Поліміксобактерину також було ефективним, але забезпечило менший приріст урожайності.

РОЗДІЛ 5

ВПЛИВ АГРОЗАХОДІВ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ СОЮЮ ФОТОСИНТЕТИЧНО АКТИВНОЇ РАДІАЦІЇ ТА ВОЛОГИ В НЕПОЛИВНИХ УМОВАХ СТЕПУ УКРАЇНИ

Важливою запорукою одержання високого рівня продуктивності різних за генетичним потенціалом сортів сої є якісне насіння та сортова агротехніка вирощування, які дозволяють рослинам сформувати дружні сходи, нормально розвиватись протягом усього вегетаційного періоду, сформувати в кінцевому результаті високі, якісні та економічно обґрунтовані врожаї. Біологи стверджують, що соя перебуває на вершині піраміди рослинного білка та олії у світі. Привабливості їй додають ще й біологічні особливості Насіння, багате на білки, вуглеводи і мінеральні речовини, завдяки унікальному поєднанню у рослинах сої двох найважливіших процесів фотосинтезу і біологічної фіксації азоту вона значною мірою забезпечує свою потребу в азоті, покращує родючість і азотний баланс ґрунту, забезпечує одержання чистої продукції, поліпшує екологію [263, 349, 367].

5.1 Продуктивність та якість сої, ефективність використання рослинами вологи та сонячної енергії

Протягом останніх років значно розширився сортовий склад і зріс потенціал урожайності сої. Проте реалізація генетичного потенціалу сучасних сортів культури у виробництві залишається доволі низькою, а середня урожайність в Україні за останні роки становить (1,2–1,9 т/га). Особливо в умовах недостатнього зволоження потрібно досить відповідально, з особливою уважністю підійти до вибору найбільш продуктивних сортів сої, які можуть реалізувати весь свій генетичний потенціал віддати можливу максимальну урожайність навіть в умовах з

низькою кількістю опадів, звичайно це дуже добре, але не треба забувати і про якість вирощеного зерна. На якість і урожай впливає багато факторів, особливу роль мають і агротехнічні прийоми. В сучасних умовах важливе наукове й практичне значення має розробка елементів біологізації агротехнологій вирощування сої, зокрема шляхом застосування інокулянтів для підсилення процесів азотфіксації, підвищення продуктивності і якості зерна культури.

Дослідження впливу інокуляції на висоту сортів сої в основні фази вегетації дозволили встановити суттєві відмінності (табл. 5.1, додаток Є.1).

Таблиця 5.1

Вплив інокуляції на висоту (см) рослин сої залежно від сортового складу та інокуляції насіння (середнє за 2013-2015 рр.)

| Сорт (фактор А) | Інокулянт (фактор В) | Фази росту и розвитку | | | | |
|------------------------|-------------------------|-----------------------------------|------------------|-------------------------|----------------|---------------------|
| | | 2 пари трійчастих листочків | бутоні- зація | кінець цвітін- ня | налив зерна | повний стиглість |
| Аполлон | Контроль | 18,2 | 41,7 | 52,6 | 61,7 | 63,2 |
| | INTEX PEAT | 19,7 | 43,8 | 54,4 | 64,8 | 66,7 |
| | Оптімайз | 20,6 | 45,0 | 56,0 | 68,3 | 70,6 |
| Валюта | Контроль | 17,2 | 36,7 | 44,6 | 53,7 | 54,2 |
| | INTEX PEAT | 18,7 | 38,8 | 45,4 | 56,8 | 58,7 |
| | Оптімайз | 19,7 | 40,1 | 49,7 | 59,0 | 60,7 |
| Середнє | | 19,0 | 41,0 | 50,5 | 60,7 | 62,4 |
| НІР ₀₅ , см | А | 0,11-0,23 | 0,34-0,51 | 0,47-0,62 | 0,53-0,78 | 0,65-0,84 |
| | В | 0,09-0,15 | 0,24-0,43 | 0,37-0,50 | 0,39-0,64 | 0,49-0,61 |

Потрібно відмітити, що в 2013 і 2015 рр. висота рослин сої була значно більшою, ніж у 2014 році, що пов'язано з гідротермічними умовами, які в 2014 році були посушливими й негативно позначилися на рості й розвитку рослин. Максимальні показники висоти рослин – 72,5 см зафіксовані у 2015 р. у сорту Аполлон при застосуванні препарату Оптімайз.

Також в усі роки досліджень проявилось найбільше зростання цього показника в 2,0-2,2 рази у міжфазний період від 2 пари трійчастих листків до бутонізації, а найменші (2,5-2,9%) – у період від наливу насіння до повної стиглості зерна.

Аналізуючи одержані експериментальні дані у середньому за роки проведення досліджень можна зробити висновок, що у сортів сої Аполлон і Валюта під впливом інокулянтів сформувалась оптимальна висота, характерна для досліджуваних сортів. Звичайно, вплив інокулянтів був помітний. Так, у фазі повного наливу насіння, висота центрального стебла у сорту Аполлон складала 70,6 см на ділянках за обробки інокулянтом Оптімайз та 66,7 см на ділянках за обробки ІNTEX РЕАТ. На контролі висота рослин сої сорту Аполлон становила 63,2 см. На сорті Валюта висота рослин була меншої порівняно з першим сортом на 14,2%. На контролі цей показник становив 54,2 см, а при застосуванні інокулянтів – зріс до 58,7-60,7 см або на 8,3-11,9%.

Дослідження впливу інокуляції на симбіотичну азотфіксацію та динаміку кількості та маси бульбочок у сортів сої Аполлон та Валюта у фазі цвітіння дозволили встановити прямий позитивний вплив на цей показник інокуляції насіння перед сівбою (табл. 5.2).

Таблиця 5.2

Вплив інокуляції на динаміку кількості та маси бульбочок у сортів сої у фазу цвітіння в роки проведення досліджень

| Сорт (фактор А) | Інокулянти (фактор В) | 2013 р. | | 2014 р. | | 2015 р. | | Середнє за 2013-2015 рр. | |
|--------------------|--------------------------|--|----------------------------|--|----------------------------|--|----------------------------|--|----------------------------|
| | | кількість бульбочок на 1 рослині, шт. | маса сирих бульбочок, г | кількість бульбочок на 1 рослині, шт. | маса сирих бульбочок, г | кількість бульбочок на 1 рослині, шт. | маса сирих бульбочок, г | кількість бульбочок на 1 рослині, шт. | маса сирих бульбочок, г |
| Аполлон | Контроль | 46 | 1,10 | 44 | 1,14 | 48 | 1,37 | 46 | 1,20 |
| | ІNTEX РЕАТ | 57 | 1,29 | 53 | 1,26 | 58 | 1,51 | 56 | 1,35 |
| | Оптімайз | 60 | 1,28 | 58 | 1,27 | 62 | 1,57 | 60 | 1,37 |
| Валюта | Контроль | 47 | 1,10 | 45 | 1,15 | 49 | 1,28 | 47 | 1,18 |
| | ІNTEX РЕАТ | 63 | 1,30 | 59 | 1,25 | 64 | 1,54 | 62 | 1,36 |
| | Оптімайз | 62 | 1,32 | 60 | 1,27 | 66 | 1,64 | 63 | 1,41 |
| НІР ₀₅ | А | 1,5 | 0,09 | 1,2 | 0,04 | 1,9 | 0,11 | 1,2-1,9 | 0,04-0,11 |
| | В | 1,1 | 0,07 | 0,9 | 0,03 | 1,5 | 0,08 | 0,9-1,5 | 0,03-0,09 |

Визначено, що зміна кількості бульбочок на кореневій системі залежала від впливу застосованих інокулянтів та умов вегетації, точніше від умов зволоження, також змінювалася і їх маса на одній рослині. Мінімальна кількість бульбочок на 1 рослину була на контрольному варіанті у 2013 році – 44-45 шт., а максимального значення одержано в 2015 році, коли цей показник збільшився у варіантах із застосуванням препарату Оптімайз на сорті Аполлон до 62 шт., а на сорті Валюта – до 66 шт. або на 6,1%.

У 2013 році внаслідок підвищеної кількості опадів на початку вегетації сої та достатніх стартових вологозапасів в ґрунті, відповідно і маса бульбочок була більша і по сортах коливалась від 1,10-1,32 г. В 2014 році показники маси бульбочок були меншими і коливалися в межах 1,14-1,27 г, а в 2015 році – зросли у варіантах із застосуванням препарату Оптімайз до 1,57 г на сорті Аполлон і до 1,64 г – у сорту Валюта.

В середньому за роки проведення досліджень найбільша маса бульбочок на одній рослині сої відмічена за використання інокулянта Оптімайз: у сорту Валюта – 1,41 г, а у сорту Аполлон – 1,37 г. При застосуванні інокулянта INTEX PEAT цей показник становив відповідно 1,27 г у обох сортів. На контрольних ділянках маса бульбочок становила: у сорту Аполлон – 1,20 г, у сорту Валюта – 1,18 г.

Однією з головних умов отримання високих врожаїв є підбір сорту, та передпосівна обробка насіння інокулянтами. Вплив застосування інокулянтів INTEX PEAT та Оптімайз на врожайність насіння сої дозволило встановити перевагу вирощування сорту Валюта (табл. 5.3).

Встановлено, що за роками проведення досліджень найбільша врожайність зерна сої в межах 2,42-2,58 т/га була у сприятливому за погодними умовами 2015 р. у варіантах з сортом Валюта та застосуванням інокулянтів.

Найменша продуктивність (1,11 т/га) проявилася у посушливому 2014 р. на ділянках з сортом Аполлон у контрольному варіанті без застосування інокулянтів.

Таблиця 5.3

Вплив досліджуваних інокулянтів на врожайність насіння сортів сої

| Сорти (фактор А) | Інокулянт (фактор В) | Роки досліджень | | | Середнє, т/га | Приріст до контролю | |
|-----------------------------|-------------------------|-----------------|-------|-------|------------------|------------------------|------|
| | | 2013 | 2014 | 2015 | | т/га | % |
| Аполлон | Контроль | 1,76 | 1,11 | 2,02 | 1,63 | – | – |
| | INTEX PEAT | 1,88 | 1,19 | 2,16 | 1,74 | 0,11 | 7,0 |
| | Оптімайз | 1,94 | 1,28 | 2,26 | 1,83 | 0,20 | 12,2 |
| Валюта | Контроль | 1,67 | 1,52 | 2,17 | 1,79 | – | – |
| | INTEX PEAT | 1,76 | 1,64 | 2,42 | 1,94 | 0,16 | 8,7 |
| | Оптімайз | 1,89 | 1,77 | 2,58 | 2,08 | 0,30 | 16,5 |
| НІР ₀₅ , т/га | А | 0,015 | 0,025 | 0,045 | 0,015-0,045 | | |
| | В | 0,026 | 0,021 | 0,034 | 0,021-0,034 | | |

Досліджуваний препарат INTEX PEAT збільшив урожайність насіння сої сорту Аполлон на 0,11 т/га або 7,0 %. У сорту Валюта приріст урожаю зерна сої за інокуляції його насіння цим препаратом склала 0,16 т/га (8,7%) порівняно з ділянками контрольного варіанту. Найбільший приріст урожайності зерна був одержаний за обробки посівного матеріалу інокулянтом Оптімайз на двох досліджуваних сортах. Так, у сорту Аполлон приріст врожайності в середньому за роки досліджень становив 0,20 т/га (12,2 %), а у сорту сої Валюта – підвищився до 0,30 т/га (16,5 %).

Результати наших досліджень показали, що передпосівна обробка посівного матеріалу інокулянтами позитивно впливала на вміст білка в зерні сої порівняно з ділянками контрольного варіанту (додаток Є.2). В роки проведення досліджень вміст білка слабо коливався залежно від погодних умов в окремі роки, проте відзначено істотні коливання за варіантами застосування інокулянтів. У середньому за роки проведення досліджень вміст білка в зерні сортів сої коливався в межах 31,9-34,2%. Найвищі показники вмісту білка відмічено при обробці інокулянтом Оптімайз: у сорту Валюта – 34,0 %, у сорту Аполлон – 34,2%. Дещо менші значення вмісту білка отримано у варіанті за внесення інокулянтом INTEX PEAT: у Валюти – 32,8%, у сорту Аполлон – 33,1 %.

В наших дослідженнях цей показник змінювався різною мірою залежно від досліджуваних інокулянтів та біологічних особливостей сортів. Між вмістом білка і олії в зерні сої проявився тісний зворотний зв'язок, на що вказують результати наших досліджень.

Так, найбільший вміст олії в зерні сої був отриманий у варіантах, де вміст білка був найменший. На контролі сорти Аполлон і Валюта мали вміст олії 20,2 та 20,0 %, відповідно.

На першому сорті (Аполлон), продуктивність якового вивчалась, обробка насіння препаратом INTEX PEAT обумовила зменшення цього показника на 4,3%, а препаратом Оптімайз – на 8,2. На сорті сої валюта таке зменшення на показники вмісту жиру в насінні становило відповідно: 4,3 і 7,2%.

Розрахунками доведено, що максимальний умовний збір жиру з одиниці площі на рівні 389 кг/га був у варіанті з сортом Валюта, насіння якого інокулювали препаратом Оптімайз (рис. 5.1). На сорті Аполлон використання цього ж інокулянта також забезпечило найкращий результат – 340 кг/га.

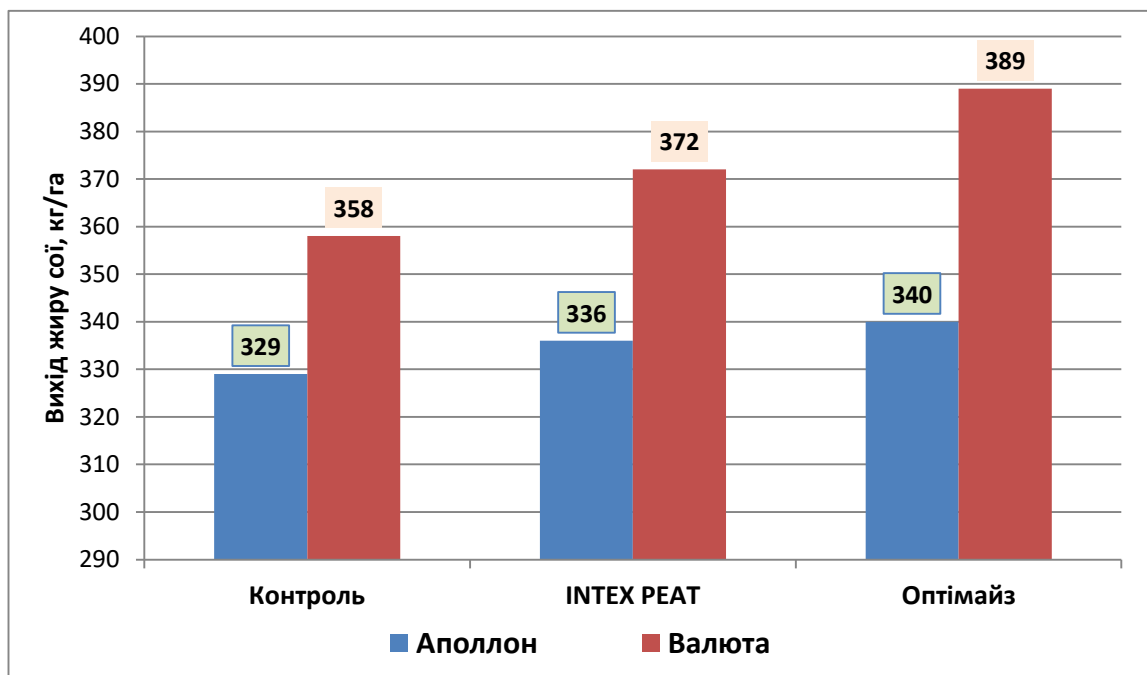


Рис. 5.1 Вихід жиру сої з 1 га посівної площі залежно від сортового складу та інокулянтів, кг/га

На контролі одержано найменші значення цього показника, які склали 329-358 кг/га. Отже, в середньому по фактору застосування препарату INTEX PEAT для передпосівної обробки насіння забезпечує приріст умовного виходу жиру на 3,1%, а препарату Оптімайз – на 6,1%. Різниця між препаратами INTEX PEAT та Оптімайз становила 2,9%, з перевагою другого препарату.

Коефіцієнт корисної дії (ККД) ФАР посівів сої знаходився в тісному зв'язку з рівнями продуктивності посівів (рис. 5.2).

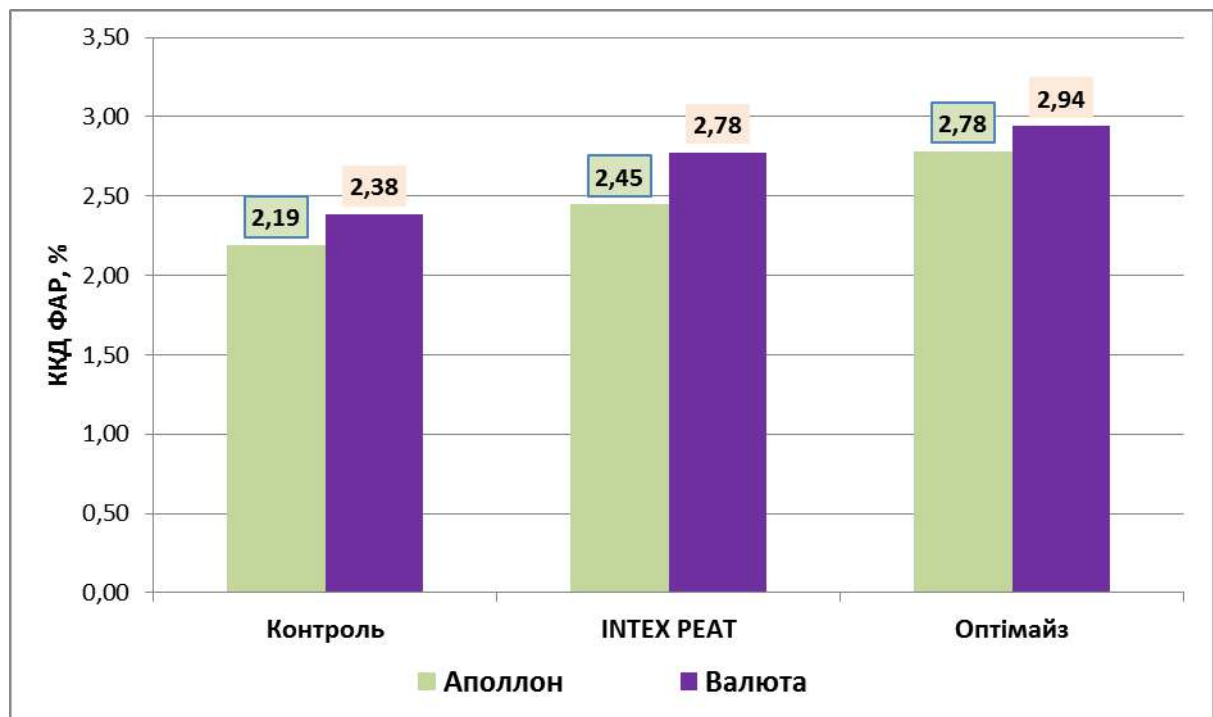


Рис. 5.2 Коефіцієнт корисної дії ФАР посівів сої залежно від сортового складу та інокулянтів, кг/га

Встановлено, що залежно від сортового складу та інокулянтів ККД ФАР змінювався в діапазоні від 2,19 до 2,94%. Вирощування сорту Валюта сприяло підвищенню досліджуваного показника в усіх варіантах внесення інокулянтів на 0,16-0,33%. У середньому по фактору використання інокулянта Оптімайз сприяло зростанню ККД ФАР на 0,25% порівняно з варіантом із застосуванням препарату INTEX PEAT та на – 0,57% відносно контрольного варіанту без внесення інокулянтів.

5.2 Вплив способів сівби, норм висіву та догляду за посівами на продуктивність досліджуваної культури

З метою оптимізації ширини міжрядь в умовах Північного Степу України були проведені польові дослідження, спрямовані на вивчення продуктивності різних за генетичним потенціалом сортів, визначення мінливості морфологічних ознак, динаміку формування продуктивності в онтогенезі сої залежно від ширини міжрядь та способів догляду за посівами (табл. 5.4).

Таблиця 5.4

Урожайність насіння сортів сої залежно від способів сівби

| Ширина міжряддя (В) | Урожайність, т/га | | | | Приріст | | |
|---------------------|-------------------|---------|---------|---------|---------|-------|---|
| | 2003 р. | 2004 р. | 2005 р. | середня | т/га | % | |
| Хаджибей (А) | | | | | | | |
| 22,5 см | 1,72 | 2,42 | 1,63 | 1,92 | – | – | |
| 45 см | 1,51 | 1,93 | 1,51 | 1,65 | –0,27 | –14,1 | |
| 70 см | 1,99 | 2,66 | 1,86 | 2,18 | +0,26 | +13,5 | |
| Подільська 1 (А) | | | | | | | |
| 22,5 см | 2,01 | 1,89 | 1,86 | 2,25 | +0,33 | +17,2 | |
| 45 см | 1,87 | 2,71 | 1,53 | 2,25 | +0,33 | +17,2 | |
| 70 см | 2,24 | 3,23 | 2,13 | 2,53 | +0,61 | +31,8 | |
| | А | 0,058 | 0,066 | 0,040 | 0,052 | - | - |
| | В | 0,072 | 0,017 | 0,050 | 0,043 | - | - |
| | АВ | 0,099 | 0,075 | 0,065 | 0,084 | - | - |

Максимальна урожайність 2,18 і 2,53 т/га отримана на ділянках з широкорядним способом сівби з міжряддям 70 см в обох сортів. Слід відмітити, що звуження міжрядь в обох сортів до 45 см призводило до різкого зниження урожайності. Проте звуження міжрядь до 22,5 см забезпечувало більшу врожайність, ніж за ширини міжрядь 45 см, як у сорту Хаджибей, так і в середньостиглого сорту Подільська 1.

У досліді з встановлення рівнів продуктивності сої залежно від способу сівби та догляду за посівами доведено, що середньому за 2009-2011 рр. найвища врожайність насіння 2,53 т/га за сівби з міжряддями 45 см та (2,43

т/га) одержана за сівби з міжряддями 22 см одержали при проведенні 2 до-, 1 проміжного та 2 післясходових боронувань, що більше на 0,20-0,21 т/га порівняно з ділянками контрольного варіанту, де вносили гербіцид (табл. 5.5). У контрольних варіантах, одержано мінімальну врожайність насіння за сівби з міжряддями 45 см в 2010 р. – 2,11 т/га.

Таблиця 5.5

Урожайність насіння сої залежно від способу сівби та догляду за посівами

| Спосіб догляду за посівами (В) | Урожайність, т/га | | | Середнє | Приріст до контролю | | |
|---|-------------------|-------|-------|---------|---------------------|------|---|
| | 2009 | 2010 | 2011 | | т/га | % | |
| Рядковий, 22 см (А) | | | | | | | |
| Гербіцид (Харнес, 2,5 /га) | 2,24 | 2,11 | 2,34 | 2,23 | – | – | |
| Боронування до-, 1 після сходів | 1,81 | 1,57 | 1,90 | 1,76 | –0,47 | 21,1 | |
| Боронування до-, 2 після сходів | 2,30 | 2,27 | 2,45 | 2,34 | 0,11 | 4,9 | |
| Боронування до сходів, 1 при появі сходів, 2 після сходів | 2,48 | 2,30 | 2,51 | 2,43 | 0,20 | 9,0 | |
| Широкорядний 45 см (А) | | | | | | | |
| Гербіцид (Харнес, 2,5 /га) | 2,32 | 2,21 | 2,44 | 2,32 | – | – | |
| Боронування до-, 1 після сходів | 1,88 | 1,70 | 2,00 | 1,86 | –0,46 | 19,8 | |
| Боронування до-, 2 після сходів | 2,38 | 2,39 | 2,50 | 2,42 | 0,10 | 4,3 | |
| Боронування до сходів, 1 при появі сходів, 2 після сходів | 2,54 | 2,43 | 2,64 | 2,53 | 0,21 | 9,1 | |
| НІР ₀₅ , т/га | А | 0,034 | 0,036 | 0,048 | 0,042 | - | - |
| | В | 0,052 | 0,029 | 0,039 | 0,037 | - | - |
| | АВ | 0,098 | 0,077 | 0,069 | 0,073 | - | - |

За результатами досліджень визначено, що різні способи сівби і норми висіву насіння істотно впливають на врожайність сої, яка залежала від індивідуальної продуктивності рослин (табл. 5.6).

У 2013 р. за сівби з міжряддями 45 см і 70 см максимальну врожайність насіння на рівні 2,28 та 2,33 т/га отримали за норми висіву 500 тис./га схожих насінин.

Урожайність насіння сої залежно від способів сівби та норм висіву в роки проведення досліджень, т/га

| Спосіб сівби (А) | Норма висіву, тис. шт./га (В) | Роки досліджень | | | |
|--|-------------------------------------|-----------------|------|------|---------|
| | | 2011 | 2012 | 2013 | середнє |
| Широкорядний з міжряддям 45 см | 300 | 1,78 | 1,43 | 2,13 | 1,78 |
| | 400 | 1,85 | 1,45 | 2,17 | 1,82 |
| | 500 | 1,96 | 1,70 | 2,28 | 1,97 |
| | 600 | 1,78 | 1,54 | 2,15 | 1,82 |
| Широкорядний з міжряддям 70 см | 300 | 1,79 | 1,54 | 2,18 | 1,82 |
| | 400 | 1,86 | 1,52 | 2,28 | 1,89 |
| | 500 | 2,01 | 1,83 | 2,33 | 2,05 |
| | 600 | 1,87 | 1,53 | 2,35 | 1,92 |
| НІР ₀₅ , т/га для факторів | А | 0,11 | 0,09 | 0,08 | 0,10 |
| | В | 0,12 | 0,10 | 0,11 | 0,11 |
| | АВ | 0,39 | 0,20 | 0,25 | 0,29 |

Аналіз одержаних даних свідчить про те, що в середньому за 2011–2013 рр. оптимальною нормою висіву насіння при ширині міжрядь 45 і 70 см, слід вважати 500 тис./га, оскільки збільшення норми висіву до 600 тис./га зменшувалася урожайність насіння.

Висновки до розділу 5

1. За результатами проведених досліджень встановлено, що застосування інокулянта Оптімайз підвищувало в середньому за 2013-2015 рр. висоту рослин сої сорту Аполлон на 7,4 см, а застосування інокулянта ІNTEX РЕАТ збільшувало цей показник на 3,5 см. Найбільша висота рослин сої була у сорту Валюта під впливом інокулянтам Оптімайз. У фазі повного наливу рослини досягали у висоту 59,7 см, що порівняно з контролем (54,2 см) більше на 4,3 см. На нашу думку, висота рослин була характерною для даних сортів. Звичайно, вплив інокулянтів був помітний впродовж вегетації, тому досліджувані сорти були дещо вищі, у порівнянні з контролем. В ході вегетації найкраще відреагував на інокуляцію сорт Аполлон, так як висота рослин збільшувалась на 3,4-7,3 см.

2. Найменша кількість бульбочок на 1 рослину сформувалася на контрольному варіанті у посушливому 2013 році – 44-45 шт., а максимального значення одержано в 2015 році – 62-66 шт. У середньому за роки проведення досліджень найбільша маса бульбочок на одній рослині сої відмічена за використання інокулянта Оптімайз: у сорту Валюта – 1,41 г, а у сорту Аполлон – 1,37 г, а без внесення досліджуваних 1,18-1,20 г.

3. Встановлено, що найбільшу продуктивність забезпечує застосування препарату Оптімайз – приріст врожайності становив на сорті Аполлон 0,2 т/га, а на сорті Валюта сягнув найвищого рівня – 0,3 т/га. Наші дослідження підтвердили, що інокуляція насіння сої в умовах Степу може давати відчутні результати приросту врожайності. Одержання за рахунок інокуляції приросту урожайності на 7,0-16,5% вказує на досить значну ефективність цього технологічного заходу. Крім того, такий агротехнологічний захід має перевагу з точки зору екологічної безпечності.

4. Застосування інокулянтів не тільки збільшує урожайність сої в цілому, а й підвищує вміст білку в зерні. Найвищий приріст вмісту білку був отриманий за використання інокулянту Оптімайз при вирощуванні сорту Аполлон – 34,2 %, що на 2,1 % більше порівняно з контролем. Вирощування сорту Валюта та використання препарату Оптімайз дозволило одержати максимальну продуктивність фотосинтезу з коефіцієнтом корисної дії ФАР на рівні 2,94%. Мінімальні значення цього показника (ККД ФАР=2,19%) сформувались на посівах сорту Аполлон без інокуляції насіння.

РОЗДІЛ 6

РОЗРОБЛЕННЯ АГРОЗАХОДІВ ВИРОЩУВАННЯ НІШЕВИХ КУЛЬТУР НА ЗАСАДАХ БІОЛОГІЗАЦІЇ ТА АДАПТУВАННЯ ДО НЕСПРИЯТЛИВИХ ПРИРОДНИХ ЧИННИКІВ

Упродовж останніх років в Україні спостерігається стале зростання виробництва та експорту сільськогосподарської продукції. Аграрний сектор забезпечує в середньому 12% валової доданої вартості, створює робочі місця близько 17% усіх зайнятих і виступає однією з небагатьох галузей, що демонструє високу рентабельність. Українські аграрії традиційно вирощують значні обсяги зернових культур, переважно пшениці, кукурудзи та ячменю, що спрямовуються на виготовлення продуктів харчування, кормів для тварин і експорту. Також вітчизняному агросектору притаманне домінування виробництва технічних культур. Однак вирощування монокультур в умовах кліматичних змін та виснаження існуючих ресурсів потребує диверсифікації виробництва [92, 117, 223].

Разом із тим сьогодні дедалі більшої популярності у світі набирає тренд поширення так званої моделі споживання середнього класу, яка вже притаманна розвиненим країнам і величезними темпами зростає в Китаї, Індії та інших країнах, що розвиваються. Це означає, що збільшується кількість людей, які бажають споживати якісну та здорову їжу. Аналогічна тенденція спостерігається і в Україні. Відповідно зростає попит на продукти харчування з додатковою споживчою цінністю – органічні продукти, біопродукти, фермерські продукти, суперфуди, фітнес-продукти, інші продукти здорового харчування, основою яких є нішева продукція [37, 42, 197].

На думку вітчизняних вчених [43, 60, 115] і аналітиків ринку, нішеві культури спроможні значно диверсифікувати зерново-олійний напрям, знизити домінування у сівозмінах соняшнику та ріпаку, вирощування яких понад нормативні межі значно виснажує верхні шари ґрунту. Тому важливе

значення має відпрацювання малопоширених нішевих культур на основі використання принципів біологізації та інноваційного нормування ресурсів. Серед таких нішевих культур вагоме місце займають горох і сорго.

6.1 Оптимізація технології вирощування сортів гороху посівного залежно від захисту рослин

Виробництво рослинного білка завжди було ключовою проблемою сільського господарства. Рослинний білок є найбільш важливою складовою частиною харчових і кормових ресурсів, використання яких суттєво впливає на стан здоров'я людей, їх добробут, тривалість і рівень життя. Особливого значення це набуло зараз, коли спостерігається значний ріст населення планети, що призводить у ряді країн до білкового голодування. В останні роки частка рослинного білка складала 70% у загальному балансі цього продукту. Середнє споживання білка в розрахунку на душу населення в Україні складає 82,4 г/день, в групі розвинутих країн – 99,4, в країнах, що розвиваються – 69,6, слаборозвинутих – 58,1. Враховуючи це, попит на високобілкову рослинну сировину постійно зростає, значними є ціни на неї на світовому і внутрішньому ринках [125, 186, 214].

Зернобобові культури мають також важливе значення в стабілізації та підвищенні родючості ґрунту, поповненні балансу ґрунтового азоту за рахунок його біологічної фіксації. Включення їх у сівозміни сприяє підвищенню урожайності провідних зернових культур, зміцненню фінансового стану товаровиробників. Це зумовило збільшення виробництва зернобобових у світі за 1995–2015 роки на 12,5%. На жаль, в Україні, в основному через економічні та організаційні негаразди, їх виробництво значно зменшилось [229].

Горох – високоврожайна, цінна продовольча і кормова культура, зерно характеризується високим вмістом білка. Крім того, воно є цінним

концентрованим кормом для сільськогосподарських тварин. Таке багатоцільове використання культури потребує створення спеціалізованих сортів для різних напрямів використання насіння та забезпечення у цих сортах необхідних специфічних сукупностей біохімічних і технологічних ознак. Світова посівна площа гороху близько 8 млн га. Великі площі гороху в Канаді (1,1 млн га), Китаї (0,75 млн га). Вирощують його у Великій Британії, Швеції, Нідерландах, Бельгії та інших країнах. В Україні горох займає близько 0,5 млн га із середньою врожайністю 2,7 т/га. Значні площі його у Вінницькій, Хмельницькій, Черкаській, Київській, Чернігівській і Сумській областях [252, 290, 368].

В Інституті зрошуваного землеробства НААН розроблено технологію вирощування гороху, адаптовану до посушливих умов Південного Степу, яка забезпечує одержання врожаю на рівні 2,4-4,1 т/га залежно від умов зволоження. Ця технологія включає оптимізацію норми висіву сучасних сортів, рівень удобрення мінеральними добривами і мікродобривами, а також захист посівів від шкідливих організмів (бур'яни, шкідники, хвороби) [195].

Вирощування різних сортів гороху дозволило визначити, що показники структури врожаю залежно від схем захисту рослин змінюються в різному ступені. Так, довжина бобів характеризувалась слабким зростанням до 6,3 см у варіанті з сортом Девіз за хімічного та інтегрованого захисту. Кількість бобів на одній рослині та кількість зерен у бобі також слабо змінювалась і відображала вищезгадані тенденції (табл. 6.1).

Маса зерна гороху з однієї рослини, у середньому по сортовому складу, була найбільшою у сорту Девіз – 3,9 г. По сорту Отаман даний показник продуктивності гороху склав 3,3 г, тобто був на 18,9% меншим. Доведено, що маса зерна з однієї рослини несуттєво зростала у сорту Девіз при застосуванні хімічного та інтегрованого захисту рослин.

Встановлено, що максимальна врожайність сформувалась на сорті Девіз за хімічного – 2,54 та інтегрованого – 2,68 т/га захисту рослин. На контрольному варіанті з сортом Отаман цей показник зменшився до 1,78 т/га

або в 1,4-1,5 рази (табл. 6.2).

Таблиця 6.1

Показники структури врожаю гороху посівного сорту залежно від сортового складу та захисту рослин (середнє за 2014-2016 рр.)

| Сорт (А) | Захист рослин (В) | Довжина бобів, см | Кількість бобів на одній рослині, шт. | Кількість зерен у бобі, шт. | Маса зерна з однієї рослини, г | Маса зерна з однієї рослини, г |
|-------------------|-------------------|-------------------|---------------------------------------|-----------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| Отаман | Без захисту | 5,7 | 3,4 | 4,5 | 3,0 | 204 |
| | Хімічний | 5,9 | 4,2 | 4,7 | 3,5 | 213 |
| | Біологічний | 5,7 | 3,9 | 4,8 | 3,3 | 207 |
| | Інтегрований | 6,2 | 4,2 | 4,8 | 3,4 | 216 |
| Девіз | Без захисту | 6,1 | 3,8 | 4,7 | 3,3 | 210 |
| | Хімічний | 6,3 | 4,3 | 4,8 | 4,1 | 219 |
| | Біологічний | 6,0 | 4,1 | 4,9 | 4,0 | 212 |
| | Інтегрований | 6,3 | 4,5 | 5,0 | 4,3 | 221 |
| НІР ₀₅ | А | 0,21 | 0,09 | 0,16 | 0,12 | 5,3 |
| | В | 0,19 | 0,12 | 0,11 | 0,14 | 6,0 |
| | АВ | 0,27 | 0,14 | 0,19 | 0,20 | 7,3 |

Таблиця 6.2

Урожайність та якість зерна гороху залежно від сортового складу та захисту рослин, т/га (середнє за 2014-2016 рр.)

| Сорт (А) | Захист рослин (В) | Урожайність, т/га | Вміст, % | | |
|-------------------|-------------------|-------------------|-----------------|-------------|------------------|
| | | | сирого протеїну | сирого жиру | сирої клітковини |
| Отаман | Без захисту | 1,78 | 18,3 | 1,37 | 1,66 |
| | Хімічний | 2,08 | 19,3 | 1,65 | 1,79 |
| | Біологічний | 1,96 | 18,9 | 1,59 | 1,58 |
| | Інтегрований | 2,14 | 19,8 | 1,71 | 1,63 |
| Девіз | Без захисту | 2,18 | 19,1 | 1,15 | 1,72 |
| | Хімічний | 2,54 | 21,0 | 1,35 | 2,10 |
| | Біологічний | 2,11 | 20,4 | 1,28 | 1,68 |
| | Інтегрований | 2,68 | 21,7 | 1,41 | 1,92 |
| НІР ₀₅ | А | 0,08 | 0,55 | 0,07 | 0,06 |
| | В | 0,03 | 0,41 | 0,05 | 0,04 |
| | АВ | 0,11 | 0,75 | 0,12 | 0,14 |

Доведено, що захист рослин сприяє підвищенню вмісту в зерні гороху сирого протеїну у сорту Отаман на 0,5-1,5%, а на сорті Девіз – 0,7-2,6%, при цьому перевагу має інтегрована схема захисту рослин з комплексним

застосуванням хімічних і біологічних препаратів. Вміст сирого жиру був більшим у варіанті з сортом Отаман. Вміст сирової клітковини максимального рівня 2,1% досягнув у варіанті з сортом Девіз за хімічного захисту рослин.

6.2 Біологізація технології вирощування сорго зернового з використанням препаратів деструкторів за різних систем основообробітку ґрунту

Отримання високого врожаю сільськогосподарських культур в більшості випадків залежить від забезпечення їх елементами мінерального живлення. В темно-каштанових ґрунтах у першому мінімумі перебувають доступні рослинам мінеральні азотні сполуки, а потім фосфор. Тому питання підвищення родючості темно-каштанових ґрунтів насамперед пов'язується із забезпеченням їх азотом і фосфором [465]. Проте, за останні 15 років внесення мінеральних добрив скоротилося в декілька разів. Так, в Херсонській області воно зменшилося з 178 кг/га у 1990 р. до 24-29 кг у 2016-2018 роках, а органічних добрив зменшилося до 0,05 т/га. Одним із заходів покращення живлення рослин може бути застосування мікробних препаратів, які сприяють пришвидшенню перетворення недоступних сполук післяживних решток у доступні [229].

В останні роки з'явилися препарати мікробного походження, які прискорюють розкладання рослинних решток і тим самим покращують поживний режим ґрунту. На дослідному полі Інституту зрошувального землеробства НААН проведено дослідження в сівозміні чорний пар – ріпак озимий – пшениця озима – сорго – ячмінь ярий – соняшник за трьох систем обробітку ґрунту. Вивчались такі мікробні препарати: Контроль; Біодеструктор стерні; Екостерн; Органік-баланс; Біонорм; Деструктор целюлози (додаток Ж.1).

При вирощуванні попередника сорго зернового пшениці озимої урожайність за оранки під попередник склала 5,80 т/га, за чизельного обробітку – 5,50 т/га і мілкового обробітку – 4,82 т/га. Весь його врожай було видалено з поля. Біомаса стебел при цьому склала 5,81, 5,44 та 4,98 т/га відповідно і була залишена на полі у вигляді стерні і подрібненої соломи (табл. 6.3).

Таблиця 6.3

Біомаса пшениці озимої та її хімічний склад залежно від основного обробітку ґрунту

| Обробіток ґрунту | Маса соломи, т/га | Накопичення, кг/га | |
|--------------------------|-------------------|--------------------|---------|
| | | азоту | вуглецю |
| Оранка | 5,81 | 29,6 | 2178 |
| Безполицевий глибокий | 5,44 | 27,8 | 2041 |
| Безполицевий мілкий | 4,98 | 25,4 | 1866 |

Примітка. 1 – вміст N – 0,51%; 2 – вміст C – 37,48%

За результатами наших раніше проведених досліджень співвідношення N:C у соломі складає 1:73 з вмістом азоту 0,51% і 37,48% вуглецю. Вміст фосфору в соломі 0,25%.

Загальний валовий вміст азоту у соломі, що залишилась після збирання пшениці озимої у варіанті з застосуванням оранки становив 29,6 кг/га, чизельного обробітку на таку ж глибину – 27,8 кг/га і мілкового безполицевого обробітку – 25,4 кг/га. Вміст вуглецю в соломі був 2178, 2041 і 1866 кг/га відповідно. Післязбиральний період характеризувався високими температурами повітря. Істотні опади в регіоні в цей період не завжди були регулярними. Такий хід погодних умов і стану ґрунту не завжди був сприятливим для ефективної діяльності препаратів деструкторів стерні.

Проте, за їх застосування ступінь деструкції соломи і післяжнивних решток істотно підвищився порівняно з варіантом без їх застосування

(табл. 6.4).

Таблиця 6.4

**Ступінь деструкції соломи пшениці озимої через 90 днів після обробки
різними мікробними препаратами, %**

| Препарат | Оранка | Безполицевий обробіток | | Середнє по препарату |
|----------------------|--------|------------------------|--------|----------------------|
| | | глибокий | мілкий | |
| Контроль | 26,9 | 24,6 | 21,0 | 24,2 |
| Біодеструктор стерні | 58,6 | 50,8 | 41,1 | 50,2 |
| Екостерн | 66,2 | 55,7 | 47,4 | 56,4 |
| Органік-баланс | 63,4 | 52,4 | 48,8 | 54,9 |
| Біонорм | 60,9 | 50,5 | 42,4 | 51,3 |
| Деструктор целюлози | 56,4 | 49,3 | 40,4 | 48,7 |
| НІР ₀₅ | | | | 1,7 |

Найбільше підвищував ступінь розкладання соломи за 90 днів після її обробки Екостерн – 66,2%, що на 31,4% перевищувало контрольний препарат без обробки. Також досить ефективно діяв і Органік-баланс, за умов застосування якого розклалось 63,4% соломи врожаю пшениці. Найповільніше розкладали солом у умовах літньо – осіннього періоду препарати Біодеструктор стерні і Деструктор целюлози, які спричинили її деструкцію на 58,6 та 56,4% відповідно.

На процес деструкції соломи також істотний вплив мав і спосіб та глибина обробітку ґрунту, що пов'язано з глибиною загортання післяжнивних решток за якої складувались різні умови зволоження у шарі розташування соломи. Так, на контрольному варіанті без обробки деструкторами заміна оранки на безполицевий обробіток на таку ж глибину зменшувала ступінь деструкції на 3,4 відсоткових відсотків, а перехід на мілкий безполицевий обробіток – на 7,6%. В середньому по фактору обробіток ґрунту глибокий безполицевий зменшував ступінь деструкції на 9,4%, а перехід на мілкий обробіток – на 18,1%.

Обробка незароблених рослинних решток пшениці озимої препаратами-деструкторами за системи No-till знижувала інтенсивність

розкладання соломи до 42,6-46,7%.

Вплив мікробних препаратів, які застосовувались для обробки соломи, на процес її розкладання змінював також і біологічну активність ґрунту у посівах наступної за пшеницею озимою культурою сорго. Трансформація органічної речовини післяжнивних решток пшениці озимої під впливом мікробних препаратів зумовила збільшення чисельності мікроорганізмів, що приймають участь у процесах перетворення азотних сполук. Так, кількість амоніфікувальних мікроорганізмів в орному шарі ґрунту на початку вегетації сорго збільшилась на фоні оранки на 1,66-5,80 млн/г порівняно з необробленим варіантом. Найбільшою була чисельність мікроорганізмів цієї групи при застосуванні препарату Біодеструктор стерні – 29,64 млн/г.

За безполицевих обробітків ґрунту, незалежно від його глибини, найбільшою була чисельність амоніфікаторів при застосуванні препарату Органік-баланс, яка перевищувала інші варіанти на 1,00-4,65 млн/г.

Чисельність нітрифікувальних мікроорганізмів також змінювалась під впливом мікробних препаратів та прийомів основного обробітку ґрунту. Але відмінності між варіантами були дещо менші, ніж по кількості амоніфікувальних мікроорганізмів.

Змінення мікробіологічної діяльності ґрунту вплинуло також і на його поживний режим. Так, кількість нітратів в орному шарі ґрунту на початку вегетації сорго була вищою за обробки соломи препаратом Екостерн – 64,5 мг/кг. На 11,3-13,7 мг/кг їх вміст був менший у варіантах застосування препаратів Органік-баланс, Біонорм і Деструктор стерні. В подальшому істотну перевагу мав варіант із застосуванням препарату Органік-баланс. При цьому слід відмітити істотне зменшення вмісту нітратів за обробки соломи мікробним препаратом Деструктор целюлози.

Нітрифікаційна здатність ґрунту хоча дещо і знаходилась під впливом мікробних препаратів, але ці змінення були менш помітними. При цьому на початку вегетації сорго нітрифікаційна здатність була вищою – 160,3-167,7

мг/кг при застосуванні препаратів Біодеструктор стерні, Екостерн і Деструктор целюлози, що на 9,0-16,4 мг/кг перевищувало інші варіанти.

На підставі досліджень встановлено, що між ступенем деструкції соломи пшениці озимої за 90 днів та вмістом NO_3 у шарі 0-30 см ґрунту під посівами сорго зернового у першій половині його вегетації існує високий кореляційний зв'язок: $r = 0,56$ і $0,80$, який знижується до вегетації рослин і становиться незначним (рис. 6.1, 6.2).

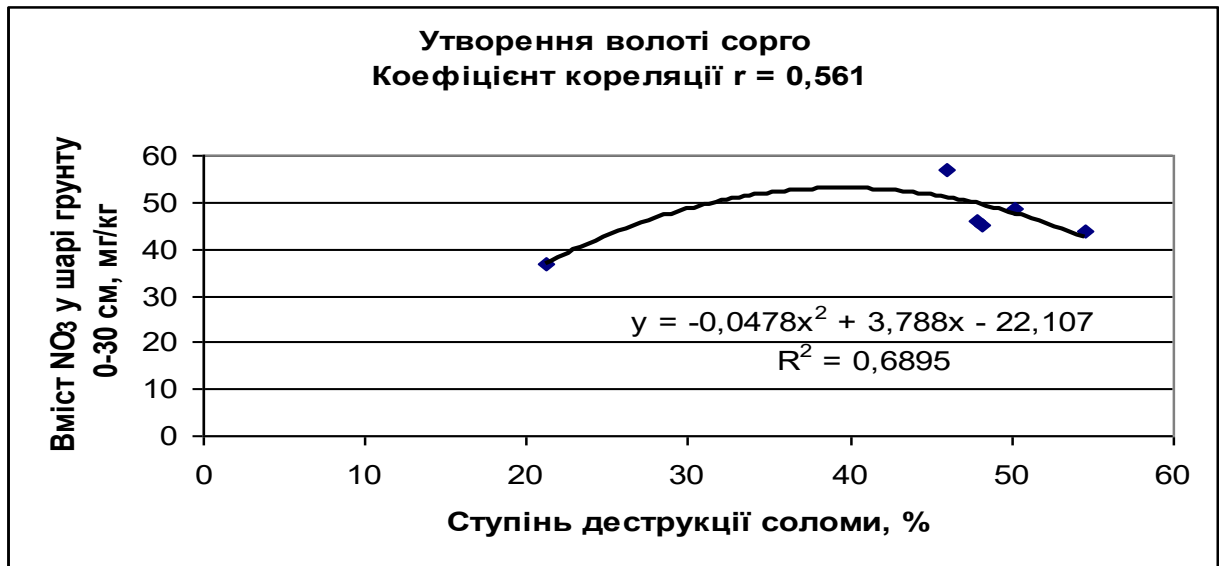


Рис. 6.1 Кореляційна залежність між ступенем деструкції соломи пшениці та вмістом NO_3 у шарі 0-30 см ґрунту під посівами сорго в період утворення волоті

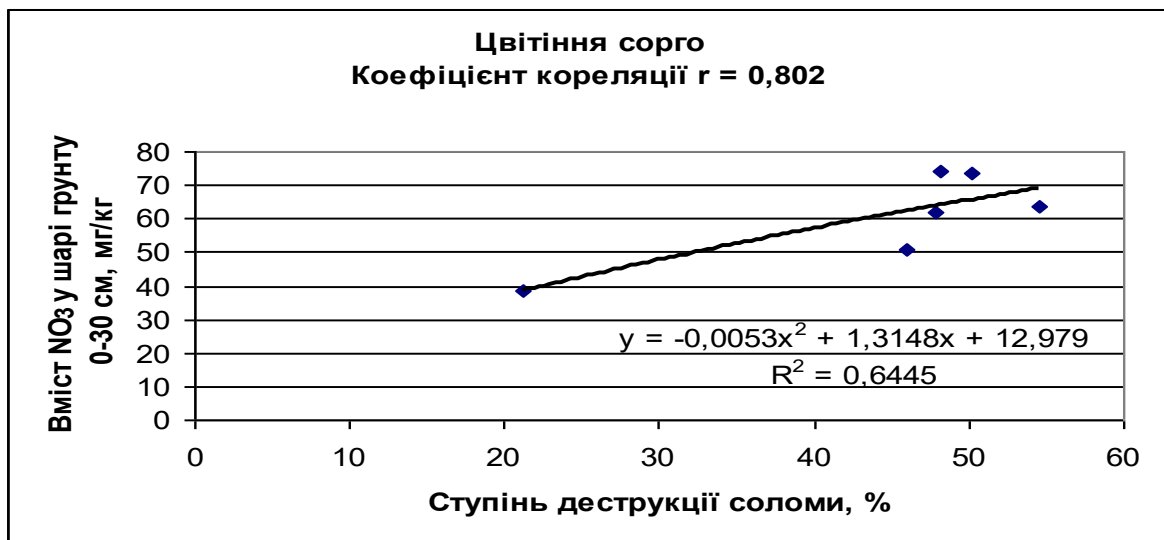


Рис. 6.2 Кореляційна залежність між ступенем деструкції соломи пшениці та вмістом NO_3 у шарі 0-30 см ґрунту під посівами сорго в період цвітіння

Такий же кореляційний зв'язок, як і в попередньому випадку, існує між вмістом NO_3 у шарі 0-30 см ґрунту під посівами сорго зернового та його врожайністю також існує високий кореляційний зв'язок (рис. 6.3).

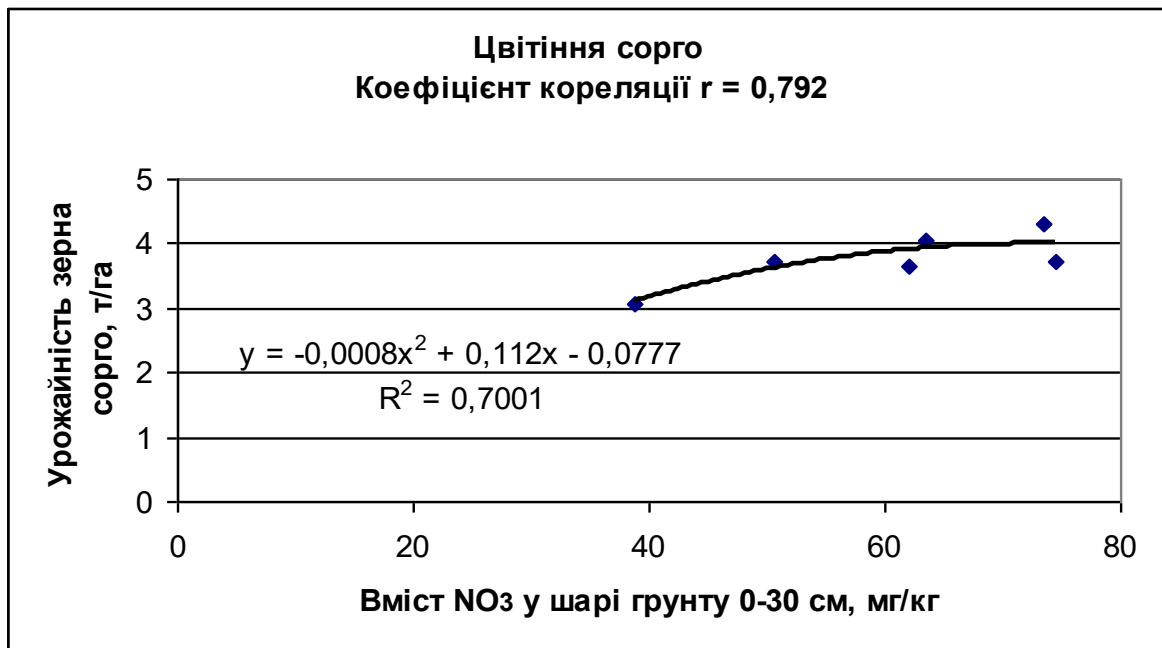


Рис. 6.3 Кореляційна залежність між вмістом NO_3 у шарі 0-30 см ґрунту під посівами сорго в період цвітіння та урожайністю

Отримання високого врожаю сільськогосподарських культур в більшості випадків залежить від забезпечення їх елементами живлення. Одним із заходів покращення живлення рослин в умовах органічного землеробства може бути застосування мікробних препаратів, які сприяють пришвидшенню перетворення недоступних сполук післяживних решток у доступні.

В останні роки з'явилися препарати мікробного походження, які прискорюють розкладання рослинних решток і тим самим покращують поживний режим ґрунту. Такі біологізовані підходи дозволяють покращити родючість ґрунту за рахунок зростання вмісту органічних речовин та гумусу.

У польових дослідках визначено, що змінення біологічної активності і поживного режиму ґрунту в процесі розкладання соломи під впливом мікробних препаратів за різних прийомів обробітку ґрунту істотно впливає на рівень врожайності культури (табл. 6.5.).

Урожайність зерна сорго залежно від обробітку ґрунту та мікробних препаратів-деструкторів, т/га (середнє за 2015-2017 рр.)

| Препарат-деструктор (А) | Обробіток ґрунту (В) | | | Середнє за фактором А |
|---|----------------------------|--|-------------------------------------|-----------------------|
| | оранка на глибину 20-22 см | безполицевий | | |
| | | глибокий чизельний на глибину 20-22 см | мілкий дисковий на глибину 12-14 см | |
| Контроль | 3,57 | 3,22 | 3,13 | 3,31 |
| Біодеструктор стерні | 4,38 | 4,04 | 3,50 | 3,97 |
| Екостерн | 4,63 | 4,22 | 4,01 | 4,29 |
| Органік - баланс | 5,01 | 4,57 | 4,04 | 4,54 |
| Біонорм | 4,21 | 3,90 | 3,52 | 3,88 |
| Деструктор целюлози | 4,28 | 3,92 | 3,67 | 3,96 |
| Середнє за фактором В | 4,35 | 3,98 | 3,65 | 3,99 |
| НІР05, т/га за факторами: А – 0,23; В – 0,20; АВ – 0,38 | | | | |

На фоні використання оранки найвищу врожайність було отримано при застосуванні препарату Органік-баланс – 5,01 т/га і Екостерн – 4,63 т/га. Обробка соломи препаратами Біонорм, Деструктор целюлози і Біодеструктор стерні проявляється зниженням врожайності на 21,3-26,5%.

Перехід на глибокий безполицевий обробіток ґрунту обумовив зменшення врожайності зерна сорго в середньому на 9,3%. При застосуванні мілкового безполицевого обробітку ґрунту практично однакову врожайність сформувало сорго за обробки соломи препаратами Екостерн і Органік-баланс – близько 4 т/га.

Дисперсійна обробка одержаних експериментальних даних дозволила встановити різницю дії та взаємодії досліджуваних факторів на врожайність сорго (рис. 6.4).

Найбільше вплинули на формування врожаю мікробні препарати, частка впливу яких становить 61,3 %. Обробіток ґрунту мав дещо менший вплив – 32,2%.

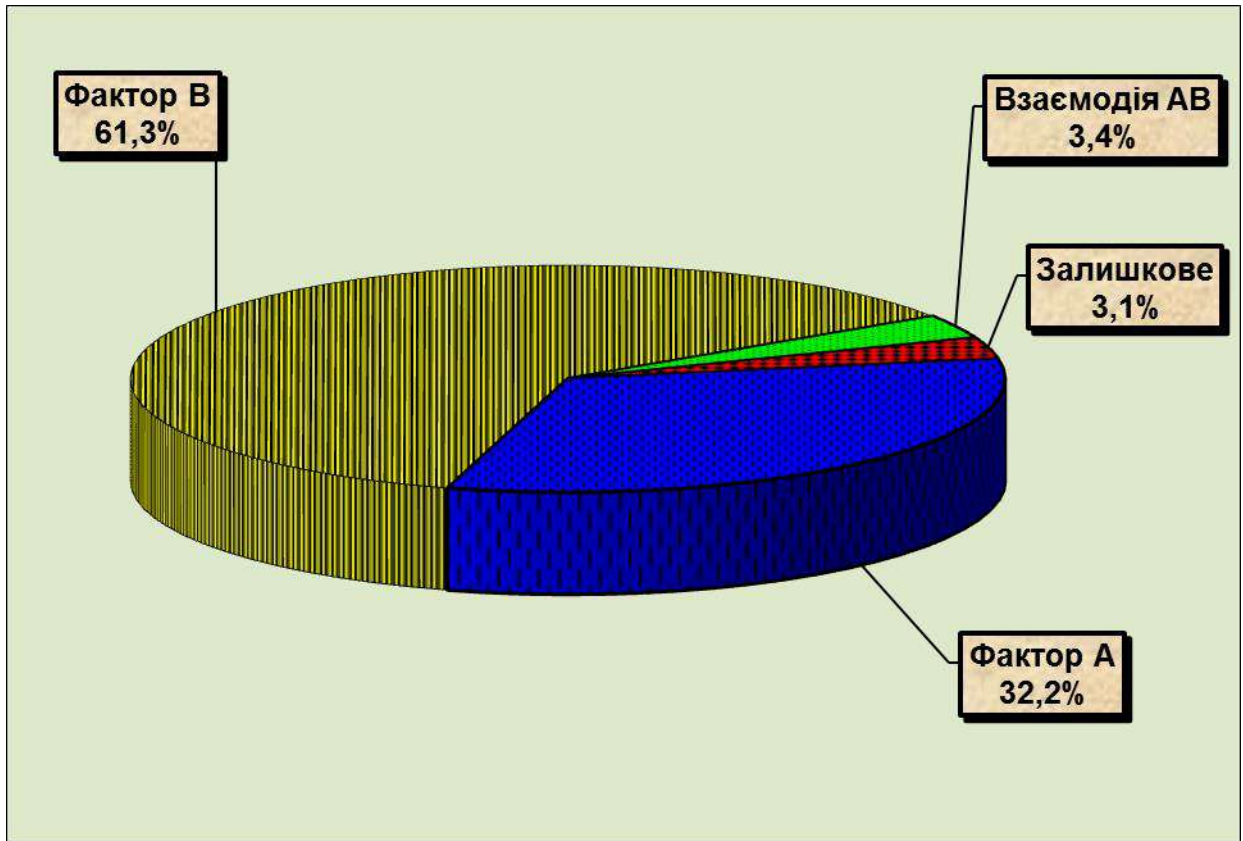


Рис. 6.4 Мінливість результативних ознак досліджуваних факторів:
А – обробіток ґрунту; **В** – препарат-деструктор, %
 (середнє за 2015-2017 рр.)

Взаємодія досліджуваних факторів та залишкове значення було несуттєвим – у межах 3%.

Висновки до розділу 6

1. Визначено, що при вирощуванні різних сортів гороху в степовій зоні України показники структури врожаю залежно від схем захисту рослин змінюються в різному ступені. Доведено несуттєве підвищення довжина бобів характеризувалась слабким зростанням до 6,3 см у варіанті з сортом Девіз за хімічного та інтегрованого захисту. Кількість бобів на одній рослині та кількість зерен у бобі також слабо змінювалась і відображала вищезгадані тенденції. Маса зерна з однієї рослини, у середньому по сортовому складу, була найбільшою у сорту Девіз – 3,9 г. По сорту Отаман даний показник зменшився до 3,3 г або на 18,9%.

2. За результатами узагальнення експериментальних даних встановлено, що максимальна врожайність сформувалась на сорті Девіз за хімічного – 2,54 та інтегрованого – 2,68 т/га захисту рослин. На контрольному варіанті з сортом Отаман цей показник зменшився до 1,78 т/га або в 1,4-1,5 рази. Доведено, що захист рослин сприяє підвищенню вмісту в зерні гороху сирого протеїну у сорту Отаман на 0,5-1,5%, а на сорті Девіз – 0,7-2,6%, при цьому перевагу має інтегрована схема захисту рослин з комплексним застосуванням хімічних і біологічних препаратів. Вміст сирого жиру був більшим у варіанті з сортом Отаман. Вміст сирої клітковини максимального рівня 2,1% досягнув у варіанті з сортом Девіз за хімічного захисту рослин.

3. Застосування мікробних препаратів-деструкторів для обробки подрібнених рослинних решток і стебел сорго, як попередника ячменю ярого, сприяло покращенню процесу їх мінералізації. Ступінь деструкції рослинних решток сорго під впливом препаратів - деструкторів в умовах посухи була невисокою і перевищувала контроль на 1,1-3,7 відсотки, або на 5,9-20,0 абсолютних відсотки.

4. Найбільш інтенсивне розкладання рослинних решток сорго за 90 днів спостерігалось за умов оранки, коли вони зароблялись у всьому орному шарі ґрунту – 22,5 % у середньому по фактору, що на 4,2 відсотки вище, ніж за безполицевого мілкою обробітку ґрунту. Прискорення трансформації рослинних решток сорго під впливом препаратів-деструкторів сприяло деякому підвищенню біологічної активності ґрунту та покращенню його поживного режиму для наступних культур сівозміни.

5. В досліді визначено, що змінення біологічної активності і поживного режиму ґрунту у процесі розкладання соломи під впливом мікробних препаратів за різних прийомів обробітку ґрунту істотно впливає на рівень врожайності культури. На фоні застосування оранки найвищу врожайність було отримано при застосуванні препарату Органік-баланс – 5,01 т/га і Екостерн – 4,63 т/га. Обробка соломи препаратами Біонорм, Деструктор

целюлози і Біодеструктор стерні проявляється зниженням врожайності на 21,3-26,5%. Перехід на глибокий безполицевий обробіток ґрунту обумовив зменшення врожайності зерна сорго в середньому на 9,3%. Дисперсійна обробка одержаних даних свідчить про максимальний вплив на формування врожаю мікробні препарати, частка впливу склала 61,3 %, а на обробіток ґрунту припадає 32,2%. Взаємодія досліджуваних факторів та залишкове значення було несуттєвим – в межах 3%.

РОЗДІЛ 7

АГРОБІОЛОГІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ВИРОЩУВАННЯ ДОСЛІДЖУВАНИХ КУЛЬТУР У ЗРОШУВАНІЙ КОРОТКОРОТАЦІЙНІЙ СІВОЗМІНІ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЇЇ ПРОДУКТИВНОСТІ

Сучасне землеробство повинно орієнтуватись на ринкові умови виробництва сільськогосподарської продукції. Це стосується і ведення землеробства на зрошуваних землях [27, 101, 129].

Зрошення змінює співвідношення вологи і тепла, інтенсивність використання рослинами променевої сонячної енергії, сприяючи перетворенню землеробства у високопродуктивне і стійке. Виробництво конкурентоспроможної сільськогосподарської продукції на зрошуваних землях можливе лише за умов постійного зростання культури землеробства, підвищення родючості ґрунтів та запровадження передових агротехнологій [89, 116, 146].

На даному етапі функціонування зрошеного землеробства спостерігається поглиблення процесів спеціалізації і концентрації виробництва окремих видів високорентабельної продукції. Так, в господарствах, які мають великі площі зрошуваних земель протягом останніх років зросла питома вага сої – до 25-30 %, а в окремих з них – навіть до 50 %, кукурудзи – до 15-25 % [29, 44, 53, 69]. Такий підхід часто призводить до зниження родючості ґрунтів та погіршення їх фітосанітарного стану. Тому, важливою умовою підвищення ефективності зрошення і продуктивності поливних земель є освоєння раціональних і економічно обґрунтованих сівозмін в них де найбільш вдало поєднуються системи чергування культур, обробітку ґрунту, застосування добрив та зрошення.

7.1 Формування сівозмін на принципах агробіологічного потенціалу зернових і зернобобових культур

На сучасному етапі розвитку зрошувальних меліорацій поливні землі вимагають надто сумлінного відношення, збереження їхньої родючості. Ґрунти, їхня родючість є неоціненним національним багатством України, які треба зберегти і передати майбутнім поколінням у найкращому стані. Особливо це стосується зрошуваних земель, на які у попередні роки державою витрачено великі капіталовкладення [163, 191, 216].

З розвитком ринкових відносин в сільському господарстві та з формуванням різних форм власності на землю проблеми збереження ґрунтів при зрошенні набувають іншого характеру. З одного боку, право спадкоємності володіння землею повинне сприяти бережливому відношенню до зрошування земель, з іншого, – ринкові відносини створюють передумови до стимулювання використання зрошуваних земель з метою одержання максимального прибутку від їхньої експлуатації, не витрачаючи, при цьому, кошти на ґрунтозахисні заходи. Тому із збільшенням частки приватних і індивідуальних господарств, яким економічно не вигідно буде утримувати, а тим більше будувати зрошувальні системи, виникає загроза стихійної заміни енергоємних способів поливу примітивнішими, ґрунто- та екологічно небезпечними [198, 236, 259].

За таких умов особливого значення набуває проблема відтворення родючості зрошуваних земель та охорони довкілля. У розв'язанні цієї проблеми на сучасному етапі розвитку зрошуваного землеробства важлива роль належить сівозмінам. Останні, у комплексі з технологічними заходами, підвищують продуктивність ріллі на 25-30 % за одночасного збереження і підвищення родючості ґрунту. В умовах розвитку ринкових відносин і необхідності виробляти конкурентноспроможну продукцію виникає потреба в максимальному насиченні зрошуваних сівозмін технічними, овочевими

культурами, як найбільш рентабельними в умовах Півдня України. При високому насиченні цими інтенсивними культурами роль сівозмін як біологічного методу регулювання фітосанітарного режиму істотно зростає [147, 231, 289].

З появою в Україні нових форм власності і господарювання, розукрупнення господарств, розпаювання земель, розвитком ринкових відносин на селі зростає кількість господарств, що мають невеликі площі землекористування і вузьку спеціалізацію. У зв'язку з цим виникає потреба у розробці оптимальних форм організації землекористування і запровадження вузькоспеціалізованих сівозмін з короткою ротацією. Чергування культур у таких сівозмінах повинно проводитись за законом плодозміни, що сприятиме високій стабільній продуктивності [316, 367, 435].

Протягом останніх років нагромаджено значний експериментальний матеріал із розробки наукових принципів побудови сівозмін, співвідношення культур у них, опрацьовано нормативи насичення сівозмін зерновими, технічними, кормовими культурами. Тому реформування сільського господарства, складовою якого є зрошуване землеробство, зумовило використання нових підходів до побудови сівозмін [443, 459, 477].

Формування землекористувачів з обмеженими земельними ресурсами створює певні труднощі для ефективного ведення землеробства на зрошуваних землях. Особливо це відчутно на зрошувальних системах із застосуванням широкозахватних дощувальних машин. Це є передумовою того, що основні площі зрошуваних земель у найближчі 5-10 років залишаються в багатогалузевих господарствах різних форм власності. При цьому слід враховувати, що зрошувані сівозміни (400-1000 га) спроможні функціонувати як єдиний цілісний організм, тому не можуть підлягати роздрібненню на малі ділянки [44].

Вирощування обмеженої кількості культур на ділянках фермерів і орендаторів призводить до беззмінного вирощування одних і тих самих культур, створюючи екологічні передумови для масового розмноження

властивих певним культурам шкідливих організмів. Частішають випадки сусідства рослин-господарів певних шкідників і хвороб. Це також створює загрозу епіфітотій, що спричиняються тими збудниками захворювань, спори яких переносяться вітром [259].

Багато фермерських господарств, які спеціалізуються на виробництві технічних і зернових культур, зовсім не займаються тваринництвом. А відтак, не мають гною, не ведуть польове кормовиробництво, вирощування багаторічних трав, що збагачують ґрунт гумусом, як наслідок – погіршення балансу гумусу і родючості ґрунту. Тому в таких господарствах поповнювати ґрунти органічними речовинами необхідно шляхом залишення на полі подрібненої нетоварної частини врожаю та висіву сидеральних культур в проміжних посівах для удобрення [274].

В основу схем сівозмін покладено концепцію короткоротаційних сівозмін з удосконаленою структурою посівних площ, якою передбачається введення бобових проміжних культур, що має принципове значення не тільки з агрономічної та екологічної, але і з економічної точок зору, особливо в умовах, коли різко зросли ціни на азотні добрива [379].

Посіви бобових культур в проміжних посівах на зелене добриво дає змогу підвищити рівень родючості ґрунту, поліпшити екологічну ситуацію в агроєкосистемі. Використання проміжних посівів на зелене добриво набули широкого застосування. І висівати їх потрібно в кількості для компенсації не менше 45% одержаної біомаси в сівозміні на системах зрошення [259].

Важливо відзначити, що в інтенсивних системах зрошеного землеробства такі фактори, як тепло, світло, волога, поживні речовини використовується з більшим коефіцієнтом корисної дії. За недостатнього рівня агротехніки ґрунтово-кліматичні ресурси витрачаються більшою мірою не на нагромадження біологічної маси, а на фізіологічні процеси, що призводить до витрат накопиченої органічної речовини. Для раціонального дослідження ґрунтово-кліматичних ресурсів необхідно більш точно визначення для кожної культури першорядних біокліматичних констант.

Біокліматична класифікація рослин дозволяє правильно оцінити кліматичні можливості регіону [4].

Важливо також установити набір співвідношення і послідовність культур в сівозміні таким чином, щоб забезпечити не тільки менший вклад продукту з кожного гектара, про збереження і підвищення родючості ґрунту. В перспективі це на довгий час може вирішити задачу підвищення ефективності зрошуваного землеробства за умов глобального потепління клімату. При цьому на поливних землях необхідно широке використання проміжних посівів, при використанні яких спостерігається збільшення площі фотосинтетичної поверхні, створюються умови для довшого перебування рослин на поверхні ґрунту, що важливо з точки зору використання сонячної енергії та термічних ресурсів зони зрошення півдня України. Оптимізація основних факторів інтенсифікації вирощування сільськогосподарських культур у зрошуваних сівозмінах дозволяє досягти рівня ефективного використання сонячної радіації наближених до оптимальних [249].

В останні роки у зв'язку з кризовим станом економіки і зменшенням в 10-12 разів внесення мінеральних добрив підвищилось значення чергування культур, особливо бобових, у підтриманні родючості ґрунту. Так, введення у 8-пільну сівозміну двох полів люцерни на початку зрошення в стаціонарному досліді Інституту зрошуваного землеробства НААНУ сприяло підвищенню вмісту гумусу в орному шарі за першу ротацію на 13 %, а в зернопросапній сівозміні – на 6 %, тоді як при беззмінних посівах пшениці озимої та кукурудзи вміст гумусу залишається на попередньому рівні. У подальшому також спостерігалось деяке підвищення гумусу, але інтенсивність цього процесу з тривалістю зрошення поступово зменшується і вміст його у всіх сівозмінах вирівнявся й стабілізувався [78, 89, 202].

Зростає в умовах зрошення і фітосанітарна роль чергування культур у сівозміні. Так, у дослідях Інституту зрошуваного землеробства НААНУ ураженість пшениці озимої перкоспоролізними кореневими гнилями при

розміщенні її після люцерни й кукурудзи на силос у середньому за три роки становила 40,4-54,7%, за повторної сівби пшениці після пшениці підвищувалася на 8,4-47,3 % і майже удвічі збільшувалася за беззмінного вирощування [107, 482, 493].

Пошкодження рослин пшениці озимої гессенською, шведською та пшеничною мухами, а також хлібними пильщиками після люцерни й кукурудзи на силос було на одному рівні, при повторній сівбі – на 26,6-93,8% і беззмінному вирощуванні – на 50,3-130,6 % вище [84].

Фотосинтетична активна радіація (ФАР) є головним енергетичним джерелом формування врожаю. На сьогодні виконані великі роботи по визначенню величини ФАР на Півдні України (табл. 7.1).

Таблиця 7.1

Надходження ФАР за рік, потенційні вегетаційні періоди, обмежені переходами температур через 5 і 10 °С і за пожнивний період (від збирання озимої пшениці до переходу температур через 5°С восени)

| Область | Надходження сумарної ФАР, МДж/м ² | | | |
|--------------|--|--------------------------|---------------------------|---------------------------|
| | за рік | за період при t > 5°С | за період при t > 10°С | за пожнивний період |
| Запорізька | 2384-2506 | 1919-2043 | 1655-1757 | 853-977 |
| Миколаївська | 2354-2552 | 1898-2111 | 1633-1813 | 832-1045 |
| Одеська | 2372-2576 | 1928-2218 | 1659-1877 | 862-1152 |
| Херсонська | 2437-2580 | 2005-2175 | 1727-1834 | 939-1109 |

Встановлено, що енергетична потреба рослин практично не залежить від умов вологозабезпеченості та рівня мінерального живлення. Вона служить основою для розрахунку можливого врожаю при заданому коефіцієнту використання ФАР, будучи вихідним пунктом програмування врожаю.

Особливістю поукісних і пожнивних культур є те, що вони використовують тільки частина вегетаційного періоду з залишком ФАР і сумою активних температур після обробітку основних культур.

Як видно з графіка розрахунку енергетичного резерву посівів у Миколаївській області (рис. 7.1), на вертикальній осі відкладено значення надходження ФАР (0) зі зростаючим підсумком по місяцях року, починаючи з 1 січня. Техніка визначення фотосинтетичної активної радіації полягає в наступному. Якщо в якості поживної культури висівається просо, то спочатку визначають дату збирання основної культури – пшениці озимої на зерно (у Миколаївській області ця дата припадає на 6-12 липня, тобто через 5-6 днів після настання фази повної стиглості). Щоб визначити ФАР на цю дату, проводять умовно перпендикулярну лінію від цієї дати до кривої графіка. Точка по вертикалі відповідає приходу $Q = 1350 \text{ МДж/м}^2$.

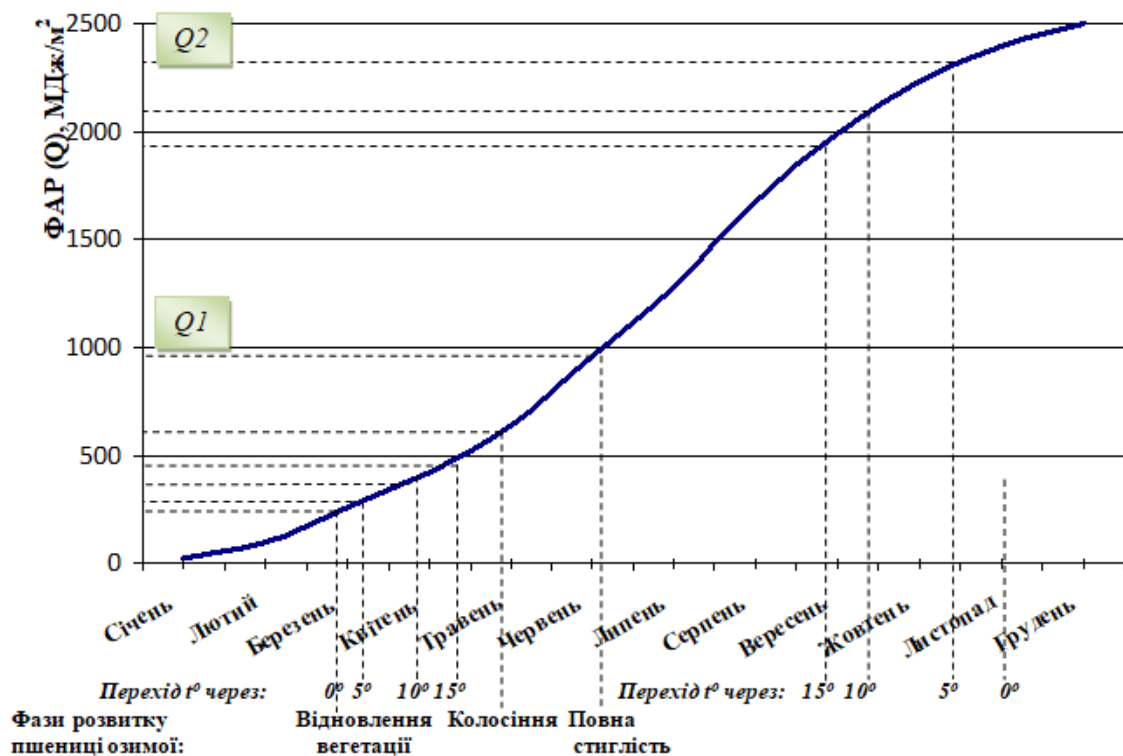


Рис. 7.1 Графік розрахунку енергетичного резерву для поукісних і поживних посівів у Миколаївській області

Просо - теплолюбна культура. Її температурний мінімум дорівнює 10°C тепла. Визначаємо сумарну кількість ФАР на дату стійкого приходу температури через 10°C (в Миколаївській області - приблизно 19 жовтня). Різниця між $Q_2 - Q_1 (2340 - 1350) = 990 \text{ МДж/м}^2$ буде «енергетичним резервом». Потреба проса в ФАР становить 990 МДж/м^2 .

Таким чином, після збирання озимої пшениці на зерно можна отримати також урожай проса, але при цьому обов'язково скоротивши проміжок часу між фазами повна стиглість - прибирання. Наведений графік може бути використаний для наближеної оцінки енергетичної потреби будь-якої культури, дає можливість визначити фазу її збирання. При підборі культур і сортів в поукісних і пожнивних посівах слід враховувати кліматичні резерви періоду і характер пристосованості до нього рослин.

Знаючи прихід енергії ФАР за вегетаційний період або будь-який інший відрізок часу, можна визначити її раціональне використання культурними рослинами, а також потенційний урожай основної або повторної культури, сорту, поля в цілому.

Прийнято вважати, що 10 т/га сухої біомаси зернових культур відповідає 4 т/га зерна (при коефіцієнті виходу зерна 0,4) або 60 т/га зеленої маси. Розрахунок можливих врожаїв кукурудзи - сухої біомаси, зеленої маси і зерна - відповідно до рівня надходження ФАР на Півдні України і різним коефіцієнтом його використання наведено в таблиці 7.2.

Таблиця 7.2

Можливий урожай біологічної продукції кукурудзи в умовах Степу України при різному коефіцієнті використання ФАР

| Надходження ФАР за окремими періодам, МДж/м ² | Коефіцієнт використання ФАР, % | Можливий врожай | | |
|--|--------------------------------|-----------------|-------------------------|--------------|
| | | сухої біомаси | зерна при 14% вологості | зеленої маси |
| За потенційний вегетаційний період при t > 10°C, 1510-1920 | 1 | 98-113 | 46,5-52,1 | 600-675 |
| | 2 | 197-227 | 93,0-104,6 | 1200-1350 |
| | 3 | 294-340 | 139,5-156,7 | 1800-2025 |
| | 4 | 394-454 | 186,0-209,3 | 2400-2700 |
| | 5 | 493-567 | 237,5-261,4 | 3000-3372 |
| За пожнивний період | 1 | 50-70 | 23,2-32,5 | 300-420 |
| | 2 | 100-140 | 46,5-65,1 | 600-840 |
| | 3 | 150-210 | 69,8-97,7 | 900-1260 |
| | 4 | 00-280 | 93,0-130,2 | 1200-1680 |
| | 5 | 250-350 | 116,2-167,8 | 1500-2100 |

Надходження ФАР не обмежує отримання високого врожаю як за весь потенційний вегетаційний період, обумовлений наявністю активних температур, так і за пожнивний період, який триває від часу збирання озимої пшениці до осіннього переходу температур через 5°C.

У звичайних умовах коефіцієнт використання ФАР не перевищує 1%, а при незадовільній забезпеченості факторами зростання він знижується до 0,2-0,5%. В оптимальних умовах посіви можуть використовувати 3% і більше енергії фотосинтетичної активної радіації. Так, при рівні приходу ФАР за період «сходи-повна стиглість зерна» в 1215 МДж/м² можна щорічно отримувати 10 т/га і більше зерна кукурудзи. Це досягається за рахунок зрошення і створення високого фотосинтетичного потенціалу посіву (ФП).

З метою отримання високих значень ФП необхідно створити умови для інтенсивного наростання площі листя до оптимальної величини і тривалого перебування їх в активному стані. Для умов зрошення розроблена технологія вирощування люцерни, яка дає можливість довести максимальну площу листя в першому укосі до 80-90 тис. м²/га, у другому – 70-80, в третьому – 60-70, в четвертому – 50-60 тис. м²/га. В результаті забезпечується отримання 20 т/га високобілкового сіна при рівні використання ФАР близько 3%.

Встановлено, що люцерна як багаторічна і багатодуктна культура максимально використовує ФАР протягом усього вегетаційного періоду, тому відрізняється високим урожаєм. Підбираючи інші культури для весняної, літньої та осінньої сівби, можна також збільшити використання ФАР за період вегетації рослин та сформувати високопродуктивні посіви. Так, створення максимальних величин ФП досягається шляхом застосування ущільнених або змішаних посівів як основних, так і повторних культур.

При тривалості вегетаційного періоду 210-240 днів і прихід ФАР в 1840-1920 МДж/м² найкращі результати отримують при посівах озимого жита з озимою викою, а після їх збирання - кукурудзи з соєю, потім гороху з соняшником, озимого ріпаку або кормової капусти. У спільних посівах площа листя збільшується в 1,8 рази, іноді – в 4-5 разів порівняно з чистим

посівом. Такі посіви дають понад 90 т/га зеленої маси, або на 30 т/га більше, ніж люцерна. При цьому коефіцієнт корисної дії ФАР збільшується з 1,2% (за один урожай) до 2,2% (за два-три врожаї).

7.2 Оптимізація структури посівних площ з науково обґрунтованим насиченням зерновими і зернобобовими культурами

Розміщення сільськогосподарських культур у сівозмінах визначається їх агробіологічними особливостями. Так, озимі зернові культури є добрими попередниками практично для всіх інших культур сівозміни. Їх ранній строк збирання дозволяє провести всі допосівні агрозаходи та посів в оптимальні строки (пласт і оборот пласта люцерни, зернобобові, кукурудза на силос і зелений корм, картопля, ранні овочеві культури ранньостиглі сорти сої та інші). Запаси вологи в ґрунті, необхідні для одержання добрих сходів та нормального розвитку рослин в осінній період створюються вологозарядковим, або передпосівним поливом [9].

Культури, які збираються пізно (кукурудза на зерно, буряк цукровий, пізньостиглі сорти сої, післяжнивні посіви кормових культур) не дозволяють провести посів озимих культур в оптимальні строки і тому призводять до значного зниження врожаю внаслідок чого після них не можна розміщувати озимі культури. При повторному посіві пшениці озимої її врожайність знижується на 12-14 % [64].

Соя – високоприбуткова культура сівозміни, яка здатна в короткі строки окупити витрати на її вирощування. Як бобова культура, є добрим попередником для інших культур, у тому числі озимих при ранніх строках збирання. Стосовно до бур'янів вона слабо конкурентоспроможна. Тому, поля, відведені під сою, повинні бути чистими від бур'янів. Цьому сприяє вирощування в післязбиральний період після пшениці озимої проміжних культур на зелений корм. При розміщенні сої після кукурудзи на зерно

боротьбу з бур'янами проводять у допосівний період [17].

Кукурудза в польових зрошуваних сівозмінах півдня України займає два-три поля і більше, розміщується після озимих колосових з післязливним посівом сої та інших пізніх культур. Кукурудза добре витримує і беззмінне вирощування протягом декількох років. Так, за даними Інституту землеробства південного регіону НААНУ, урожайність її починає знижуватися з четвертого року вирощування на одному полі і за 16 років зменшилася на 11,9 %, тоді як пшениця озима знижує урожайність уже на другий рік вирощування на одному полі, а за 16 років зниження її урожайності сягає 16,8 % [301].

Багаторічні трави, особливо люцерна, обов'язкові культури зрошуваних сівозмін. Поряд з виробництвом кормів і рослинного білка люцерна є добрим фітосанітаром ґрунту, забезпечує позитивний баланс гумусу в сівозміні, сприяє посиленню біологічних процесів у ґрунті. За два-три роки вирощування вона накопичує у ґрунті до 300 кг біологічного азоту на гектар. Люцерна є також добрим фітомеліоратором ґрунту – на всю глибину кореневого шару вона розпушує ґрунт, утворюючи ходи, які залишаються після відмирання коріння. Вона поліпшує структурно-агрегатний склад ґрунту, сприяє підвищенню повітря- й водопроникності та підвищує ґрунтозахист посіву. Вирощування багаторічних трав у сівозміні є чинником стабілізації біологічної рівноваги окремих компонентів біосфери, чому сприяє підвищення біогенності ґрунту і відсутність забруднення ґрунтових вод азотовмісними сполуками. Як встановлено численними дослідженнями, багаторічні трави сприяють поліпшенню якості продукції культур, що вирощуються після них: підвищується вміст клейковини в зерні пшениці, цукристість буряків тощо [325].

Співвідношення культур та їх розміщення визначається ґрунтово-кліматичними умовами, попитом на продукцію окремих сільськогосподарських культур або кон'юнктурою ринку, а також спеціалізацією господарства. Структура посівних площ зумовлена ґрунтово-

кліматичними умовами, попитом на продукцію окремих культур або попитом на ринку, що визначає спеціалізацію господарства і насичення сівозміни окремими культурами, вимогами до зниження енергоємності технологій, а також збереження і підвищення родючості ґрунту [302].

Враховуючи важливе значення бобових культур у зрошуваних сівозмінах, площі бобових, не залежно від спеціалізації господарств, повинні займати у структурі посівів не менше 20-25 % [283].

Особливо важлива роль багаторічних трав у сівозмінах з високим насиченням вологолюбними культурами, де внаслідок інтенсивного зрошення швидко погіршуються водно-фізичні властивості ґрунту і створюються передумови вторинного засолення та підтоплення земель [28].

Оптимальним насиченням польових, овочевих, рисових сівозмін люцерною є 20-25 %, кормових – 25 % і більше, прифермських – 30-35 %. Оскільки люцерну можна повертати на попереднє місце вирощування не раніше ніж через три роки, то в прифермських короткоротаційних сівозмінах її слід вирощувати у вивідному полі [260].

Культури, що вирощуються у сівозмінах, неоднакові за продуктивністю, вимогами до попередників, тривалістю вегетаційного періоду та рентабельністю. Найвищу продуктивність забезпечують кукурудза на зерно та буряки цукрові – 11,0-14,5 т/га кормових одиниць. Люцерна й пшениця озима формують 7,0-8,5 т/га кормових одиниць. Тому, співвідношення культур з різною продуктивністю визначає і продуктивність сівозміни в цілому [280].

Найбільш рентабельним є вирощування на зрошуваних землях технічних та овочевих культур. Рентабельним є також вирощування високоякісного продовольчого зерна пшениці озимої та насіння. Рентабельність всіх культур сівозмін забезпечує високоприбуткове ведення зрошеного землеробства в господарстві [254].

Структура посівів має сприяти повному і рівномірному використанню води протягом вегетаційного періоду. При цьому найбільша потреба у воді

всієї сівозміни й окремих культур повинна повністю забезпечуватись пропускною здатністю каналів і сприяти раціональній експлуатації зрошувальної системи; не допускати холостих періодів у її роботі [214].

Культури, які входять до складу сівозмін мають різний режим зрошення, а звідси неоднаковий розподіл поливної води, різні поливні та зрошувальні норми. Так, за 16 років досліджень середня зрошувальна норма у пшениці озимої становила 1520 м³/га з коливанням від 500 до 2900 м³/га, у кукурудзи – 2400, 600 та 2850 м³/га, у люцерни минулих років життя 3880, 600 та 5400 м³/га відповідно. Менше всього варіювала зрошувальна норма за цей час у кукурудзи – коефіцієнт варіації становив 35,4%. У пшениці озимої та люцерни коефіцієнт варіації був значно вищим – 47,2 та 46,8, відповідно.

Розподіл води на протязі вегетаційного періоду у різних культур також неоднаковий. Пшениця озима найбільш інтенсивно використовувала поливну воду у травні – 65-70% від загальної кількості, а решту – в першій половині червня. Поливний період триває близько 40 днів за який витрачається, в середньому, – 37,5 м³ поливної води на добу [199].

У кукурудзи та сої поливний період розпочинається, в середньому, з середини червня, тобто після закінчення його у пшениці озимої і триває близько 60 діб. За цей час використовується близько 50 м³ поливної води за добу. При цьому, розподіл витрачання поливної води на протязі поливного періоду у кукурудзи та сої дещо відрізняється. У кукурудзи поливна вода витрачається більш рівномірно, ніж у сої. Так, у кукурудзи в червні та липні витрачається по 30% від зрошувальної норми, а у серпні – 40%. У сої – у червні та серпні – близько 25%, а у липні – 50% [187].

Найбільш тривалий поливний період у люцерни – близько 130 днів, за який, в середньому, за добу витрачається по 36 м³/га поливної води. На протязі всього поливного періоду люцерни вода витрачається відносно рівномірно – по 25% в червні, серпні та по 12,5% у травні і вересні.

Такий розподіл використання зрошувальної води на протязі поливного періоду у різних культур призводить до того, що різне співвідношення

культур з неоднаковими режимами зрошення в сівозміні формує і різне водоспоживання в ній. У травні і на початку червня випаровування води ґрунтом та витрати її на транспірацію рослинами невисокі, що пов'язано з помірними температурами повітря в цей період. У цей час у сівозміні поливна вода витрачається лише на посівах пшениці озимої та люцерни. На посівах кукурудзи та сої запаси вологи в ґрунті задовольняють потреби рослин і тому поливи тут ще не проводяться. Тому, в сівозмінах з більшою питомою вагою пшениці озимої та люцерни витрачається і більше води для поливу у весняний період (табл. 7.3).

Таблиця 7.3

Середня ордината гідромодуля в експериментальних сівозмінах для середньосухого року, л/с/га

| Місяць | Сівозміна, № | | | | | |
|--------|---|------|------|------|------|------|
| | 1 | 4 | 2 | 5 | 3 | 6 |
| | насичення кукурудзою, колосовими, люцерною, % | | | | | |
| | 28,6 | 28,6 | 28,6 | 42,9 | 57,2 | 71,5 |
| | 28,5 | 28,5 | 42,8 | 28,5 | 14,2 | 14,2 |
| | 42,8 | 28,6 | 28,6 | 28,6 | 28,6 | 0 |
| 5 | 0,21 | 0,17 | 0,23 | 0,17 | 0,12 | 0,05 |
| 6 | 0,26 | 0,26 | 0,25 | 0,27 | 0,30 | 0,31 |
| 7 | 0,35 | 0,36 | 0,32 | 0,42 | 0,48 | 0,47 |
| 8 | 0,34 | 0,36 | 0,26 | 0,43 | 0,44 | 0,48 |
| 9 | 0,36 | 0,30 | 0,37 | 0,30 | 0,22 | 0,10 |

Подальше підвищення температури повітря збільшує випаровування води ґрунтом та евапотранспірацію рослин, що створює дефіцит вологи в ґрунті майже під всіма культурами сівозмін. у другій половині червня продовжується інтенсивне використання поливної води на посівах люцерни. Проте в цей же час розпочинаються інтенсивні поливи кукурудзи та сої, що значно підвищує витрати поливної води у сівозмінах. Тому, підвищення питомої ваги кукурудзи в сівозміні з 28,6% до 42,9-71,5% суттєво збільшує споживання поливної води починаючи з третьої декади червня.

Сівозміни із збалансованим співвідношенням культур, в яких не співпадають періоди інтенсивного використання поливної води, тобто

пшениці озимої і люцерни та кукурудзи і сої, відносно рівномірно витрачають поливну воду на протязі всього поливного періоду. Так, коефіцієнт варіації ординати гідромодуля в сівозмінах, які мають 28,6% кукурудзи, 28,6-42,8% зернових колосових (пшениця озима і ячмінь) та 28,6-42,9% люцерни, за 16 років досліджень становить 49,0-53,4%. Поступове підвищення питомої ваги кукурудзи в сівозміні до 42,9, 57,2 та 71,5% за рахунок зменшення посівів зернових колосових культур до 14,2%, а в останній сівозміні і за рахунок виведення з неї люцерни істотно збільшує нерівномірність використання поливної води в сівозміні. Коефіцієнт варіації ординати гідромодуля в цих сівозмінах підвищується до 55,8-99,2%.

В сівозмінах, в яких питома вага кукурудзи, зернових колосових та люцерни знаходиться в межах 28,6-42,9% ордината гідромодуля в травні становила 0,170-0,230 л/с/га. При збільшенні питомої ваги кукурудзи в сівозміні до 57,2% ордината гідромодуля в цей період знижувалась до 0,120 л/с/га, а при доведенні площ кукурудзи в сівозміні до 71,5% ще більше знижувало ординату гідромодуля – до 0,05 л/с/га. Тобто, в цей час в таких сівозмінах поливна вода майже не використовувалася, що призвело до марного витрачання енергоресурсів для її подачі в зрошувальну систему.

У червні ордината гідромодуля відносно вирівнялася по всіх сівозмінах 0,250-0,310 л/с/га.

У липні і серпні ордината гідромодуля в сівозмінах з більш високою питомою вагою кукурудзи вже була значно вищою, ніж в інших сівозмінах. Однак, розміщення після озимої пшениці післяжнивних посівів злаково-бобових травосумішок дещо вирівняло середньодобове водоспоживання у всіх сівозмінах, хоча при насиченні кукурудзою до 71,5% ордината гідромодуля залишалась самою високою – 0,47-0,48л/с/га.

Підвищення питомої ваги кукурудзи в сівозміні з 28,5 до 57,1-71,5% призводить до зниження середньої зрошувальної норми по сівозміні на 4-22% за рахунок незначного витрачання поливної води на початку та наприкінці поливного періоду (табл. 7.4). Поряд з цим, збільшення питомої

ваги кукурудзи в сівозмінах в цих межах призводить до підвищення їх продуктивності на 6,7-22,9%, а також виходу зерна з 1 га сівозмінної площі.

Таблиця 7.4

Ефективність використання поливної води в експериментальних сівозмінах (середнє за 6 років досліджень)

| Сівозміна № | Збір з 1 га сіво- змінної площі, ц | | Середня зрошувальна норма, м ³ /га | Витрати води на формування 1 ц, м ³ | | Отримано про- дукції на 1000 м ³ поливної води, ц | |
|-------------|---------------------------------------|-------|--|---|-------|--|-------|
| | кормових одиниць | зерна | | кормових одиниць | зерна | кормових одиниць | зерна |
| 1 | 99,7 | 37,1 | 3190 | 32,0 | 86,0 | 31,2 | 11,6 |
| 2 | 103,5 | 45,0 | 2960 | 28,6 | 65,8 | 35,0 | 15,2 |
| 3 | 110,9 | 48,6 | 2850 | 25,7 | 58,6 | 38,9 | 17,0 |
| 4 | 98,3 | 38,3 | 2990 | 30,4 | 78,1 | 32,9 | 12,8 |
| 5 | 110,0 | 47,7 | 3000 | 27,3 | 62,9 | 36,7 | 15,9 |
| 6 | 127,5 | 60,6 | 2490 | 19,5 | 41,1 | 51,2 | 24,3 |

Примітка. Співвідношення культур у сівозмінах наведено в таблиці 7.3

У зв'язку з цим, у таких сівозмінах спостерігається більш економне витрачання поливної води на формування 1 ц зерна, а також більш висока віддача від кожного кубометра використаної води.

Слід зауважити, що для забезпечення оптимального зволоження всіх культур таких сівозмін потрібен більш високий гідромодуль зрошувальних ділянок.

Підвищення насичення сівозмін зерновими культурами з 50 до 75% за рахунок пшениці озимої також призводить до зменшення зрошувальної норми, незалежно від рівня зволоження року (табл. 7.5). Збільшення площі зернових культур в сівозміні з 50 до 62,5%, в тому числі пшениці озимої з 25 до 50% дозволяє частину поливів перенести на більш ранній період і

закінчити їх у першій половині червня, тобто до періоду максимального водоспоживання.

Таблиця 7.5

Середня зрошувальна норма поливів на 1 га сівозмінної площі залежно від питомої ваги зернових культур

| Рік | Питома вага зернових культур у сівозміні, % | | | | | |
|------------------|---|-----------------------------------|-------------------|-----------------------------------|-------------------|-----------------------------------|
| | 50,0 | | 62,5 | | 75,0 | |
| | кількість поливів | зрошувальна норма, м ³ | кількість поливів | зрошувальна норма, м ³ | кількість поливів | зрошувальна норма, м ³ |
| Вологий | 3,5 | 2325 | 3,5 | 2262 | 2,6 | 1688 |
| Середньо-вологий | 4,6 | 3088 | 4,8 | 3050 | 3,9 | 2425 |
| Середній | 5,8 | 3950 | 5,4 | 3600 | 4,5 | 2925 |
| Середньо-сухий | 6,9 | 4488 | 6,5 | 4125 | 5,9 | 3575 |
| Сухий | 8,2 | 5462 | 7,8 | 4938 | 6,9 | 4275 |

Доведено, що за роки досліджень сумарне водоспоживання пшениці озимої в двометровому шарі ґрунту за весняно-літній період вегетації у варіантах з призначенням поливів по вологості ґрунту майже не коригувалося з нормою зрошення й склало 3748 та 3648 м³/га, відповідно. Цей показник у сої в шарі ґрунту 0-200 см залежав від режиму зрошення й склав у середньому на біологічно-оптимальному 4940 м³/га, на водозберігаючому – 4504, ґрунтозахисному – 4275 м³/га (табл. 7.6).

Слід зазначити, що в усіх режимах зрошення найвища частка в сумарному водоспоживанні припадає на поливи – в середньому від 35 до 46%. Сумарне водоспоживання кукурудзи залежало від умов вологозабезпеченості рослин.

Визначена пряма залежність водоспоживання від величини норми зрошення. При цьому питома вага ґрунтової вологи з шару ґрунту 0-200 см становила 24-27%, опадів – 32-35, поливів – 35-45%.

Важливе значення при вирощуванні досліджуваних культур має врахування зони розташування кореневої системи у різних прошарках ґрунту.

**Пошарове сумарне водоспоживання культур сівозміни та його складові
(середнє за роки досліджень)**

| Культура | Сумарне водоспоживання, м ³ /га | Складові сумарного водоспоживання | | | | | |
|-------------------------------|--|-----------------------------------|----|--------------------|----|--------------------|----|
| | | грунтова волога | | опади | | поливи | |
| | | м ³ /га | % | м ³ /га | % | м ³ /га | % |
| біологічно оптимальний | | | | | | | |
| Соя | 4940 | 1094 | 22 | 1579 | 32 | 2267 | 46 |
| Пшениця озима | 3748 | 410 | 11 | 1771 | 47 | 1570 | 42 |
| Кукурудза | 4369 | 1186 | 27 | 1296 | 30 | 1887 | 43 |
| водозберігаючий | | | | | | | |
| Соя | 4504 | 1025 | 23 | 1579 | 35 | 1900 | 42 |
| Пшениця озима | 3605 | 934 | 26 | 1771 | 49 | 900 | 25 |
| Кукурудза | 4219 | 1430 | 34 | 1296 | 31 | 1493 | 35 |
| грунтозахисний | | | | | | | |
| Соя | 4275 | 1146 | 27 | 1579 | 37 | 1550 | 36 |
| Пшениця озима | 3648 | 677 | 19 | 1771 | 48 | 1200 | 33 |
| Кукурудза | 4094 | 1325 | 32 | 1296 | 32 | 1473 | 36 |

Аналіз використання вологи рослинами сої, озимої пшениці та кукурудзи із різних шарів ґрунту та процесів гравітаційних втрат її за межі зони аерації показав, що в середньому по сівозміні при водозберігаючому та ґрунтозахисному режимах зрошення 77% вологи використовується з метрового шару ґрунту (рис. 7.2). Незначна її кількість (9%) витрачається з глибини 150-200 см. При оптимальному зрошенні з метрового шару ґрунту за рахунок легкодоступної вологи її використання зменшується і становить 73%.

Коефіцієнт корисної дії (ККД) фотосинтетично активної радіації (ФАР) посівів сої різною мірою змінювався під впливом режиму зрошення та удобрення, що свідчить про істотний вплив даних чинників на ефективність використання рослинами сонячної енергії (рис. 7.3).

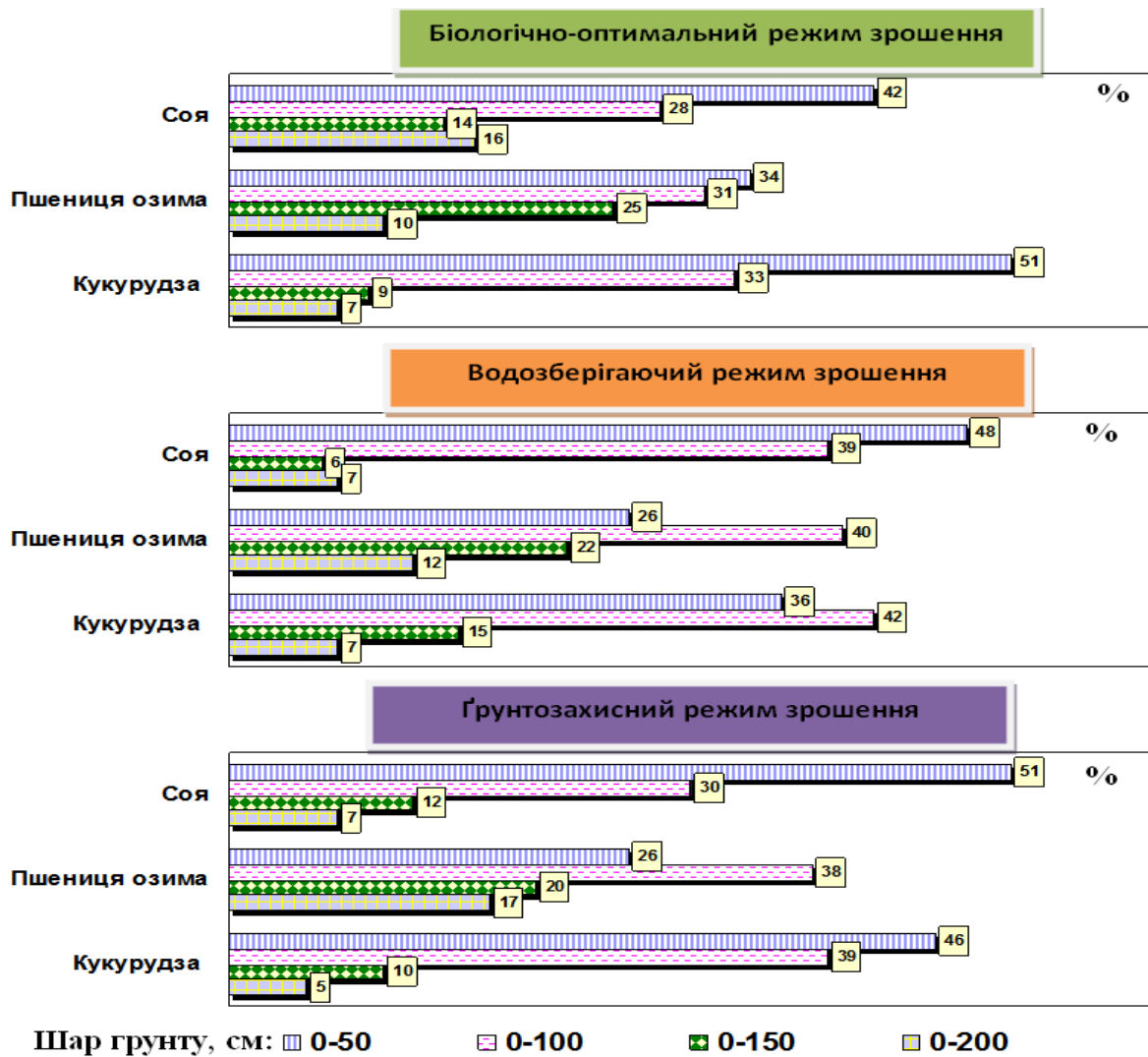


Рис. 7.2 Результати пошарового аналізу вмісту вологи в ґрунті (%) по культурах сівозміни (середнє за 2013-2015 рр.)

Встановлено, що за біологічно оптимального режиму зрошення ККД ФАР був максимальним і змінювався в межах від 2,73 до 2,88%. Найменші значення цього показника оцінки ефективності використання сонячної енергії рослинами сої були за водозберігаючого режиму зрошення – 2,54-2,79%. Ґрунтозахисний режим зрошення займав проміжне положення – 2,61-2,75%.

Застосування мінеральних добрив сумісно з Ризоторфіном сприяли сталому зростанню ефективності використання сонячної енергії. За біологічно оптимального режиму зрошення таке підвищення склало 4,4-5,5; водозберігаючому – 5,9-9,8; ґрунтозахисному – 3,8-5,4 відсоткових пунктів, відповідно. Це свідчить про важливість покращення поживного режиму

грунту для збільшення коефіцієнтів корисної дії ФАР в умовах зрошення півдня України.

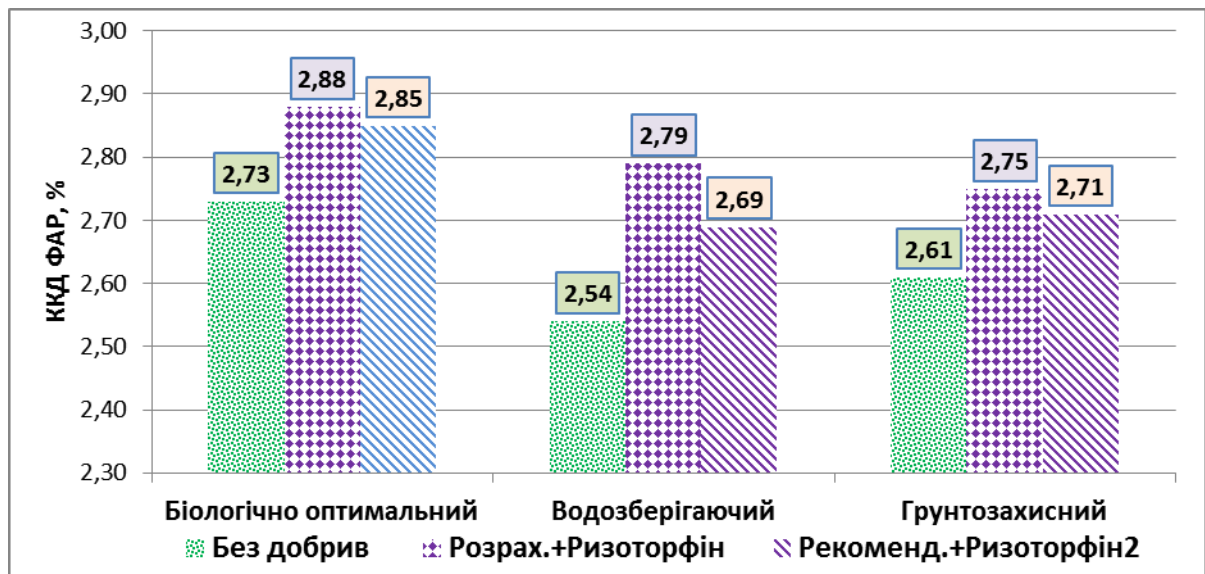


Рис. 7.3 Показники коефіцієнту корисної дії ФАР посівів сої залежно від режиму зрошення, удобрення та норми висіву, %

В польових дослідженнях встановлено, що сумарне водоспоживання сої залежало від рівня вологозабезпеченості рослин та режимів зрошення. Максимального значення з двометрового шару ґрунту воно сягнуло за біологічно оптимального режиму зрошення і склало 5011 м³/га. За водозберігаючого та ґрунтозахисного режимів зрошення цей показник становив відповідно 4664 та 4820 м³/га (табл. 7.7).

Таблиця 7.7

Складові сумарного водоспоживання сої з різних шарів ґрунту та коефіцієнт водоспоживання залежно від умов вологозабезпеченості (середнє за 2013-2015 рр.)

| Режим зрошення | Шар ґрунту, см | Складові балансу | | | | | | Сумарне водоспоживання, м ³ /га | Коефіцієнт водоспоживання, м ³ /т |
|------------------------|----------------|--------------------|------|--------------------|------|--------------------|------|--|--|
| | | ґрунтова волога | | опад | | поливи | | | |
| | | м ³ /га | % | м ³ /га | % | м ³ /га | % | | |
| Біологічно оптимальний | 0-100 | 398 | 8,2 | 1685 | 34,9 | 2750 | 56,9 | 4833 | 1129 |
| | 0-200 | 576 | 11,5 | 1685 | 33,6 | 2750 | 54,9 | 5011 | 1171 |
| Водозберігаючий | 0-100 | 673 | 14,9 | 1685 | 37,4 | 2150 | 47,7 | 4508 | 1156 |
| | 0-200 | 829 | 17,8 | 1685 | 36,1 | 2150 | 46,1 | 4664 | 1196 |
| Ґрунтозахисний | 0-100 | 615 | 13,2 | 1685 | 36,2 | 2350 | 50,5 | 4650 | 1123 |
| | 0-200 | 785 | 16,3 | 1685 | 35,0 | 2350 | 48,8 | 4820 | 1164 |

Аналіз структури водоспоживання посівів сої свідчить про те, що максимальна питома вага припадає на вегетаційні поливи за режимами зрошення: біологічно оптимальний – 54,9-56,9%; водозберігаючий – 46,1-47,7%; ґрунтозахисний – 48,8-50,5%. Найменше значення мали запаси ґрунтової вологи – 8,2-17,8%.

Слід зауважити, що найбільш високу питому вагу використання запасів ґрунтової вологи (17,8%) і найменшу вегетаційних поливів (46,1%) одержали за водозберігаючого режиму зрошення, що підтверджує ресурсощадність даної схеми штучного зволоження.

Коефіцієнт водоспоживання дорівнював 1123-1196 м³/т. Цей показник несуттєво змінювався під впливом режимів зрошення, а середньофакторіальна різниця між варіантами слала лише 2,3-2,8%.

За даними динаміки вологості ґрунту з шару 0-100 см у різні міжфазні періоди розвитку сої, розподілу атмосферних опадів та вегетаційних поливів у всіх варіантах дослідження доведено, що середньодобове випаровування сої у початковий період розвитку рослин була незначним – 25,2-30,4 м³/га (рис. 7.4).

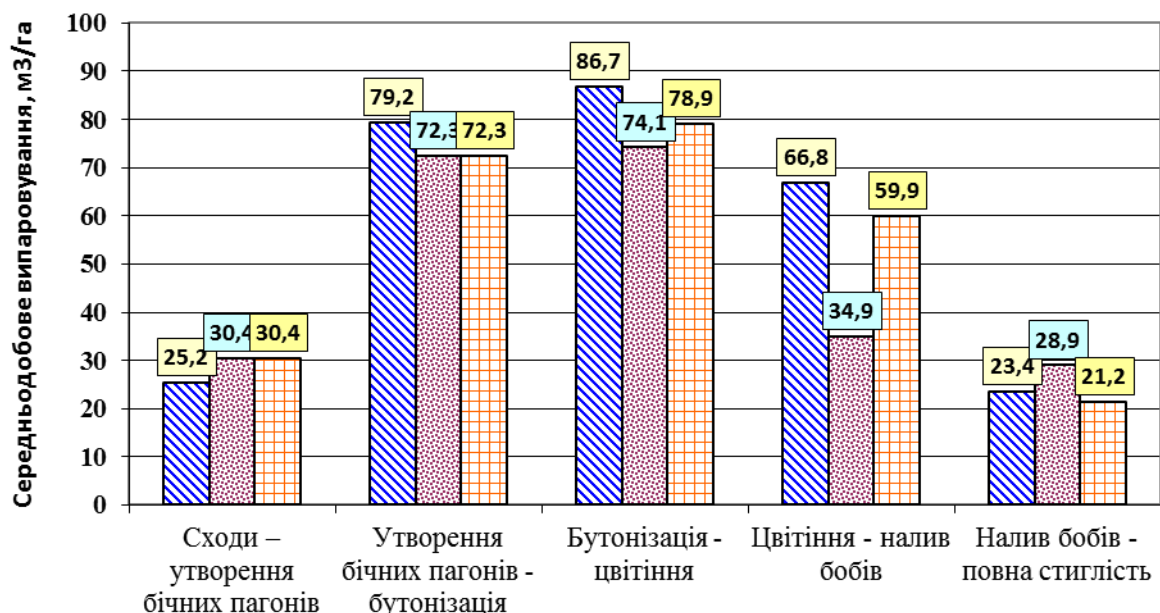


Рис. 7.4 Середньодобове випаровування сої з шару ґрунту 0-100 см за міжфазними періодами розвитку, м³/га (середнє за 2013-2015 рр.)

З початку проведення вегетаційних поливів воно істотно збільшувалось, а максимального значення цей показник мав у міжфазний період «бутонізація – цвітіння», коли зафіксовано його зростання до 74,1-86,7 м³/га. Наприкінці вегетації відзначено зниження показників середньодобового випаровування в усіх варіантах дослідів, при цьому вони коливалися у межах 21,2-28,9 м³/га залежно від режиму зрошення.

Встановлено, що у варіанті з біологічно оптимальним режимом зрошення врожайність насіння, у середньому по фактору, становила 4,28 т/га, у варіанті з водозберігаючим режимом зрошення отримано 3,90.

При ґрунтозахисному 4,14 т/га, отже різниця між першим та другим і третім варіантами склала відповідно 9,7 і 3,4% (табл. 7.8).

Таблиця 7.8

Урожайність насіння сої залежно від впливу режиму зрошення, удобрення та норми висіву, т/га (середнє за 2013-2015 рр.)

| Режим зрошення (фактор А) | Удобрення (фактор В) | Норма висіву, тис. шт./га (фактор С) | | | Середнє по фактору | |
|---------------------------|---|--------------------------------------|------|------|--------------------|------|
| | | 600 | 700 | 800 | А | В |
| Біологічно оптимальний | Без добрив | 3,57 | 3,35 | 3,23 | 4,28 | 3,30 |
| | Розрах.(N ₇₅)+Ризоторфін | 5,12 | 4,98 | 4,45 | | 4,59 |
| | N ₆₀ P ₆₀ +Ризоторфін | 4,79 | 4,67 | 4,33 | | 4,43 |
| Водо-зберігаючий | Без добрив | 3,34 | 3,14 | 3,07 | 3,90 | 4,14 |
| | Розрах.(N ₇₅)+Ризоторфін | 4,38 | 4,37 | 4,29 | | |
| | N ₆₀ P ₆₀ +Ризоторфін | 4,31 | 4,13 | 4,11 | | |
| Ґрунто-захисний | Без добрив | 3,58 | 3,26 | 3,15 | 4,14 | |
| | Розрах.(N ₇₅)+Ризоторфін | 4,97 | 4,49 | 4,23 | | |
| | N ₆₀ P ₆₀ +Ризоторфін | 4,70 | 4,62 | 4,23 | | |
| Середнє по фактору С | | 4,31 | 4,11 | 3,90 | | |

НР₀₅, т/га за факторами: А – 0,12; В – 0,09; С – 0,05

У варіанті без добрив врожайність сої, в середньому по фактору В, становила 3,30 т/га, а внесення добрив забезпечило суттєве (на 34,2-39,1%) підвищення продуктивності рослин сої.

Застосування розрахункової дози добрив та Ризоторфіном викликало підвищення врожайності насіння сої на 1,29 т/га, а за внесення рекомендованої норми та Ризоторфіну – на 1,13 т/га. При цьому різниця між

удобреними варіантами склала лише 0,16 т/га або 4,9%.

Стосовно густоти стояння рослин визначено, що врожайність сої, у середньому по фактору, найбільшою була за густоти 600 тис. шт./га – 4,31 т/га. Підвищення рівня загущеності посіву від 600 до 700-800 тис. шт./га відповідно зменшило даний показник на 0,19-0,41 т/га або на 4,7-10,5%.

Найвищий в досліді рівень урожайності насіння сої – 5,12 т/га був одержаний у варіанті з біологічно оптимальним режимом зрошення, розрахунковою нормою добрив, Ризоторфіном за норми висіву 600 тис. шт./га.

Дисперсійний аналіз одержаних експериментальних даних дозволив встановити, що режими зрошення у максимальному ступеню впливали на продуктивність досліджуваної культури (рис. 7.5).

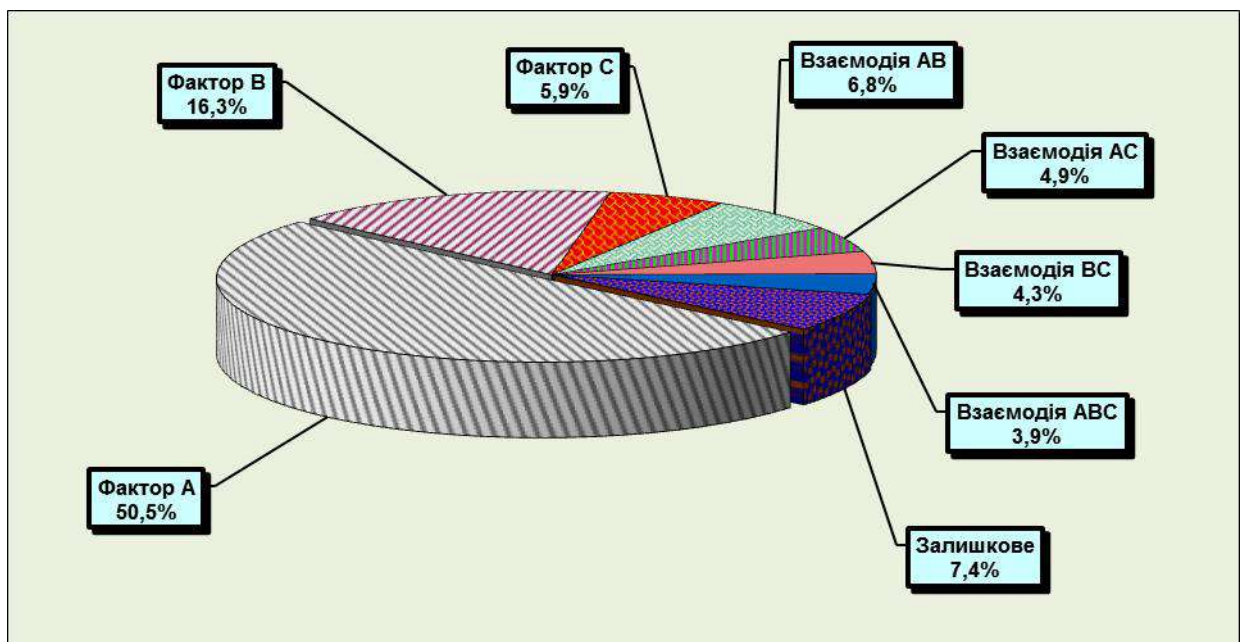


Рис. 7.5 Мінливість результативних ознак досліджуваних факторів: А – режим зрошення, В – удобрення, С – норма висіву % (середнє за 2013-2015 рр.)

Визначено, що частка впливу фактору А на формування врожаю насіння сої є найбільшою – 50,5%. Удобрення також мали вагомий вплив на продуктивність рослин сої. При цьому мінливість результативних ознак дисперсії склала 16,3%.

Норми висіву обумовили зміни врожайності на рівні 5,9%. Слід відзначити високий рівень взаємодії режиму зрошення та удобрення (фактори А та В), їх мінливість результативних ознак склала 6,8%. Інші взаємодії були менше 5%, а залишкова дія неврахованих чинників становила 7,4%.

Аналіз даних врожайності свідчить про те, що різний ступінь забезпеченості рослин вологою впродовж вегетаційного періоду суттєво вплинув на продуктивність пшениці озимої сорту Овідій (табл. 7.9).

Таблиця 7.9

Урожайність зерна пшениці озимої залежно від режиму зрошення, удобрення та норми висіву, т/га (середнє за 2013-2015)

| Режим зрошення (А) | Добрива (В) | Норма висіву, тис. шт./га (С) | | Середнє по фактору А | Середнє по фактору В |
|---|----------------------------------|-------------------------------|-------|----------------------|----------------------|
| | | 3 млн | 6 млн | | |
| Біологічно-оптимальний | Без добрив | 2,23 | 2,57 | 5,30 | 2,22 |
| | Розрахункова (N ₉₃) | 6,22 | 7,22 | | 6,46 |
| | N ₁₅₀ P ₉₀ | 6,47 | 7,12 | | 6,54 |
| Водозберігаючий | Без добрив | 1,88 | 2,09 | 4,71 | |
| | Розрахункова (N ₉₃) | 5,87 | 6,07 | | |
| | N ₁₅₀ P ₉₀ | 6,04 | 6,29 | | |
| Ґрунтозахисний | Без добрив | 2,17 | 2,41 | 5,21 | |
| | Розрахункова (N ₉₃) | 6,00 | 7,36 | | |
| | N ₁₅₀ P ₉₀ | 6,32 | 7,01 | | |
| Середнє по фактору С | | 4,80 | 5,35 | | |
| N ₁ P ₀₅ , т/га по факторах: А – 0,26; В – 0,31; С – 0,20; АВС – 0,46 | | | | | |

Створення відповідних до визначених у схемі умов зволоження ґрунту поливами забезпечило отримання врожаю зерна пшениці озимої у межах 4,7-5,3 т/га. Застосування біологічно-оптимального режиму зрошення та внесення добрив згідно розрахункової дози N₁₄₁ забезпечило максимальний врожай 7,22 т/га. Збільшення норми висіву з 3 до 6 млн схожих зерен на гектар, у середньому по фактору С, підвищило врожай на 0,55 т/га.

При вирощуванні зерна кукурудзи найбільшу врожайність (12,4 т/га) отримали за біологічно-оптимального режиму зрошення з розрахунковою нормою добрив (N₁₅₃) та густоті стояння 80 тис. рослин на гектарі (табл. 7.10). Застосування добрив забезпечило сталий приріст врожайності порівняно з неудобреним контролем, у середньому, на 55-68%. Загущення

посівів від 40 до 60 і 80 тис./га, у середньому по фактору С, сприяло зростанню врожайності зерна на 7,7-13,2%.

Таблиця 7.10

Урожайність зерна кукурудзи залежно від режиму зрошення, удобрення та густоти стояння рослин, т/га (середнє за 2013-2015 рр.)

| Режим зрошення (А) | Удобрєння (В) | Густота стояння рослин, тис./га (С) | | | Середнє по | |
|---|----------------------------------|-------------------------------------|-------|-------|------------|------|
| | | 40 | 60 | 80 | А | В |
| Біологічно-оптимальний | Без добрив | 6,92 | 7,02 | 7,45 | 9,75 | 6,5 |
| | Розрахункова (N ₁₄₂) | 9,79 | 11,88 | 12,42 | | 10,8 |
| | N ₁₂₀ P ₉₀ | 9,92 | 10,95 | 11,39 | | 9,9 |
| Водозберігачий | Без добрив | 5,81 | 6,22 | 6,73 | 8,86 | |
| | Розрахункова (N ₁₄₂) | 9,83 | 10,72 | 10,96 | | |
| | N ₁₂₀ P ₉₀ | 9,36 | 9,72 | 10,43 | | |
| Ґрунтозахисний | Без добрив | 5,77 | 5,94 | 6,24 | 8,58 | |
| | Розрахункова (N ₁₄₂) | 9,90 | 10,43 | 10,84 | | |
| | N ₁₂₀ P ₉₀ | 8,96 | 9,27 | 9,84 | | |
| Середнє по фактору С | | 8,47 | 9,13 | 9,59 | | |
| N ₁₂₀ P ₉₀ , т/га за факторами: А – 0,48; В – 50; С – 0,34 ; АВС – 0,68 | | | | | | |

Отже, на рівні коротко ротатійної сівозміни встановлено, що найістотніший вплив на рівень урожаю зернових і зернобобових культур мають інтенсивність сонячної радіації, температури повітря, а також ступінь забезпечення рослин. Урахування обсягів надходження енергії та тепла від Сонця, їх прогнозування дозволяє скоригувати елементи технології вирощування, зокрема дози внесення добрив у підживлення.

7.3 Відпрацювання агрозаходів за напрямом підвищення продуктивності кукурудзи на зерно при зрошенні

В польовому досліді з встановлення впливу строків сівби та захисту рослин на продуктивності гібридів кукурудзи вітчизняної селекції встановлено, що біометричні показники качанів до яких відносяться кількість качанів, число рядів зерен, число зерен в ряді та маса 1000 зерен істотно змінювались під впливом досліджуваних чинників (табл. 7.11).

Таблиця 7.11

Структура врожаю та врожайність зерна кукурудзи залежно від досліджуваних факторів (середнє за 2017-2019 рр.)

| Гібриди (фактор А) | Строки сівби (фактор В) | Захист рослин (фактор С) | Кількість качанів на 1 га, шт. | Кількість зерен у качані, шт. | Маса 1000 зерен, г | Урожайність, т/га |
|--------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------------|-------------------------------|--------------------|-------------------|
| Сиваш | ІІІ декада квітня | Контроль | 5694 | 290 | 183 | 7,29 |
| | | Біозахист | 5943 | 295 | 226 | 7,79 |
| | | Хімзахист | 6344 | 299 | 249 | 8,45 |
| | І декада травня | Контроль | 5800 | 287 | 215 | 7,81 |
| | | Біозахист | 5937 | 294 | 236 | 8,20 |
| | | Хімзахист | 6379 | 325 | 249 | 8,77 |
| | ІІ декада травня | Контроль | 5165 | 224 | 228 | 6,02 |
| | | Біозахист | 5359 | 238 | 236 | 6,63 |
| | | Хімзахист | 5499 | 274 | 246 | 6,95 |
| Азов | ІІІ декада квітня | Контроль | 5614 | 402 | 333 | 11,04 |
| | | Біозахист | 5965 | 396 | 335 | 11,22 |
| | | Хімзахист | 5993 | 432 | 355 | 12,30 |
| | І декада травня | Контроль | 5564 | 501 | 321 | 13,29 |
| | | Біозахист | 5853 | 521 | 333 | 15,50 |
| | | Хімзахист | 6041 | 534 | 390 | 15,65 |
| | ІІ декада травня | Контроль | 5114 | 365 | 304 | 9,93 |
| | | Біозахист | 5272 | 394 | 306 | 11,14 |
| | | Хімзахист | 5386 | 403 | 312 | 11,28 |
| Каховський | ІІІ декада квітня | Контроль | 5271 | 430 | 357 | 13,65 |
| | | Біозахист | 5426 | 475 | 333 | 13,70 |
| | | Хімзахист | 5874 | 501 | 341 | 14,38 |
| | І декада травня | Контроль | 6546 | 455 | 325 | 15,36 |
| | | Біозахист | 6649 | 484 | 352 | 16,14 |
| | | Хімзахист | 7040 | 494 | 461 | 16,73 |
| | ІІ декада травня | Контроль | 4947 | 336 | 340 | 9,81 |
| | | Біозахист | 5158 | 368 | 346 | 11,18 |
| | | Хімзахист | 5297 | 381 | 358 | 11,41 |
| НІР ₀₅ | | | 259 | 14,7 | 12,4 | 0,67 |

Урожайність сільськогосподарських культур є найбільш об'єктивним показником, який характеризує ефективність застосування того чи іншого агротехнологічного заходу. Представлені данні урожайності зерна кукурудзи залежно від різних строків сівби при обробці біологічними та хімічними пестицидами та використання гібридів різних груп стиглості.

Щодо гібридного складу, відмічена деяка тенденція до збільшення цих показників у середньостиглих гібридів порівняно з середньо ранньостиглим. Також на структуру врожаю вплинули біологічні та хімічні обробки в порівнянні з контролем.

Слід відзначити, що найкращі показники на трьох гібридах були при посіві в I декаді травня та при хімічному захисті.

Збиральна вологість зерна гібридів має чітко визначені особливості прояву залежно від групи стиглості гібриду, а також від особливостей генотипового прояву темпів вологовіддачі при дозріванні (табл. 7.12).

Таблиця 3.9

Вологість зерна кукурудзи перед збиранням залежно від досліджуваних факторів, % (2017-2019 рр.)

| Гібриди (фактор А) | Строки сівби (фактор В) | Захист рослин (фактор С) | | | Середнє за факторами | |
|---|-------------------------------|-----------------------------|-----------|-----------|-------------------------|------|
| | | Контроль | Біозахист | Хімзахист | В | А |
| Сиваш | III декада квітня | 15,6 | 15,7 | 15,5 | 15,6 | 15,5 |
| | I декада травня | 15,1 | 15,4 | 15,8 | 15,4 | |
| | II декада травня | 15,7 | 15,4 | 14,9 | 15,3 | |
| Азов | III декада квітня | 17,3 | 18,1 | 17,9 | 17,8 | 17,7 |
| | I декада травня | 18,0 | 17,7 | 17,7 | 17,8 | |
| | II декада травня | 18,2 | 17,6 | 17,2 | 17,7 | |
| Каховський | III декада квітня | 16,6 | 16,7 | 16,8 | 16,7 | 16,9 |
| | I декада травня | 17,5 | 17,2 | 16,9 | 17,2 | |
| | II декада травня | 17,0 | 16,9 | 16,5 | 16,8 | |
| Середнє по фактору С | | 16,8 | 16,7 | 16,6 | | |
| HP ₀₅ , % для факторів А, В і С – 0,27 | | | | | | |

Важливим показником, що впливає на якість кукурудзи, а також на кількість енерговитрат при досушуванні качанів є збиральна вологість зерна. Цей показник змінювався залежно від досліджуваних факторів та гідротермічних умов.

В гібриді Сиваш вона була в межах оптимуму від 14,9% до 15,8%. В гібрида Азов встановлено максимальний рівень, який перевищує 16% і становить 18,2%, а у гібрида Каховський цей показник відзначено на рівні 16,6-17,5%. Визначено, що одним із показників вологості зерна є групи

стиглості гібридів, це варто враховувати в технологіях обробки й зберігання. Ці особливості будуть певним чином впливати, насамперед, на процеси сушіння, очищення й тривалості зберігання.

Отже, встановлено, що найвища середня врожайність була за сівби 5 травня при хімічному захисті у фазу 8-10 листків. У гібрида Сиваш врожайність відзначена на рівні – 8,77 т/га, у Азова – 15,65, у гібрида Каховський – 16,73 т/га.

Висновки до розділу 7

1. За результатами досліджень визначено, що структуру посівних площ і сівозміни необхідно створювати відповідно до умов кожного конкретного господарства. При цьому потрібно враховувати його спеціалізацію, розміри землекористування та водозабезпеченість. Співвідношення культур у сівозміні визначається їх продуктивністю та рентабельністю. Тривалість ротації сівозміни визначає культура, яка має найдовший період повернення на попереднє місце в сівозміні. Співвідношення культур у сівозмінах має забезпечувати також рівномірний розподіл праці протягом вегетаційного періоду. Співвідношення озимих колосових культур та кукурудзи або сої 1:1, або пшениці більше, ніж кукурудзи забезпечує можливість витримати режим зрошення всіх культур. Із збільшенням питомої ваги кукурудзи в сівозмінах зрошувальні системи не завжди спроможні забезпечити оптимальний режим зрошення всіх культур.

2. За результатами проведених досліджень визначено, що покращення водного та поживного режиму ґрунту шляхом застосування зрошення, мінеральних та бактеріальних добрив сприяє підвищенню ефективності використання сонячної радіації та збільшує коефіцієнт корисної дії фотосинтетично активної радіації в посушливих умовах півдня України. За біологічно оптимального режиму зрошення цей показник зростає до 2,88%. Внесення мінеральних добрив та обробка насіння Ризоторфіном сприяли зростанню ККД ФАР за біологічно оптимального режиму зрошення на 4,4-

5,5; водозберігаючому – 5,9-9,8; ґрунтозахисному – 3,8-5,4 відсоткових пунктів, відповідно. Аналіз структури водоспоживання посівів сої свідчить про те, що максимальна питома вага припадає на вегетаційні поливи за режимами зрошення: біологічно оптимальний – 54,9-56,9%; водозберігаючий – 46,1-47,7%; ґрунтозахисний – 48,8-50,5%. Найменше значення мали запаси ґрунтової вологи – 8,2-17,8%.

3. Найбільше середньодобове випаровування (евапотранспірація) посівів сої на рівні 74,1-86,7 м³/га відзначено у міжфазний період «бутонізація – цвітіння». На початку та наприкінці вегетації даний показник був мінімальний і становив 21,1-30,4 м³/га. В дослідях зафіксовано максимальний рівень урожайності насіння сої 5,12 т/га за біологічно оптимального режиму зрошення, внесення розрахункової норми добрив з обробкою насіння перед сівбою бактеріальним добривом Ризоторфін та формування густоти стояння рослин 600 тис. шт./га.

4. Аналіз експериментальних даних дозволив встановити максимальну ступінь впливу на врожайність насіння сої режиму зрошення та удобрення – відповідно 50,5 та 16,3%, а норми висіву меншою мірою впливали на продуктивність рослин сої – 5,9%. Зростання впливу результативних ознак до 6,8% відзначено за взаємодії зрошення та удобрення. Влив неврахованих чинників склав 7,4%.

5. Максимальна врожайність зерна пшениці озимої, на рівні 7,22 т/га, одержали при використанні біологічно-оптимального режиму зрошення та внесення добрив згідно розрахункової дози N₁₄₁. Збільшення норми висіву з 3 до 6 млн схожих зерен на гектар сприяло зростанню врожайності на 0,55 т/га.

6. В досліді з кукурудзою найвищий рівень урожайності зерна – 12,4 т/га ця культура також сформувала за біологічно-оптимального режиму зрошення, внесенням добрив на програмований рівень урожаю (N₁₅₃) та висіванні культури з густотою стояння рослин 80 тис./на гектарі. В усіх варіантах фактора А (режим зрошення) внесення добрив різними дозами сприяло суттєвому (на 55-68%) підвищенню врожайності порівняно з

неудобреним контролем. Збільшення густоти стояння рослин до 60 і 80 тис./га забезпечило зростання зернової продуктивності кукурудзи на 7,7-13,2%.

7. За результатами досліджень встановлено, що у початкові етапи органогенезу рослин, від сходів до фази 4-5 листків (перші 20-30 днів вегетаційного періоду), ріст кукурудзи був повільний. Після фази 12-15 листків, коли розпочалося проведення поливів, ростові процеси рослин стали проходити більш інтенсивно, а висота стебла до фази викидання волоті значно збільшилась. У воскову фазу відбулося зниження показника внаслідок підсихання рослин та втрати вологи з тканин. Також проявилася тенденція до збільшення виходу сирої маси у гібридів середньостиглих груп. У фазу цвітіння кількість сухої речовини складала, в середньому по факторах досліджень, 16,7-22,3 ц/га, а максимального значення, на рівні 49,5 ц/га, цей показник досягнув у фазу повної стиглості зерна.

8. З дослідю видно що максимального розвитку листова поверхня досягає в період цвітіння. У другий строк посіву та при застосуванні біологічних та хімічних пестицидів відмічено найвищі показники на усіх гібридах. У Сиваша найбільша площа листової поверхні складала – 55,4 тис. м²/га (за хімічного захисту), у Азова – 59,4 тис. м²/га (за біологічного захисту), та у гібрида Каховський – 59,3 тис. м²/га (за хімічного захисту).

9. Ефективність дії біологічних препаратів Триходерміну та Гаупсину проти стеблового кукурудзяного метелика та совки бавовникової складала на гібриді Сиваш – 84,9-84,2%, на гібриді Азов – 84,8-84,4 та на гібриді Каховський – 85,0-84,5%. Збиральна вологість зерна гібридів має чітко визначені особливості прояву залежно від групи стиглості гібриду, а також від особливостей генотипового прояву темпів вологовіддачі при дозріванні. В гібрида Азов встановлено максимальний рівень, який перевищує показник 16%, складаючи 18,2% вологості зерна. У гібрида Каховський вологість зерна зафіксована на рівні 16,5-17,5%.

РОЗДІЛ 8

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ЗЕРНОВИХ І ЗЕРНОБОБОВИХ КУЛЬТУР З ВРАХУВАННЯМ ЛОКАЛЬНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ АГРОЕКОСИСТЕМ СТЕПОВОЇ ЗОНИ УКРАЇНИ

Основні фактори, що визначають продуктивність рослинного організму, поділяються на три складові групи: кліматичні – світло, тепло, вода, газовий склад повітря; едафізичні – структура ґрунту, його хімічний склад; біологічні – різноманітні мікроорганізми, рослинні та тваринні організми як корисні, так і шкідливі). Причому певні види рослин мають специфічну потребу в кожному з факторів життя, а також оптимальному їх сполученні [81]. Врахування показників продукційного процесу сільськогосподарських культур має велике значення в напрямках підвищення ефективності землеробської галузі та аграрного сектору економіки. Вивчення впливу на рівень урожаю показників ФАР дозволяє оптимізувати дію агротехнічних факторів й економічних умов, у яких здійснюється сільськогосподарське виробництво, а також підвищити ефективність організаційно-господарської діяльності кожного підприємства. Проте, останнім часом майже відсутні аналітичні дослідження щодо оцінки показників ФАР на формування продуктивності рослин з врахуванням їх впливу на врожайність, якісні та інші показники [335].

Крім того, енергетичного балансу дозволяє встановити кількісні та якісні зміни порівняно з минулими періодами та рівнями; розкрити, шляхом аналізу, причини динаміки і фактори, що зумовили відмінності в рівнях врожайності між зонами, районами, групами господарств; оцінити ефективність різних чинників на продуктивність рослин; з'ясувати невикористані резерви підвищення врожайності тощо [331]. Тому дослідження з наукового обґрунтування інтенсивних технологій вирощування вітчизняних гібридів кукурудзи на зрошуваних землях Південного Степу України з врахуванням гідротермічних чинників та змін

клімату мають важливе актуальне значення.

8.1 Встановлення закономірностей продукційного процесу зернових і зернобобових культур з використанням інформаційних технологій

Дослідженнями вітчизняних і закордонних вчених доведено, що 90-95% врожайності с.-г. культур формується за рахунок надходження сонячної енергії і вуглекислого газу атмосфери. У загальному сенсі, всі агротехнічні заходи (зрошення, внесення добрив, обробіток ґрунту тощо) повинні бути направлені на те, щоб максимально сприяти рослинам краще використовувати сонячну енергію та продукувати найвищу кількість органічної речовини [4, 318, 320].

Однією з головних задач рослинницької галузі є підвищення коефіцієнта корисної дії (ККД) використання сонячної енергії (КQ), який відображає відношення кількості енергії, що акумулювалось у продуктах фотосинтезу або утворилася у біомасі врожаю, до кількості використаної радіації. Згідно досліджень А. А. Ничипоровича (1961) [331] максимальний теоретично можливий ККД ФАР на засвоєння однієї молекули CO_2 в процесі фотосинтезу потребує в межах 8-10 квантів сонячного світла.

В існуючому сільськогосподарському виробництві для формування врожаю використовується тільки 0,7-2,0% ФАР. При цьому коефіцієнт використання ФАР у звичайних виробничих умовах складає: пшениці озимої – 0,74-1,12%, кукурудзи на зерно – 0,69-1,63, кукурудзи на зелений корм – 1,23-1,47, цукрового буряку – 1,34-1,84%, відповідно. Згідно досліджень, середнє значення коефіцієнта використання ФАР становить: у звичайних виробничих умовах – 0,5-1,5%, у сприятливих – 1,0-3,0%, при максимальній оптимізації умов вирощування – 3,5-5,0% і в теоретично можливих – 6,0-8,0% [331]. Отже, коефіцієнт використання ФАР рослинами є

інтегральним показником впливу всіх інших факторів на продуктивність культури, тому що будь-яке підвищення врожаю веде до збільшення його використання [469].

Одночасно поряд з інтенсивністю надходження сонячної радіацією на продуктивність рослин істотно впливає температурний режим повітря й ґрунту. Вплив термічних чинників на ріст і розвиток сільськогосподарських культур має різноспрямований характер: термічні фактори у вигляді сум температур слугують показником енергетичних умов; рівнем термічного режиму визначається інтенсивність біохімічних процесів в рослинному організмі, які впливають на швидкість росту й розвитку рослин [4].

Для моніторингу стану посівів сільськогосподарських культур застосовують сучасні технічні засоби. За допомогою датчиків є можливість отримання й передачі даних у режимі реального часу (on-line) локальної інформації щодо кількості атмосферних опадів, динаміки вмісту вологи в ґрунті впродовж вегетаційного періоду, баланс водного режиму, щільності посіву тощо [454]. Отримання більших об'ємів врожаїв з використанням меншої кількості води робить проблему новітніх методів зрошення в усьому світі актуальною. Як результат, протягом останніх десятиліть були розроблені численні інструменти підтримки прийняття рішень в області зрошувального землеробства [455].

У теперішній час існує багато моделей продуктивності зернових культур, що можуть бути використані для оцінки ефективності вирощування продуктивності сільськогосподарських культур за умов дефіцитного зрошення на рівні господарства, поля для підвищення ефективності використання води в сільському господарстві. Приклади випробуваних моделей для симуляції (імітації, відтворювання процесу вегетації рослин) росту рослин під обмеженими умовами води включають DSSAT та CropWat, проте жодна з них не має параметрів сольового режиму ґрунту [84, 135].

Враховуючи важливість питань за напрямом проведення моделювання одним із стратегічних рішень стала розробка Відділу земельних і водних

ресурсів ФАО ООН спеціальної комп'ютерної програми AquaCrop, інструментарій якої дозволяє проводити моделювання продуктивності рослин під впливом поточних змін водного й поживного режимів ґрунту, а також враховувати реакцію на вологозабезпеченість трав'янистих культур [311].

Ця проста і надійна модель була успішно випробувана для великого набору культур у сівозмінах у різних ґрунтово-кліматичних зонах Землі. Наприклад, за вирощування ячменю на півдні Сахари в Африці, пшениці – в Ірані та західній Канаді, тефу – в Ефіопії, кукурудзи – в штаті Каліфорнія США та ін. [502]. Декілька досліджень були проведені в аридних регіонах за допомогою використання моделі AquaCrop для оптимізації рівнів урожайності та нагромадження біомаси за умов дефіцитного та оптимального зрошення. Так, у Фарахані (Сирії) та Гарсія-Віла (Іспанія) в 2009 р. досліджували режими оптимального та водозберігаючого зрошення бавовни, в 2010 р. – водозберігаючий режим зрошення пшениці озимої в посушливих регіонах Ірану, Іраку; в 2011 р. – цей же режим зволоження для ячменю в Ефіопії [510].

В програмно-інформаційному комплексі AquaCrop досягнуто оптимального балансу між простотою, точністю й надійністю, процедури розрахунку засновані на базових і часто складних біофізичних процесах, щоб гарантувати точне моделювання реакції посівів в системі «рослина – ґрунт». AquaCrop може використовуватися як інструмент з планування або комплексна система надання допомоги у прийнятті управлінських рішень для агровиробників як для зрошуваного, так і для неполивного землеробства [517].

Практичне застосування AquaCrop корисне у випадках:

- врахування реакції культури на зміни навколишнього середовища (навчальний інструмент);
- порівняння змодельованих та фактичних рівнів урожаїв на полі, в господарстві або в регіоні;

- виявлення чинників обмеження виробництва сільськогосподарських культур і ефективності використання води (інструмент порівняльного аналізу);
- розроблення агротехнологічної стратегії в умовах дефіциту води з метою максимального підвищення ефективності її використання;
- вибору та коригування стратегії зрошення;
- оптимізація строків сівби (садіння), вибору найкращих сортів, управління поживним режимом ґрунту з коригуванням доз мінеральних або органічних добрив, використання мульчі, акумуляції дощової води (методів і практик управління водним режимом ґрунту);
- вивчення впливу кліматичних змін на виробництво рослинницької продукції за допомогою інструментарію AquaCrop з порівнянням минулорічних та майбутніх погодних умов;
- з метою планування з аналізами одержаних імітаційних моделей для використання агрономами, гідротехніками, селекціонерами, економістами, вченими, здобувачами вищої освіти тощо.

Слід зауважити, що існують деякі обмеження щодо використання цієї програми – щоденне продукування біомаси та кінцевий рівень урожаю моделюється тільки для трав'янистих культур, які мають єдиний цикл росту й розвитку. Також доведено, що прогнозування врожайності необхідно проводити на рівні єдиному польового масиву.

AquaCrop може здійснювати моделювання різних режимів зрошення. При оцінці або генерації планів повинен бути визначений метод зрошення, оскільки він впливає на моделювання водного балансу в ґрунті (тобто, випаровування із процентної частки зволоженої поверхні ґрунту).

Фактична потреба у зрошувальній воді розраховується в AquaCrop шляхом додавання невеликої кількості води до профілю ґрунту кожного дня, коли виснаження кореневої зони перевищує заданий значення. Невелика кількість води, що додається, коли виснаження кореневої зони перевищує вказаний поріг, відповідає чистій потребі в зрошувальній воді для цього

тимчасового кроку (дня). Вимоги в сезонній зрошуваній воді визначаються загальною кількістю води, доданої в цей період. Чиста потреба в зрошуваній воді, визначена AquaStop, не враховує додаткову воду, яка повинна застосовуватися для обліку втрат при транспортуванні або нерівномірному розподілі води на полі.

Формування графіків режимів зрошення є практичним засобом планування або оцінки потенційної стратегії штучного зволоження, яке генерується на період зрошення залежно від заданого часу та критеріїв глибини. При цьому критерій часу показує "коли" потрібно застосовувати зрошення. Зрошення можна розрахувати після певного інтервалу або коли з кореневої зони вичерпано певну кількість води. Критерій глибини визначає, "скільки води потрібно застосовувати". Застосована кількість зрошення може бути зафіксована або виражена як кількість води для доведення вмісту ґрунтової води в кореневій зоні до FC.

Режим планування графіків зрошень використовується для оцінки існуючих стратегій зрошення. Для кожного випадку зрошення користувач вказує: час проведення поливу; глибину промочування (глибина зрошення відноситься до кількості поливної води, яка подана на поле); якість води (електрична провідність (EC) зрошуваної води при використанні води низької якості).

Ефективність графіків зрошення можна оцінити, вивчивши результати в меню «Моделювання». Користувач може вивчати змодельований дефіцит кореневої зони (D_r), розвиток покриву культурою (C_C) і транспірацію культур (T_r). Модифікована біомаса (B), урожайність (Y) і продуктивність води ET (WP_{ET}) можуть давати важливу інформацію щодо продуктивності режиму зрошення. Додаючи або видаляючи іригаційні параметри шляхом збільшення або зменшення інтервалів між поливами, або норм зрошення, можна перевірити, чи можна підвищити врожайність та показники WP_{ET} .

Водозберігаючий режим зрошення дозволяє стабілізувати рівень урожайності, використовуючи меншу кількість води. При дефіциті іригації

застосована зрошувана вода недостатня для покриття повної потреби в вологозабезпеченості. Це неминуче приводить до водного стресу і, отже, до втрат врожаю. Хоча рівень урожайності нижче, ніж при повній іригації, продуктивність евапотранспіраційної вологи (WP_{ET}) може бути максимізована з дефіцитним зрошенням. Для правильного проектування стратегії дефіциту зрошення AquaCrop може бути корисним інструментом.

Частина опадів, втрачених поверхневим стоком, оцінюється за допомогою методу числа кривих (CN), яке засновано на характеристиках профілю ґрунту (CN_{soil}). Якщо методи роботи на поверхні впливають на поверхневу обробку, необхідно відрегулювати CN_{soil} .

При описі управління полем користувач може вказати: процентне збільшення/зменшення CN_{soil} в результаті практики вирівнювання польової поверхні; методи роботи на поверхні, які запобігають поверхневому стоку, якщо, наприклад, зрошення полягає в застосуванні води до пов'язаних хребтів, повинен бути відключеним «поверхневий скид»; методи роботи на поверхні, які блокують поверхневий стік і зберігають надлишок води над поверхнею поля, як у випадку з рисовими чеками; мульчування - AquaCrop імітує зменшення випаровування, коли мульчі покривають поверхню ґрунту, мульчі складаються з органічних рослинних матеріалів, синтетичних матеріалів, що складаються з пластикових листів або будь-якого іншої матеріалу, що зменшує випаровування ґрунтів.

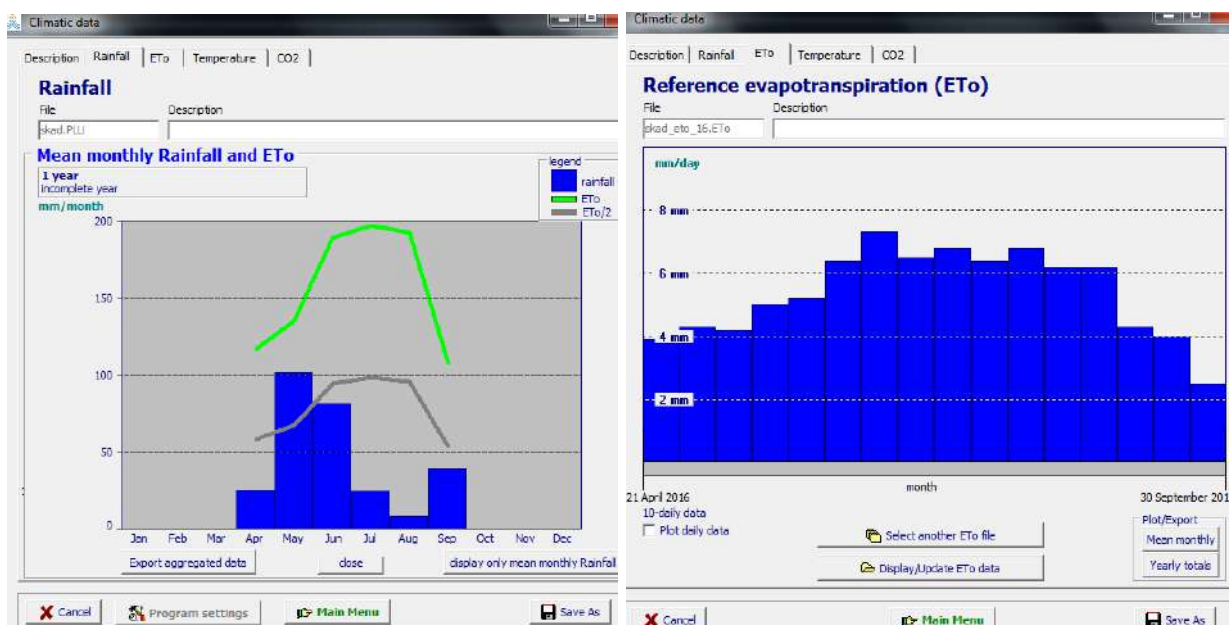
Моделювання стресів, викликаних дефіцитом живильних речовин з використанням балансу родючості, неможливо, зберігаючи модель відносно простою. Таким чином, AquaCrop використовує непрямий підхід, імітуючи вплив стресу на родючість ґрунтів, CC та продуктивність води в біомасі WP^* . Оскільки AquaCrop не імітує цикли і балансів живильних речовин, а лише імітує вплив стресу на розвиток, система надає можливість відрегулювати реакцію сільськогосподарських культур на родючість ґрунтів.

Стрес солоності ґрунту моделюється за коефіцієнтом солоності ($K_{s_{salt}}$). Середня електрична провідність насиченої ґрунтової фракції (EC_e) з

кореневої зони є показником напруги солоності ґрунту. Верхній і нижній порогові значення для ЕСе є специфічними для конкретних культур. Стрес солоності ґрунту призводить до зменшення СС і закриття продихів, через стрес солоності в ґрунті СС буде неухильно знижуватися; через осмотичний тиск сил, які знижують потенціал ґрунтової води, солі в кореневій зоні роблять воду менш доступною для врожаю.

Вхідними показниками щодо температурних даних, швидкості вітру, опадів до програми були взяті дані місцевої метеостанції за 2016-2018 роки в розрізі декад та дані Інтернет-ресурсу [21, 22] щодо тривалості сонячного дня, координат місцевості тощо.

В результаті завантаження даних отримані графічні зображення діаграм даних опадів, еталонної евапотранспірації, температур та CO_2 , що надало нам можливості і наочно проаналізувати інформацію щодо кліматичних умов, що склалися протягом 2016-2018 років на дослідному полі Інституту зрошеного землеробства (рис. 8.1).



(a)

(б)

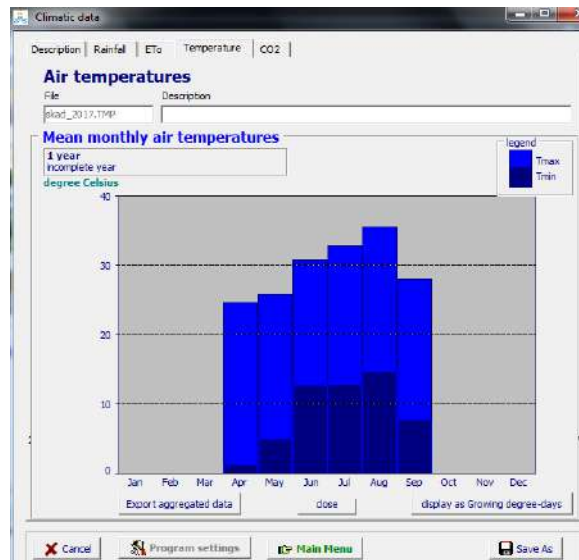
Рис. 8.1 Діаграми динаміки опадів (а), еталонної евапотранспірації (ЕТо) (б) за 2016 рік

На рисунку відображена середньомісячна кількість опадів за 2016 р. з відображенням графіку еталонної евапотранспірації. На рисунку 8.2 зображені кліматичні дані за 2017 р.



(a)

(b)



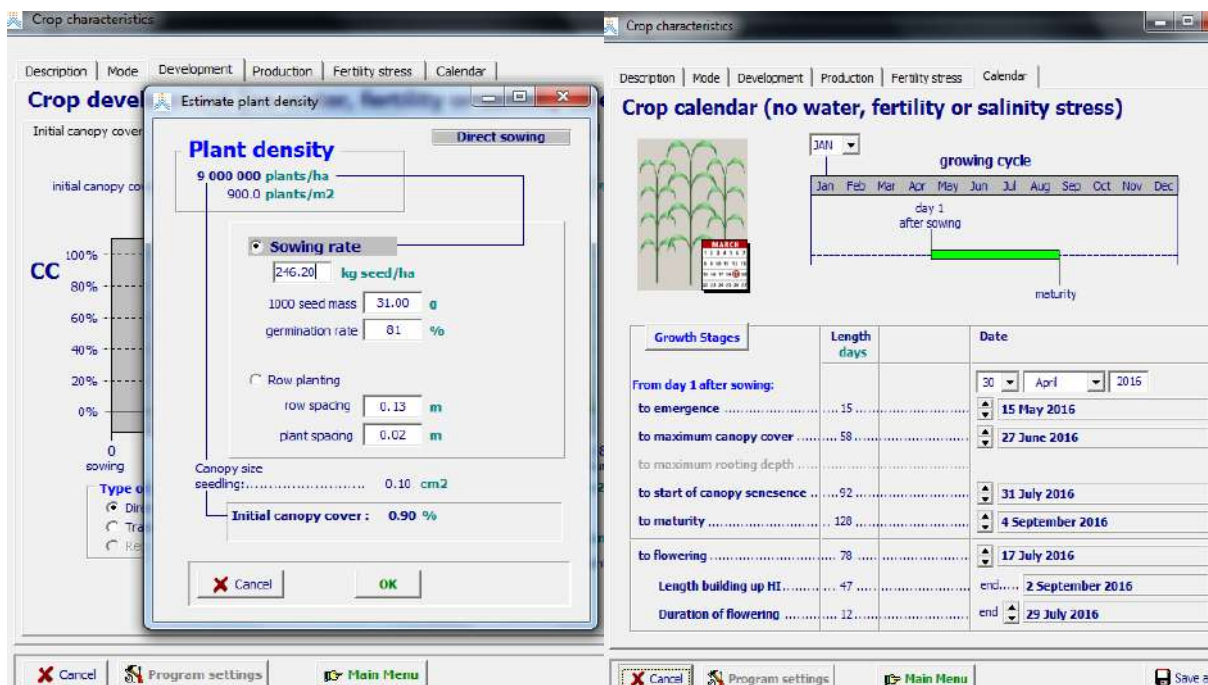
(b)

Рис. 8.2 Діаграми динаміки опадів (а), еталонної евапотранспірації (ЕТо) (б), максимальної та мінімальної температур (в) 2017 року

Аналізуючи вищевказані діаграми, можна спостерігати, що 2016 рік завдяки підвищеній кількості опадів та помірним температурам повітря був дуже сприятливим для зернових і зренокобових культур, особливо на початкових стадіях їх росту й розвитку. 2017 рік характеризувався більш посушливим початком періоду вегетації.

Наступний кроком технології було занесення інформації щодо норм висіву (sowing rate), маси 1000 зерен (1000 seed mass), рівня проростання (germination rate), відстані між рядами (row spacing), відстані між рослинами (plant spacing), кількості днів вегетаційного періоду по фазах для кожного з досліджуваних сортів зернових культур. Після введення цих характеристик програма автоматично розраховує густоту стояння рослин і початковий розмір «покриву» культурою СС. Дата посадки для всіх досліджуваних культур в нашому дослідженні співпадає з датою початку моделювання (симуляції), тобто початком вегетаційного періоду.

Далі нами були адаптовані параметри про кількість днів з першого дня після посадки до моменту проростання (emergence), до дати утворення максимального «покриву» культурою (max canopy), до дати «старіння» СС (senescence), до дати повної стиглості культури (maturity) і дані щодо тривалості цвітіння кожної досліджуваної культури для кожного з досліджуваних років. Для кожного з досліджуваних сортів по кожному з років було введено інформацію, приклади моделювання зображені на рисунку 8.3.



(a)

(б)

Рис. 8.3 Копія екрану режиму калібрування інформації про насіння (а) та тривалості фаз розвитку (б) сої у вегетаційний період 2016 року

Необхідні водно-фізичні характеристики ґрунтів були взяті з польових спостережень (дані найменшої польової вологоємності (FC), точки в'янення (WP) та зіставлені з показниками текстури ґрунтових ресурсів бази даних AquaCrop в відповідності до властивостей місцевих середньо-суглинкових ґрунтів на двох рівнях: для ґрунтового шару 0,30 м FC (НВ) дорівнювало 22%, PWP (ТВ) 10%, для шару 0,90 дані FC (НВ) 31 %, PWP (ТВ) 15 % в 2016 році (рис. 3.14 (а)); і для ґрунтового шару 0,30 м FC (НВ) дорівнювало 21,4 %, PWP (ТВ) 9,5 %, для шару 0,90 дані FC (НВ) 29,8 %, PWP (ТВ) 14,8% в 2017 році (рис. 8.4).

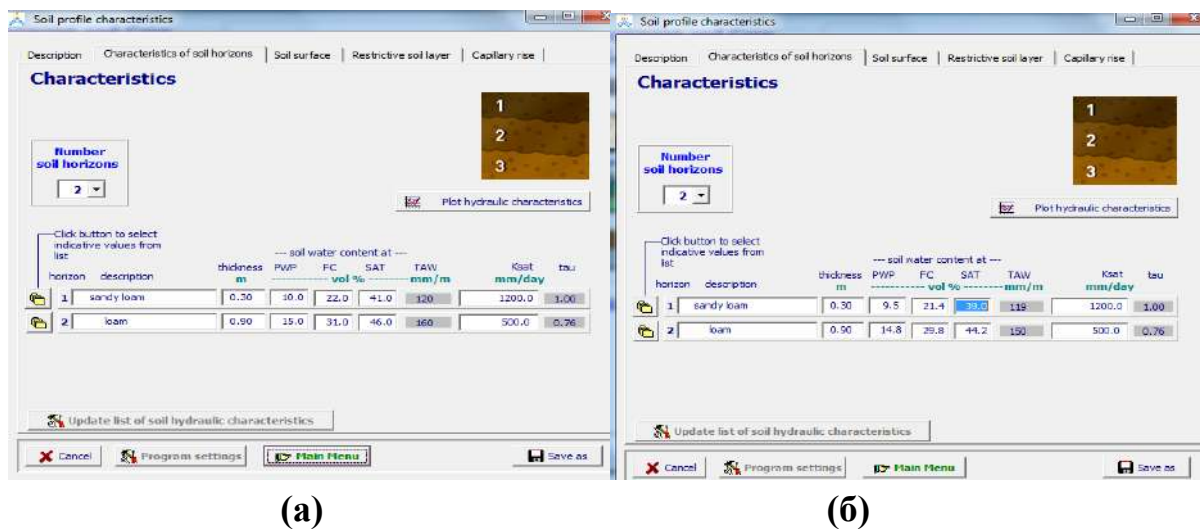


Рис. 8.4 Копія екрану характеристик профілів темно-каштанового ґрунту дослідних ділянок 2016 (а) та 2017 р. (б)

Враховуючи відсутність мульчування, ґрунтові покриття або будь-які інші методи управління полем, як, наприклад, блокування поверхневого стоку, завдяки якому зберігається надлишок води поверх поля, можна було б застосувати при зрошенні затопленням, що надається програмою в налаштуванні інтерфейсу управління польовими практиками.

З обліком польових спостережень і того, що AquaCrop використовує непрямий підхід, імітуючи вплив стресу родючості ґрунтів, розвиток купола (CC) на рівні 48% і продуктивність води для формування біомаси (WP*) 50%.

Початковий вміст води і водорозчинних солей в ґрунті було

отримано шляхом вимірювання цих параметрів у ґрунтовому профілі. Вибірка проводилася в день сівби, початок періоду моделювання в нашому дослідженні збігається з датою сівби.

Дані щодо польової вологоємності (FC) визначали на глибині 0,30 м : FC – 28,5%, WP – 9,8%, показники шару ґрунту на рівні 0,60 м: FC – 27,3 % , WP – 10,0 %, (рис.8.5).

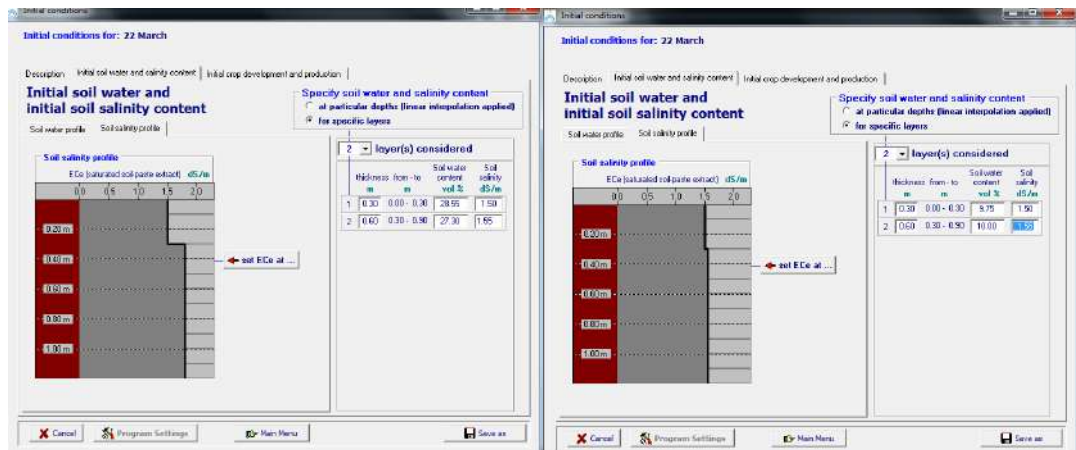
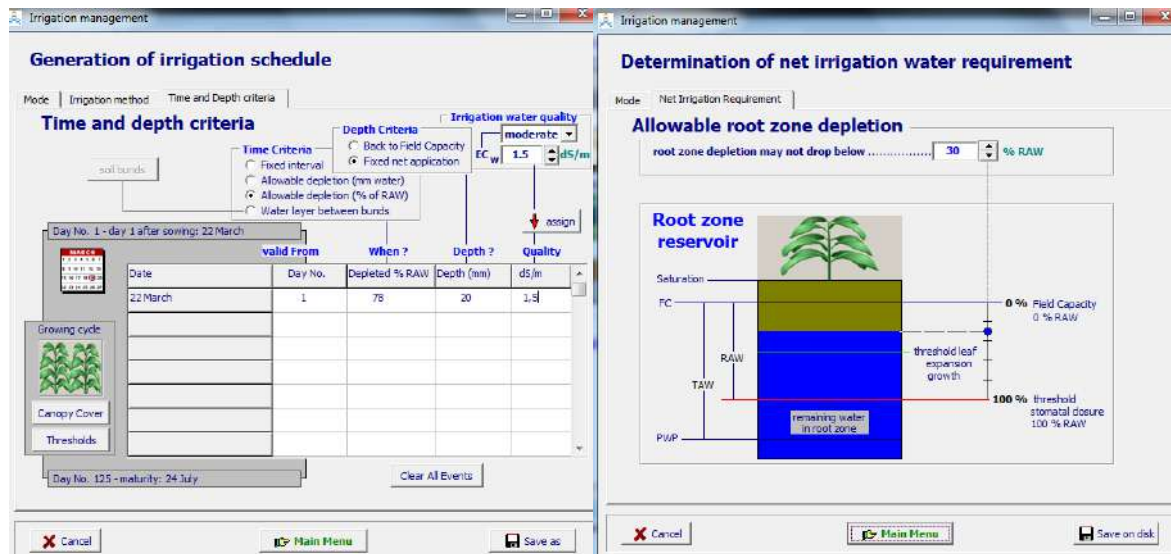


Рис. 8.5 Початкові умови моделювання поживного режиму сої

Відомо, що на сучасному рівні розвитку зрошувального землеробства використовуються три основних типи режимів зрошення (біологічно оптимальний, водозберігаючий, ґрунтозахисний) [530]. AquaCrop надає можливість формувати графіки зрошення з врахуванням конкретних ґрунтово-кліматичних та господарсько-економічних чинників залежно від обраної у господарстві стратегії ведення зрошення.

В нашому дослідженні була обрана стратегія формування біологічно-оптимального графіку зрошення, режим «автоматичної генерації графіків зрошення» з критерієм часового інтервалу зрошення 78% від RAW (легкодоступна вода для рослин) і критерієм зволоження до 20 мм. Цей варіант виявився найоптимальнішим за економією води та кількістю отриманої біомаси серед інших сценаріїв моделювання (рис. 8.6). Перевагою цього режиму формування графіку зрошення є те, що, зберігаючи вміст води в ґрунті між FC (найменшою польовою вологоємністю) і порогом RAW (вода, легкодоступна для рослини), втрати води через глибоке промочування

обмежені, а стрес води і втрати врожаю виключаються, що дуже актуально для особливостей вирощування досліджуваних культур.



(a)

(b)

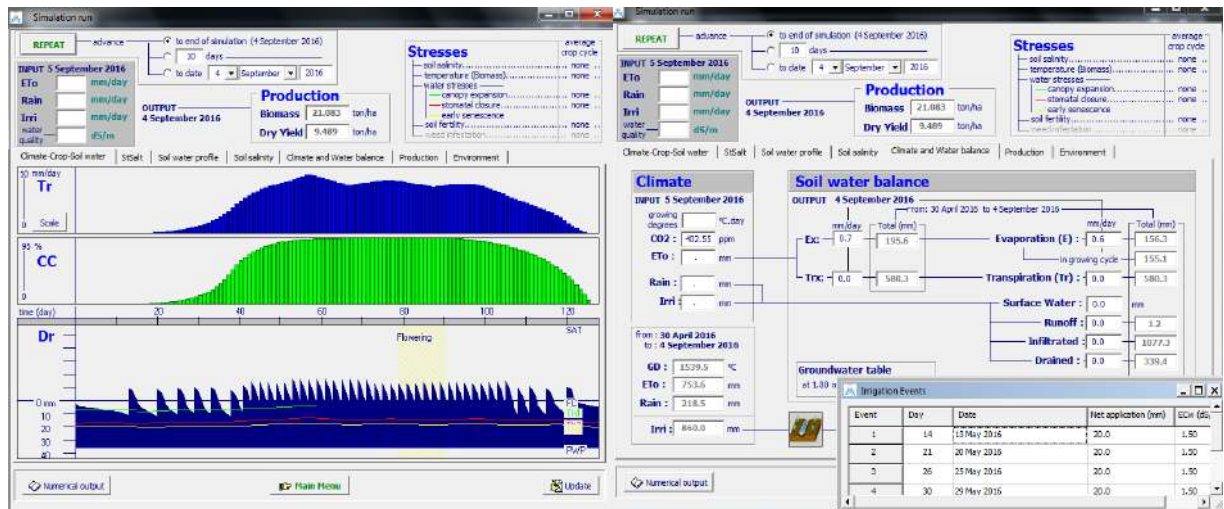
Рис. 8.6 Режим визначення вимог сої до початку зрошення (а), формування графіку режиму зрошення культури (б)

На рисунку зображений баланс водяних потоків у вигляді резервуара, оптимальний рівень вологості для розвитку рослини знаходиться між FC та RAW, коли виснаження кореневої зони досягне 100 %, починається продихове закриття листяної маси, і, найнижчий рівень, на якому рослина гине – це PWP (точка в'янення) та сформований нами найоптимальніший графік.

Після адаптації інформації щодо кліматичних умов кожного з досліджуваних сортів зернових культур, ґрунтових характеристик, вибраного графіку зрошення та інших показників, що вимагає програма згідно свого алгоритму функціонування, були отримані діаграми моделювання врожайності біомаси та зерна.

На рисунку 8.7 (а) зображена діаграма «Клімат-Культура-Ґрунтова волога», на якій спостерігається динаміка змодельованої транспірації (Tr), покриву культури (CC) та вмісту вологи в кореневій зоні (Dr) по кожній фазі розвитку, в тому числі й цвітіння, яка закреслена жовтим кольором, для сої

протягом вегетаційного періоду 2016 року. В нижній частині демонструється глибина, на якій коріння досягає рівнів FC, PWP.



(a)

(b)

Рис. 8.7 Змодельовані діаграми «Клімат-Культура-Ґрунтова волога» (а), «Кліматичний і водний баланс» (б) та продуктивності для сої в 2016 році

На рисунку зображена зведена форма водного балансу всіх вхідних та вихідних потоків, сформований графік іригації біологічно оптимального режиму зрошення при умовах 78% виснаження від RAW з датами поливів і фіксованою поливною нормою 20 мм (еквівалентно 200 м³/га), та виведена загальна зрошувана норма склала 360 мм (3600 м³/га). Загальне сумарне водоспоживання за вегетаційний період сої з 30.05.2016 по 4.09.2016 року склала 553,6 мм при опадах 185,2 мм та концентрації CO₂ 402,55 частин на мільйон.

Врожайність насіння склала 4,39 тонн на 1 гектар, співвідношення між реально отриманою та потенційною біомасою сої з обліком відсутності стресів за період розвитку культури склало 100%, продуктивність використання води 1,29 кг (врожаю) на м³ води, еталонний індекс врожайності Ні 45% не був скорегований по факту відсутності стресів, що виявляє високий рівень моделювання з дотриманням всіх вимог технології

програми. Таким же чином було сформовано низку діаграм для кожного з досліджуваних сортів по 2016, 2017, 2018 роках.

Якщо проаналізувати результати моделювань в розрізі досліджуваних років, то можна побачити, що внаслідок більш значних опадів 2016 року в порівнянні з 2017, особливо в початковій стадії вегетації, накопичена біомаса та врожайність 2016 року по всім сортам сої була значно вищою за показники 2017 року, і це при тому, що рівень іригації в 2016 році була нижчою за 2017 рік. Це іще раз показує, яке велике значення має вплив абіотичних факторів середовища на рослини.

Дуже зручним моментом програми є те, що на кожному кроці моделювання є можливість контролю водного та сольового балансів всіх видів стресів на певному проміжку розвитку циклу культури, в процесі якого можна відкоригувати стрес шляхом додавання (зменшення) норм зрошення, або зміни дати посадки, густоти стояння рослин тощо, на рисунку 6.19 зображений один з сценаріїв моделювання корегування водного стресу рослин сої за 2016 рік.

Під час запуску симуляції (моделювання) програма надає можливості оцінити результати моделювання з результатами польових даних за показниками «покриву» культури (CC), надземної біомаси (B) та вмісту вологи в ґрунті (SWC), польові дані зберігаються у спостережуваному файлі. Для кожного з сортів було сформовано файли польових даних за 2016-2018 роки.

На рисунку 8.8 зображені результати оцінки змодельованих (лінія) і спостережуваних (крапки) даних з їх стандартними відхиленнями (вертикальні лінії) щодо CC сої за 2017 рік в меню «Оцінка результатів моделювання». Аналізуючи дані зображення, можна побачити, що моделювання здійснено на високому рівні.

Після запуску моделювання AquaCrop порівнює показники моделювання з польовими даними одержано результати у вигляді статистичних даних.

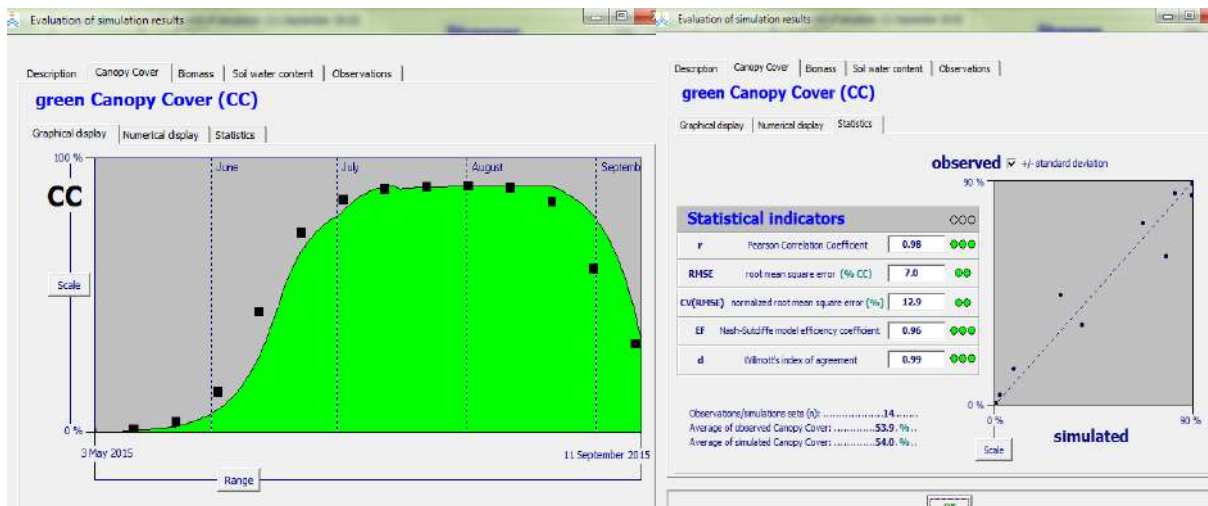


Рис. 8.8. Результати оцінки моделювання сої за 2017 рік «покриву культурою» (CC) (а), надземної біомаси (В) (б)

Для кожної культури зрошуваної короткоротаційної сівозміни (соя, кукурудза і сорго на зерно) встановлено наступні показники: коефіцієнт кореляції Пірсона (r), середньої квадратичної помилки (RMSE), звичайної кореляційної середньої квадратичної помилки (CV (RMSE)), коефіцієнту корисної дії моделі (NF) для моделі Nash-Sutcliffe, індексу Вільмота (d).

8.2 Моделювання продуктивності зернових і зернобобових культур на рівні зрошуваної сівозміни з використанням програми CROPWAT

Сучасні технології моніторингу за станом агроecosистем базуються використанні сенсорних датчиків, тобто пристроях вимірювального, сигнального, регулюючого або керуючого характеру, що перетворює контрольовану величину (температуру, тиск, частоту, силу світла, електричну напругу, струм тощо) у сигнал, зручний для вимірювання, передачі, зберігання, обробки, реєстрації, для впливу їх на керовані процеси [556]. Відомо, що геоінформаційна система (англ. Geographic(al) information system, GIS) – інформаційна система, що забезпечує збір, зберігання, обробку, доступ, відображення і розповсюдження просторово-координованих даних (просторових даних). ГІС містить дані про просторові об'єкти у формі

їх цифрових уявлень (векторних, растрових, квадротомічних та інших) [551].

До складових ГІС відносять: апаратне забезпечення – комп'ютерне забезпечення установи для роботи з ГІС, може бути як централізованим сервером, так і комп'ютерів об'єднаних однією мережею; програмне забезпечення – програмна оболонка, що містить необхідний інструментарій для зберігання, обробки та візуалізації інформації; бази даних – це набір даних, зазвичай у табличному вигляді, що дозволяє здійснювати автоматизовану переробку інформації, що зберігається, може редагуватись користувачем за допомогою СУБД (системою управління бази даних); кваліфіковані кадри – підготовлений персонал для роботи з ГІС; науково-методичне забезпечення – раціональний план роботи, складений відповідно до специфіки завдання [559, 561].

Інформація може надходити із супутника щодо прогнозу погоди й стану посівів. Наприклад, за допомогою спектрального аналізу кольору полів можна отримати інформацію з динаміки показників вегетаційного індексу, густоти стояння рослин та прояв стану водного стресу. Поєднуючи ці та інші дані можна планувати та оперативно змінювати елементи технологій вирощування, зокрема, поливні норми, дози добрив при підживленні, кількість обробок пестицидами й біопрепаратами тощо [543].

Метою досліджень було розробити науково-практичні підходи щодо планування та оперативного управління режимами зрошення сільськогосподарських культур з використанням інформаційних технологій в умовах півдня України.

Польові дослідження проведено згідно методики дослідної справи [456] впродовж 2016-2019 рр. на дослідному полі Інституту зрошувального землеробства НААН. Рельєф дослідної ділянки рівнинний. Ґрунт дослідної ділянки – темно-каштановий слабосолонцюватий, середньосуглинковий. Поливи здійснювали водою з Інгулецької зрошувальної системи. Агротехніка вирощування досліджуваних культур була загальноновизнаною для умов зрошення Південного Степу України.

Моделювання параметрів продукційних процесів досліджуваних культур для планування та оперативного управління режимами зрошення проводили з використанням комп'ютерної програми ФАО ООН [510] – CROPWAT 8.0 для Windows. Ця програма може бути використана науковцями та практиками для обчислення складових елементів водного режиму ґрунту, дефіциту водоспоживання та водопотреби культур у зрошенні на основі використання локальних даних про ґрунт, клімат та стан посів, а також їх моделювання для коригування технологічним процесом агровиробництва. Крім того, програма дозволяє формувати графіки режиму зрошення для різних господарсько-економічних умов, розраховувати схеми водоподачі залежно від рівнів запланованого врожаю. Для встановлення водопотреби культур використовували розрахункові показники евапотранспірації (середньодобового випаровування) з використанням методу Пенмана-Монтейта [551]. Цей метод враховує, як фізіологічні параметри рослин, так і кліматичні особливості певної ґрунтово-кліматичної зони. Для розрахунків в програмі CROPWAT використано метеорологічні дані Херсонської агрометеорологічної станції, яка знаходиться поблизу дослідженого поля Інституту зрошеного землеробства НААН.

Аналіз метеорологічних умов у роки проведення досліджень свідчить про істотні коливання середньодобових температур та відносної вологості повітря – від мінус 8,5° у січні 2016 р. до 25,4-25,5°С у серпні 2017 і 2018 рр. (рис. 8.9).

Показники відносної вологості повітря мали чіткий взаємозв'язок до 46-60% у найспекотливіші літні місяці (липень, серпень) та зростали до 84-91% взимку (грудень, січень).

Середньомісячна швидкість вітру не залежала від пори року і змінювалася від 1,6 м/с у січні 2016 р. до 3,6 м/с у листопаді 2019 р.

Тривалість сонячного світла була пов'язана з температурним режимом та відносною вологістю повітря. Так, максимальні показники надходження сонячної радіації становили 26,1-26,3 МДж/м² за добу у червні 2017 і 2019 рр.

році, а в осінній і зимовий період (грудень 2017 р., листопад 2016 р.) зменшились у 6,1-6,5 разів – до 4,1-4,3 МДж/м² за добу.

В усі роки проведення досліджень цей показник мав найбільші значення у літні місяці з найбільшою температурою повітря та надходженням сонячної радіації. Максимального значення – 5,82 мм, евапотранспірація набула у серпні 2018 р.

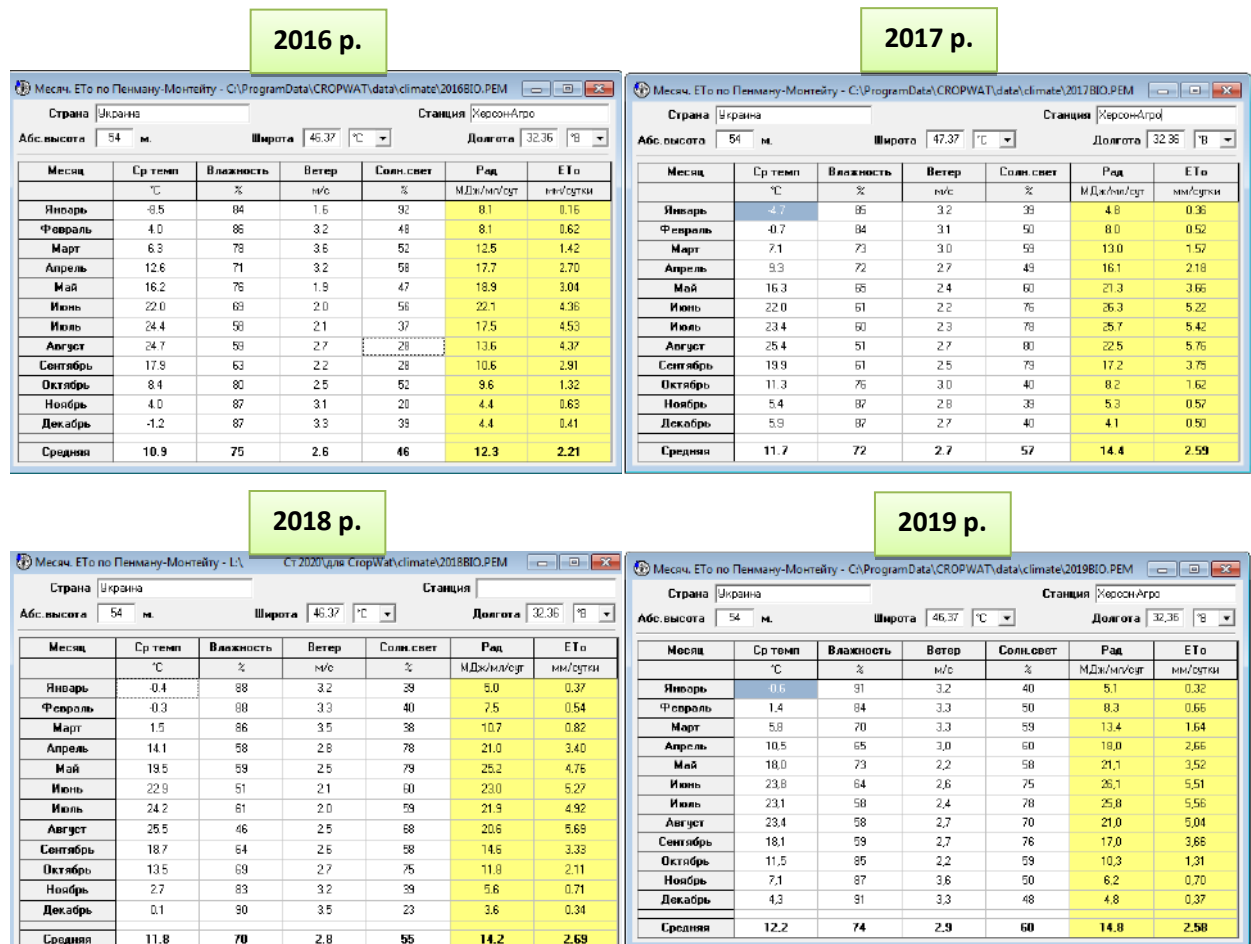


Рис. 8.9 Основні метеорологічні показники у роки проведення досліджень (за даними Херсонської агрометеорологічної станції)

Середньомісячна кількість атмосферних опадів коливалась значною мірою – від 0,2 мм січні у 2016 р. до 93 мм у червні 2019 р. (рис. 8.10).

Кількість опадів найбільшою мірою коливалася у літні місяці. Слід відзначити що максимальний дефіцит опадів у посушливі 2017 та 2019 роках проявився у серпні місяці, що обґрунтовує необхідність застосування зрошення для подолання гострого дефіциту природного вологозабезпечення.

Евапотранспірація, яка має найважливіше значення з точки зору

формування високого рівня врожаю, також була тісно пов'язана з метеорологічними показниками.

Варіаційним аналізом доведено, що мінливість опадів в умовний період вегетації сільськогосподарських культур з березня по вересень становить для: 2016 р. – 40,9%; 2017 – 180,2; 2018 – 114,2; 2019 р. – 103,0%.

За таких природних умов Південного Степу України роль зрошення має першочергове значення для можливості отримання рослинницької продукції, особливо за умов відсутності опадів на фоні високих температур і низької вологості повітря.

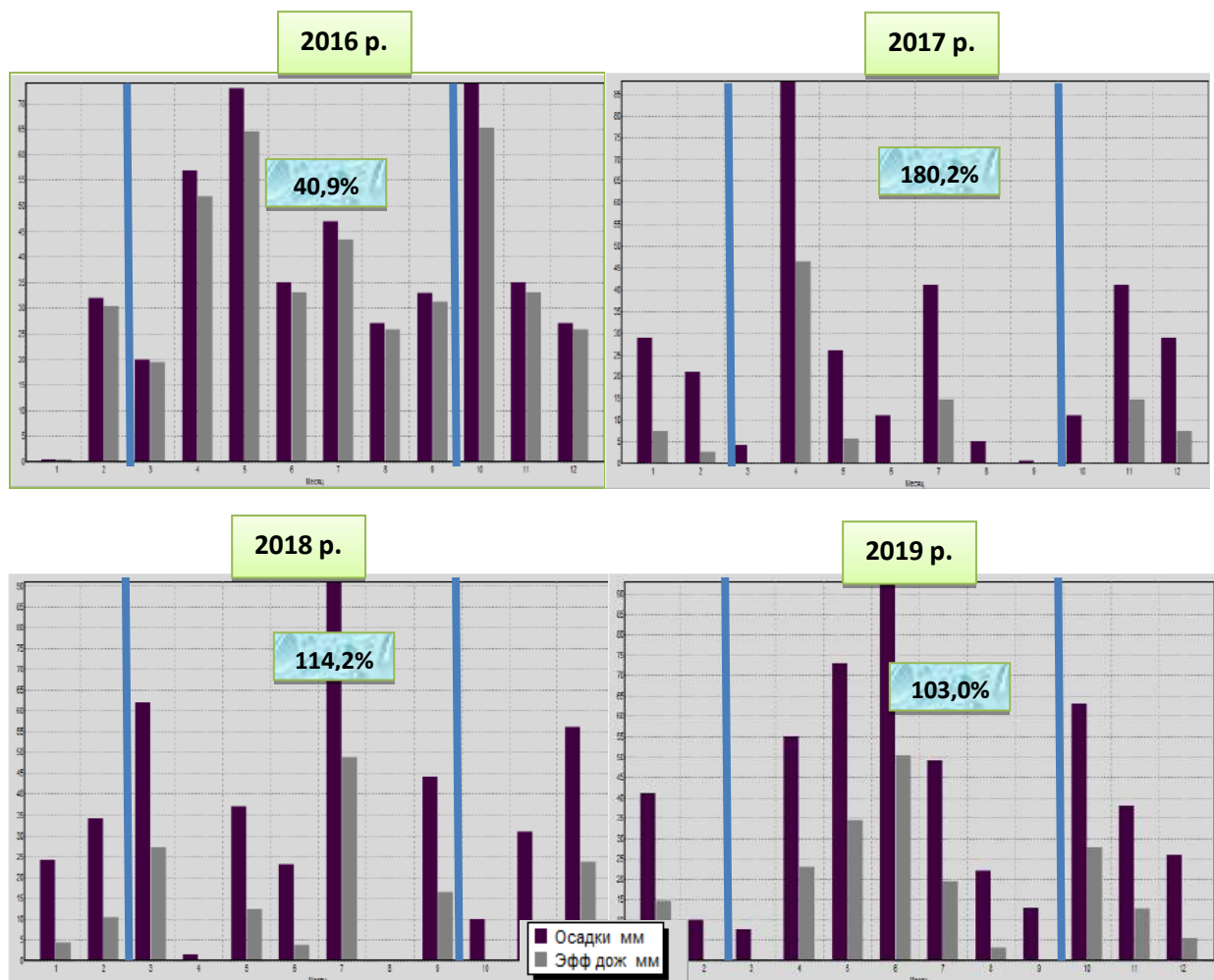


Рис. 8.10 Кількість загальних та ефективних опадів (з коефіцієнтами варіації за період «березень – вересень») у роки проведення досліджень (за даними Херсонської агрометеорологічної станції)

Враховуючи біологічні особливості сільськогосподарських культур зрошуваної сівозміни, строки їх сівби (для пшениці озимої – строк

відновлення весняної вегетації) у програмі CROPWAT було змодельовано основні показники продукційного процесу рослин у 2016 р. за умовними періодами розвитку, зокрема встановлено показники глибини проникнення кореневої системи, висота рослин, розраховані коефіцієнту водного режиму тощо (рис. 8.11).

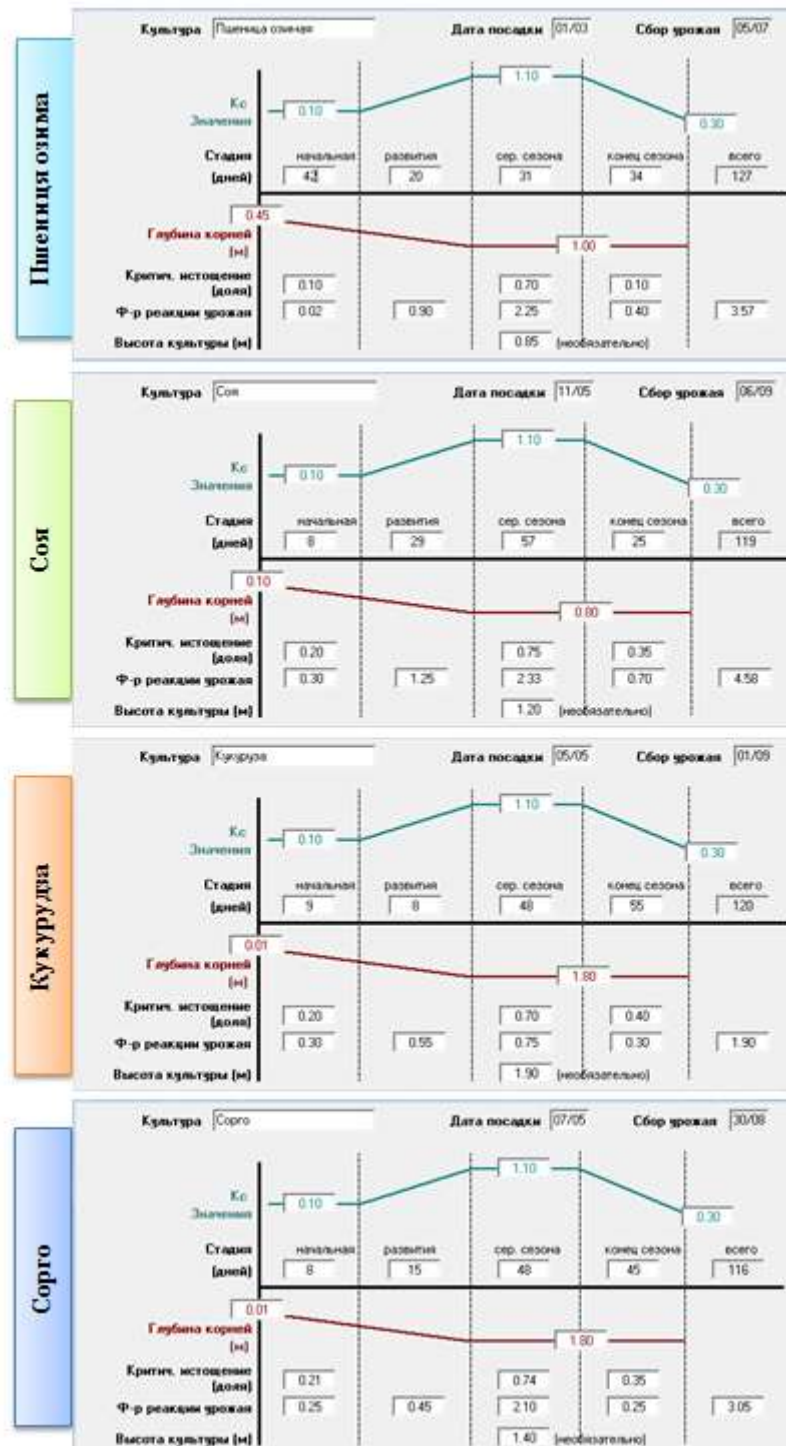


Рис. 8.11 Моделирование параметров продукционного процесса культур зрошуваної сівозміни у період вегетації (для пшениці озимої – у період відновлення весняної вегетації), 2016 р.

Як бачимо, максимального забезпечення поливною водою потребують культури сівозміни – кукурудза і соя, дещо меншою мірою – пшениця озима та сорго. Крім того, проведене моделювання дозволяє встановити умовні терміни вегетаційного періоду для кожної культури, що має першочергове значення з точки зору формування водопотреби культур та розрахунків їх режимів зрошення.

На прикладі кукурудзи можна розглянути одержані результати моделювання показників водопотреби для формування графіку поливу з врахуванням погодних умов, які склалися у 2016 р. (рис. 8.12).

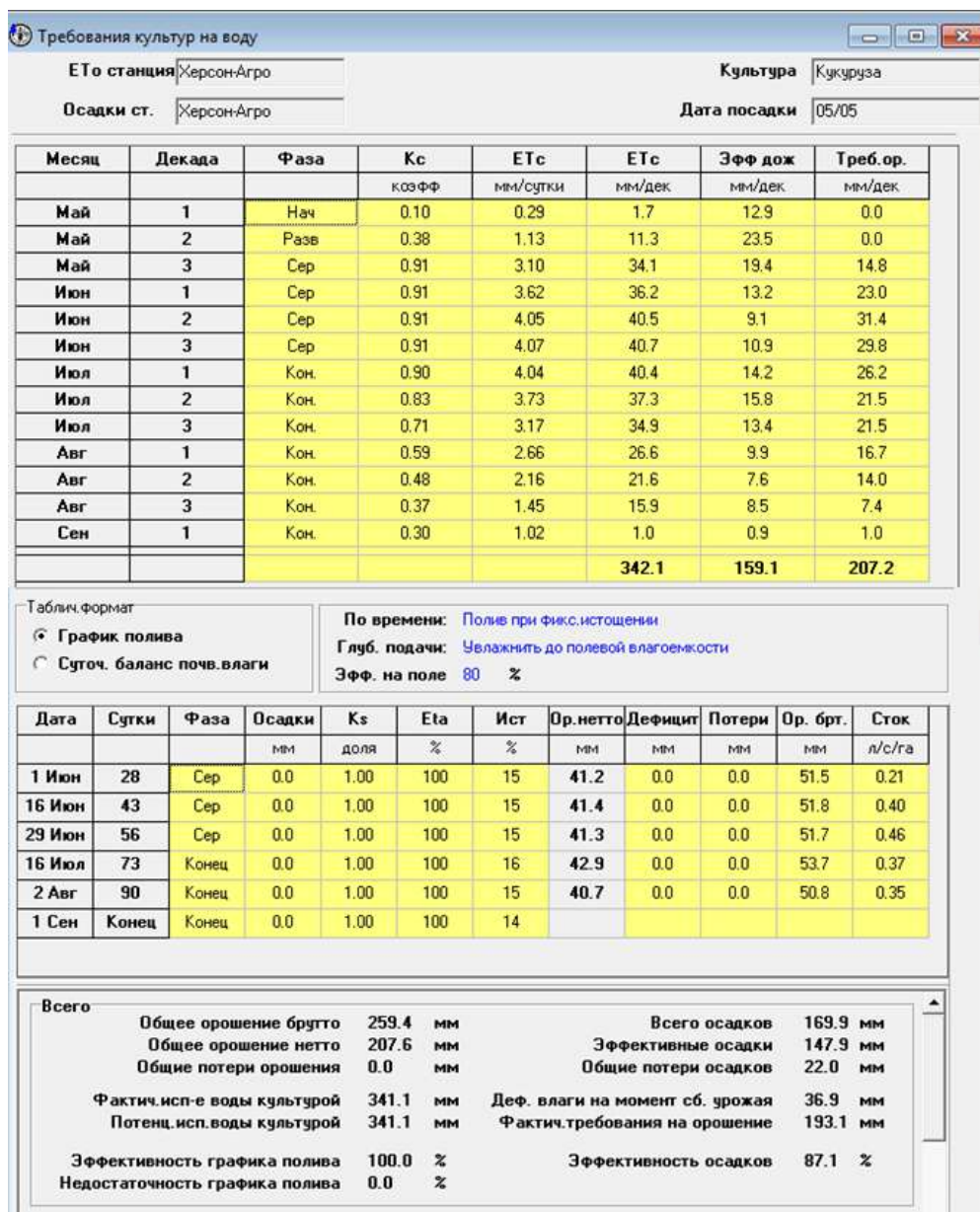


Рис. 8.12 Змодельовані показники водопотреби та графіку поливу кукурудзи у 2016 р.

Встановлено, що загальна евапотранспірація за період вегетації кукурудзи у 2016 р. складає 342,1 мм. Такі водовитрати будуть компенсовані за рахунок ефективних опадів на рівні 159,1 мм, а для подолання дефіциту вологи на посівах кукурудзи необхідно подати зрошувальну воду з врахуванням усіх видів непродуктивних втрат – 207,2 мм.

У графіку поливу встановлена потреба проведення вегетаційних 5 поливів зі зрошувальною нормою нетто 207,6 мм. При цьому фактичне використання води на зрошення (сумарне водоспоживання) становить 341,1 мм з врахуванням дефіциту вологи на час збирання врожаю на рівні 36,9 мм.

Графік поливу визначає, наскільки ефективно культура використовує штучне зволоження впродовж вегетаційного періоду. Ефективність зрошення у графіках поливу виражається у відсотках і розраховується як відношення між зрошувальною нормою нетто, втратами поливної води зрошення та ефективністю використання поливної води сільськогосподарською культурою. Ефективність використання атмосферних опадів, виражена у відсотках, віддзеркалює відношення між ефективними опадами та загальним внеском опадів у ріст і розвиток культури протягом вегетаційного періоду.

Невідповідність зрошувальної системи агротехнічним вимогам, наприклад, відсутність планування поля при застосуванні поливів по полосах або борознах, погане вирівнювання земель, низька водопоглинаюча здатність ґрунту тощо, може призвести до втрат поливної води.

Для обліку таких обсягів води, які не залишаються у прикореневій зоні, CROPWAT 8.0 дозволяє ввести оцінку ефективності зрошення, за допомогою якої визначається глибина активного шару ґрунту, оптимізуються витрати поливної води та інших ресурсів для кожного поля сівозміни з врахуванням біологічних особливостей сільськогосподарських культур.

У середньому за роки проведення досліджень встановлено, що фактична зрошувальна норма перевищує змодельовані показники на всіх культурах сівозміни на 18-50 мм (рис. 8.13).

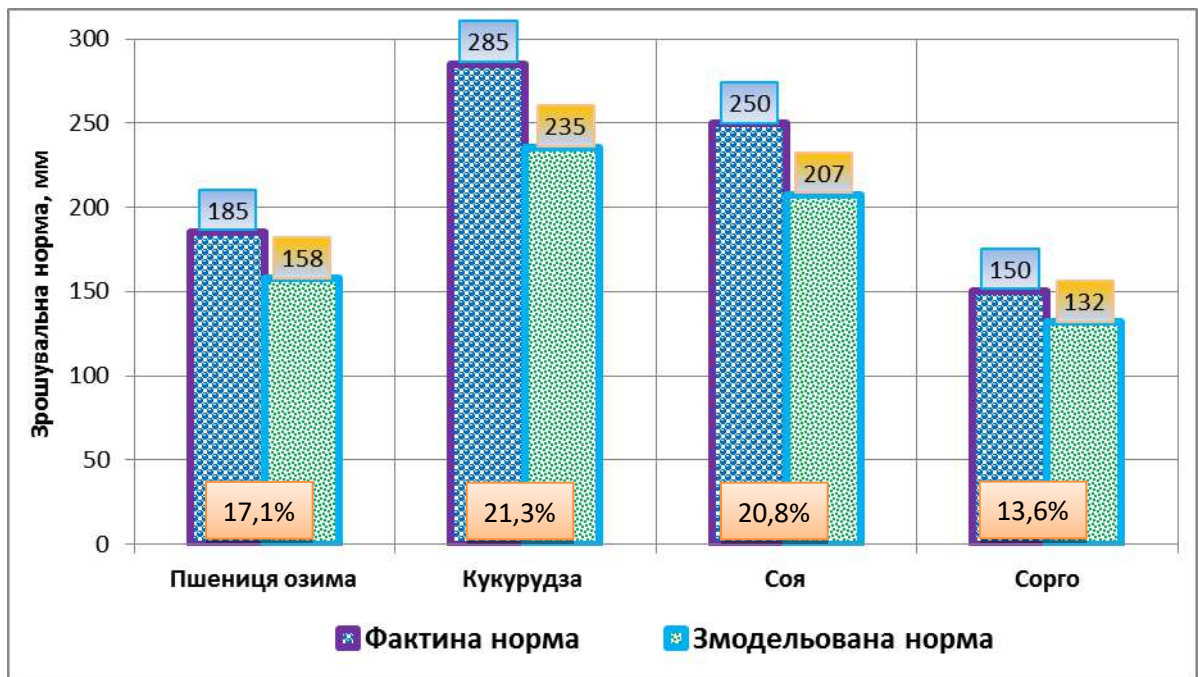


Рис. 8.13 Показники фактичних і змодельованих у програмі CROPWAT зрошувальних норм по культурах сівозміни, мм (середнє за 2016-2019 рр.)

По пшениці озимій таке перевищення склало 17,1%; на кукурудзі – 21,3; на сої – 20,8; на сорго – 13,6%. Розрахунками доведено, що при вирощуванні сільськогосподарських культур на зрошуваних землях необхідно враховувати комплекс природних та антропогенних чинників.

Крім того, для оптимізації агротехнологічного процесу вирощування сільськогосподарських культур на зрошуваних землях слід використанням інформаційні технології та спеціальні комп'ютерні програми за основними параметрами продукційного процесу – біологічні властивості певної культури зрошуваної сівозміни, прогнозований рівень урожайності, спосіб штучного зволоження, системи удобрення, обробітку ґрунту та захисту рослин тощо.

Доведено, що врахування в програмі CROPWAT елементів водного балансу ґрунту, поточних гідротермічних умов (температури й відносної вологості повітря, кількість опадів), швидкості вітру, параметрів надходження сонячної радіації та евапотранспірації, дозволяє більш точно змодельовати водопотребу сільськогосподарських культур, встановити показники поливних і зрошувальних норм максимальною точністю,

раціонально витратити поливну воду та інші ресурси.

В середньому за роки досліджень встановлено, що теплоенергетичні фактори найкраще використовують ранні та середньостиглі гібриди, які мають показники температурного індексу 304,1 і 305,1 та коефіцієнти корисної дії ФАР – 2,15%. У пізньостиглих гібридів відмічене зростання T_u на 5,1-5,4% та зниження η_ϕ на 2,4%, відповідно.

Варіаційний та кореляційний аналіз дозволив встановити різні за силою та направленістю взаємозв'язки врожайності кукурудзи з основними теплоенергетичними чинниками (табл. 8.1).

Таблиця 8.1

Урожайності зерна різних за скоростиглістю гібридів кукурудзи залежно від природної вологозабезпеченості та теплоенергетичних показників

| Волого-забезпеченість років | Група стиглості гібридів | Показники | | | | | | |
|---------------------------------|--------------------------|------------------|-----------------|-------|----------------|--------------|-------------------|-----------------|
| | | \bar{x} , т/га | ΣT , °C | T_u | E_B , ГДж/га | Q , ГДж/га | Q_ϕ , ГДж/га | η_ϕ , % |
| Вологі | ранньостиглі | 10,3 | 2318 | 226 | 330 | 22245 | 11345 | 2,91 |
| | середньостиглі | 11,5 | 2697 | 235 | 370 | 26889 | 13714 | 2,72 |
| | пізньостиглі | 12,6 | 2915 | 233 | 404 | 29630 | 15112 | 2,68 |
| Середньовологі | ранньостиглі | 7,7 | 2293 | 303 | 249 | 24590 | 12541 | 2,08 |
| | середньостиглі | 9,1 | 2587 | 292 | 294 | 27541 | 14045 | 2,19 |
| | пізньостиглі | 10,6 | 2957 | 285 | 343 | 31847 | 16242 | 2,20 |
| Середні | ранньостиглі | 7,4 | 2156 | 294 | 240 | 21897 | 11168 | 2,15 |
| | середньостиглі | 8,0 | 2509 | 317 | 256 | 25115 | 12809 | 2,00 |
| | пізньостиглі | 8,1 | 2840 | 352 | 261 | 29141 | 14862 | 1,76 |
| Середньосухі | ранньостиглі | 7,4 | 2092 | 296 | 237 | 21222 | 10824 | 2,21 |
| | середньостиглі | 8,7 | 2416 | 294 | 280 | 24506 | 12498 | 2,27 |
| | пізньостиглі | 10,1 | 2707 | 281 | 324 | 27169 | 13857 | 2,37 |
| Сухі | ранньостиглі | 5,9 | 2125 | 378 | 191 | 22732 | 11593 | 1,65 |
| | середньостиглі | 7,0 | 2474 | 368 | 225 | 25785 | 13150 | 1,73 |
| | пізньостиглі | 7,0 | 2760 | 441 | 227 | 28554 | 14563 | 1,58 |
| У середньому за роки досліджень | ранньостиглі | 7,5 | 2182 | 304 | 243 | 22469 | 11459 | 2,15 |
| | середньостиглі | 8,7 | 2518 | 305 | 279 | 25808 | 13162 | 2,15 |
| | пізньостиглі | 9,5 | 2822 | 322 | 307 | 29104 | 14843 | 2,10 |

Варіаційний аналіз врожайних даних свідчить про їх стабільність у вологі, середні та середньовологі роки, оскільки коефіцієнт варіації коливається в межах 9,2-10,4%. Проте, у середньосухі та сухі роки

спостерігається зростання показників продуктивності зернової кукурудзи у 2,5-2,9 рази (V становить 25,8 і 26,6%).

Оцінка варіювання термічних ресурсів довела стабільність показника суми температур за період вегетації, але й істотну відмінність температурного індексу, який у вологі роки має незначну мінливість ($V = 5,1\%$), середню ($V = 18,6$ і $12,4\%$) – у середньовологі та середні роки, суттєву ($V = 23,2$ і $33,5\%$) – у середньосухі та сухі роки.

Показники надходження фотосинтетично-активної радіації (Q_{ϕ}) відрізнялися середнім ступенем мінливості з варіюванням в межах від 11,2 до 19,7% (табл. 8.2).

Таблиця 8.2

**Результати статистичного аналізу мінливості та взаємозв'язків
теплоенергетичних факторів з урожайністю
кукурудзи на зерно**

| Вологозабезпеченість року | Коефіцієнти | Показники | | | | |
|---------------------------|---------------------|------------------|-----------------|-------|---------------------|-------------------|
| | | \bar{x} , т/га | ΣT , °C | T_u | Q_{ϕ} , ГДж/га | η_{ϕ} , % |
| Вологі | Варіації, V , % | 9,2 | 11,4 | 5,1 | 13,5 | 6,5 |
| | Кореляції, r | – | 0,90 | 0,23 | 0,91 | 0,49 |
| | Детермінації, R^2 | – | 0,81 | 0,05 | 0,82 | 0,24 |
| Середньовологі | Варіації, V , % | 10,4 | 12,4 | 18,6 | 19,7 | 31,6 |
| | Кореляції, r | – | 0,31 | -0,80 | -0,17 | 0,77 |
| | Детермінації, R^2 | – | 0,10 | 0,64 | 0,03 | 0,59 |
| Середні | Варіації, V , % | 9,2 | 12,3 | 12,4 | 12,6 | 12,8 |
| | Кореляції, r | – | 0,36 | -0,41 | 0,34 | 0,40 |
| | Детермінації, R^2 | – | 0,13 | 0,17 | 0,11 | 0,16 |
| Середньосухі | Варіації, V , % | 25,8 | 11,7 | 23,2 | 11,5 | 26,2 |
| | Кореляції, r | – | 0,41 | -0,89 | 0,16 | 0,90 |
| | Детермінації, R^2 | – | 0,17 | 0,78 | 0,03 | 0,81 |
| Сухі | Варіації, V , % | 26,6 | 12,1 | 33,5 | 11,2 | 26,7 |
| | Кореляції, r | – | 0,20 | -0,86 | 0,03 | 0,92 |
| | Детермінації, R^2 | – | 0,04 | 0,73 | 0,00 | 0,85 |

Коефіцієнт корисної дії ФАР найвищу стабільність проявив у вологі роки ($V = 6,5\%$), середні рівень ($V = 12,8\%$) – у середні, а в інші – відрізнявся високим ступенем мінливості ($V = 26,2-31,6\%$).

Цікаві результати показав кореляційний аналіз показників природної теплозабезпеченості. У вологі роки встановлена дуже висока ступінь зв'язку суми температур повітря з рівнем врожайності зерна кукурудзи з коефіцієнтом кореляції 0,90 та визначення рівня врожаю на 81%, що обумовлено стримуючою дією температури повітря за умов високої вологозабезпеченості. В інші за дефіцитом випаровування роки спостерігається зниження ступеня зв'язків у 2,2-4,5 рази.

Схожі залежності щодо продуктивності кукурудзи встановлені й відносно показнику фотосинтетично-активної радіації, оскільки лише у вологі роки зафіксовано високу ступінь зв'язку ($r = 0,91$) при 81% рівні впливу формування врожаю зерна досліджуваної культури.

В інші за рівнями природного вологозабезпечення роки спостерігається слабкий додатний та від'ємний зв'язок між цими показниками при коефіцієнтах кореляції від -0,17 до 0,34, а у сухі роки – зв'язок практично відсутній ($r = 0,03$). Слід зауважити, що зростання показники ККД ФАР позитивно вплинуло на врожайність зерна в усі роки досліджень, проте найвища ступінь зв'язків відмічена у середньосухі ($r = 0,90$) та сухі ($r = 0,92$) роки, коли дія цього фактора обумовлювала продуктивність рослин на 81,0 та 85,0%, відповідно.

Кореляційно-регресійне моделювання показників урожайності зерна кукурудзи залежно від суми температур повітря за вегетацію довело найкращу реакцію на покращення термічного режиму середньостиглих гібридів (рис. 8.14).

Навпаки, ранньостиглі гібриди потребують менших сум температур повітря та знижують приріст урожаю вже починаючи з показників 1500-1600°C. Ці закономірності слід враховувати під час підбору гібридів різних груп стиглості для зрошуваних сівозмін.

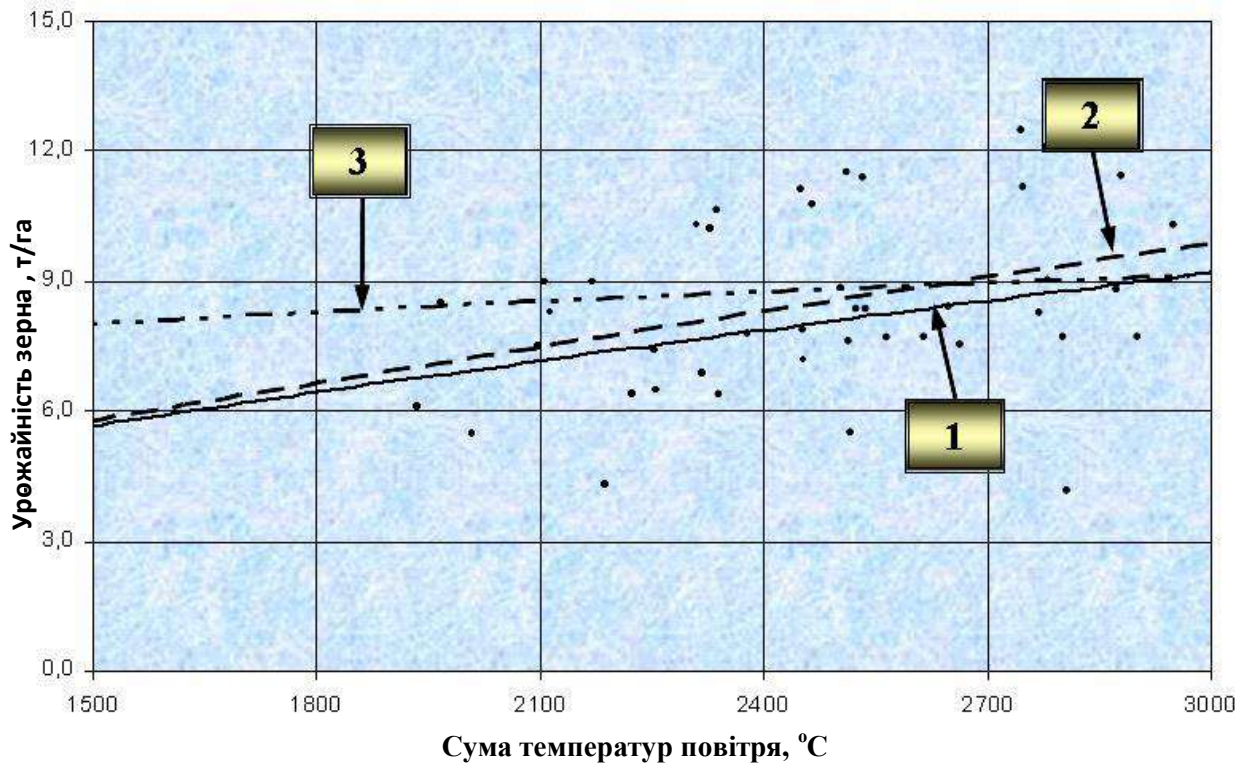


Рис. 8.14 Кореляційно-регресійна залежність між сумою температур за період вегетації та врожайністю зерна гібридів кукурудзи:

- 1 – ранньостиглих ($y = 0,0336x^{0,7013}$);
 2 – середньостиглі ($y = 0,0125x^{0,8327}$);
 3 – пізньостиглі ($y = 2,0233x^{0,1895}$)

Висновки до розділу 8

1. За результатами досліджень доведено можливість проведення моделювання рівнів продуктивності зернових і зернобобових культур залежно від впливу погодних умов та елементів технологій вирощування. Програма ФАО ООН AquaCrop дозволяє проводити управління інтенсивністю продукційного процесу, моделювати поточні параметри водного та поживного режимів ґрунту, підтримувати прийняття рішень для оперативного коригування агротехнологіями за показниками формування біомаси досліджуваних культур, розробки режиму зрошення, програмування врожайності тощо.

2. Адаптування програмного забезпечення до умов дослідного поля Інституту зрошеного землеробства НААН у період 2015-2018 років дозволило використати математичне моделювання для формування

оптимальних режимів зрошення, порівняти рівні врожайності та ефективність використання ґрунтової вологи та поливної води.

3. За допомогою інструментарію контролю за ростом і розвитком рослин та стратегії планування програмного комплексу AquaCrop було здійснене моделювання врожайності з обліком біологічних характеристик досліджуваних культур, попередження виникнення температурних та водних стресів на різних фазах розвитку. Здійснене моделювання сприяло зростанню врожайності кукурудзи на 5,2-8,4%, сої – на 3,8-9,5, сорго зернового – на 3,8-6,3%. Доведено зменшення виробничих витрат відповідно на 14,1-21,8; 16,0-19,9 та 12,7-16,2%.

4. За результатами моделювання визначено, що пізньостиглі гібриди кукурудзи відрізняються певною стабільністю наростання продуктивності за мірою збільшення сум температур, що пов'язано з тривалим періодом вегетації та зменшенням показників термічного режиму наприкінці літа та, особливо, восени в кінцеві фази розвитку рослин. Від'ємна направленість зв'язків продуктивності рослин відмічена відносно фотосинтетично-активної радіації. Розрахунками аргументовано повільне зниження врожайності гібридів усіх груп стиглості при підвищенні надходження ФАР, що пояснюється особливостями кліматичних умов Південного Степу України, який характеризується високими ресурсами сонячної радіації та дефіцитом природної вологи.

5. Статистичний аналіз урожайних даних різних за скоростиглістю гібридів кукурудзи та теплоенергетичних показників дозволив встановити різні за ступенем і направленістю зв'язки продуктивності рослин при диференціації умов природної вологозабезпеченості в роки досліджень. За допомогою створених кореляційно-регресійних залежностей можна проводити моделювання рівня врожаю різних за скоростиглістю гібридів кукурудзи за фактичними показниками суми температур повітря та надходження фотосинтетично-активної радіації за вегетаційний період рослин.

РОЗДІЛ 9
ЕКОНОМІЧНА ТА ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ
ВИРОЩУВАННЯ ЗЕРНОВИХ І ЗЕРНОБОБОВИХ КУЛЬТУР НА
ЗРОШУВАНИХ І НЕПОЛИВНИХ ЗЕМЛЯХ СТЕПОВОЇ ЗОНИ
УКРАЇНИ

Глобальна світова продовольча проблема потребує інтенсифікації рослинництва для збільшення обсягів виробництва продуктів харчування. Проте з іншого боку сучасне сільське господарство стикається з безпрецедентними труднощами, пов'язаними з негативним впливом несприятливих погодних умов, кліматичними змінами, опустелюванням, скороченням площ орних земель, зростанням згубного впливу шкідливих організмів тощо [146]. Так звана «зелена революція», що відбулася в другій половині XX століття призвела до значного зростання виробництва продовольства і підвищення світової продовольчої безпеки. Проте, в той же час, у багатьох країнах світу інтенсифікація землеробства виснажила сільськогосподарську базу природних ресурсів, викликала негативні екологічні наслідки, поставила під загрозу агарну сферу. За результатами досліджень вчених ФАО ООН, щоб задовольнити прогнозоване збільшення попиту на продовольство, в першу чергу, на зерно впродовж наступних 40-50 років, сільгосптоваровиробникам необхідно подвоїти виробництво продовольства, що практично неможливо внаслідок дії таких чинників, як зміни клімату, зростання конкуренції за землю, воду, енергію, добрива та пестициди. Тому існує необхідність розробки й упровадження нових підходів до інтенсифікації рослинництва з економічним та екологічним його обґрунтуванням, що дозволить отримувати більший урожай з одиниці площі, але при цьому зберігати агроресурси, мінімізувати негативний вплив на довкілля, покращувати родючість ґрунту, сприяти сталому зростанню штучних екосистем [183].

Інтенсифікація рослинництва на майбутній період повинна бути

спрямована на формування ресурсощадних систем землеробства, що забезпечують ряд виробничих, соціально-економічних і екологічних переваг для агровиробників та глобальної економіки в цілому [489].

Екосистемний підхід до рослинництва забезпечує відновлення і підтримує стелість функціонування агроecosystem. Такі системи слід будувати на ґрунтозахисних методах ведення сільського господарства, використанні якісного насіння адаптованих до несприятливих чинників високоврожайних сортів і гібридів, впровадженні комплексних методів боротьби з шкідниками, збудниками хвороб та бур'янами, оптимізованих системах обробітку ґрунту та удобрення рослин, ефективному управлінні водними ресурсами та науково обґрунтованому співвідношенні площ з сільськогосподарськими культурами, пасовищами та лісосмугами. Стійкі системи агровиробництва рослинницької продукції повинні надавати агровиробникам можливість вибирати з багатьох можливих практичних методів найкращі з їх пристосовуванням до місцевих умов виробництва та екологічним обмеженням, отриманням найкращих економічних результатів на локальних земельних масивах [380].

Сучасне рослинництво має повернутися до природнорегулюючих засад з пріоритетністю забезпечення високої родючості ґрунту, використання природних джерел живлення рослин та нормованого застосування синтетичних мінеральних добрив. Так, встановлено, що ґрунти з високим вмістом органічних речовин і корисних мікроорганізмів є основою для підвищення врожайності сільськогосподарських культур. Причому найвищих урожаїв вдається досягти, коли рослини отримують поживні речовини з поєднання мінеральних добрив та природних джерел, таких як гній і біологічний азот, пов'язаний з функціонуванням та активним розвитком в ґрунті азотфіксуючих мікроорганізмів [92]. Раціональне використання мінеральних добрив знижує грошові витрати й гарантує, що поживні речовини будуть спожиті сільськогосподарськими культурами і не забруднять повітря, ґрунт і водні об'єкти. Стратегії покращення родючості

грунту повинні заохочувати ґрунтозахисні методи ведення сільського господарства, поєднання рослинництва з тваринництвом і агролісомеліоративними системами, які істотно підвищують родючість ґрунту. Такі стратегії сприяють відмовам агровиробників від надмірного механічного обробку ґрунту та надлишкових обсягів використання мінеральних добрив. Максимальну ефективність при цьому мають системи точного землеробства, ГІС-технології, водо- й ресурсощадні агрозаходи тощо [311].

Економічна ефективність вирощування зернових і зернобобових культур безпосередньо пов'язана з використанням селекційних розробок зі створення генетично різноманітного асортименту високопродуктивних сортів і гібридів сільськогосподарських культур, які адаптовані до різних агроєкосистеми та рівням інтенсифікації технологій вирощування, є стійкими до кліматичних змін та шкідливих організмів [193].

Дослідженнями вітчизняних і закордонних вчених встановлено, що понад 50% приросту врожайності зернових культур, досягнутого за останні десятиліття шляхом генетичного покращення сортів. Проте своєчасне забезпечення виробництва високоврожайними сортами вимагає кардинального удосконалень системи насінництва, яка пов'язує в єдине ціле колекції рослин, призначених для використання в програмах з виведення, поліпшення або збереження сортотипів, селекцію та розмноження насіння. Слід зауважити, що за останнє сторіччя було втрачено близько 75% генетичних ресурсів рослин, а третина сьогоdnішнього різноманітності може зникнути до 2050 року. Тому дуже важливо збільшувати підтримку збору, збереження та використання генетичних ресурсів рослин, підвищувати фінансування державних програм селекції, стимулювати ефективне ведення насінництва, здійснювати контроль за насінництвом на рівні держави [527].

Для стійкої інтенсифікації рослинництва в посушливих регіонах, зокрема у Степу України, необхідні використовувати зрошення для подолання втрат врожаю від посухи і дефіциту вологи. При цьому штучне

зволоження слід організовувати на раціональних засадах з використанням екосистемного підходу до збереження води, впроваджувати локальні системи мікрозрошення, контролювати вологість ґрунту та якість поливної води, чітко регламентувати режими зрошення. Проведення поливів при вирощуванні зернових, зернобобових та інших культур незважаючи на високу ефективність з точки зору підвищення врожайності та прибутковості агровиробництва чинить вагомий антропогенний тиск на довкілля, може призвести до засолення ґрунтів, нітратного забруднення рослинницької продукції, водної ерозії тощо [160]. Засноване на наукових підходах прецензійне зрошення забезпечує надійний і легко пристосований до локальних умов спосіб подачі води до кореневої системи рослин. У посушливих зонах неполивного землеробства зміни клімату загрожують суттєвими збитками великої кількості агровиробників, що потребує розширення площ зрошення та впровадження водоощадних технологій. Підвищення продуктивності неполивного землеробства буде залежати від використання поліпшених, посухостійких сортів сільськогосподарських культур, розробці та впровадженню водозберігаючих технологій вирощування, удосконаленню сівозмін та інших чинників [93, 195, 212, 409, 457].

Пестициди знищують як самих шкідників, так і їх природних ворогів, тому зловживання хімічними засобами захисту рослин може завдати шкоди фермерам, споживачам і навколишньому середовищу. Для систем екологічно безпечного агровиробництва необхідно впроваджувати інтегрований захист рослин, застосування якого мінімізує втрати врожаю від негативного впливу шкідливих організмів завдяки вирощуванню стійких сортів і гібридів, збереженню природних ворогів шкідників та управлінню поживним та водним режимами ґрунту для зниження або попередження розмноження шкідників, розповсюдження збудників хвороб та зростання засміченості полів бур'янами [150]. Рекомендовані заходи проти хвороб включають використання чистого насіння або посадкового матеріалу,

науково обґрунтованого чергування культур у сівозмінах для придушення патогенів та знищення заражених рослин. Ефективна боротьба з бур'янами вимагає своєчасного застосування хімічних або механічних методів їх знищення, диференціації системи основного обробітку ґрунту та видалення рослинних залишків з його поверхні. При необхідності слід локально використовувати пестициди із забезпеченням мінімальних екологічних наслідків для навколишнього середовища з ретельним дотриманням регламентів їх застосування [379].

Для заохочення агровиробників до впровадження стійкої інтенсифікації рослинництва необхідні суттєві зміни в держаній політиці та інститутах сільськогосподарського розвитку. Перш за все, сільське господарство повинно бути прибутковим, щоб сільгосппідприємства різного розміру й спеціалізації могли дозволити собі використовувати ресурсощадні засоби виробництва і бути впевненими в тому, що вони отримають достатню економічну ефективність [432]. У різних країнах світу є відмінності держаної політики щодо впливу на сільгосптоваровиробників. В одних регулюють ціни на сировинні товари, в інших використовують субсидії для стимулювання виробників фермерів з низьким доходом. При цьому глобальна стратегія повинна бути спрямована на заохочення агровиробників раціонально використовувати природні ресурси, наприклад, за допомогою платежів за ресурсощадні технології. У багатьох країнах існують законодавчі вимоги, які захищають фермерів від недобросовісних продавців низькосортних насіння, пестицидів та інших товарів. На найближчу перспективу будуть потрібні значні інвестиції, щоб відновити потенціал наукових досліджень і впровадження у виробництво інноваційних технологій вирощування для підвищення економічної ефективності зерновиробництва, покращення родючості ґрунту та захисту навколишнього середовища [379].

9.1 Економічна оцінка досліджуваних агрозаходів

Важливе значення при вирощуванні сільськогосподарських культур належить оцінці ростових процесів, які підлягають впливові природних та агротехнічних чинників і їх регулюванням можливо підвищувати продуктивність рослин. Вивчення ефективності зрошення щодо приросту врожайності основних с.-г. культур, основою якого є висвітлення питань диференціації біометричних та фенологічних параметрів агроценозів, інтенсивності продуктивності посівів, економіко-енергетичної ефективності технологій їх вирощування [226].

Для економічного порівняння досліджуваних варіантів були розроблені технологічні карти з використанням однакових нормативів, цін та тарифів для визначення собівартості одиниці продукції та встановлення економічної ефективності. Для цього використано наступні дані: врожайність з 1 га після очищення; вартість валової продукції, грн/га; загальні виробничі витрати на виробництво, грн/га (за показниками технологічних карт); собівартість 1 т, грн; умовний чистий прибуток, грн/га; рівень виробничої рентабельності, %. При розрахунку використовували ціни на агроресурси, паливно-мастильні матеріали за 2016-2019 рр. Реалізаційна ціна на кінцеву продукцію приймалася за поточними ринковими цінами.

Проведений аналіз економічної ефективності вирощування озимої пшениці свідчить про істотний вплив захисту рослин та норм висіву на вартість валової продукції, виробничі витрати та, як наслідок, на собівартість (табл. 9.1).

У варіанті із захистом рослин від шкідників і збудників хвороб і при нормі висіву 5 млн/га отримано найбільшу вартість валової продукції 13692 грн/га, а найменшим – на рівні 11256 грн/га даний показник був у варіанті без захисту рослин із сівбою нормою 4 млн/га.

Виробничі витрати були найбільшими (7,8 тис. грн/га) на ділянках із

захистом рослин та нормою висіву 6 млн/га.

Таблиця 9.1

Економічна оцінка технології вирощування пшениці озимої сорту Херсонська безоста залежно від варіантів захисту рослин та норм висіву (середнє за 2011-2013 рр.)

| Захист рослин (фактор А) | Норми висіву, млн шт./га (фактор В) | Вартість валової продукції, грн/га | Виробничі витрати, грн/га | Собівартість 1 т продукції, тис. грн | Чистий прибуток, тис. грн/га | Рівень рентабельності, % |
|--------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|---------------------------|--------------------------------------|------------------------------|--------------------------|
| Без захисту | 4 | 11,3 | 6,9 | 1,29 | 4,34 | 62,8 |
| | 5 | 11,6 | 7,1 | 1,28 | 4,54 | 63,9 |
| | 6 | 11,8 | 7,3 | 1,29 | 4,50 | 61,8 |
| Із захистом | 4 | 12,9 | 7,5 | 1,21 | 5,41 | 72,5 |
| | 5 | 13,7 | 7,6 | 1,17 | 6,05 | 79,1 |
| | 6 | 13,2 | 7,8 | 1,24 | 5,40 | 69,0 |

Найбільший чистий прибуток на рівні 6,1 тис. грн/га та рентабельність 79,1% були отримані у варіанті із захистом рослин від шкідників та хвороб і сівбою з нормою 5 млн/га.

Також за такого сполучення досліджуваних чинників отримано найменшу собівартість продукції – 11,7 тис. грн/т. На інших варіантах чистий прибуток зменшився на 11,7-39,3%. Слід відмітити також зростання економічної ефективності при нормах висіву 4 і 5 млн/га.

В польових дослідях з ячменем озимим встановлено, що вартість валової продукції, у середньому по фактору, у варіанті без захисту рослин склала 6,0 тис. грн/га, а при проведенні захисту збільшилася до 6,7 тис. грн/га або на 12,8% (табл. 9.2).

На ділянках без захисту рослин цей показник перевищив 6 тис. грн/га на сортах Зимовий, Основа і Достойний, а у варіантах із захистом рослин – перевищив 7 тис. грн/га на сортах Зимовий та Достойний. Найменшою в досліді вартість валової продукції на рівні 5,7 тис. грн/га була одержана у варіанті без захисту рослин за вирощування сорту Абориген.

Виробничі витрати практично не змінювались за сортовим складом і склали у варіанті без захисту рослин 4,0-4,1 тис. грн/га, а при захисті

рослин – 4,6-4,7 тис. грн/га. Захист рослин обумов зростання цього показника, в середньому по фактору, на 0,5 тис. грн/га або на 12,5%.

Таблиця 9.2

**Економічна ефективність застосування захисту рослин на сортах
ячменю озимого (середнє за 2008-2012 рр.)**

| Захист (фактор А) | Сорт (фактор В) | Показники | | | | |
|-------------------------|--------------------|----------------------------------|-------------------------|-------------------------------|-----------------------------|---------------------------|
| | | вартість продукції, грн/га | витра- ти, грн/га | чистий прибуток, грн/га | собівар- тість, грн/т | рента- бельність, % |
| Без захисту | Росава (st) | 5,8 | 4,1 | 1,8 | 1,0 | 43,3 |
| | Метелиця | 5,9 | 4,1 | 1,9 | 1,0 | 45,5 |
| | Зимовий | 6,3 | 4,1 | 2,2 | 0,9 | 53,5 |
| | Трудівник | 5,8 | 4,1 | 1,8 | 1,0 | 43,3 |
| | Основа | 6,1 | 4,1 | 2,0 | 1,0 | 49,6 |
| | Тамань | 5,7 | 4,1 | 1,6 | 1,0 | 40,5 |
| | Абориген | 5,7 | 4,1 | 1,6 | 1,0 | 40,1 |
| | Достойний | 6,5 | 4,7 | 1,9 | 1,0 | 40,3 |
| Із захистом | Росава (st) | 6,5 | 4,7 | 1,8 | 1,0 | 38,8 |
| | Метелиця | 6,4 | 4,6 | 1,8 | 1,1 | 38,0 |
| | Зимовий | 7,1 | 4,7 | 2,4 | 1,0 | 51,5 |
| | Трудівник | 6,5 | 4,7 | 1,8 | 1,0 | 39,1 |
| | Основа | 6,8 | 4,7 | 2,2 | 1,0 | 46,9 |
| | Тамань | 6,7 | 4,7 | 2,1 | 1,0 | 44,1 |
| | Абориген | 6,6 | 4,7 | 1,9 | 1,0 | 41,2 |
| | Достойний | 7,4 | 4,7 | 2,8 | 0,9 | 59,3 |

Умовний чистий прибуток був найбільшим (2,8 тис. грн/га) за вирощування сорту Достойний із захистом рослин від шкідливих організмів. Цей найважливіший економічний показник зменшився до 1,6 тис. грн/га у варіантах з сортами Тамань і Абориген без захисту рослин. Захист рослин забезпечив підвищення умовного чистого прибутку, в середньому по фактору, з 1,8 до 2,1 тис. грн/га або на 13,5%.

Собівартість 1 тонни зерна ячменю озимого перевищила 1000 грн/т у варіантах з сортами: без захисту рослин – Росава, Трудівник, Тамань, Абориген, Достойний; із захистом – Росава, Метелиця, Трудівник, Тамань, Абориген. Найменшим (0,9 тис. грн/т) даний показник виявився на сорті Достойний за його вирощування із застосуванням захисту рослин.

Рівень рентабельності зменшився до 38,8-39,1% у варіанті із захистом рослин на сортах Росава і Трудівник. Максимальним цей показник був у варіанті без захисту рослин на сорті Зимовий – 53,5%, а при проведенні захисту – на сорті Достойний – 59,3%.

Вартість валової продукції змінювалась у дуже широкому діапазоні від 3,0-3,1 до 6,9-7,4 тис. грн/га, що обумовлено великою різницею у врожайності досліджуваної культури (табл. 9.3). Отже, різниця між цими варіантами склала 2,2-2,5 рази. Найкращий результат одержали у варіанті з сортом Галактик та біопрепаратом ФМБ.

Таблиця 9.3

**Економічна ефективність вирощування ячменю ярого
залежно від застосування біопрепаратів (середнє за 2010 – 2012 рр.)**

| Сорти (фактор А) | Біопрепарат (фактор В) | Показники | | | | |
|---------------------|-----------------------------|---------------------------------------|---------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------|
| | | вартість продукції, тис. грн/га | витра- ти, тис. грн/га | чистий прибуток, тис. грн/га | собівар- тість, тис. грн/т | рента- бельність, % |
| Достойний | Контроль (обробка водою) | 3,0 | 3,8 | -0,9 | 3,22 | -22,4 |
| | ФМБ | 7,2 | 4,1 | 3,1 | 1,42 | 76,2 |
| | Поліміксо- бактерин | 6,9 | 4,0 | 2,9 | 1,45 | 71,9 |
| Галактик | Контроль (обробка водою) | 3,1 | 3,9 | -0,9 | 3,20 | -21,8 |
| | ФМБ | 7,4 | 4,3 | 3,1 | 1,46 | 70,9 |
| | Поліміксо- бактерин | 7,2 | 4,2 | 3,0 | 1,45 | 72,0 |

Виробничі витрати слабо коливались за досліджуваними варіантами в межах від 3,8 до 4,3 тис. грн/га з тенденцією зростання у варіантах з внесенням біопрепаратів та більш високим рівнем урожайності ячменю ярого.

Умовний чистий прибуток збільшився до 3,1 тис. грн/га на двох досліджуваних сортах у варіанті із застосуванням біопрепарату ФМБ.

Собівартість продукції була максимальною на рівні 3,22 тис. грн/т у контрольному варіанті сорту Достойний. На цьому ж сорті зафіксовано

зменшення собівартості в 2,3 рази за умов використання біопрепарату ФМБ – до 1,42 тис. грн/т.

Рівень рентабельності незалежно від сортового складу мав від’ємні значення від –21,8 до –22,4% за вирощування ячменю ярого без застосування біопрепаратів. Найбільшим (на рівні 76,2%) цей показник виявився у варіанті з сортом Достойний за використання біопрепарату ФМБ.

В польових дослідах з соєю за вирощування культури в неполивних умовах встановлено, що вартість валової продукції найбільшого рівня 15,6 тис. грн/га досягла у варіанті з сортом Валюта з обробкою насіння інокулянтом Оптімайз (табл. 9.4). Мінімальні значення цього показника 12,2 тис. грн/га, тобто на 21,8% менше, сформувались у контрольному варіанті з сортом Аполлон.

Таблиця 9.4

Економічна ефективність вирощування сортів сої залежно від інокуляції насіння (середнє за 2013-2015 рр.)

| Сорти (фактор А) | Інокулянт (фактор В) | Показники | | | | |
|---------------------|--------------------------------|----------------------------------|-------------------------|-------------------------------|-----------------------------|---------------------------|
| | | вартість продукції, грн/га | витра- ти, грн/га | чистий прибуток, грн/га | собівар- тість, грн/т | рента- бельність, % |
| Аполлон | Контроль (обробка водою) | 12,2 | 6,4 | 5,8 | 3,93 | 91,0 |
| | INTEX PEAT | 13,1 | 6,9 | 6,2 | 3,97 | 89,1 |
| | Оптімайз | 13,7 | 7,0 | 6,7 | 3,83 | 96,1 |
| Валюта | Контроль (обробка водою) | 13,4 | 6,6 | 6,8 | 3,69 | 103,4 |
| | INTEX PEAT | 14,6 | 7,1 | 7,5 | 3,66 | 104,9 |
| | Оптімайз | 15,6 | 7,3 | 8,3 | 3,51 | 113,7 |

Виробничі витрати коливалися в межах від 6,4 до 7,3 тис. грн/га і мали тенденцію до зростання у варіантах з внесенням досліджуваних інокулянти та додаткових витратах на збирання високого врожаю.

Умовно чистий прибуток підвищився при вирощуванні сорту Аполлон від 6,4 на контрольному варіанті до 6,9-7,0 тис. грн/га у варіанті з внесенням

препаратів INTEX PEAT та Оптімайз. На сорті Валюта таке зростання склало, відповідно, 7,0 та 9,6%.

Найменша собівартість продукції 3,51 тис. грн/т зафіксована у варіанті з сортом Валюта та інокуляцією насіння перед сівбою препаратом Оптімайз. Даний показник збільшився на 11,6% (до 3,97 тис. грн/т) у варіанті з сортом Аполлон та застосуванням для інокуляції INTEX PEAT.

Рівень рентабельності максимальної величини 113,7% набув за використання інокулянту, а найменше її значення (89,1%) було встановлено у варіанті з внесенням INTEX PEAT на сорті Аполлон.

Економічна ефективність технології вирощування гороху залежно від сортового складу захисту рослин свідчить про різну ступінь його впливу на вартість валової продукції (табл. 9.5). Застосування інтегрованого захисту рослин забезпечило зростання цього показника при вирощуванні сорту Отаман до 10,7, а сорту Девіз – до 13,4 тис. грн/га або на 25,2% більше.

Таблиця 9.5

Економічна ефективність технології вирощування гороху залежно від сортового складу (середнє за 2014-2016 рр.)

| Сорт | Захист рослин | Економічні показники | | | | |
|--------|---------------|------------------------------------|--------------------------------|---------------------|-------------------------|--------------------------|
| | | вартість валової продукції, грн/га | витрати на вирощування, грн/га | собівартість, грн/т | чистий прибуток, грн/га | рівень рентабельності, % |
| Отаман | Без захисту | 8,9 | 7,0 | 3,93 | 1,9 | 27,3 |
| | Хімічний | 10,4 | 7,9 | 3,82 | 2,5 | 31,0 |
| | Біологічний | 9,8 | 7,6 | 3,87 | 2,2 | 29,3 |
| | Інтегрований | 10,7 | 8,4 | 3,91 | 2,3 | 27,8 |
| Девіз | Без захисту | 10,9 | 7,4 | 3,39 | 3,5 | 47,5 |
| | Хімічний | 12,7 | 8,2 | 3,22 | 4,5 | 55,4 |
| | Біологічний | 10,6 | 7,9 | 3,72 | 2,7 | 34,3 |
| | Інтегрований | 13,4 | 8,8 | 3,30 | 4,6 | 51,6 |

Найменшою вартість валової продукції була у варіанті без захисту рослин. Так, на сорті Отаман цей показник склав 8,9 тис. грн/га, а за вирощування сорту Отаман підвищився на 22,5%. Зауважимо, що

біологічний захист виявився менш ефективним, ніж хімічний, оскільки відбулося зменшення вартості валової продукції у сорту Отаман на 6,1%, а на сорті Девізом – 19,8%.

Витрати на вирощування гороху посівного передусім варіювали залежно від сортового складу. Вирощування сорту Отаман фактично потребувала менше витрат, ніж Девіз, але суттєвих розбіжностей не зафіксовано. Слід відзначити, що у варіанті без захисту виробничі витрати зросли на 5,4%, а у варіанті з хімічним і біологічним захистом рослин – на 3,8%. Найбільшим цей показник сформувався у варіанті з інтегрованим захистом рослин – у варіанті з сортом Отаман 8,4 тис. грн/га, що на 4,7% більше, ніж за вирощування сорту гороху Девіз.

На собівартість продукції більшою мірою впливав фактор сорту. Так, за вирощування сорту Отаман даний економічний показник був найбільшим (3,93 тис. грн/т) у контрольному варіанті, а найменшим – за хімічного захисту рослин – 3,22-3,82 тис. грн/т). Зазначимо, що інтегрований захист рослин призвів до зростання собівартості сорту Отаман до 3,91 тис. грн/т.

Умовний чистий прибуток у варіанті без захисту сорт Девіз дозволив отримати 3,5 тис. грн/га, а у сорту гороху Отаман відбулося зниження цього показника до 1,9 тис. грн/га або на 84,2%. Слід підкреслити, що вирощування сорту Девіз із застосуванням хімічного та інтегрованого захисту дозволило отримати найбільший чистий прибуток в межах 4,5-4,6 тис. грн/га. У контрольному варіанті з сортом Отаман цей показник зменшився до 2,3-2,5 тис. грн/га або в 1,8-2,0 рази, відповідно.

Сорт Девіз в усіх варіантів польового дослідження характеризувався вищим рівнем рентабельності, ніж сорт Отаман. Максимальну ефективність при цьому забезпечило застосування хімічного (55,4%) та інтегрованого (51,6%) захисту рослин. Зауважимо, що в аналогічних умовах за вирощування гороху Отаман рівень рентабельності знизився до 31,0% і 27,8%, відповідно. Крім того, ця тенденція простежується й у варіантах з біологічним захистом і контрольним варіантом (без обробок).

Вирощування сорго зернового забезпечило одержання максимальної вартості валової продукції на рівні 19,0 тис. грн за використання біодеструктору Органік - баланс та проведення оранки на глибину 20-22 см (табл. 9.6). У контрольному варіанті без застосування біодеструкторів та за мілкою дисковою обробіткою на глибину 12-14 см даний показник зменшився на 37,4% – до 11,9 тис. грн/га.

Таблиця 9.6

Економічна ефективність вирощування зерна сорго залежно від препаратів-деструкторів та обробітку ґрунту (середнє за 2015-2017 рр.)

| Препарат-деструктор (фактор А) | Обробіток ґрунту (фактор В) | Показники | | | | |
|--------------------------------|-------------------------------------|----------------------------|-----------------|-------------------------|---------------------|-------------------|
| | | вартість продукції, грн/га | витрати, грн/га | чистий прибуток, грн/га | собівартість, грн/т | рентабельність, % |
| Контроль | Оранка на глибину 20-22 см | 13,6 | 7,0 | 6,6 | 1,95 | 95,2 |
| | Чизельний на глибину 20-22 см | 12,2 | 6,1 | 6,1 | 1,91 | 99,1 |
| | Мілкий дисковий на глибину 12-14 см | 11,9 | 5,8 | 6,1 | 1,86 | 104,3 |
| Біодеструктор стерні | Оранка на глибину 20-22 см | 16,6 | 7,2 | 9,5 | 1,64 | 131,5 |
| | Чизельний на глибину 20-22 см | 15,4 | 6,4 | 9,0 | 1,58 | 140,3 |
| | Мілкий дисковий на глибину 12-14 см | 13,3 | 5,9 | 7,4 | 1,69 | 124,3 |
| Екостерн | Оранка на глибину 20-22 см | 17,6 | 7,3 | 10,3 | 1,57 | 142,3 |
| | Чизельний на глибину 20-22 см | 16,0 | 6,4 | 9,6 | 1,53 | 149,0 |
| | Мілкий дисковий на глибину 12-14 см | 15,2 | 6,0 | 9,2 | 1,50 | 154,0 |
| Органік - баланс | Оранка на глибину 20-22 см | 19,0 | 7,4 | 11,7 | 1,47 | 158,2 |
| | Чизельний на глибину 20-22 см | 17,4 | 6,5 | 10,8 | 1,43 | 165,4 |
| | Мілкий дисковий на глибину 12-14 см | 15,4 | 6,1 | 9,3 | 1,51 | 152,2 |
| Біонорм | Оранка на глибину 20-22 см | 16,0 | 7,1 | 8,9 | 1,70 | 124,1 |
| | Чизельний на глибину 20-22 см | 14,8 | 6,3 | 8,5 | 1,63 | 133,5 |
| | Мілкий дисковий на глибину 12-14 см | 13,4 | 5,9 | 7,4 | 1,69 | 125,4 |
| Деструктор целюлози | Оранка на глибину 20-22 см | 16,3 | 7,2 | 9,1 | 1,67 | 127,2 |
| | Чизельний на глибину 20-22 см | 14,9 | 6,4 | 8,5 | 1,62 | 134,5 |
| | Мілкий дисковий на глибину 12-14 см | 13,9 | 6,0 | 8,0 | 1,63 | 133,2 |

Мінімальні виробничі витрати також були за мілкою обробітку ґрунту і без застосування препаратів-біодеструкторів – 5,8 тис. грн/га. За оранки цей показник перевищив 7 тис. грн/га в усіх досліджуваних варіантах. У контрольному варіанті без використання біодеструкторів відбулося зменшення цього показника на 47,9% за проведення мілкою дискового та чизельного обробітку ґрунту.

Зменшення врожайності досліджуваної культури на фоні високих виробничих витрат призвело до підвищення собівартості вирощеної продукції (зерна сорго) до 1,91-1,95 тис. грн/т у контрольному варіанті з проведенням чизельного обробітку ґрунту та оранки з обертанням скиби. Мінімальний рівень даного показника – 1,43 тис. грн/т виявлено у варіанті з внесенням біодеструктору Органік-баланс за чизельного обробітку ґрунту на глибину 20-22 см.

Найбільша рентабельність (158,2-165,4%) також сформувалась у варіанті з внесенням препарату Органік-баланс за умов проведення оранки та чизельного обробітку ґрунту.

На поливних землях економічна ефективність вирощування насіння сої досліджувалася за параметрами: режим зрошення, удобрення, норма висіву. Визначено, що найбільша вартість валової продукції на рівні 40,4 тис. грн/га була у варіанті з біологічно-оптимальним режимом зрошення, здійсненням удобрення розрахунковою дозою добрив сумісно із застосуванням для інокуляції насіння Ризоторфіну та нормі висіву насіння 600 тис. шт./га (табл. 9.7). Найнижчим (24,3 грн/га) цей показник сформувався за умовах застосування водозберігаючого режиму зрошення, без внесення добрив та за максимального ступеню загущення рослин (800 тис. шт./га).

Грошові витрати найвищими були при застосуванні біологічно-оптимального режиму зрошення, внесенні рекомендованої дози мінеральних добрив ($N_{60}P_{60}$), використанні Ризоторфіну та нормі висіву 600-700 шт./га – 24,2 тис. грн/га. Суттєву мінімізацію виробничих витрат на 40,9% (до 14,3

грн/га) забезпечило вирощування сої без добрив з дотриманням водозберігаючого режиму зрошення.

Умовний чистий прибуток найвищим на рівні 21,4 тис. грн/га виявився у варіанті з ґрунтозахисним режимом зрошення при застосуванні розрахункової дози добрив (N₇₅), інокуляції насіння препаратом Ризоторфін і висіванні 600 шт./га насіння досліджуваної культури. Мінімальна прибутковість (9,0 тис. грн/га) зафіксована у неудобреному варіанті з біологічно-оптимальним режимом зрошення й нормою висіву 800 шт./га.

Таблиця 9.7

Економічна ефективність вирощування насіння сої залежно від впливу режиму зрошення, удобрення та норми висіву (середнє за 2013-2015 рр.)

| Режим зрошення (фактор А) | Удобрення (фактор В) | Норма висіву, тис. шт./га (фактор С) | Показники | | | | | |
|---------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------|----------------------|------------------------------|--------------------------|-------------------|------|
| | | | вартість продукції, тис. грн/га | витрати, тис. грн/га | чистий прибуток, тис. грн/га | собівартість, тис. грн/т | рентабельність, % | |
| Біологічно оптимальний | Без добрив | 600 | 28,2 | 16,6 | 11,6 | 4,7 | 69,6 | |
| | | 700 | 26,5 | 16,5 | 9,9 | 4,9 | 60,0 | |
| | | 800 | 25,5 | 16,5 | 9,0 | 5,1 | 54,7 | |
| | Розрах.+ Ризоторфін | 600 | 40,4 | 19,5 | 20,9 | 3,8 | 106,9 | |
| | | 700 | 39,3 | 19,5 | 19,9 | 3,9 | 101,8 | |
| | | 800 | 35,2 | 19,3 | 15,9 | 4,3 | 82,3 | |
| | N ₆₀ P ₆₀ + | Ризоторфін | 600 | 37,8 | 24,2 | 13,6 | 5,1 | 56,3 |
| | | | 700 | 36,9 | 24,2 | 12,7 | 5,2 | 52,7 |
| | | | 800 | 34,2 | 24,0 | 10,2 | 5,6 | 42,3 |
| Водо-зберігаючий | Без добрив | 600 | 26,4 | 14,4 | 12,0 | 4,3 | 82,8 | |
| | | 700 | 24,8 | 14,4 | 10,5 | 4,6 | 72,8 | |
| | | 800 | 24,3 | 14,3 | 9,9 | 4,7 | 69,3 | |
| | Розрах.+ Ризоторфін | 600 | 34,6 | 17,2 | 17,5 | 3,9 | 101,7 | |
| | | 700 | 34,5 | 17,1 | 17,4 | 3,9 | 101,3 | |
| | | 800 | 33,9 | 17,1 | 16,8 | 4,0 | 98,0 | |
| | N ₆₀ P ₆₀ + | Ризоторфін | 600 | 34,0 | 19,9 | 14,1 | 4,6 | 70,9 |
| | | | 700 | 32,6 | 19,9 | 12,8 | 4,8 | 64,4 |
| | | | 800 | 32,5 | 19,8 | 12,6 | 4,8 | 63,6 |
| Ґрунтозахисний | Без добрив | 600 | 28,3 | 15,0 | 13,3 | 4,2 | 88,1 | |
| | | 700 | 25,8 | 14,9 | 10,9 | 4,6 | 72,8 | |
| | | 800 | 24,9 | 14,9 | 10,0 | 4,7 | 67,5 | |
| | Розрах.+ Ризоторфін | 600 | 39,3 | 17,9 | 21,4 | 3,6 | 119,5 | |
| | | 700 | 35,5 | 17,7 | 17,8 | 3,9 | 100,4 | |
| | | 800 | 33,4 | 17,6 | 15,8 | 4,2 | 90,0 | |
| | N ₆₀ P ₆₀ + | Ризоторфін | 600 | 37,1 | 20,6 | 16,6 | 4,4 | 80,4 |
| | | | 700 | 36,5 | 20,5 | 16,0 | 4,4 | 77,6 |
| | | | 800 | 33,4 | 20,4 | 13,0 | 4,8 | 63,9 |

Найнижча собівартість вирощеної продукції (3,6 тис. грн/т) зафіксована у варіанті з ґрунтозахисним режимом зрошення, другим варіантом

удобренням (розрахункова доза сумісно з Ризоторфіном) за норми висіву 600 тис. шт./га. Максимальною собівартість була за біологічно-оптимального режиму зрошення, внесенням добрив у дозі $N_{60}P_{60}$, інокуляції насіння Ризоторфіном та нормою висіву 800 шт./га, коли цей показник підвищився до 5,6 тис. грн/т або в 1,6 рази.

Рівень рентабельності понад 100% був зафіксований в усіх варіантах режимів зрошення за внесення розрахункової дози добрив, обробки насіння перед сівбою Ризоторфіном і застосуванні норми висіву на рівні 600-700 шт./га. Найменш рентабельним виявилось вирощування сої за дотримання біологічного оптимального режиму зрошення, застосування рекомендованої дози добрив з Ризоторфіном та максимальному ступеню загушення посівів (норма висіву 800 шт./га), де цей показник знизився до 42,3%.

За результатами узагальнення польових досліджень з пшеницею озимою, яку вирощували за різних режимів зрошення, фону живлення та норм висіву визначено, що найвища вартість валової продукції 29,8 тис. грн/га сформувалась за ґрунтозахисного режиму зрошення (фактор А), внесення розрахункової дози мінеральних добрив у дозі N_{93} (фактор В) та застосування норми висіву 6 млн шт./га (фактор С) (табл. 9.8).

Мінімальні значення досліджуваного економічного показника (7,6-8,5 тис. грн/га) зафіксовано незалежно від норм висіву (як 3, так і 6 млн шт./га) у неудобреному варіанті з водозберігаючим режимом зрошення. Отже, між крайовими варіантами величина вартості валової продукції різниця підвищилася до 3,5-3,9 рази.

За виробничими витратами проявилась стійка тенденція їх зростання при переході від контрольного варіанту (без добрив) до удобрених. Така різниця склала за біологічно оптимального варіанту склала 28,6-34,9%; водозберігаючого – 30,6-34,1; ґрунтозахисного – 29,2-33,3%. Найменші виробничі витрати на вирощування пшениці озимої на поливних землях дорівнювали 7,5 тис. грн/га у варіанті з водозберігаючим режимом зрошення, без добрив за норми висіву 3 млн шт./га.

Економічна ефективність вирощування пшениці озимої залежно від впливу режиму зрошення, удобрення та норми висіву (середнє за 2013-2015 рр.)

| Режим зрошення (фактор А) | Удобрення (фактор В) | Норма висіву, млн шт./га (фактор С) | Показники | | | | |
|---------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|----------------------------|-----------------|-------------------------|---------------------|-------------------|
| | | | вартість продукції, грн/га | витрати, грн/га | чистий прибуток, грн/га | собівартість, грн/т | рентабельність, % |
| Біологічно оптимальний | Без добрив | 3 | 9,0 | 8,2 | 0,8 | 3,7 | 10,1 |
| | | 6 | 10,4 | 8,6 | 1,8 | 3,3 | 21,0 |
| | Розрах. (N ₉₃) | 3 | 25,2 | 11,5 | 13,7 | 1,8 | 119,1 |
| | | 6 | 29,2 | 11,9 | 17,3 | 1,6 | 145,7 |
| | N ₁₅₀ P ₉₀ | 3 | 26,2 | 12,6 | 13,6 | 1,9 | 108,0 |
| | | 6 | 28,8 | 12,9 | 15,9 | 1,8 | 123,5 |
| Водозберігаючий | Без добрив | 3 | 7,6 | 7,5 | 0,1 | 4,0 | 1,5 |
| | | 6 | 8,5 | 7,7 | 0,8 | 3,7 | 9,9 |
| | Розрах. (N ₉₃) | 3 | 23,8 | 10,8 | 13,0 | 1,8 | 120,1 |
| | | 6 | 24,6 | 11,1 | 13,5 | 1,8 | 121,5 |
| | N ₁₅₀ P ₉₀ | 3 | 24,5 | 11,5 | 13,0 | 1,9 | 112,7 |
| | | 6 | 25,5 | 12,3 | 13,2 | 2,0 | 107,1 |
| Ґрунтозахисний | Без добрив | 3 | 8,8 | 8,0 | 0,8 | 3,7 | 9,9 |
| | | 6 | 9,8 | 8,2 | 1,6 | 3,4 | 19,0 |
| | Розрах. (N ₉₃) | 3 | 24,3 | 11,3 | 13,0 | 1,9 | 115,0 |
| | | 6 | 29,8 | 11,6 | 18,2 | 1,6 | 157,0 |
| | N ₁₅₀ P ₉₀ | 3 | 25,6 | 12,0 | 13,6 | 1,9 | 113,3 |
| | | 6 | 28,4 | 12,8 | 15,6 | 1,8 | 121,8 |

Умовний чистий прибуток за вирощування пшениці озимої без використання добрив мав найменші значення в усіх комбінаціях факторів А (режим зрошення) і С (норми висіву). Натомість застосування добрив (фактор В), дозу яких встановлювали за розрахунковим методом на фоні використання ґрунтозахисного режиму зрошення дозволили підвищити прибуток до 18,2 грн/га.

Найнижча собівартість вирощування зерна пшениці озимої на рівні 1,6-2,0 тис. грн/т була виявлена в усіх варіантах внесення мінеральних добрив та за всіх досліджуваних режимів зрошення. У неудобрених варіантах даний показник підвищився в рази 2,2-2,3 рази – до 3,3-4,0 тис. грн/т.

Висока рентабельність (понад 100%) вирощування пшениці

зафіксована в усіх варіантах, окрім неудобраних варіантів, де рентабельність коливалася у межах від 1,5% до 21,0%.

Максимальну рентабельність забезпечило внесення розрахункової дози добрив та застосування норми висіву 6 млн шт./га, що дозволило одержати цей показник на рівні 145,7% за біологічно оптимального режиму зрошення, а за ґрунтозахисного – 157,0%.

За вирощування кукурудзи встановлено, що вартість валової продукції (зерна) була найбільшою (53,4 тис. грн/га) за дотримання біологічно оптимального режиму зрошення, застосування добрива розрахунковою дозою (N_{142}) та формування густотою стояння рослин на рівні 80 тис. шт./га (табл. 9.9).

Цей показник зменшився в 2,1 рази (до 24,8 тис. грн/га) у варіанті з ґрунтозахисним режимом зрошення, без застосування добрив та мінімальною густотою стояння рослин – 40 тис. шт./га

Найменших виробничі витрат вимагали варіанти без внесення добрив – 18,1 тис. грн/га, які одержали за водозберігаючого режиму зрошення (фактор А) та густоті стояння рослин (фактор С) 80 тис. шт./га. Максимальним цей економічний показник виявився за біологічно оптимального режиму зрошення, при дотриманні якого в удобраних варіантах витрати сягнули 28,0 тис. грн/га.

Збільшенню умовного чистого прибутку сприяло застосування розрахункової дози мінеральних добрив (N_{142}) порівняно з рекомендованою ($N_{120}P_{90}$). Так, у варіанті з біологічно оптимальним режимом зрошення та густотою стояння рослин 80 тис. шт./га цей показник зменшився з 30,3 до 21,1 тис. грн/га або на 42,3%. Дослідження також засвідчило, що прибуток мав мінімальні значення в неудобраних варіантах.

Найнижча собівартість – 1,9 тис. грн/т зафіксована за густоти стояння 80 тис. шт./га і використання добрив розрахунковою дозою за умов дотримання біологічно оптимального й водозберігаючого режимів зрошення. Натомість максимального рівня в діапазоні від 2,7 до 3,3 тис. грн/т цей

показник набув в неудобренних варіантах за мінімальної густоти стояння рослин – 40 тис. шт./га.

Таблиця 9.9

Економічна ефективність вирощування зерна кукурудзи залежно від впливу режиму зрошення, удобрення та густоти стояння рослин (середнє за 2013-2015 рр.)

| Режим зрошення (фактор А) | Удобрення (фактор В) | Густота стояння рослин, тис. шт./га (фактор С) | Показники | | | | |
|---------------------------|----------------------------------|--|----------------------------|-----------------|-------------------------|---------------------|-------------------|
| | | | вартість продукції, грн/га | витрати, грн/га | чистий прибуток, грн/га | собівартість, грн/т | рентабельність, % |
| Біологічно оптимальний | Без добрив | 40 | 29,8 | 20,4 | 9,3 | 3,0 | 45,7 |
| | | 60 | 30,2 | 20,3 | 9,8 | 2,9 | 48,4 |
| | | 80 | 32,0 | 20,3 | 11,7 | 2,7 | 57,9 |
| | Розрах. (N ₁₄₂) | 40 | 42,1 | 23,3 | 18,7 | 2,4 | 80,3 |
| | | 60 | 51,1 | 23,3 | 27,8 | 2,0 | 119,3 |
| | | 80 | 53,4 | 23,1 | 30,3 | 1,9 | 131,4 |
| | N ₁₂₀ P ₉₀ | 40 | 42,7 | 28,0 | 14,6 | 2,8 | 52,3 |
| | | 60 | 47,1 | 28,0 | 19,1 | 2,6 | 68,4 |
| | | 80 | 49,0 | 27,8 | 21,1 | 2,4 | 76,0 |
| Водозберігаючий | Без добрив | 40 | 25,0 | 18,2 | 6,7 | 3,1 | 37,0 |
| | | 60 | 26,7 | 18,2 | 8,6 | 2,9 | 47,3 |
| | | 80 | 28,9 | 18,1 | 10,8 | 2,7 | 59,6 |
| | Розрах. (N ₁₄₂) | 40 | 42,3 | 21,0 | 21,3 | 2,1 | 101,7 |
| | | 60 | 46,1 | 20,9 | 25,1 | 2,0 | 120,0 |
| | | 80 | 47,1 | 20,9 | 26,2 | 1,9 | 125,3 |
| | N ₁₂₀ P ₉₀ | 40 | 40,2 | 23,7 | 16,5 | 2,5 | 69,7 |
| | | 60 | 41,8 | 23,7 | 18,1 | 2,4 | 76,7 |
| | | 80 | 44,8 | 23,6 | 21,2 | 2,3 | 89,7 |
| Ґрунтозахисний | Без добрив | 40 | 24,8 | 18,8 | 6,0 | 3,3 | 31,7 |
| | | 60 | 25,5 | 18,7 | 6,8 | 3,1 | 36,6 |
| | | 80 | 26,8 | 18,7 | 8,2 | 3,0 | 43,8 |
| | Розрах. (N ₁₄₂) | 40 | 42,6 | 21,7 | 20,9 | 2,2 | 96,3 |
| | | 60 | 44,8 | 21,5 | 23,4 | 2,1 | 108,6 |
| | | 80 | 46,6 | 21,4 | 25,2 | 2,0 | 117,9 |
| | N ₁₂₀ P ₉₀ | 40 | 38,5 | 24,4 | 14,1 | 2,7 | 58,0 |
| | | 60 | 39,9 | 24,3 | 15,5 | 2,6 | 63,7 |
| | | 80 | 42,3 | 24,2 | 18,1 | 2,5 | 74,9 |

Показник рентабельності передусім залежав від удобрення (фактор В). Слід відзначити, що внесення розрахункової дози добрив (N₁₄₂) зумовила стовідсоткову (і більше) рентабельність за густоти стояння рослин у межах 60-80 шт./га за усіх досліджуваних режимів зрошення. Якщо порівнювати, ефективність внесення рекомендованої дози мінеральних добрив (N₁₂₀P₉₀), то

вона була значно нижче. При цьому відбулося зменшення досліджуваного економічного показника від 131,4 до 76,0%, або на 42,1%. Зауважимо, що в неудобреному контролі рентабельність була ще нижчою, коливаючись в діапазоні від 31,7 до 59,6%.

В польовими досліді з кукурудзою, де вивчали продуктивність гібридів вітчизняної селекції залежно від строків сівби та захисту рослин, був проведений середньофакторіальний аналіз економічної ефективності досліджуваних елементів технології вирощування, встановлено істотний вплив гібридного складу на вартість валової продукції (табл. 9.10).

Таблиця 9.10

Економічна ефективність середньофакторіальних показників досліджуваних елементів технології вирощування зерна гібридів кукурудзи в умовах зрошення (2017-2019 рр.)

| Варіант | Економічні показники | | | | |
|---------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------|---------------------|-------------------------|--------------------------|
| | вартість валової продукції, грн/га | витрати на основну продукцію, грн/га | собівартість, грн/т | чистий прибуток, грн/га | рівень рентабельності, % |
| Гібрид (фактор А) | | | | | |
| Сиваш | 32,3 | 18,4 | 2,45 | 13,9 | 75,3 |
| Азов | 53,3 | 18,7 | 1,51 | 34,6 | 185,1 |
| Каховський | 58,5 | 19,4 | 1,43 | 39,1 | 201,4 |
| Строк сівби (фактор В) | | | | | |
| ІІІ декада квітня | 47,7 | 18,5 | 1,67 | 29,2 | 158,0 |
| І декада травня | 56,3 | 18,7 | 1,43 | 37,6 | 201,2 |
| ІІ декада травня | 40,4 | 18,4 | 1,96 | 22,0 | 119,7 |
| Захист рослин (фактор С) | | | | | |
| Контроль | 45,2 | 17,2 | 1,64 | 28,0 | 162,5 |
| Біозахист | 48,6 | 18,3 | 1,62 | 30,3 | 165,5 |
| Хімзахист | 50,7 | 18,8 | 1,59 | 31,9 | 169,9 |

Найбільша вартість валової продукції в досліді відмічена у середньопізнього гібриду Каховський – 58,5 тис. грн/га, а на гібридах Азов і Сиваш даний показник зменшився на 8,9 та 44,5%, відповідно.

Внаслідок схожості елементів технології вирощування виробничі витрати коливались неістотно, крім варіанта без внесення біологічних і хімічних засобів захисту рослин, на якому цей показник зменшився до 17,2 тис. Різниця у виробничих витратах пояснюється додатковими витратами на збирання більшого врожаю та його досушування у варіантах з середніми та середньопізніми гібридами кукурудзи.

По фактору А (гібриди) найбільшого рівня чистий прибуток – 39,1 тис. грн/га та рентабельність 201,4% були у гібриду Каховський. З економічної точки зору найкращі економічні показники були одержані за сівби у I декаду травня.

Внесення біологічних і хімічних засобів захисту рослин забезпечило зростання чистого прибутку та рентабельності, особливо у варіанті з хімічним захистом – коли чистий прибуток і рентабельність підвищилися відповідно до 31,9 тис. грн/га та 169,9%.

Узагальнення багаторічних досліджень з оптимізації технологій вирощування зернових і зернобобових культур в умовах Степу України дозволило встановити показники економічної та енергетичної ефективності, які суттєво відрізнялись залежно від набору культур у сівоzmінах, а також ступенем інтенсифікацій агротехнологій (рис. 9.1).

Встановлено, що за неполивних умов максимальний умовний чистий прибуток при використанні оптимізованих технологій вирощування формують соя – 7,5 тис. грн, пшениця озима – 6,8 тис. грн/га. Найменші показники виявлено за існуючої технології вирощування гороху та ячменю ярого – 2,4-2,5 тис. грн/га. Застосування зрошення дозволяє в 1,8-2,9 рази підвищити умовний чистий прибуток. максимальну ефективність забезпечує вирощування сої (18,2 тис. грн/га) та кукурудзи на зерно (15,7 тис. грн).

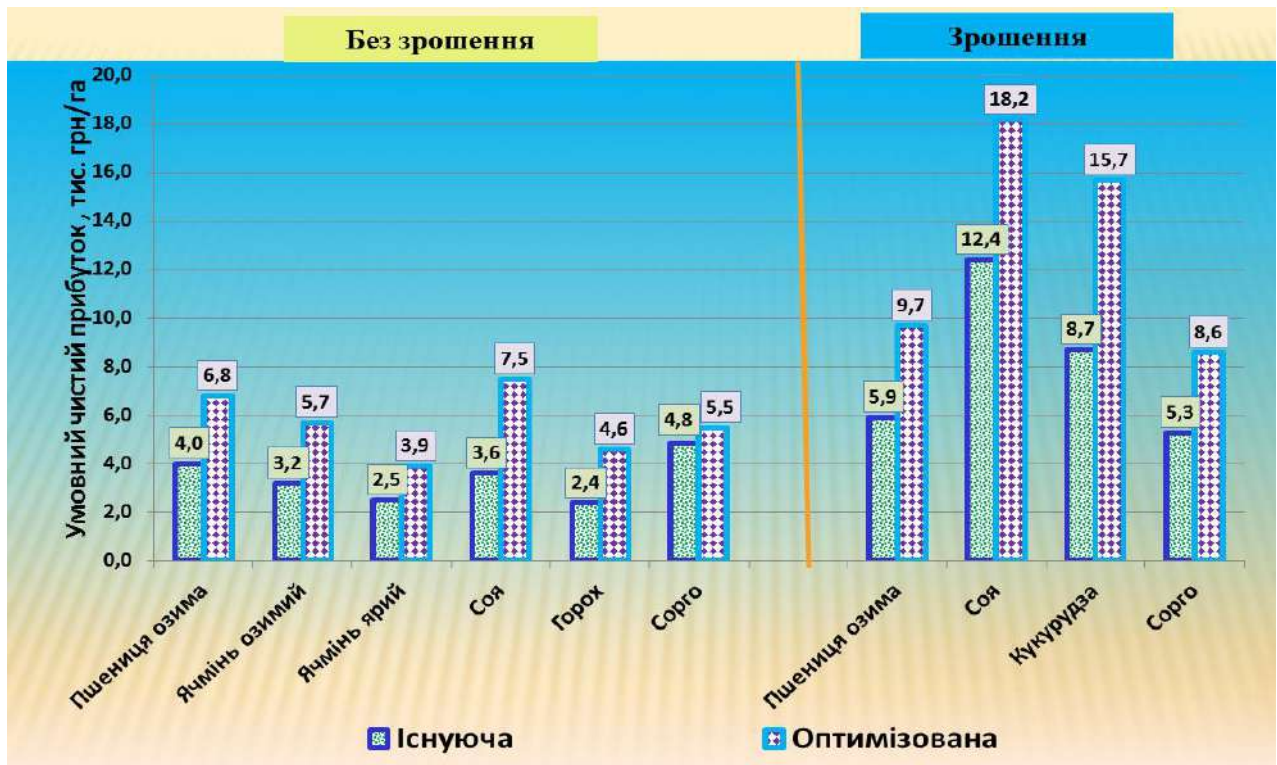


Рис. 9.1 Енергетична ефективність існуючих та оптимізованих елементів технології вирощування зернових і зернобобових культур на неполивних і зрошуваних землях Степу України

9.2 Енергетичний аналіз розроблених елементів технології вирощування зернових і зернобобових культур

За результатами енергетичного аналізу встановлено, що при вирощуванні пшениці озимої на ділянках без захисту рослин від шкідників та збудників хвороб і при використанні норми висіву 4 млн/га витрати енергії були мінімальними і становили лише 34,0 ГДж/га при енергетичному коефіцієнті 2,40 (табл. 9.11).

В інших варіантах внаслідок додаткових витрат на внесення фунгіцидів та інсектицидів витрати енергії несуттєво зросли на 1,5-4,7%.

Здійснення захисту рослин та використання норм висіву 5 і 6 млн/га сприяли підвищенню витрат енергії на одиницю площі, проте внаслідок зростання врожайності пшениці озимої також обумовили зростання

показників приходу та приросту енергії.

Таблиця 9.11

**Енергетична оцінка технології вирощування пшениці озимої
залежно від варіантів захисту рослин та норм висіву
(середнє за 2011-2013 рр.)**

| Захист рослин (фактор А) | Норми висіву, млн шт./га (фактор В) | Витрати енергії, ГДж/га, E_0 | Прихід енергії з урожаєм, ГДж/га, E_B | Приріст енергії, ГДж/га, E | Енергетичний коефіцієнт, K_e | Енергоємність продукції, ГДж/т $E_{ПР}$ |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------------|---|------------------------------|--------------------------------|---|
| Без захисту | 4 | 34,0 | 81,6 | 47,6 | 2,40 | 6,3 |
| | 5 | 34,6 | 84,3 | 49,8 | 2,44 | 6,2 |
| | 6 | 35,1 | 85,4 | 50,3 | 2,43 | 6,3 |
| Із захистом | 4 | 34,5 | 93,3 | 58,8 | 2,70 | 5,6 |
| | 5 | 35,1 | 99,3 | 64,2 | 2,83 | 5,4 |
| | 6 | 35,6 | 95,9 | 60,3 | 2,69 | 5,7 |

Максимальну енергетичну ефективність забезпечило використання захисту рослин та норми висіву 5 млн шт./га. За такого поєднання досліджуваних факторів приріст енергії збільшився до 64,2 ГДж/га, а енергетичний коефіцієнт зріс до 2,83. Також при цьому зафіксована найменша енергоємність 1 т зерна пшениці озимої – 6,4 ГДж, порівняно з 5,6-6,3 ГДж/т – на інших варіантах.

Таким чином, застосування хімічного захисту рослин проти хвороб та шкідників та використання норми висіву 5 млн шт. схожого насіння на 1 га має переваги як з економічної, так і з енергетичної точок зору, забезпечує отримання найбільшого чистого прибутку та енергетичного коефіцієнту.

Енергетичним аналізом результатів польового дослід з ячменем озимим доведено, що прихід енергії з врожаєм найменшого значення набув у варіанті без захисту рослин на сортах Абориген і Тамань – 55,9 і 55,7 ГДж/га, відповідно (табл. 9.12). На ділянках із захистом рослин за вирощування сорту Достойний цей показник збільшився до 72,8 ГДж/га або на 30,2-30,7%. В

середньому по фактору А відзначено зростання приходу енергії з 58,5 до 66,0 ГДж/га або на 12,8%.

Таблиця 9.12

**Енергетична оцінка ефективності захисту сортів ячменю озимого
(середнє за 2008-2012 рр.)**

| Захист (фактор А) | Сорт (фактор В) | Показники | | | | |
|-------------------------|--------------------|---|-------------------------------|------------------------------|--|-------------------------|
| | | прихід енергії з врожаєм, ГДж/га | витрати енергії, ГДж/га | приріст енергії, ГДж/т | коефіцієнт енергетичної ефективності | енергоємність, ГДж/т |
| Без захисту | Росава (st) | 57,0 | 26,1 | 31,0 | 2,19 | 6,48 |
| | Метелиця | 57,9 | 26,2 | 31,7 | 2,21 | 6,43 |
| | Зимовий | 61,2 | 26,9 | 34,3 | 2,27 | 6,25 |
| | Трудівник | 57,0 | 26,0 | 31,0 | 2,19 | 6,49 |
| | Основа | 59,6 | 26,6 | 33,0 | 2,24 | 6,33 |
| | Тамань | 55,9 | 25,8 | 30,1 | 2,17 | 6,56 |
| | Абориген | 55,7 | 25,8 | 30,0 | 2,16 | 6,57 |
| | Достойний | 63,9 | 27,5 | 36,4 | 2,32 | 6,11 |
| Із захистом | Росава (st) | 63,2 | 27,3 | 35,8 | 2,31 | 6,15 |
| | Метелиця | 62,8 | 27,3 | 35,6 | 2,30 | 6,16 |
| | Зимовий | 69,2 | 28,6 | 40,6 | 2,42 | 5,87 |
| | Трудівник | 63,3 | 27,4 | 36,0 | 2,31 | 6,14 |
| | Основа | 67,0 | 28,2 | 38,8 | 2,38 | 5,97 |
| | Тамань | 65,7 | 27,9 | 37,8 | 2,36 | 6,03 |
| | Абориген | 64,3 | 27,6 | 36,7 | 2,33 | 6,09 |
| | Достойний | 72,8 | 29,4 | 43,4 | 2,48 | 5,73 |

Витрати енергії слабо змінювались за досліджуваними сортами з тенденцією зростання у варіантах з більшою врожайністю зерна, що пов'язано з необхідністю збільшення енерговитрат на збирання додаткового врожаю, його транспортування, досушування та очищення. Використання захисту рослин викликало підвищення витрат енергії на 6,1%.

Приріст енергії зменшився у варіанті без захисту рослин до 30,0-30,1 ГДж/га на сортах Абориген і Тамань. У варіантах із захистом рослин на сортах Зимовий і Достойний цей енергетичний показник перевищив 40 ГДж/га.

Коефіцієнт енергетичної ефективності максимального рівня – 2,48, набув у варіанті із захистом рослин за вирощування сорту Достойний.

Мінімальне значення цього показника – 2,16 зафіксовано на ділянках без захисту рослин у варіанті з сортом Абориген.

Мінімальна енергоємність продукції зафіксована за вирощування із захистом рослин сортів Достойний (5,73 ГДж/т), Зимовий (5,87) та Основа (5,97 ГДж/т). Цей показник сягнув найбільшого рівня – 6,56-6,57 ГДж/т, за вирощування без захисту рослин сортів Тамань і Абориген.

У досліді з відпрацювання біологізованої технології вирощування сортів ячменю доведено суттєве – в 2,3-2,4 рази, коливання вартості валової продукції вирощування культури, що пояснюється відмінностями показників врожайності (табл. 9.13). Максимального значення (47,6 ГДж/га) цей показник набув на сорті Галактик за використання біопрепарату ФМБ, на контрольному варіанті сорту Достойний він зменшився до 19,1 ГДж/га.

Таблиця 9.13

**Енергетична ефективність вирощування ячменю ярого
залежно від застосування біопрепаратів (середнє за 2010 – 2012 рр.)**

| Сорти (фактор А) | Біопрепарат (фактор В) | Показники | | | | |
|---------------------|-----------------------------|------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|---------------------------|------------------------------|
| | | прихід енергії, ГДж/га | витрати енергії, ГДж/га | приріст енергії, ГДж/га | коэф. енерг. ефект. | енерго- ємність, ГДж/т |
| Достойний | Контроль (обробка водою) | 19,1 | 9,2 | 9,9 | 2,08 | 7,80 |
| | ФМБ | 46,8 | 10,4 | 36,4 | 4,50 | 3,60 |
| | Поліміксо- бактерин | 44,6 | 10,1 | 34,5 | 4,41 | 3,67 |
| Галактик | Контроль (обробка водою) | 19,8 | 9,8 | 10,0 | 2,02 | 8,03 |
| | ФМБ | 47,6 | 11,1 | 36,5 | 4,29 | 3,78 |
| | Поліміксо- бактерин | 46,8 | 10,9 | 35,9 | 4,30 | 3,77 |

Витрати енергії на вирощування зерна досліджуваної культури булим найменшими у варіантах без обробок біопрепаратами – 9,2-9,8 ГДж/га. Цей показник збільшився на 11,7-17,2 % у варіанті з сортом Галактик та за столуванням біопрепарату ФМБ.

Коефіцієнт енергетичної ефективності склав 4,41-4,50 за вирощування сорту Достойний із застосуванням біопрепаратів Поліміксобактерин та ФМБ. Ці значення в 2,1-2,2 рази більше за контрольні варіанти на двох досліджуваних сортах ячменю ярого.

Енергоємність 1 т вирощеної продукції (зерна ячменю ярого) дорівнювала 8,03 ГДж у контрольному варіанті з сортом Галактик. Найефективніше використання енергії при вирощуванні досліджуваної культури з енергоємністю на рівні 3,60 ГДж/т було у варіанті з сортом Достойний та застосуванням біопрепарату ФМБ.

У досліді з відпрацювання біологізованої технології вирощування сортів ячменю доведено суттєве – в 2,3-2,4 рази, коливання вартості валової продукції вирощування культури, що пояснюється відмінностями показників врожайності (табл. 9.14). Максимального значення (47,6 ГДж/га) цей показник набув на сорті Галактик за використання біопрепарату ФМБ, на контрольному варіанті сорту Достойний він зменшився до 19,1 ГДж/га.

Таблиця 9.14

**Енергетична ефективність вирощування ячменю ярого
залежно від застосування біопрепаратів (середнє за 2010 – 2012 рр.)**

| Сорти (фактор А) | Біопрепарат (фактор В) | Показники | | | | |
|---------------------|-----------------------------|------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|---------------------------|------------------------------|
| | | прихід енергії, ГДж/га | витрати енергії, ГДж/га | приріст енергії, ГДж/га | коэф. енерг. ефект. | енерго- ємність, ГДж/т |
| Достойний | Контроль (обробка водою) | 19,1 | 9,2 | 9,9 | 2,08 | 7,80 |
| | ФМБ | 46,8 | 10,4 | 36,4 | 4,50 | 3,60 |
| | Поліміксо- бактерин | 44,6 | 10,1 | 34,5 | 4,41 | 3,67 |
| Галактик | Контроль (обробка водою) | 19,8 | 9,8 | 10,0 | 2,02 | 8,03 |
| | ФМБ | 47,6 | 11,1 | 36,5 | 4,29 | 3,78 |
| | Поліміксо- бактерин | 46,8 | 10,9 | 35,9 | 4,30 | 3,77 |

Витрати енергії на вирощування зерна досліджуваної культури булим

найменшими у варіантах без обробок біопрепаратами – 9,2-9,8 ГДж/га. Цей показник збільшився на 11,7-17,2% у варіанті з сортом Галактик та застосуванням біопрепарату ФМБ.

Коефіцієнт енергетичної ефективності склав 4,41-4,50 за вирощування сорту Достойний із застосуванням біопрепаратів Поліміксобактерин та ФМБ. Ці значення в 2,1-2,2 рази більше за контрольні варіанти на двох досліджуваних сортах ячменю ярого.

Енергоємність 1 т вирощеної продукції (зерна ячменю ярого) дорівнювала 8,03 ГДж у контрольному варіанті з сортом Галактик. Найефективніше використання енергії при вирощуванні досліджуваної культури з енергоємністю на рівні 3,60 ГДж/т було у варіанті з сортом Достойний та застосуванням біопрепарату ФМБ.

Енергетичним аналізом біологізованої технології вирощування сортів сої у неполивних умовах степової зони доведено, що прихід енергії з врожаєм найбільшого рівня (26,0 ГДж/га) досягнув за вирощування сорту Валюта та інокуляції насіння препаратом Оптімайз (табл. 9.15). Цей показник зменшився на 21,5% у контрольному варіанті з сортом Аполлон.

Таблиця 9.15

Енергетична ефективність вирощування сортів сої залежно від інокуляції насіння (середнє за 2013-2015 рр.)

| Сорти (фактор А) | Інокулянт (фактор В) | Показники | | | | |
|---------------------|-----------------------------|---------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------|--------------------------|
| | | прихід енергії, ГДж/га | витрати енергії, ГДж/га | приріст енергії, ГДж/га | коэф. енерг. ефект. | енерго-ємність, ГДж/т |
| Аполлон | Контроль (обробка водою) | 20,4 | 11,8 | 8,6 | 1,73 | 7,24 |
| | INTEX PEAT | 21,8 | 12,5 | 9,3 | 1,74 | 7,18 |
| | Оптімайз | 22,9 | 12,6 | 10,3 | 1,82 | 6,89 |
| Валюта | Контроль (обробка водою) | 22,4 | 12,1 | 10,3 | 1,85 | 6,76 |
| | INTEX PEAT | 24,3 | 12,8 | 11,5 | 1,89 | 6,60 |
| | Оптімайз | 26,0 | 12,9 | 13,1 | 2,02 | 6,20 |

Витрати енергії слабо змінювались за досліджуваними факторами і варіантами. Проявилась тенденція зростання даного енергетичного показника у варіантах із застосуванням інокулянтів та з більш високими рівнями врожаю. Мінімальні витрати енергії – 11,8 ГДж/га були виявлені у контрольному варіанті сорту Аполлон.

Максимальний приріст енергії 11,5-13,1 ГДж/га за вирощування сої досягнуто у варіантах з інокуляцією насіння, що на 10,4-34,3% більше за контрольний варіант.

Коефіцієнти енергетичної ефективності перевищив 2 у варіанті з сортом Валюта та використанням для інокуляції препарату Оптімайз. Цей показник зменшився до 1,73 у контрольному варіанті з сортом Аполлон.

Найбільша енергоємність вирощування сої – 7,24 ГДж/т отримана у сорту Аполлон без використання біопрепаратів. Даний показник зменшився на 8,8-14,3% за вирощування сорту Валюта з обробкою насіння інокулянтами INTEX PEAT та Оптімайз.

Енергетична ефективність технології вирощування сортів гороху Отаман і Девіз залежно від систем захисту рослин оцінювалася з низкою параметрів, перший із яких – прихід енергії (табл. 9.16).

Таблиця 9.16

Оцінка енергетичної ефективності технології вирощування сортів гороху (середнє за 2014-2016 рр.)

| Сорт | Захист рослин | Енергетичні показники | | | | |
|--------|---------------|---------------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------------|
| | | прихід енергії з урожаю, ГДж/га | витрати енергії, ГДж/га | приріст енергії, ГДж/га | енергетичний коефіцієнт | енергоємність продукції, ГДж/т |
| Отаман | Без захисту | 40,9 | 20,4 | 20,6 | 2,01 | 11,5 |
| | Хімічний | 47,8 | 20,7 | 27,1 | 2,31 | 10,0 |
| | Біологічний | 45,1 | 20,6 | 24,5 | 2,19 | 10,5 |
| | Інтегрований | 49,2 | 20,8 | 28,5 | 2,37 | 9,7 |
| Девіз | Без захисту | 50,1 | 20,8 | 29,3 | 2,41 | 9,5 |
| | Хімічний | 58,4 | 21,2 | 37,2 | 2,76 | 8,3 |
| | Біологічний | 48,5 | 20,7 | 27,8 | 2,34 | 9,8 |
| | Інтегрований | 61,6 | 21,3 | 40,3 | 2,89 | 8,0 |

Визначено, що у варіанті без захисту рослин прихід енергії коливався в межах від 40,9 ГДж/га (сорт Отаман) до 50,1 ГДж/га (сорт Девіз), тобто різниця між цими варіантами склала 18,4%. Таку ж тенденцію спостерігали й у варіанті з інтегрованим захистом рослин, який характеризувався найбільшим надходженням енергії з врожаєм гороху. У цьому варіанті сорт Девіз акумулював 61,6 ГДж/га, що на 20,1% більше, ніж за вирощування гороху Отаман – 49,2 ГДж/га.

Витрати енергії на вирощування продукції слабо коливались за досліджуваними факторами і варіантами. Цей показник у сорту Отаман коливався в діапазоні від 20,4 (без захисту рослин) до 20,8 ГДж/га (інтегрований захист). Зауважимо, що для сорту Девіз ці значення були більшими – від 20,7 ГДж/га (біологічний захист рослин) до 21,3 ГДж/га (інтегрований захист), але різниця між варіантами була лише 0,9-3,7%.

Максимальний приріст енергії зафіксували за вирощування гороху Девіз за умов використання інтегрованого захисту рослин – 40,3 ГДж/га. Зазначимо, що в аналогічних умовах сорт Отаман забезпечив формування цього показника на рівні 28,5 ГДж/га, що на 41,4% менше. Найменший приріст енергії спостерігали за умов застосування біологічного захисту рослин: сорт Отаман – 24,5 ГДж/га, що на 11,9% менше, ніж у варіанті з горохом Девіз – 27,8 ГДж/га.

Дослідження засвідчило, що коефіцієнт енергетичної ефективності був більшим за вирощування сорту гороху Девіз, досягнувши максимального значення у варіанті з інтегрованим захистом рослин – 2,89. Зауважимо, що у варіанті без обробки (контроль) цей показник у сорту Отаман становив 2,01, що на 16,6% менше, ніж за вирощування сорту Девіз (2,41). Зазначена тенденція зберігалася й у інших варіантах захисту рослин.

Енергоємність вирощування зерна гороху насамперед залежала від сортового складу. Так, за вирощування сорту Отаман цей показник коливався в межах від 9,7 (інтегрований захист рослин) до 11,5 ГДж/т (без обробки – контроль), а сорту Девіз – від 8,0 до 9,5 ГДж/т, відповідно. Якщо порівняти,

енергоємність вирощування зерна сорту Отаман, то у першому випадку вона була більшою на 21,3%, у другому – на 21,1%.

Прихід енергії з врожаєм сорго зернового змінювався пропорційно величині врожайності, причому зафіксовано його зменшення до 40,1 ГДж/га у контрольному варіанті без внесення препаратів-біодеструкторів та мілкому обробітку ґрунту на глибину 12-14 см (табл. 9.17).

Таблиця 9.17

Енергетична ефективність вирощування зерна сорго залежно від препаратів-деструкторів та обробітку ґрунту (середнє за 2015-2017 рр.)

| Препарат-деструктор (фактор А) | Обробіток ґрунту (фактор В) | Показники | | | | |
|--------------------------------|-------------------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|---------------------|-----------------------|
| | | прихід енергії, ГДж/га | витрати енергії, ГДж/га | приріст енергії, ГДж/га | коєф. енерг. ефект. | енерго-ємність, ГДж/т |
| Контроль | Оранка на глибину 20-22 см | 45,7 | 26,3 | 19,4 | 1,74 | 7,36 |
| | Чизельний на глибину 20-22 см | 41,2 | 23,4 | 17,8 | 1,76 | 7,26 |
| | Мілкий дисковий на глибину 12-14 см | 40,1 | 22,5 | 17,5 | 1,78 | 7,20 |
| Біодеструктор стерні | Оранка на глибину 20-22 см | 56,1 | 26,5 | 29,5 | 2,11 | 6,05 |
| | Чизельний на глибину 20-22 см | 51,7 | 23,6 | 28,1 | 2,19 | 5,85 |
| | Мілкий дисковий на глибину 12-14 см | 44,8 | 22,7 | 22,1 | 1,98 | 6,47 |
| Екостерн | Оранка на глибину 20-22 см | 59,3 | 26,6 | 32,7 | 2,23 | 5,74 |
| | Чизельний на глибину 20-22 см | 54,0 | 23,7 | 30,3 | 2,28 | 5,61 |
| | Мілкий дисковий на глибину 12-14 см | 51,3 | 22,8 | 28,5 | 2,25 | 5,69 |
| Органік - баланс | Оранка на глибину 20-22 см | 64,1 | 26,7 | 37,4 | 2,40 | 5,33 |
| | Чизельний на глибину 20-22 см | 58,5 | 23,8 | 34,7 | 2,46 | 5,20 |
| | Мілкий дисковий на глибину 12-14 см | 51,7 | 22,8 | 28,9 | 2,27 | 5,65 |
| Біонорм | Оранка на глибину 20-22 см | 53,9 | 26,5 | 27,4 | 2,04 | 6,29 |
| | Чизельний на глибину 20-22 см | 49,9 | 23,6 | 26,3 | 2,12 | 6,04 |
| | Мілкий дисковий на глибину 12-14 см | 45,1 | 22,7 | 22,4 | 1,99 | 6,44 |
| Деструктор целюлози | Оранка на глибину 20-22 см | 54,8 | 26,5 | 28,3 | 2,07 | 6,19 |
| | Чизельний на глибину 20-22 см | 50,2 | 23,6 | 26,6 | 2,13 | 6,02 |
| | Мілкий дисковий на глибину 12-14 см | 47,0 | 22,7 | 24,3 | 2,07 | 6,19 |

За внесення Органік-баланс та проведенні оранки з обертанням скиби на глибину 20-22 см проявилось зростання даного показника до 64,1 ГДж/га або на 37,4%.

Витрати енергії зростали у варіантах з оранкою, в середньому по фактору, на 10,9-14,4% порівняно з чизельним обробітком на глибину 20-22 см та мілким обробітком ґрунту на глибину 12-14 см. Різниця між другим і третім варіантами фактору В становила лише 3,8%. Застосування препаратів-біодеструкторів сприяло несуттєво зростання витрат енергії на вирощування сорго зернового, в середньому, на 0,9-1,7%.

Приріст енергії максимальної величини 34,7-37,4 ГДж/га сягнув у варіанті із застосуванням препарату Органік-баланс з проведенням чизельного обробітку ґрунту та оранки. Цей показник зменшився до 17,5 ГДж/га або в 1,9-2,1 рази у контрольному варіанті внесення біодеструкторів за мілкою обробітку ґрунту на глибину 12-14 см.

Коефіцієнт енергетичної ефективності вирощування сорго зернового, який відображає співвідношення між проходом і витратами енергії, підвищився до 2,40-2,46 у варіанті з препаратом Органік-баланс, проведенням оранки та чизельного обробітку ґрунту. При цьому даний показник зменшився до 1,74-1,78 у контрольному варіанті без обробки в усіх варіантах фактору В.

Енергоємність продукції (зерно сорго) перевищила 7 ГДж/т у варіанті без застосування препаратів-біодеструкторів. У варіанті із застосуванням Органік-баланс зафіксовано зниження цього енергетичного показника на 23,3-25,7% – до 5,20-5,33 ГДж/т.

За вирощування сої на поливних землях визначено, що величина приходу енергії найвищою (59,9 ГДж/га) сформувалась за її вирощування з дотриманням біологічно оптимального режиму зрошення (фактор А), внесення розрахункової дози добрив сумісно з інокуляцією насіння Ризоторфіном (фактор В) та нормі висіву (фактор С) 600 тис. шт./га (табл. 9.18). Мінімальним – 35,9 ГДж/га цей показник одержано за

формування водозберігаючого режиму зрошення, без внесення мінеральних добрив й інокулянту та підвищення густоти стояння рослин до 800 тис. шт./га.

Таблиця 9.18

Енергетична ефективність вирощування насіння сої залежно від впливу режиму зрошення, удобрення та норми висіву (середнє за 2013-2015 рр.)

| Режим зрошення (фактор А) | Удобрення (фактор В) | Норма висіву, тис. шт./га (фактор С) | Показники | | | | |
|---------------------------|--|--------------------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|---------------------|----------------------|
| | | | прихід енергії, ГДж/га | витрати енергії, ГДж/га | приріст енергії, ГДж/га | коєф. енерг. ефект. | енергоємність, ГДж/т |
| Біологічно оптимальний | Без добрив | 600 | 41,8 | 24,9 | 16,8 | 1,68 | 7,0 |
| | | 700 | 39,2 | 24,8 | 14,4 | 1,58 | 7,4 |
| | | 800 | 37,8 | 24,8 | 13,0 | 1,52 | 7,7 |
| | Розрах.+ Ризоторфін | 600 | 59,9 | 27,8 | 32,1 | 2,15 | 5,4 |
| | | 700 | 58,3 | 27,8 | 30,5 | 2,10 | 5,6 |
| | | 800 | 52,1 | 27,6 | 24,5 | 1,89 | 6,2 |
| | N ₆₀ P ₆₀ + Ризоторфін | 600 | 56,0 | 32,5 | 23,5 | 1,72 | 6,8 |
| | | 700 | 54,6 | 32,5 | 22,2 | 1,68 | 7,0 |
| | | 800 | 50,7 | 32,3 | 18,3 | 1,57 | 7,5 |
| Водозберігаючий | Без добрив | 600 | 39,1 | 22,7 | 16,3 | 1,72 | 6,8 |
| | | 700 | 36,7 | 22,7 | 14,1 | 1,62 | 7,2 |
| | | 800 | 35,9 | 22,6 | 13,3 | 1,59 | 7,4 |
| | Розрах.+ Ризоторфін | 600 | 51,2 | 25,5 | 25,8 | 2,01 | 5,8 |
| | | 700 | 51,1 | 25,4 | 25,7 | 2,01 | 5,8 |
| | | 800 | 50,2 | 25,4 | 24,8 | 1,97 | 5,9 |
| | N ₆₀ P ₆₀ + Ризоторфін | 600 | 50,4 | 28,2 | 22,2 | 1,79 | 6,5 |
| | | 700 | 48,3 | 28,2 | 20,2 | 1,72 | 6,8 |
| | | 800 | 48,1 | 28,1 | 19,9 | 1,71 | 6,8 |
| Ґрунтозахисний | Без добрив | 600 | 41,9 | 23,3 | 18,6 | 1,80 | 6,5 |
| | | 700 | 38,1 | 23,2 | 14,9 | 1,64 | 7,1 |
| | | 800 | 36,9 | 23,2 | 13,7 | 1,59 | 7,4 |
| | Розрах.+ Ризоторфін | 600 | 58,1 | 26,2 | 32,0 | 2,22 | 5,3 |
| | | 700 | 52,5 | 26,0 | 26,5 | 2,02 | 5,8 |
| | | 800 | 49,5 | 25,9 | 23,6 | 1,91 | 6,1 |
| | N ₆₀ P ₆₀ + Ризоторфін | 600 | 55,0 | 28,9 | 26,1 | 1,90 | 6,1 |
| | | 700 | 54,1 | 28,8 | 25,2 | 1,87 | 6,2 |
| | | 800 | 49,5 | 28,7 | 20,8 | 1,72 | 6,8 |

Витрати енергії максимальними були при застосуванні мінеральних добрив у дозі N₆₀P₆₀, інокуляції насіння Ризоторфіном, дотримання

біологічно оптимального режиму зрошення та нормі висіву в межах 600-700 тис. шт./га, коли вони зросли до 32,5 ГДж/га. Мінімальним (22,6 ГДж/га) даний показник зафіксований у варіанті з водозберігаючим режимом зрошення та найвищому ступеню загущення рослин – 800 шт./га. Отже, різниця між цими варіантами склала 30,5%.

Приріст енергії максимальної величини – 32,1 ГДж/га набув за вирощування сої з дотриманням біологічно оптимального режиму зрошення, внесення розрахункової дози добрив, обробки насіння Ризоторфіном та нормі висіву 600 шт./га. Найнижчим приростом енергії характеризувалися варіанти без добрив (контроль), особливо за використання водозберігаючого режиму зрошення та застосуванні норми висіву 800 тис. шт./га – 13,0 ГДж/га, що менше найкращого варіанту в 2,5 рази.

Коефіцієнт енергетичної ефективності збільшився до 2,22 у варіанті з вирощуванням сої з дотриманням ґрунтозахисного режиму зрошення, внесенням розрахункової дози добрив з інокуляцією насіння Ризоторфіном, нормі висіву 600 шт./га. Також високі значення цього показника (понад 2,0) зафіксовано в усіх варіантах режимів зрошення за норми висіву 600-700 тис. шт./га за розрахункової дози добрив + Ризоторфін. Мінімальний коефіцієнт енергетичної ефективності на рівні 1,52 отримали в неудобреному варіанті з біологічно оптимальним режимом зрошення з нормою висіву 800 тис. шт./га.

Енергоємність вирощеної продукції найбільшого рівня – 6,5-7,4 ГДж/т сягнула в неудобрених варіантах незалежно від режиму зрошення та норм висіву, що були поставлені на вивчення. Цей показник зменшився на 16,9-28,3% (до 5,3-5,4 ГДж/т) у варіантах з дотриманням біологічно оптимального та ґрунтозахисного режимів зрошення.

За результатами дослідження визначено, за вирощування зерна пшениці озимої на поливних землях прихід енергії був максимальним (понад 100%) за умов застосування розрахункової дози мінеральних добрив (N₉₃) при дотриманні біологічно-оптимального й ґрунтозахисного режимів зрошення та нормі висіву 6 млн шт./га (табл. 9.19).

Енергетична ефективність вирощування зерна пшениці озимої від впливу режиму зрошення, удобрення та норми висіву (середнє за 2013-2015 рр.)

| Режим зрошення (фактор А) | Удобрення (фактор В) | Норма висіву, млн шт./га (фактор С) | Показники | | | | |
|---------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|---------------------|----------------------|
| | | | прихід енергії, ГДж/га | витрати енергії, ГДж/га | приріст енергії, ГДж/га | коэф. енерг. ефект. | енергоємність, ГДж/т |
| Біологічно оптимальний | Без добрив | 3 | 31,3 | 27,5 | 3,8 | 1,14 | 12,3 |
| | | 6 | 36,1 | 28,8 | 7,3 | 1,25 | 11,2 |
| | Розрах. (N ₉₃) | 3 | 87,3 | 33,5 | 53,8 | 2,61 | 5,4 |
| | | 6 | 101,3 | 33,9 | 67,4 | 2,99 | 4,7 |
| | N ₁₅₀ P ₉₀ | 3 | 90,8 | 34,8 | 56,0 | 2,61 | 5,4 |
| | | 6 | 99,9 | 35,5 | 64,4 | 2,81 | 5,0 |
| Водо-зберігаючий | Без добрив | 3 | 26,4 | 23,6 | 2,8 | 1,12 | 12,6 |
| | | 6 | 29,3 | 24,9 | 4,4 | 1,18 | 11,9 |
| | Розрах. (N ₉₃) | 3 | 82,4 | 29,6 | 52,8 | 2,78 | 5,0 |
| | | 6 | 85,2 | 30,0 | 55,2 | 2,84 | 4,9 |
| | N ₁₅₀ P ₉₀ | 3 | 84,8 | 30,9 | 53,9 | 2,74 | 5,1 |
| | | 6 | 88,3 | 31,6 | 56,7 | 2,79 | 5,0 |
| Ґрунтозахисний | Без добрив | 3 | 30,4 | 21,5 | 8,9 | 1,42 | 9,9 |
| | | 6 | 33,8 | 22,8 | 11,0 | 1,48 | 9,5 |
| | Розрах. (N ₉₃) | 3 | 84,2 | 27,5 | 56,7 | 3,06 | 4,6 |
| | | 6 | 103,3 | 27,9 | 75,4 | 3,70 | 3,8 |
| | N ₁₅₀ P ₉₀ | 3 | 88,7 | 28,8 | 59,9 | 3,08 | 4,6 |
| | | 6 | 98,4 | 29,5 | 68,9 | 3,33 | 4,2 |

Найнижчим цей показник виявився у випадку відмови від внесення мінеральних добрив (контроль), що пов'язана з потребою у великій кількості енергії. Максимальні енерговитрати – 35,5 ГДж/га, мінімальні – 21,5 ГДж/га – без добрив. Високий приріст енергії характерний для пшениці, що піддавалася попередній обробці, і коливається в діапазоні від 52,8 ГДж/га до 75,4 ГДж/га. Зауважимо, що без добрив значення знижується від 2,8 ГДж/га до 11,0 ГДж/га, і ґрунтозахисний режим зрошення сприяє сталому приросту енергії.

Коефіцієнт енергетичної ефективності змінювався в межах від 1,12 до 3,70, передусім залежачи від варіантів удобрення. Найгірші результати при цьому одержані в неудобрених варіантах з нормою висіву 3 млн шт./га за дотримання біологічно оптимального та ґрунтозахисного режимів зрошення.

Найвища енергоємність була отримана без використання добрив, особливо у варіантах з біологічно оптимальним й водозберігаючим режимами зрошення, сягаючи 12,3 ГДж/т і 12,6 ГДж/т, відповідно. Найкраще використання енергії з досліджуваним показником на рівні 3,8 ГДж/т одержано у варіанті з ґрунтозахисним режимом зрошення, розрахунковою дозою внесення добрив та нормою висіву 6 млн шт./га.

Енергетична ефективність вирощування зерна кукурудзи досліджувалася залежно від впливу режиму зрошення, удобрення та густоти стояння рослин (табл. 9.20).

Таблиця 9.20

Енергетична ефективність вирощування зерна кукурудзи залежно від впливу режиму зрошення, удобрення та густоти стояння рослин (середнє за 2013-2015 рр.)

| Режим зрошення (фактор А) | Удобрення (фактор В) | Густина стояння рослин, тис. шт./га (фактор С) | Показники | | | | |
|---------------------------|----------------------------------|--|------------------------|-------------------------|-------------------------|---------------------|----------------------|
| | | | прихід енергії, ГДж/га | витрати енергії, ГДж/га | приріст енергії, ГДж/га | коэф. енерг. ефект. | енергоємність, ГДж/т |
| Біологічно оптимальний | Без добрив | 40 | 63,4 | 29,6 | 33,8 | 2,14 | 4,3 |
| | | 60 | 64,3 | 29,7 | 34,7 | 2,17 | 4,2 |
| | | 80 | 68,2 | 30,0 | 38,2 | 2,27 | 4,0 |
| | Розрах. (N ₁₄₂) | 40 | 89,7 | 35,9 | 53,8 | 2,50 | 3,7 |
| | | 60 | 108,8 | 37,6 | 71,2 | 2,89 | 3,2 |
| | | 80 | 113,8 | 38,1 | 75,7 | 2,99 | 3,1 |
| | N ₁₂₀ P ₉₀ | 40 | 90,9 | 36,4 | 54,5 | 2,50 | 3,7 |
| | | 60 | 100,3 | 37,2 | 63,1 | 2,69 | 3,4 |
| | | 80 | 104,3 | 37,6 | 66,7 | 2,78 | 3,3 |
| Водо-зберігаючий | Без добрив | 40 | 53,2 | 26,1 | 27,1 | 2,04 | 4,5 |
| | | 60 | 57,0 | 26,4 | 30,5 | 2,16 | 4,2 |
| | | 80 | 61,6 | 26,9 | 34,8 | 2,30 | 4,0 |
| | Розрах. (N ₁₄₂) | 40 | 90,0 | 33,3 | 56,7 | 2,70 | 3,4 |
| | | 60 | 98,2 | 34,1 | 64,1 | 2,88 | 3,2 |
| | | 80 | 100,4 | 34,3 | 66,1 | 2,93 | 3,1 |
| | N ₁₂₀ P ₉₀ | 40 | 85,7 | 33,4 | 52,4 | 2,57 | 3,6 |
| | | 60 | 89,0 | 33,7 | 55,4 | 2,65 | 3,5 |
| | | 80 | 95,5 | 34,2 | 61,3 | 2,79 | 3,3 |
| Ґрунтозахисний | Без добрив | 40 | 52,9 | 26,5 | 26,4 | 2,00 | 4,6 |
| | | 60 | 54,4 | 26,6 | 27,8 | 2,04 | 4,5 |
| | | 80 | 57,2 | 26,9 | 30,3 | 2,13 | 4,3 |
| | Розрах. (N ₁₄₂) | 40 | 90,7 | 33,8 | 56,9 | 2,68 | 3,4 |
| | | 60 | 95,5 | 34,3 | 61,3 | 2,79 | 3,3 |
| | | 80 | 99,3 | 34,6 | 64,7 | 2,87 | 3,2 |
| | N ₁₂₀ P ₉₀ | 40 | 82,1 | 33,4 | 48,6 | 2,45 | 3,7 |
| | | 60 | 84,9 | 33,7 | 51,2 | 2,52 | 3,6 |
| | | 80 | 90,1 | 34,2 | 56,0 | 2,64 | 3,5 |

Прихід енергії був найвищим – 108,8-113,8 ГДж/га при застосуванні біологічно оптимального режиму зрошення, внесенні добрив за розрахунковим методом (N_{142}) та формуванні густоти стояння рослин 60-80 шт./га.

Витрати енергії також залежали від фону мінерального живлення (фактор В), при цьому суттєвих розбіжностей між розрахунковою та рекомендованою дозами добрив не виявлено. Зауважимо, що в неудобренних варіантах за найменшої густоти стояння відбулося зниження цього енергетичного показника від 36,4 до 26,1 ГДж/га, або на 39,5%.

Приріст енергії здебільшого забезпечувався за рахунок застосування добрив (фактор В) і формуванні оптимальної густоти стояння (фактор С) на рівні 60-80 шт./га. Зазначимо, що найвищим цей показник сформувався за біологічно оптимального режиму зрошення (фактор А) та у варіанті з рекомендованою дозою добрив (N_{142}), сягнувши 75,7 ГДж/га.

Акцентуємо, що коефіцієнт енергетичної ефективності, що коливався у межах від 2,00 (без добрив) до 2,99 (розрахункова доза) досяг максимуму в аналогічній конфігурації. У середньому по факторах А і С проявилась абсолютна перевага застосування розрахункової дози добрив.

Найвищою енергоємністю (до 4,6 ГДж/т) характеризувалася варіанти без використання добрив (контроль), сягаючи максимальних значень за густоти стояння рослин 40 шт./га. Разом із цим зниження енергоємності насамперед здійснювалося за рахунок застосування добрив (фактор В), а не специфіки режиму зрошення (фактор А).

Встановлено, що найвищий приріст енергії по гібридному складу одержано у варіанті з гібридом Каховський – 30,6 ГДж/га. Найменші значення цього енергетичного показника були у варіанті з гібридом Сиваш – 3,1 ГДж/га, отже різниця склала 19,5 рази (табл. 9.21).

Витрати енергії меншою мірою змінювалися за досліджуваними факторами і коливалися в межах від 33,3 до 35,3 ГДж/га.

Максимальні значення енергетичного коефіцієнту в межах 1,57-1,87

були у варіантах з гібридом Каховський, при сівбі у I декаду травня та застосуванні біологічного і хімічного захисту рослин.

Таблиця 9.21

Енергетична ефективність середньофакторіальних показників досліджуваних елементів технології вирощування зерна гібридів кукурудзи в умовах зрошення (середнє за 2017-2019 рр.)

| Варіант | Енергетичні показники | | | | |
|---------------------------------|----------------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------------|
| | прихід енергії з урожаєм, ГДж/га | витрати енергії, ГДж/га | приріст енергії, ГДж/га | енергетичний коефіцієнт | енергоємність продукції, ГДж/т |
| Гібрид (фактор А) | | | | | |
| Сиваш | 36,4 | 33,3 | 3,1 | 1,09 | 4,44 |
| Азов | 60,1 | 34,0 | 26,1 | 1,77 | 2,74 |
| Каховський | 65,9 | 35,3 | 30,6 | 1,87 | 2,60 |
| Строк сівби (фактор В) | | | | | |
| III декада квітня | 53,8 | 34,5 | 19,3 | 1,56 | 3,11 |
| I декада травня | 63,5 | 34,8 | 28,7 | 1,83 | 2,66 |
| II декада травня | 45,6 | 34,7 | 10,9 | 1,31 | 3,69 |
| Захист рослин (фактор С) | | | | | |
| Контроль | 50,9 | 34,1 | 16,8 | 1,49 | 3,25 |
| Біозахист | 54,8 | 34,8 | 20,0 | 1,57 | 3,08 |
| Хімзахист | 57,2 | 34,9 | 22,3 | 1,64 | 2,96 |

Енергоємність 1 т зерна кукурудзи меншою мірою змінювалася за варіантами, причому вона відображала загальні тенденції зменшення витрат енергії у таких самих варіантах, як і відносно енергетичного коефіцієнту, а найбільшого значення (4,44) досягнула у варіанті з гібридом Сиваш.

Енергетичним аналізом доведено, що коефіцієнт енергетичної ефективності підвищується у неполивних умовах степової зони при вирощуванні сої – 2,55 та ячменю озимого – 2,48 даний показник зменшився в 1,9-2,0 рази за вирощування гороху за існуючою технологією (рис. 9.2).

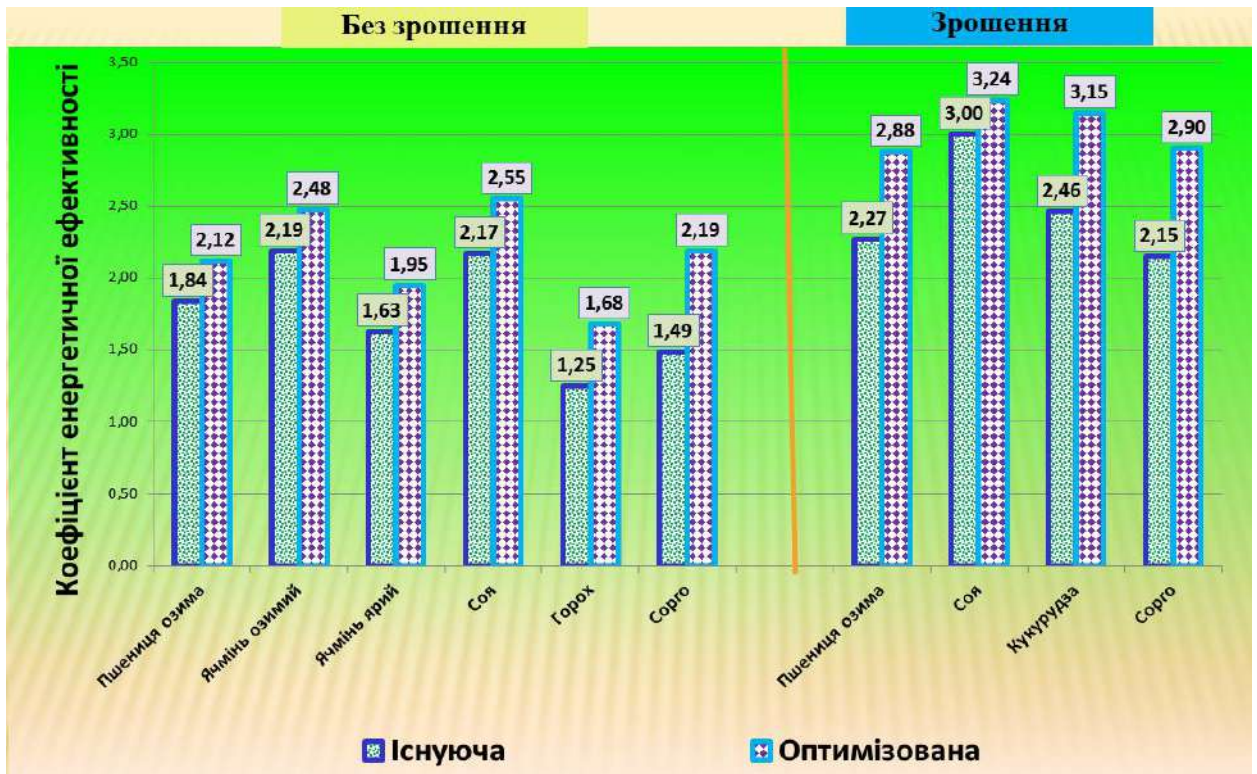


Рис. 9.2 Енергетична ефективність існуючих та оптимізованих елементів технології вирощування зернових і зернобобових культур на неполивних і зрошуваних землях Степу України

Штучне зволоження сприяло істотному зростанню даного енергетичного показника. Максимальна величина коефіцієнта енергетичної ефективності відзначена за вирощуванні на поливних землях сої – 3,24 та кукурудзи на зерно – 3,15.

Висновки до розділу 9:

1. У дослідях з пшеницею озимою визначено, що у варіанті із захистом рослин від шкідників і збудників хвороб і при нормі висіву 5 млн/га отримано найбільшу вартість валової продукції 13,7 тис. грн/га, а найменшим – на рівні 11,23 грн/га, він був у варіанті без захисту рослин із сівбою нормою 4 млн/га. Виробничі витрати були найбільшими (7,8 тис. грн/га) на ділянках із захистом рослин та нормою висіву 6 млн/га. Найбільший чистий прибуток на рівні 6,1 тис. грн/га та рентабельність 79,1% були отримані у варіанті із захистом рослин від шкідників та хвороб і сівбою

з нормою 5 млн/га. Максимальну енергетичну ефективність забезпечило використання захисту рослин та норми висіву 5 млн шт./га. При цьому одержано найбільший приріст енергії (64,2 ГДж/га) та коефіцієнт енергетичної ефективності (2,83).

2. За вирощування ячменю озимого встановлено, що вартість валової продукції, у середньому по фактору, у варіанті без захисту рослин склала 6,0 тис. грн/га, а при проведенні захисту збільшилася до 6,7 тис. грн/га або на 12,8%. Виробничі витрати практично не змінювались за сортовим складом і склали у варіанті без захисту рослин 4,0-4,1 тис. грн/га, а при захисті рослин – 4,6-4,7 тис. грн/га. Крім того, захист рослин забезпечив підвищення умовного чистого прибутку, в середньому по фактору, з 1,8 до 2,1 тис. грн/га або на 13,5%. Рівень рентабельності зменшився до 38,8-39,1% у варіанті із захистом рослин на сортах Росава і Трудівник. За вирощування ячменю ярого виробничі витрати слабо коливались за досліджуваними варіантами. Чистий прибуток збільшився до 3,1 тис. грн/га на двох досліджуваних сортах у варіанті із застосуванням біопрепарату ФМБ. Рівень рентабельності був найбільшим, на рівні 76,2%, у варіанті з сортом Достойний за використання біопрепарату ФМБ. Коефіцієнт енергетичної ефективності при вирощуванні ячменю ярого підвищився до 4,41-4,50 за вирощування сорту Достойний із застосуванням біопрепаратів Поліміксобактерин та ФМБ. Енергоємність 1 т вирощеної продукції була максимальною – 8,03 ГДж.

3. В дослідях з соє визначено, що чистий прибуток підвищився при вирощуванні сорту Аполлон від 6,4 на контрольному варіанті до 6,9-7,0 тис. грн/га у варіанті із застосуванням інокулянтів. Рівень рентабельності найбільше значення (113,7%) мав за використання інокулянту Оптімайз, а найменше її значення (89,1%) було встановлено у варіанті з внесенням INTEX PEAT на сорті Аполлон. Найбільший приріст енергії (11,5-13,1 ГДж/га) сформувався у варіанті з сортом Валюта та використанням для інокуляції препарату Оптімайз.

4. При вирощуванні гороху сорту Девіз із використанням інтегрованого

та хімічного захисту рослин забезпечило одержання максимального чистого прибутку в межах 4,5-4,6 тис. грн/га. Також застосування хімічного (55,4%) та інтегрованого (51,6%) захисту рослин сприяло найбільшому підвищенню рівня виробничої рентабельності. Енергетичним аналізом доведено, що витрати енергії на вирощування продукції слабо коливались за досліджуваними факторами і варіантами. Максимальний приріст енергії був у сорту Девіз за умов використання інтегрованого захисту рослин – 40,3 ГДж/га. Мінімальний коефіцієнт енергетичної ефективності виявився у варіанті без застосування інокулянтів на сорті Отаман – 2,01.

5. У досліджах з зерновим сорго внаслідок зростання виробничих витрат відбулося зростання собівартості до 1,91-1,95 тис. грн/т у контрольному варіанті з проведенням чизельного обробітку ґрунту та оранки з обертанням скиби. Найбільша рентабельність, на рівні 158,2-165,4%, одержана у варіанті з внесенням препарату Органік-баланс за умов проведення оранки та чизельного обробітку ґрунту. Витрати енергії зростали у варіантах з оранкою, в середньому по фактору, на 10,9-14,4% порівняно з чизельним обробітком на глибину 20-22 см та мілким обробітком ґрунту на глибину 12-14 см. Приріст енергії був найбільшим, на рівні 34,7-37,4 ГДж/га, у варіанті із застосуванням Органік-баланс, чизельним обробітком та оранкою. Коефіцієнт енергетичної ефективності зріс до 2,40-2,46 за умов використання препарату Органік-баланс, а також проведення оранки та чизельного обробітку ґрунту.

6. На поливних землях при вирощуванні сої найбільший умовний чистий прибуток, на рівні 21,4 тис. грн/га, сформувався у варіанті з ґрунтозахисним режимом зрошення при застосуванні розрахункової дози добрив (N_{75}), інокуляції насіння препаратом Ризоторфін та висіванні 600 шт./га насіння досліджуваної культури. Рівень рентабельності понад 100% був зафіксований в усіх варіантах режимів зрошення за внесення розрахункової дози добрив, обробки насіння перед сівбою Ризоторфіном і застосуванні норми висіву на рівні 600-700 шт./га. Приріст енергії був

найбільшим (32,1 ГДж/га), як і коефіцієнт енергетичної ефективності (2,22) у варіанті з біологічно оптимальним режимом зрошення, внесенням розрахункової дози добрив, обробкою насіння Ризоторфіном та нормі висіву 600 шт./га.

7. Стосовно пшениці озимої, яку вирощували в умовах зрошення, виявлено, що найменші виробничі витрати, на рівні 7,5 тис. грн/га, були у варіанті з водозберігаючим режимом зрошення. Мінімальна собівартість вирощування зерна (1,6-2,0 тис. грн/т) відзначена в усіх варіантах внесення мінеральних добрив та за всіх досліджуваних режимів зрошення. Найбільшу рентабельність, на рівні 145,7-157,0%, забезпечило внесення розрахункової дози добрив, норма висіву 6 млн шт./га та формування біологічно оптимального та ґрунтозахисного режимів зрошення. Високий приріст енергії (75,4 ГДж/га) та коефіцієнт енергетичної ефективності (3,70) був в удобрених варіантах з біологічно оптимальним режимом зрошення.

8. Вирощування кукурудзи на зерно забезпечило одержання найбільшого умовного чистого прибутку (30,3 тис. грн/га) і рентабельності (131,4%) у варіанті з біологічно оптимальним режимом зрошення та густотою стояння рослин 80 тис. шт./га. В досліді з кукурудзою, де вивчали продуктивність гібридів вітчизняної селекції залежно від строків сівби та захисту рослин, визначено, що максимальні чистий прибуток (39,1 тис. грн/га) та рентабельність (201,4%) одержано за вирощування гібриду Каховський. Найбільший приріст енергії одержано за розрахункової дози внесення мінеральних добрив та формуванні густоти стояння рослин на рівні 60-80 шт./га. Максимальну енергоємність продукції одержано без використання добрив за густоти стояння рослин 40 шт./га. Також визнано, що найбільший коефіцієнт енергетичної ефективності (1,57-1,87) формується у варіантах з гібридом Каховський за сівби у I декаду травня при застосуванні біологічного і хімічного захисту рослин.

10. Узагальнення багаторічних досліджень з оптимізації технологій вирощування зернових і зернобобових культур в умовах Степу України

дозволило встановити показники економічної та енергетичної ефективності, які суттєво відрізнялись залежно від набору культур у сівозмінах, а також ступенем інтенсифікації агротехнологій. Встановлено, що за неполивних умов максимальний умовний чистий прибуток при використанні оптимізованих технологій вирощування формують соя – 7,5 тис. грн, пшениця озима – 6,8 тис. грн/га. Найменші показники виявлено за існуючої технології вирощування гороху та ячменю ярого – 2,4-2,5 тис. грн/га. Застосування зрошення дозволяє в 1,8-2,9 рази підвищити умовний чистий прибуток. Максимальну ефективність забезпечує вирощування сої (18,2 тис. грн/га) та кукурудзи на зерно (15,7 тис. грн). Енергетичним аналізом доведено, що коефіцієнт енергетичної ефективності підвищується у неполивних умовах степової зони при вирощуванні сої – 2,55 та ячменю озимого – 2,48. Даний показник зменшився в 1,9-2,0 рази за вирощування гороху за існуючою технологією. Штучне зволоження сприяло істотному енергетичній ефективності досліджуваних зернових і зернобобових культур.

ВИСНОВКИ

1. Шляхом узагальнення п'ятирічних польових досліджень з сортами ячменю озимого встановлено вплив захисту рослин на врожайність зерна досліджуваної культури. В роки проведення досліджень максимальна зернова продуктивність відзначена за сприятливих умов 2009 року у сортів Достойний (6,21 т/га) та Зимовий (6,44 т/га). В середньому за роки проведення досліджень як у варіанті без захисту рослин, так і з його проведенням максимальну врожайність сформував сорт Достойний – 4,50-5,13 т/га. Найгірші результати одержано на дослідних ділянках без захисту рослин за вирощування сортів Тамань і Абориген – 3,92-3,94 т/га. Доведена перевага застосування захисту рослин з підвищенням врожайності зерна ячменю озимого в середньому з 4,12 до 4,65 т/га або на 12,9%. Статистичним аналізом доведено, що показники стресостійкості були мінімальними (-0,35) у сорту Метелиця.

2. В досліді з оптимізації строку сівби і норми висіву ячменю озимого встановлено, що найвищу врожайність зерна, на рівні 3,81-4,12 т/га, сорт-дворучка Достойний формувал за першого (1 жовтня) строку сівби. За третього строку врожайність на цьому сорті була на 0,58-1,00 т/га нижчою. Оптимальною нормою висіву для сорту Зимовий у всі строки сівби була 5 млн. схожих насінин на гектар. Запізнення з сівбою сорту Достойний призводило до зниження вмісту білка в зерні. Найвищий його вміст у зерні сформовано за першого (11,4%) і другого (11,6%) строків сівби за норми висіву 4 млн шт./га. На сорті Зимовий такої закономірності не спостерігалось.

3. Аналіз урожайних даних свідчить про те, що досліджуваний сорт пшениці озимої Херсонська безоста змінює свою продуктивність залежно від захисту рослин та норм висіву. Найвища врожайність зерна в досліді, на рівні 6,52 т/га, одержана у варіанті із захистом рослин та при нормі висіву 5 млн/га. Норми висіву вплинули на продуктивність рослин по-різному. Так, у

варіанті без захисту найвищий врожай (5,61 т/га) був за норми висіву 6 млн/га, а із захистом рослин – 5 млн/га (6,52 т/га). Захист рослин позитивно вплинув на показники вмісту білка в зерні пшениці. Так, найбільшим цей показник був у варіанті із захистом рослин та при нормі висіву 4 млн/га і дорівнював 9,3%, а найменшим – 6,6%, у варіанті без захисту рослин та при нормі висіву 5 млн/га.

4. Тривалість періоду сівба – сходи та сходи – кушіння від перших строків сівби до останніх збільшувалась, а від кушіння до виходу в трубку та повної стиглості зерна, навпаки, скорочувалась. Досліджувані сорти пшениці озимої мали різну реакцію на строки сівби. При сівбі 5 вересня вміст клейковини по сортах коливався в межах 31,4-32,8%. Затримка з сівбою до 15 жовтня дещо знизила цей показник – до 25,7-30,9%. Всі інші показники (скловидність, натура, ВДК) практично були на одному рівні при всіх строках сівби.

5. В польових дослідах з сортами сої встановлено, що інокуляція насіння біопрепаратами INTEX PEAT та Оптімайз істотно впливає на кількість та масу бульбочок у сортів сої Аполлон та Валюта. Визначено, що зміна кількості бульбочок на кореневій системі залежала від впливу застосованих інокулянтів та умов вегетації, точніше від умов зволоження, також змінювалася і їх маса на одній рослині. Вивчення впливу застосування інокулянтів INTEX PEAT та Оптімайз на врожайність насіння сої дозволило встановити перевагу вирощування сорту Валюта. Найбільший приріст урожайності зерна був одержаний за обробки посівного матеріалу інокулянтом Оптімайз на двох досліджуваних сортах. Так, у сорту Аполлон приріст врожайності в середньому за роки досліджень становив 0,20 т/га (12,2 %), а у сорту сої Валюта – підвищився до 0,30 т/га (16,5 %). Розрахунками доведено, що максимальний умовний збір жиру з одиниці площі на рівні 389 кг/га був у варіанті з сортом Валюта, насіння якого інокулювали препаратом Оптімайз. Встановлено, що залежно від сортового складу та інокулянтів, ККД ФАР змінювався в діапазоні від 2,2 до 2,9%.

6. У дослідях з оптимізації ширини міжрядь різних за генетичним потенціалом сортів сої в умовах Північного Степу встановлено, що максимальна урожайність 2,18-2,53 т/га отримана на ділянках з широкорядним способом сівби з міжряддям 70 см. Слід відмітити, що звуження міжрядь при вирощуванні досліджуваних сортів до 45 см призводило до різкого зниження урожайності. Подальше звуження міжрядь до 22,5 см забезпечувало більшу врожайність, ніж за ширини міжрядь 45 см, як у сорту Хаджибей, так і в середньостиглого сорту Подільська 1.

7. В досліді з встановлення рівнів продуктивності сої залежно від способу сівби та догляду за посівами доведено, що в середньому за 2009-2011 рр. найвища врожайність насіння 2,53 т/га одержана за сівби з міжряддями 45 см та (2,43 т/га). Крім того, визначено, що високу екфтивність має сівба з міжряддями міжряддями 22 см з проведенням 2 до-, 1 проміжного та 2 післясходових боронувань, що забезпечує приріст врожайності на 0,20-0,21 т/га порівняно з ділянками контрольного варіанту, де вносили гербіцид. У контрольних варіантах, одержано мінімальну врожайність насіння за сівби з міжряддями 45 см в 2010 р. – 2,11 т/га. За результатами досліджень визначено, що різні способи сівби і норми висіву насіння істотно впливають на врожайність сої, яка залежала від індивідуальної продуктивності рослин.

8. Вирощування різних сортів гороху дозволило визначити, що показники структури врожаю залежно від схем захисту рослин змінюються в різному ступені. Так, довжина бобів характеризувалась слабким зростанням до 6,3 см у варіанті з сортом Девіз за хімічного та інтегрованого захисту. Кількість бобів на одній рослині та кількість зерен у бобі також слабо змінювалась і відображала вищезгадані тенденції. Маса зерна з однієї рослини, у середньому по сортовому складу, була найбільшою у сорту Девіз – 3,9 г. По сорту Отаман даний показник зменшився до 3,3 г або на 18,9%.

9. У досліді із зерновим сорго визначено, що змінення біологічної активності й поживного режиму ґрунту в процесі розкладання соломи під впливом мікробних препаратів за різних заходів його обробітку істотно

впливає на рівень врожайності культури. На фоні застосування оранки найвищу врожайність було отримано при застосуванні препарату Органік-баланс – 5,01 т/га і Екостерн – 4,63 т/га. Обробка соломи препаратами Біонорм, Деструктор целюлози і Біодеструктор стерні проявляється зниженням врожайності на 21,3-26,5%. Перехід на глибокий безполицевий обробіток ґрунту обумовив зменшення врожайності зерна сорго в середньому на 9,3%.

10. Для планування режимів зрошення зернових і зернобобових культур та інших елементів технологій вирощування слід враховувати поточні погодні умови, зокрема кількість опадів, а також температуру та вологість повітря. Доведено, що за роки досліджень сумарне водоспоживання пшениці озимої в двометровому шарі ґрунту за весняно-літній період вегетації у варіантах з призначенням поливів по вологості ґрунту майже не коригувалося з нормою зрошення й склало 3748 та 3648 м³/га, відповідно. Сумарне водоспоживання кукурудзи залежало від умов вологозабезпеченості рослин. Визначена пряма залежність водоспоживання від величини норми зрошення. При цьому питома вага ґрунтової вологи з шару ґрунту 0-200 см становила 24-27%, опадів – 32-35, поливів – 35-45%.

11. Аналіз споживання вологи рослинами сої, озимої пшениці та кукурудзи із різних шарів ґрунту та процесів гравітаційних втрат її за межі зони аерації показав, що в середньому по сівозміні при водозберігаючому та ґрунтозахисному режимах зрошення 77% вологи використовується з метрового шару ґрунту. Незначна її кількість (9%) витрачається з глибини 150-200 см. При оптимальному зрошенні з метрового шару ґрунту за рахунок легкодоступної вологи її використання зменшується і становить 73%. Коефіцієнт корисної дії ФАР посівів сої на поливних землях різною мірою змінювався під впливом режиму зрошення та удобрення, що свідчить про істотний вплив даних чинників на ефективність споживання рослинами сонячної енергії. Застосування мінеральних добрив сумісно з Ризоторфіном сприяло сталому зростанню ефективності використання сонячної енергії.

12. Аналіз даних врожайності свідчить про те, що різний ступінь забезпеченості рослин вологою впродовж вегетаційного періоду суттєво вплинув на продуктивність пшениці озимої сорту Овідій. Створення відповідних до визначених у схемі умов зволоження ґрунту поливами забезпечило отримання врожаю зерна пшениці озимої, у середньому, в межах 4,7-5,3 т/га. Застосування біологічно-оптимального режиму зрошення та внесення добрив згідно розрахункової дози N_{141} забезпечило максимальний врожай 7,22 т/га. Збільшення норми висіву з 3 до 6 млн схожих зерен на гектар підвищило врожай на 0,55 т/га.

13. Встановлено, що у варіанті з біологічно оптимальним режимом зрошення врожайність насіння сої, у середньому, становила 4,28 т/га, різниця між першим та другим і третім варіантами склала відповідно 9,7 і 3,4%. У варіанті без добрив цей показник, у середньому, склав 3,3 т/га, а їх внесення забезпечило суттєве (на 34,2-39,1%) підвищення продуктивності рослин. При цьому різниця між удобреними варіантами була незначною і склала лише 0,16 т/га або 4,9%. Найвищий в досліді рівень урожайності насіння сої – 5,12 т/га був одержаний у варіанті з біологічно оптимальним режимом зрошення, розрахунковою нормою добрив, Ризоторфіном за норми висіву 600 тис. шт./га.

14. При вирощуванні зерна кукурудзи найбільшу врожайність (12,4 т/га) отримали за біологічно-оптимального режиму зрошення з розрахунковою нормою добрив (N_{153}) та густоти стояння рослин 80 тис./га. Застосування добрив забезпечило сталий приріст врожайності порівняно з неудобреним контролем, у середньому, на 55-68%. Загущення посівів від 40 до 60 і 80 тис./га, в середньому, сприяло зростанню врожайності зерна на 7,7-13,2%. За гібридним складом відзначено суттєве зростання врожайності зерна, на 63,9-80,2%, у гібридів Азов і Каховський. Максимальна врожайність, на рівні 16,1-16,7 т/га, сформувалась за вирощування гібриду за сівби у першу декаду травня та застосування хімічного та біологічного захисту рослин.

15. З урахуванням біологічних властивостей зернових і зернобобових

культур зрошуваної сівозміни та строків їх сівби, в програмах AquaCrop та CROPWAT були змодельовані основні показники продукційного процесу рослин. Для років проведення досліджень за умовними періодами розвитку були встановлені показники глибини проникнення кореневої системи, висота рослин, розраховані коефіцієнти водного режиму тощо. Аналіз одержаних даних свідчить про те, що максимального забезпечення поливної водою вимагають такі культури сівозміни, як кукурудза і соя, в дещо меншому ступеню – пшениця озима та сорго. У середньому за роки проведення досліджень встановлено, що фактична зрошувальна норма перевищує змодельовані показники на всіх культурах сівозміни на 180-500 м³/га. Для пшениці озимої таке перевищення становило 17,1%, кукурудзи – 21,3, сої – 20,8, сорго – 13,6%.

16. Економічним аналізом доведено, що за неполивних умов максимальний умовний чистий прибуток при використанні оптимізованих технологій вирощування формують соя – 7,5 тис. грн, пшениця озима – 6,8 тис. грн/га. Найменші показники виявлено за існуючої технології вирощування гороху та ячменю ярого – 2,4-2,5 тис. грн/га. Застосування зрошення дозволяє в 1,8-2,9 рази підвищити умовний чистий прибуток. Максимальну ефективність забезпечує вирощування сої (18,2 тис. грн/га) та кукурудзи на зерно (15,7 тис. грн). Встановлено, що енергетичні показники істотно змінюються залежно від рівнів інтенсифікації технологій вирощування зернових і зернобобових культур. Коефіцієнт енергетичної ефективності підвищується у неполивних умовах степової зони при вирощуванні сої – 2,55 та ячменю озимого – 2,48. Даний показник зменшився в 1,9-2,0 рази за вирощування гороху за існуючою технологією. Штучне зволоження сприяло істотному зростанню даного енергетичного показника. Максимальна величина коефіцієнта енергетичної ефективності відзначена за вирощування на поливних землях сої – 3,24 та кукурудзи на зерно – 3,15.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

В умовах Степу України за дефіциту природного вологозабезпечення та негативного впливу змін клімату при вирощуванні зернових і зернобобових культур необхідно виконувати наступні технологічні заходи:

➤ **за неполивних умов:**

– висівати сою сорту Подільська 1 з шириною міжрядь 45 і 70 см з нормою висіву 500 тис./га схожих насінин; для забезпечення приросту врожайності культури вирощувати сорти Аполлон і Валюта з обробкою насіння перед сівбою препаратом Оптімайз; під час догляду за посівами сої проводити два досходових і два післясходових боронування;

– по чорному пару висівати сорти пшениці озимої вітчизняної селекції в оптимальний строк 15-25 вересня з нормою висіву 5 млн/га та використовувати інтегровану систему захисту рослин;

– для одержання врожайності зерна ячменю озимого понад 5 т/га висівати сорт Достойний з комплексним захистом культури; також високий рівень врожайності забезпечує сорт Зимовий за сівби у першу декаду жовтня з нормою висіву 5 млн шт./га;

– за вирощування гороху для отримання найбільшої урожайності понад 2,5 т/га висівати сорт Девіз з хімічним та інтегрованим захистом рослин;

– у біологізованій технології вирощування зерна сорго застосовувати біопрепарати-деструктори Органік-баланс та Екостерн на фоні оранки на глибину 20-22 см.

➤ **на зрошуваних землях:**

– для одержання врожайності сої понад 5 т/га дотримуватись біологічно оптимального режиму зрошення (75-80% НВ у шарі ґрунту 0,5 м), вносити розрахункову норму добрив (N₇₅), обробляти насіння перед сівбою бактеріальним добривом Ризоторфін та формувати густоту стояння рослин 600 тис./га;

– за умов застосування біологічно-оптимального режиму зрошення (75-80% НВ у шарі ґрунту 0,5 м) при вирощуванні пшениці озимої слід вносити мінеральні добрива за розрахунковим методом (N_{93}), що дозволяє отримати понад 7 т/га високоякісного зерна;

– при вирощуванні зерна кукурудзи для отримання врожайності зерна на рівні 12-16 т/га і більше необхідно висівати гібриди вітчизняної селекції (Азов, Каховський та інші) з підтриманням біологічно-оптимального режиму зрошення (75-80% НВ у шарі ґрунту 0,5-0,7 м), добрива вносити з розрахунковою нормою N_{142} , формувати густоту стояння 80 тис. рослин/га, сівбу проводити у першу декаду травня та застосовувати хімічний захист рослин;

– для планування режимів зрошення та інших агротехнологічних операцій, їх оперативного коригування з урахуванням погодних умов та інших чинників, здійснення моделювання продукційного процесу зернових і зернобобових культур доцільно використовувати комп'ютерні програми, які дозволяють оптимізувати водний і поживний режими ґрунту, підвищити ефективність споживання фотосинтетично-активної радіації, сприяють зростанню урожайності, покращують якість зерна, збільшують економічні та енергетичні показники зерновиробництва, мають екологічну спрямованість.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Абросимова Т. Н., Фадеева А. Н. Адаптивная способность и селекционная ценность коллекции овощных сортов гороха. *Овощи России*. 2015. № 1 (26). С. 27–30.
2. Агаджанян А. Х., Молай Рад М. Б., Гукасян Д. Г., Агаджанян А. А. Влияние некоторых эффекторов на накопление свободного пролина в прорастающих семенах гороха *Pisum sativum* L. *Биол. Журн. Армении*. 2001. Т. 53. № 1–2. С. 92–97.
3. Аграрный ресурсный потенциал УССР. Київ: Наук. думка. 1988. 312 с.
4. Агрокліматичні ресурси півдня України та їх раціональне використання : монографія / Лимар А.О., Лимар В.А., Коковіхін С.В. Домарацький Є.О. Херсон: Грінь Д.С., 2015. 246 с.
5. Агротехнологічні аспекти вирощування енергетичних культур в умовах півдня України: навчальний посібник / М. І. Федорчук, С. В. Коковіхін, С. М. Каленська, Д. Б. Рахметов, О. А. Коваленко, В. Г. Федорчук, І. М. Філіпова, С. Д. Рахметов, А. В. Дробітько, А. В. Панфілова / за ред. М. І. Федорчука. Херсон: ФОП Бояркін Д.М., 2017. 160 с.
6. Агротехнологічні вимоги до сівби озимих культур під урожай 2019 року у Південному Степу України: науково-практичні рекомендації / уклад. : Р. А. Вожегова, С. О. Заєць, А. М. Коваленко, А. В. Дробітько [та ін.]. Миколаїв, 2018. 44 с.
7. Адамень Ф. Ф. Азотофіксація та основні напрями поліпшення азотного балансу ґрунтів. *Вісник аграрної науки*. 1999. № 2. С. 9–16.
8. Алехин В. Т., Иванова И. Н. Тактика борьбы с вредителями гороха *Защита и карантин растений*. 2010. № 4. С. 52–54.
9. Алещенко П. И. Повышение урожайности семян зерновых культур. *Селекция и семеноводство*. 1990. № 1. С. 37–39.
10. Алмашова В.С. Агроекологічне обґрунтування вирощування гороху

овочевого на півдні України. 1-й відкритий з'їзд фізіобіологів Херсонщини: зб. тез, доп. Херсон: Айлант, 2006. С. 6–10.

11. Амелин А. В. Физиологические основы селекции гороха. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2012. № 1. С. 46–52.

12. Амелина К. В., Сащенко М. Н., Козьякова Т. Н., Демидова С. Ю. Из истории селекции гороха в Рамони. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2018. № 1 (25). С. 12–16.

13. Андреева Г. Ф. Фотосинтез и азотный обмен листьев. Москва: Наука, 1969. 162 с.

14. Анішин Л. Вітчизняні біологічно активні препарати просяться на поля України. *Пропозиція*. 2004. №10. С. 48–50.

15. Анспок П. И. Микроудобрения: спр. Ленинград: Агропромиздат, 1990. С. 176–177.

16. Анспок П. И. Результаты полевых опытов с микроэлементами в колхозах и совхозах Латвийской ССР. *Микроэлементы и урожай*. Рига: Изд. АН Латвийский ССР, 1961. 270 с.

17. Арсеній А. А. Научные основы повышения урожайности и сбора белка у зернобобовых культур. *Сборник научных трудов ВАСХНИЛВНИИ*. Орел: Труд, 1985. С. 42–46.

18. Артеменко О. А., Троян В. М., Азарскова М. В. Вплив кліноштатування на конформаційний стан хроматину та кінетику першого клітинного циклу під час проростання насіння гороху. *Український ботанічний журнал*. 2005. Т. 62, № 1. С. 122–130.

19. Артюшенко Т. А., Гришко В. М. Вплив регуляторів росту на рівень фізіологічної адаптації гороху до стресового впливу кадмію та нікелю. *Физиология растений и генетика*. 2013. Т. 45, № 5. С. 417–424.

20. Арустамов Г. Н. Влияние нормы высева и способов посева на урожай гороха. *Зернобобовые и крупяные культуры*: науч. тр. ВАСХНИЛ. Москва: Колос, 1971. С. 179–180.

21. Архив погоды в Николаеве за 2005–2018 года. URL:

https://rp5.ru/Архив_погоды_в_Николаеве (дата звернення: 30.07.2017).

22. Архив погоды в Херсоне за 2005–2018 года. URL: https://rp5.ru/Архив_погоды_в_Херсон (дата звернення: 16.05.2017).

23. Бабич А. А. Соя. Київ: Урожай, 1984. С. 27–56.

24. Бабич А. О. Світові земельні продовольчі кормові ресурси. Київ: Аграрна наука, 1996. 147–271.

25. Бабич А. О. Соя для здоров'я і життя на планеті Земля. Київ: Аграрна наука, 1998. 272 с.

26. Бабич А., Колісник С., Побережна Н., Немцов А. Розміщення посівів і технологія вирощування сої в Україні. *Пропозиція*. 2002. № 5. С. 38–40.

27. Бабенко І. О., Таран В. Г., Фалілеєв В. Б. Продуктивність сівозмін в зоні Степу України / *Степове землеробство*. 1992. Вип. 16. С. 3–6.

28. Базалій В. В., Зінченко О. І., Лавриненко Ю. О., Салатенко В. Н., Коковіхін С.В., Домарацький Є. О. Рослинництво: підручник. Херсон: Грінь Д. С., 2015. 520 с.

29. Базалій В.В., Лавриненко Ю.О., Коковіхін С.В., Іванів М.О. Енергетична оцінка технології вирощування гібридів кукурудзи різних груп ФАО на поливних землях півдня України. *Таврійський науковий вісник*. 2010. Вип. 71. С. 8-16

30. Базилинская М. В. Биоудобрения. Москва: Агропромиздат, 1989. 219 с.

31. Балюк С. А., Ромащенко М.І. Проблеми зрошення в Україні в контексті зарубіжного досвіду. *Вісник ХДАУ*. 2000. №1. С. 27–35.

32. Бегучев П. И. Бактериальные удобрения. *Зернобобовые культуры*. 1964. № 4. С. 9–10.

33. Безуглий І. М., Василенко А. О. Динаміка росту та стійкість до вилягання в онтогенезі детермінантних сортів гороху. *Селекція і насінництво*. 2001. Вип. 85. С. 115–121.

34. Берестецкий О. А. Факторы определяющие эффективность азотфиксации. *Биологическая фиксация молекулярного азота: мат-лы*

Всесоюзного Баховського коллоквиума. Київ, 1983. С. 19–26.

35. Берман Ф. М., Ржакова Е.И., Мурашев В. В. Биология развития культурных растений: учеб. пособ. Москва: Высшая школа, 1982. 343 с.

36. Биорегуляция микробно-растительных систем / под общ. ред. Г. А. Иутинской, С. П. Пономаренко. Киев: Ничлава, 2010. 463 с.

37. Білий В. М. Наукове обґрунтування біологізованої технології вирощування сортового насіння пшениці озимої в неполивних умовах півдня України. *Інноваційні розробки в сільськогосподарській галузі - наукові пошуки молоді*: Міжнар. наук.-практ. конф. молодих учених (16 травня 2019 р. м. Херсон). С. 24-25.

38. Білітюк А. П. Строки сівби озимого тритикале в Західному Поліссі *Вісник аграрної науки*. 2007. №6. С. 17–22.

39. Бобров С. О, Дробітько А. В. Високоврожайні та високоякісні сорти польових культур для формування сортової посівів у господарствах Миколаївської області. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2008. Вип. 3(46). Т 2. С. 17–20.

40. Бойко Н. П. Продуктивность гороха и сои в зависимости от приемов технологии выращивания и сроков уборки в условиях Лесостепи УССР: автореф. дисс. ... к-та с.-х. наук. Каменец–Подольский, 1982. 23 с.

41. Болтовская Я. И. Некоторые особенности гороха при разных нормах высева и способах посева в условиях Степной зоны Украины. *Зернобобовые и крупяные культуры. Науч. труды ВАСХНИЛ*. Москва: Колос, 1971. С. 165–170.

42. Бомба М. Я. Біологічне землеробство: стан та перспективи розвитку. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. Міжвід. темат. наук. збір. Львів: Оброшино, 2016. Вип. 59. С. 72–77.

43. Борисова В. А. Економічне відтворення природного ресурсного потенціалу: автореф. дис... д-ра екон. наук: спец. 08.07.02 «Економіка сільського господарства і АПК». Миколаїв, 2003. 40 с.

44. Бородіна О. М., Киризьок С. В., Яровий В. Д., Єрмольєв Ю. М.,

Єрмольєва Т. Ю. Моделювання локальних систем землекористування в умовах глобальних змін клімату. *Економіка і прогнозування*. 2016. № 1. С. 117–128.

45. Брежнева В. И., Мирошниченко А. Н., Брежнев А. В. Достижения в селекции зимующего гороха. *Научный журнал КубГАУ*. 2012. № 78 (04). С. 1–10.

46. Брежнева В. И., Чумаковский М. Н. Новый сорт гороха Легион. *Земледелие*. 2006. № 6. С. 22–27.

47. Василенко А. О., Безуглий І. М., Потьомкіна Л. М., Шевченко Л. Н., Шелякіна Т. А., Штельма А. М. Кулінарні властивості сортів гороху селекції інституту рослинництва ім. В. Я. Юр'єва. *Вісник Центру наукового забезпечення АПВ Харківської області*. 2018. Вип. 24. С. 136–143.

48. Василенко А. О., Безуглий І. М., Шевченко Л. М., Штельма А. М., Глянцев А. В. Особенности селекции гороху при проведенні доборів у первинних розсадниках. *Селекція і насінництво*. 2019. Вип. 115. С. 8–18.

49. Величко М. Г., Остапенко А. И. Значение отдельных элементов продуктивности и формирования урожайности гороха при орошении в первичных звеньях семеноводства. *Депонент ВНИИТЭСХ*. № 131. С. 4–12.

50. Величко М. Г., Остапенко А. И. Эффективность индивидуально семейного отбора в первичном семеноводстве гороха. *Селекция и семеноводство*. 1987. № 1. С. 48–49.

51. Вербицкий Н. М. Селекция сортов гороха на основе новых морфотипов. *Аграрная Россия*. 2002. № 1. С. 48–50.

52. Вербицкий Н. М., Осокина Е. И. Селекция гороха на Дону. *Генетика и селекция растений на Дону*. Вып. 3. РостовнаДону: АКРА, 2003. С. 178–213.

53. Вергунов В. А., Івченко В. І. Вплив мікроелементів молібдену і бору та інокуляції бульбочковими бактеріями на врожай сої. *Землеробство*. 1995. Вип. 70. С. 96–102.

54. Верниченко Л. Ю. Азотфиксирующая способность клубеньков

бобовых культур при возрастающих уровнях минерального азота. *Биологическая фиксация молекулярного азота: мат-лы VI Всесоюзного Баховского коллоквиума*. Киев, 1983. С. 37–39.

55. Верниченко Л. Ю., Миллер Ю. М. Усвоение минерального азота горохом при разных нормах азотных удобрений. *Известия АН СССР*. 1983. № 2. С. 305–309.

56. Виблов Б. Р., Виблова А. В., Пихтін М. І. Озима пшениця в Присивашші. *Бюл. Інс-ту зернов. госп-ва*. 2007. №26-27. С. 67–70.

57. Використання азотфіксуючого потенціалу рослин бактеріальної асоціації для одержання екологічно чистої продукції / за ред. А. М. Ніколаєнко: матер. XI з'їзду Українського ботан. товариства. Харків, 2001. С. 300–301.

58. Витко Г. И., Тарануха Г. И., Моисеев В. П. Сравнительная оценка сортов гороха в коллекционном питомнике. *Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии*. 2014. №1. С. 30–37.

59. Витлинский В. В., Грицюк П. М. Полигармоническое прогнозирование как метод минимизации инвестиционных рисков в зернопроизводстве. *Моделирование и анализ безопасности и риска в сложных системах: Тр. Межд. научн. конф.* Санкт-Петербург: ГУАП, 2008. С. 231–236.

60. Вітлинський В. В., Грицюк П. М. Дослідження динаміки урожайності озимої пшениці для областей України. *Моделювання та інформаційні системи в економіці*. Київ: КНЕУ, 2007. Вип. 76. С. 275–295.

61. Власюк П. А., Ивченко В. И. Физиологическое значение молибдена для растений. Київ, 1975. 165 с.

62. Влияние разных доз минерального азота на эффективность симбиоза гороха с клубеньковыми бактериями. *Физиология растительной клетки, минерального и светового питания*. Москва: Наука, 1985. С. 35–37.

63. Вовченко А. М., Пономаренко М. І., Власова Н. А., Кисіль В. І. Порівняльна продуктивність сортів гороху та придатність їх до збирання

прямим комбайнуванням. *Агроном*. 2007. № 3. С. 86–87.

64. Вожегов С. Г., Коковіхін С. В., Зоріна Г. Г., Дробітько А. В. Науково-практичні аспекти моделювання режимів зрошення культур рисової сівозміни за допомогою програмного комплексу CROPWAT. *Зрошуване землеробство: збірник наукових праць*. Херсон: Грінь Д.С., 2016. Вип. 65. С. 54–58.

65. Вожегов С. Г., Коковіхін С. В., Нікішов О. О., Князєв О. В., Грібінюк К. С. Агротехнічні аспекти оптимізації технології вирощування насіння пшениці озимої залежно від сортового складу, захисту рослин та мікродобрив. *Зрошуване землеробство: Міжвідомчий тематичний збірник наукових праць*. Херсон: Грінь Д.С., 2017. Вип. 68. С. 164-167

66. Вожегов С. Г., Коковіхін С. В., Зоріна Г. Г. Науково-практичні аспекти моделювання режимів зрошення культур рисової сівозміни за допомогою програмного комплексу CROPWAT. *Зрошуване землеробство: міжвідомчий тематичний науковий збірник*. Херсон: Грінь Д.С., 2016. Вип. 65. С. 54-58

67. Вожегова Р. А., Біляєва І. М., Коковіхін С. В., Дробітько А. В. Моделювання впливу сонячної радіації на продуктивність сільськогосподарських культур в умовах зрошення півня України. *Зрошуване землеробство*. Херсон, 2016. Вип. 66. С. 14–18.

68. Вожегова Р. А., Голобородько С.П., Коковіхін С. В., Дробітько А. В. Стан і перспективи розвитку водних меліорацій в Південному Степу України. *Зрошуване землеробство: збірник наукових праць*. Херсон: Айлант, 2012. Вип. 57. С. 39–47.

69. Вожегова Р. А., Дробіт О. С., Шибанін В. С., Дробітько А. В. Вирощування гібридів кукурудзи інтенсивного типу в умовах змін клімату за зрошення. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2020. Вип. 67(2). С. 29–43.

70. Вожегова Р. А., Дробіт О. С., Шибанін В. С., Дробітько А.В. Динаміка накопичення надземної маси гібридів кукурудзи різних груп

стиглості. *Сучасні розробки сільськогосподарської галузі – аграрній науці*: зб. матер. Міжнар. наук.-практ. Інтернет-конф., присвяч. 95-й річниці з дня народження д.с.-г.н, проф. Філіп'єва І. Д. (21 вересня 2019 р., Херсон): ІЗЗ НААН, 2019. С. 16–18.

71. Вожегова Р. А., Дробіт О. С., Шебанін В. С., Дробітько А.В. Динаміка накопичення надземної маси гібридів кукурудзи різних груп стиглості. *Сучасні розробки сільськогосподарської галузі – аграрній науці*: зб. матер. Міжнар. наук.-практ. Інтернет-конф., присвяч. 95-й річниці з дня народження д.с.-г.н, проф. Філіп'єва І. Д. (21 вересня 2019 р., Херсон): ІЗЗ НААН, 2019. С. 16–18.

72. Вожегова Р. А., Дробітько А. В. Вплив густоти стояння рослин та фону живлення на водоспоживання та продуктивність гібридів кукурудзи в умовах зрошення півдня України. *Зрошуване землеробство*. Херсон, 2019. Вип. 72. С. 21–26.

73. Вожегова Р. А., Дробітько А. В. Насіннева продуктивність сої залежно від агротехніки вирощування в умовах Миколаївської області. *Зрошуване землеробство*. Херсон, 2017. Вип. 67. С. 150–155.

74. Вожегова Р. А., Дробітько А. В. Насіннева продуктивність ячменю озимого залежно від сортового складу та норм висіву за вирощування в умовах Південного Степу України. *Зрошуване землеробство*. Херсон, 2015. Вип. 64. С. 176–180.

75. Вожегова Р. А., Дробітько А. В. Наукове обґрунтування технологій вирощування кукурудзи на зрошуваних землях із урахуванням гідротермічних чинників і змін клімату. *Зрошуване землеробство*. Херсон, 2020. Вип. 73. С. 21–26.

76. Вожегова Р. А., Дробітько А. В. Оптимізація технології вирощування кукурудзи на зерно в умовах зрошення півдня України. *Зрошуване землеробство*. Херсон, 2018. Вип. 70. С. 104–109.

77. Вожегова Р. А., Дробітько А. В., Заєць С. О. Насіннева продуктивність сортів пшениці озимої залежно від агротехнічних заходів в

умовах Південного Степу України. *Зрошуване землеробство*. Херсон, 2015. Вип. 63. С. 125–129.

78. Вожегова Р. А., Коковіхін С. В., Біляєва І. М., Дробітько А. В. Перспективи використання інформаційних систем для агрометеорологічного забезпечення зрошуваного землеробства в умовах півдня України. *Зрошуване землеробство: збірник наукових праць*. Херсон: Грінь Д.С., 2015. Вип. 64. С. 5–8.

79. Вожегова Р. А., Коковіхін С. В., Дробітько А. В. Формування продуктивності сортів сої під впливом інокуляції в умовах Степу України. *Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН*. 2019. № 28. С. 97–108.

80. Вожегова Р. А., Коковіхін С. В., Дробітько А. В., Найдьонов В. Г. Вплив агрозаходів на ефективність використання соєю фотосинтетично активної радіації та вологи в умовах півдня України. *Таврійський науковий вісник*. Херсон, 2021. Вип. 117. С. 122-127.

81. Вожегова Р. А., Коковіхін С. В., Заєць С. О., Нетіс В. І., Онуфран Л. І. Ефективність використання сонячної енергії посівами сої в умовах зрошення півдня України. *Зрошуване землеробство*. Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2019. Вип. 71. С. 25-29.

82. Вожегова Р. А., Коковіхін С. В., Конащук І.О., Бояркіна Л. В., Дробітько А. В. Науково-практичні аспекти впровадження ресурсоощадних інноваційних проектів у зрошуване землеробство півдня України. *Зрошуване землеробство: збірник наукових праць*. Херсон: Айлант, 2012. Вип. 58. С. 24–28.

83. Вожегова Р. А., Конащук І. О., Бояркіна Л. В., Коковіхін С. В., Найдьонов В. Г., Дробітько А. В. Науково-практичні аспекти впровадження ресурсоощадних інноваційних проектів у зрошуване землеробство півдня України. *Зрошуване землеробство*. 2011. Вип. 56. С. 39–47.

84. Вожегова Р. А., Лавриненко Ю. О., Коковіхін С.В., Белов Я. В., Марченко Т. Ю., Біднина І. О. Науково-практичні рекомендації з

використання ГІС-технології для оптимізації режимів зрошення, нормування ресурсних витрат та моделювання врожайності сільськогосподарських культур. Херсон, ІЗЗ НААН, 2019. 20 с.

85. Вожегова Р. А., Лавриненко Ю. О., Малярчук М. П. Методика польових і лабораторних досліджень на зрошуваних землях. Херсон: Грінь Д.С. 2014. 286 с.

86. Вожегова Р. А., Малярчук М. П., Дробітько А. В. та ін. Наукове обґрунтування напрямів адаптації систем землеробства до кліматичних змін та забезпечення продовольчої безпеки. *Наукові основи адаптації систем землеробства до змін клімату в Південному Степу України*: колект. моногр. / за ред. чл.-кор. НААН Вожегової Р. А. Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2018. С. 8-39.

87. Вожегова Р., Дробітько О., Шебанін В., Дробітько А. Догляд за посівами кукурудзи в весняно-літній період в умовах Південного Степу України. *Агроном*. 2019. №6 (43). URL: <https://www.agroone.info/publication/dogljad-za-posivami-kukurudzi-v-vesnjano-litnij-period-v-umovah-pivdenного-stepu-ukraini> (дата звернення: 27.05.2019 р.).

88. Вожегова Р., Влащук А., Дробіт О., Шебанін В., Дробітько А. В. Догляд за посівами кукурудзи у весняно-літній період в умовах Південного Степу України. *AgroOne*. 2019. № 6 (43). С. 20–21.

89. Вожегова Р.А., Біляєва І.М., Коковіхін С.В., Пілярський В.Г., Пілярська О.О. Порівняльна характеристика еколого-меліоративних показників інгулецької та дніпровської зрошувальної води із застосуванням методу кластерного аналізу. *Зрошуване землеробство: Міжвідомчий тематичний збірник наукових праць*. - Херсон: Грінь Д.С., 2017. Вип. 68. С. 12-17.

90. Вожегова Р.А., Грановська, Дудченко В.В., Вожегов С.Г. та ін. Підвищення ефективності функціонування рисових зрошувальних систем України. Науково-методичні рекомендації (за наук. ред. д.е.н. Дудченка В.В., д.т.н. Рокочинського А.М.), видання 2 (доповнене та перероблене). – Київ-Рівне-Херсон: Айлант, 2019. – 368 с.

91. Вожегова Р.А., Коковіхін С. В., Дробітько А. В. та ін. Наукове обґрунтування агротехнологій на зрошуваних і неполивних землях зони Степу України в умовах змін клімату. Херсон: Айлант, 2021. 224 с.

92. Вожегова Р.А., Лавриненко Ю.О., Коковіхін С.В., Писаренко П.В., Біляєва І.М., Дробітько А. В. Наукове обґрунтування режимів зрошення з врахуванням біологічних потреб рослин та технологічних параметрів зрошувальних систем. *Зрошуване землеробство*: збірник наукових праць. Херсон: Грінь Д.С., 2014. Вип. 62. С. 36–39.

93. Вожегова Р.А., Малярчук М.П., Коваленко А.М., Коковіхін С.В. та ін. Еколого-агрохімічний стан сільськогосподарських земель Херсонської області, проблеми і шляхи їх вирішення: монографія. ДУ «Інститут охорони ґрунтів України», Херсонська філія. Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2020. 350 с.

94. Вожегова Р.А., Сташук В.А., Грановська Л.М., Морозов О.В. та ін. Словник – довідник: зрошуване землеробство. Науково-методичне видання / за наук. ред. Р.А. Вожегової. Херсон, Вид-во ПП «ЛТ-Офіс», 2019. 178 с.

95. Войтенко С. И., Иванова В. И. Отзывчивость гороха на удобрения в севообороте. *Земледелие*. Киев, 1984. Вып. 59. С. 22–27.

96. Волкогон В. В. Стимулятори росту рослин як складові технології раціонального використання мінеральних добрив. *Вісник Харків. ДАУ*. 2004. №4. С. 40–44.

97. Володин В. М., Михайлова П. Ф. Оценка агроландшафта на биоэнергетической основе. *Проблемы ландшафтного земледелия*. Курск, 1997. С. 62–77.

98. Волощук А. Т. Влияние приемов агротехники на урожай сои при возделывания без полива. *Бюл. ВНИИК*. 1984. № 63. С. 64–68.

99. Воробьев В. А., Пигарева Т. И. К вопросу о «стартовых» дозах минерального азота для инокулированных бобовых растений. *Агрохимия*. 1985. № 7. С. 22–25.

100. Вудилин С. М., Ракитина В. В. Продуктивность сортов гороха разного типа. *Зерновое хозяйство*. 2001. № 1. С. 23–24.

101. Гадзало Я. М., Вожегова Р. А., Коковіхін С. В., Біляєва І. М., Дробітько А. В. Наукове обґрунтування технологій вирощування кукурудзи на зрошуваних землях із урахуванням гідротермічних чинників і змін клімату. *Зрошуване землеробство*. Херсон, 2020. Вип. 73. С. 21–26.

102. Галушкин А. И. Теория нейронных сетей. Москва: ИПРЖР, 2000. 416 с.

103. Гамаюнова В. В., Алмашова В. С. Вплив обробки насіння мікроелементами на урожайність гороху овочевого сорту Альфа. *Перспектива*. Вип. 5. Херсон: Колос, 2006. С. 96–98.

104. Гамаюнова В. В., Алмашова В.С. Агроєкологічне обґрунтування вирощування гороху овочевого на півдні України в зрошуваних умовах. *Аспекти сучасного виробництва в ринкових умовах України*: матер. міжнар. наук.-практ. конф. Миколаїв, 2006. С.10–12.

105. Гамаюнова В. В., Дробітько А. В., Панфілова А. В. Значення біодеструктора стерні для біологізації землеробства в умовах Південного Степу України. *Ефективність використання екологічного аграрного виробництва*: зб. тез Міжнар. наук.-практ. конф. молодих учених (м. Київ, 2 листопада 2017 р. С. 38–41.

106. Гамаюнова В. В., Ісакова Г. М. Застосування добрив в умовах обмеженого ресурсного забезпечення та їх роль в відтворенні родючості зрошуваних ґрунтів. *Екологія: проблеми адаптивно-ландшафтного землеробства*: матер. міжн. наук. конф. (16-18 червня 2005 р.). Житомир: Державний агроєкологічний університет, 2005. С. 25–30.

107. Гамаюнова В. В., Сидякіна О. В. Вплив біологізованої системи удобрення на продуктивність культур зрошуваної сівозміни та окремі елементи родючості ґрунту. *Таврійський науковий вісник*. Херсон: Айлант, 2005. Вип. 41. С. 171–176.

108. Гамаюнова В. В., Туз М. С. Вплив біологічних препаратів та вологоутримуючих аграрних гідрогелей на продуктивність та азотофіксуєчу здатність сортів гороху. *Агрономія*. 2017. № 4 (68). С. 1–14.

109. Гамаюнова В. В., Туз М. С. Вплив елементів технології вирощування на продуктивність сортів гороху в Південному Степу. *Зб. наук. праць ННЦ «Інститут землеробства НААН»*. 2016. Вип. 1. С. 46–56.

110. Гамаюнова В. В., Філіп'єв І. Д., Сидякіна О. В. Сучасний стан та проблеми родючості ґрунтів південного регіону України. *Таврійський науковий вісник: зб. наук. праць*. Херсон: Айлант, 2005. Вип. 40. С. 130–135.

111. Гамаюнова В. В., Філіп'єв І. Д. Визначення доз добрив під сільськогосподарські культури в умовах зрошення. *Вісник аграрної науки*. 1997. № 5. С. 15–19.

112. Гамаюнова В.В., Филиппев И.Д. Определение доз удобрений под сельскохозяйственные культуры в условиях орошения. *Вісник аграрної науки*. 1997. №5. С. 15–20.

113. Гармашов В. М., Корнилов И. М., Нужная Н. А., Гаврилова С. А. Элементы зональной технологии возделывания гороха. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2016. № 1 (17). С. 31–35.

114. Гармашов В., Крутякова В., Безпалов І. Хімічна складова в рослинницькій сировині мізерно мала порівняно зі шкідливістю неприродних інгредієнтів переробки. *Зерно і хліб*. 2015. № 3. С. 82–83.

115. Генсірук С.А., Нужник М.С., Мищенко В.О. Еколого-економічні аспекти природокористування. Київ: Наук. думка., 1982. 174 с.

116. Геращенко О. А., Дробітько А. В., Манушкіна Т. М. Екологічні аспекти системи землеробства No-till. *Актуальні проблеми землеробської галузі та шляхи їх вирішення: матер. Всеукр. наук.-практ. конф. (м. Миколаїв, 4-6 грудня 2019 року)*. Миколаїв, 2019. С. 95–97.

117. Гирка А. Д., Сидоренко Ю. Я., Бочевар О. В., Іщенко В. А. Ефективність добрив, норм висіву та інокуляції насіння у підвищенні зернової продуктивності гороху вусатого морфотипу в Північному Степу. *Вісник Центру наукового забезпечення АПВ Харківської області*. 2013. Вип. 14. С. 37–46.

118. Гирка А. Д., Ткаліч І. Д., Сидоренко Ю. Я., Бочевар О. В., Ільєнко

О. В. Особливості формування зернової продуктивності рослин різних сортів гороху в умовах Північного Степу України. *Зернові культури*. Том 2, № 2, 2018. С. 267–273

119. Гирка А. Д., Ткаліч І. Д., Сидоренко Ю.Я., Бочевар О. В., Ільєнко О. В. Актуальні аспекти технології вирощування гороху в умовах Північного Степу України. *Вісник аграрної науки*. 2018. № 2 (779). С. 31–35.

120. Глазунова Н. Н. Продуктивность сортов гороха при разных технологиях выращивания семян. *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. 2011. Т. 77, № 3. С. 9–13.

121. Говоров Л. И. Горох Л. И. Говоров Культурная флора СССР. Ленинград: Сельхозгиз, 1937. Т. 4. С. 229–236.

122. Головкин Э. А. Микроорганизмы в аллелопатии высших растений. Киев: Наукова думка, 1984. 154 с.

123. Горбач Т. І. Горохова попелиця на посівах гороху в Лісостепу України. *Захист і карантин рослин*. 2010. Вип. 56. С. 59–67.

124. Городний Н. Г., Устименко А. И. Пути повышения урожайности гороха на Украине. *Прогрессивная технология возделывания и уборки зернобобовых культур*. Орел, 1971. С. 102–112.

125. Городній М. М., Мельничук С. Д., Гончар О. М. [та ін.] Прикладна біохімія та управління якістю продукції рослинництва: підручник / за ред. М. М. Городнього. Київ: Арістей, 2006. 484с.

126. Горянський М. М. Методика полевых опытов на орошаемых землях. Киев: Урожай, 1970. 82 с.

127. Григора І. М., Шаброва С. І., Алейніков І. М. Ботаніка: підручник для аграрних університетів. Київ: Фітосоціоцентр, 2006. 484 с.

128. Грицаєнко З. М., Грицаєнко А. О., Карпенко В.П. Методи біохімічних та агрохімічних досліджень рослин та ґрунтів. Київ: Нічлава, 2003. 320 с.

129. Гудзь В. П., Лісовал А. П., Андрієнко В. О., Рибак М. Ф. Землеробство з основами ґрунтознавства і агрохімії: підручник, др. вид.,

перероб. та допов. Київ: Центр учбової літератури, 2007. – 408с.

130. Гукова М. М., Лаврова Е. К. Использование горохом азота атмосферы и минеральных соединений. *Известия ТСХА*. 1974. Вып. 3. С. 92–98.

131. Гупта Я. П. Питательная ценность продовольственных бобовых культур. *Химия и биохимия бобовых растений*. Москва: Агропромиздат, 1986. С. 275–311.

132. Густі М. І. Математичне моделювання вуглецевого балансу екосистем Карпатського регіону України : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 01.05.02 «Математичне моделювання та обчислювальні методи». Львів, 2002. 20 с.

133. Давитая Ф. Ф. Засухи в СССР и научное обоснование мер борьбы с ними по природным зонам. *Вопросы земледелия и борьбы с эрозией почв в Степи и лесостепных районах СССР*. Саратов, 1959. Т 1. С. 54–58.

134. Давлетов Ф. А. Влияние погодных условий на формирование урожая и качество зерна гороха. *Вестник Российской академии с.-х. наук*. 2006. № 3. С. 24–25.

135. Давлетов Ф. А., Попов Б. К., Гиззатуллина Э. А. Результаты и перспективы селекции гороха в Башкортостане. *Достижения науки и техники АПК*. 2010. №1. С. 14–16.

136. Дворецька С. П., Рябокiнь Т. М., Єфіменко Г. М., Тилиця Т. В. Особливості формування елементів продуктивності рослин гороху залежно від рівня інтенсифікації технології вирощування культури. *Збірник наукових праць ННЦ “Інститут землеробства НААН”*. 2014. Вип. 3. С. 56–66.

137. Дем’яненко С., Бутко В. Стратегія адаптації аграрних підприємств України до глобальних змін клімату. *Економіка України*. – 2012. № 6. С. 66–72. URL: http://zik.ua/news/2015/12/14/klimatychna_ugoda_klyuchovi_momenty_653978 (дата звернення: 21.02.2019).

138. Дем’янюк О. С., Шамрій Н. М. Мікробіологічна активність ґрунту як показник родючості. *Вісник Харківського НАУ ім. В.В. Докучаєва*. Харків,

2002. № 1. С. 129–132.

139. Демидась Г. І., Нестеров Г. І. Біологічна активність чорнозему типового при різних системах обробітку. *Збірник наукових праць Інституту агроекології та біотехнології УААН*. 2001. № 4. С. 136–139.

140. Демкин В. И., Добронравова М. В., Демкин А. В. Совершенствование защиты гороха от вредителей. *Защита и карантин растений*. 2007. № 12. С. 25–26.

141. Демьохін В. А., Пелих В. Г., Полупан М. І. Ґрунтові ресурси Херсонської області, їхня продуктивність та раціональне використання. Київ: Колоб'іг, 2007. 132 с.

142. Деревянский В. П. Соя Київ: Урожай, 1994. 321 с.

143. Державний реєстр сортів рослин придатних для поширення в Україні. Київ: Мінагрополітики. Держ. служба з охорони прав на сорти, 2008. 258 с.

144. Дженкинс Дж. Г. Анализ временных рядов. Прогноз и управление. Москва: Мир, 1974. 608 с.

145. Дмитриев В.С., Гарюгин Г.М., Костин Н.С., Собко А.А, Сыромят-никова В.А. Орошение зерновых культур. Москва: Колос, 1969. 270 с.

146. Дмитриенко В.Л., Головченко И.Н., Шелякин Н.М. Эколого-экономическая оценка почвозащитного комплекса. *Земледелие*. 1990. №11. С. 63–64.

147. Довідник із захисту рослин / за ред. М. П. Лісового. Київ: Урожай, 1999. С. 138–148.

148. Дорогунцов С.И., Иванух Р.А., Хвесюк М.А. и др. Методологические подходы к учету водных ресурсов в прогнозах развития и размещения производительных сил. Киев: СОПС Украины АН Украины, 1991. 40 с.

149. Доросинский Л.М. Взаимоотношение клубеньковых бактерий с бобовыми растениями: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук. Москва, 1967. 46 с.

150. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта: 5–е изд., доп. и перераб.

Москва: Агропромиздат, 1985. 351 с.

151. Доценко О. В. Про дію молібдену та бору на нагромадження вегетативної маси, врожай і нітрогенезна активність сої. *Наукові основи ведення господарства України в сучасних умовах: тези допов. конф. молод. вчен. та спец. УААН. Чабани, 1994. С. 8–12.*

152. Дрейпер Н., Смит Г. Прикладной регрессионный анализ. Москва: Урожай, 1990. 274 с.

153. Дробітько А. В. Агробіологічні аспекти оптимізації елементів технології вирощування ячменю озимого в умовах Південного Степу України. *Зрошуване землеробство. Херсон, 2017. Вип. 68. С. 199–203.*

154. Дробітько А. В. Агроекологічні основи оптимізації технологій вирощування зернових і зернобобових культур у Південному Степу України: монографія. Херсон: Айлант, 2021. 184 с.

155. Дробітько А. В. Агроекономічна ефективність вирощування кукурудзи на зерно на зрошуваних і неполивних землях півдня України. *Зрошуване землеробство. Херсон, 2016. Вип. 65. С. 165–169.*

156. Дробітько А. В. Дробітько О. М. Вплив способів сівби на продуктивність насіння сої в умовах Північного Степу Миколаївської області. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Агрономія і біологія». 2014. Вип. 3(27). С. 160–163.*

157. Дробітько А. В. Дробітько О. М. Вплив способів сівби та норм висіву на урожайність насіння сої. *Вісник Житомирського національного агроекологічного університету. Серія «Агрономія і біологія». 2014. №1 (39). С. 39–43.*

158. Дробітько А. В. Наукове й практичне обґрунтування біологізованої технології вирощування ячменю ярого в умовах півдня України. *Стан і перспективи розробки та впровадження ресурсощадних, енергозберігаючих технологій вирощування с.-г. культур: матер. III Міжн. наук.-практ. конф. (м. Дніпро, 15 листопада 2018 р.). Дніпро: ДДАЕУ, 2018. С. 59–61.*

159. Дробітько А. В., Вожегова Р. А. Біологізована технологія

вирощування сої у зрошуваних і неполивних умовах Степу України. *Зрошуване землеробство*. Херсон, 2019. Вип. 71. С. 176–179.

160. Дробітько А. В., Вожегова Р. А., Заєць С. О. Вплив сортового складу та захисту рослин на продуктивність пшениці озимої в умовах півдня України. *Зрошуване землеробство*. Херсон, 2018. Вип. 69. С. 100–104.

161. Дробітько А. В., Вожегова Р. А., Коковіхін С. В. Ефективність використання посівами сої сонячної енергії та ґрунтової вологи на зрошуваних і неполивних землях. *Аграрні інновації*. Херсон, 2020. Вип. 4. С. 38-43.

162. Дробітько А. В., Вожегова Р. А., Коковіхін С. В. Продуктивність пшениці озимої залежно від впливу агротехнічних заходів в умовах півдня України. *Аграрні інновації*. Херсон, 2020. Вип. 3. С. 42-48.

163. Дробітько А. В., Вожегова Р. А., Коковіхін С. В., Біляєва І. М. Ефективність використання посівами сої сонячної енергії та ґрунтової вологи на зрошуваних і неполивних землях. *Зрошуване землеробство*. Херсон, 2020. Вип. 74. С. 35–41.

164. Дробітько А. В., Дробітько О. М. Формування урожаю зерна сої залежно від прийомів вирощування в умовах Південно-Західного Степу України. Тези допов. Причорноморської регіон. наук.-практ. конф. проф.-викл. складу МДАУ (м. Миколаїв, 26-28 квітня 2006 р.). Миколаїв: МДАУ, 2006. С. 102–103.

165. Дробітько А. В., Коковіхін С. В., Заєць С. О. Продуктивність та економіко-енергетична ефективність технології вирощування сортів ячменю озимого в умовах Південного Степу України. *Зрошуване землеробство*. Херсон, 2019. Вип. 72. С. 130–135.

166. Дробітько А. В., Коковіхін С. В., Марченко Т. Ю., Дробітько О. С. Застосування регуляторів росту на батьківських формах кукурудзи в умовах Південного Степу України за зрошення. *Інноваційні розробки в сільськогосподарській галузі – наукові пошуки молоді*: матер. Міжнар. наук.-практ. конф. молодих учених (м. Херсон, 16 травня 2019 р.). С. 52–54.

167. Дробітько А. В., Дробітько О. М., Данілов І. В. Вплив інокулянтів і Оптимайз на врожайність та якість сортів сої в умовах Північного Степу. *Наукові праці. Екологія*. 256(244), 2015. С. 42–45.

168. Дробітько А. В., Дробітько О. М., Мазец Ж. Е. Урожайність різних сортів сої в умовах Південно-Західного Степу України залежно від способу сівби *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2006. Спец. вип. 4(37). Т 1. С. 67–71.

169. Дробітько А. В., Нікончук Н. В. Структура рослин та урожайність кукурудзи залежно від способу сівби і густоти рослин. *Наукові праці. Екологія*. 150(138), 2011. С. 15–17.

170. Дробітько О. М., Дробітько А. В. Вплив просторового і кількісного розміщення рослин на формування продуктивності кукурудзи в умовах Південно-Західного Лісостепу. *Наукові основи землеробства у зв'язку з потеплінням клімату: матер. регіон. наук.-практ. конференції (м. Миколаїв, 10-12 листопада 2010 р.)*. Миколаїв: МДАУ, 2010. С. 134–138.

171. ДСТУ 4114 – 2002 «Ґрунти. Визначення рухомих сполук фосфору і калію за модифікованим методом Мачигіна».

172. ДСТУ 4729:2007 «Якість ґрунту. Визначення нітратного та амонійного азоту в модифікації ННЦ ІГА ім. І. Н. Соколовського».

173. Дунда С.П. Формування систем управління охороною природного середовища на регіональному рівні. *Економіка АПК*. 2005. №2. С.51-53.

174. Духін Є. О., Могильна О. М., Яковченко О. І. Спосіб сортооновлення сортопопуляції гороху овочевого сорту Каскад. *Овочівництво і багтанництво*. 2016. Вип. 62. С. 77–79.

175. Евсеев В. М. Действие протравителей семян на микрофлору почвы и растений. *Защита и карантин растений*. 2004. №5. С. 49–50.

176. Егоров Б., Решковский Е., Лощинин О. Особенности формирования урожая гороха в зависимости от расхода воды и потребления питательных веществ на черноземах и каштановых почвах Саратовской области. *Севообороты и обработка почвы в богарном земледелии*. Саратов, 1981.

С. 56–62.

177. Едимейчев Ю. Ф. Научное обеспечение растениеводства в Красноярском крае. *Достижения науки и техники АПК*. 2007. № 5. С. 7–12.

178. Ежехов В. А., Цыганок Н. С. О характере роста овощного гороха. *Плодовоовощное хозяйство*. 1987. С. 31–42.

179. Економічні основи використання добрив / за ред. Б. С. Носка. Київ: Урожай, 1991. 264 с.

180. Енергетична оцінка систем землеробства і технологій вирощування сільськогосподарських культур: метод. рекомендації. Київ: Нора–прінт, 2001. 60 с.

181. Ермантраут Е. Р., Присяжнюк О. І. Прогнозування продуктивності гороху. *Збірник наукових праць Інституту землеробства*. 2005. Вип. 77. С. 76–82.

182. Ермантраут Е. Р., Присяжнюк О. І., Шевченко І. Л. Статистичний аналіз агрономічних дослідних даних в пакеті Statistika 6.0. Методичні вказівки. Київ, 2007. 56 с.

183. Ефремов Е.Н. Эколого-генетическое нормирование качества минеральных удобрений. *Токсикологический и радиологический контроль состояния почв и растений в процессе химизации сельского хозяйства*. Москва, 1981. С. 165–190.

184. Єгоршин О. О., Лісовий М. В. Методика статистичної обробки експериментальної інформації довгострокових стаціонарних польових дослідів з добривами. Харків: Друкарня № 14, 2007. 45 с.

185. Єщенко В. О. Копитко П. Г., Костогриз П. В., Опришко В. П. Основи наукових досліджень в агрономії. Вінниця: Едельвейс і К, 2014. 332 с.

186. Жаров А. Н., Попов В. П., Жарова Л. Л. Оценка современного состояния производства гороха. *Вестник РУДН*. 2009. №2. С. 27–33.

187. Жаров А.П., Безпалько В.А. Опыт анализа продуктивности орошаемых земель в Херсонской области. *Мелиорация и водное хозяйство*. 1990.

Вып.73. С. 8–12.

188. Жатов О. Г., Глущенко Л. Т., Жатова Г. О. та ін. Рослинництво з основами програмування врожаю. Київ: Урожай, 1995. С. 177–192.

189. Жизнь растений. Введение. Бактерии и антиномицеты / под ред. Красильникова Н. А., Уранова А. А.. Москва: Просвещение, 1974. 487 с.

190. Жовтоног О. І., Кириєнко О. І., Шостак І. К. Алгоритм планування зрошення з використанням геоінформаційних технологій для системи точного землеробства. *Меліорація і водне господарство*. 2004. Вип. 91. С. 33–41.

191. Жуйков Г.Є., Димов О.М. Нормативи витрат матеріально-технічних ресурсів при вирощуванні основних зернових культур: науково-методичний посібник. Херсон: Айлант, 2004. 20 с.

192. Жуйков О. Г., Лагутенко К. В. Горох посівний в Україні – стан, проблеми, перспективи. *Таврійський науковий вісник*. 2018. № 98. С. 65–71.

193. Жуков В. А., Сулима А. С., Жернаков А. И., Штарк О. Ю., Борисов А. Ю., Тихонович И. А. Молекулярные маркеры для селекции новых сортов гороха, устойчивых к мучнистой росе. *Фактори експериментальної еволюції організмів*. 2013. Т. 13. С. 173–177.

194. Жуков М. С. Азотные удобрения под зернобобовые, следует ли вносить? *Зерновое хозяйство*. 1972. № 9. С. 36–37.

195. Жулаковская Г. П., Колобова М. Л., Лучко А. С. Влияние густоты посева и доз азотных удобрений на продуктивность и некоторые показатели фотосинтетической деятельности гороха. *Агрoхимия*. 1972. Вип. 1. С. 11–16.

196. Заболотских В. В., Власенко Н. Г. Влияние обработки почвы на урожайность гороха в условиях засушливой степи Северного Казахстана. *Земледелие*. 2012. № 6. С. 31–33.

197. Завалин А. А. Биопрепараты, удобрения и урожай. Москва: Издательство ВНИИА, 2005. 302 с.

198. Заєць С. О., Коваленко О. А., Василенко Р. М., Онуфран Л. І., Нетіс В. І., Дробітько А. В., Фундират К. С., Кисіль Л. Б. Ресурсозберігаючі

екологічно безпечні технології вирощування зернових культур на зрошуваних землях півдня України. *Наукові основи адаптації систем землеробства до змін клімату в Південному Степу України*: колект. моногр. / за ред. чл.-кор. НААН Вожегової Р. А. Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2018. С. 500-574.

199. Заєць С., Найдьонова В., Найдьонов В., Ніжеголенко В. Кращі сорти зернових культур для умов богари та зрошення півдня України. *Пропозиція*. 2006. №2. С. 49–52.

200. Зволинский В. П., Тютюма Н. В. Главная задача – устойчивое и стабильное продовольственное обеспечение. *Вестник Прикаспия*. 2016. № 1 (12). С. 4–6.

201. Зеленов А. Н. Основные положения концепции ароморфозного направления в селекции гороха. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2015. № 2 (14). С. 12–20.

202. Земельні ресурси України / під ред. В.В. Медведєва, Т.М. Лактіонової. Київ: Аграрна наука, 1998. 150 с.

203. Зиганшин А. К., Шалыгин Э. М. Регулирование питательного и водного режима почвы при получении расчетных урожаев зернобобовых культур. *Научно–технический бюллетень ВНИИ зернобобовых и крупяных культур*. 1985. С. 96–99.

204. Зинченко А. И., Карасюк И. М. Интенсивная технология возделывания зерновых и технических культур. Киев: Вища школа, 1988. С. 231–254.

205. Зінченко О. І., Салатенко В. Н., Білоножко М. А. Рослинництво. Київ: Аграрна освіта, 2001. 591 с.

206. Зміни кліматичних умов в Україні призведуть до підвищення рентабельності вирощування озимих культур. Укргідрометеоцентр. URL: http://naas.gov.ua/newsukraine/?ELEMENT_ID=2057 (дата звернення: 12.03.2020).

207. Зотиков В. И. Роль зернобобовых и крупяных культур в зерновом

балансе страны. *Вестник ОрелГАУ*. 2009. № 3. С. 49–51.

208. Зотиков В. И. Современное состояние отрасли зернобобовых и крупяных культур в России. *Вестник ОрелГАУ*, 2006. № 1. С. 14–17.

209. Зубець М.В. Наукові основи агропромислового виробництва в зоні Степу України. Київ: Аграрна наука, 2004. С 359-363.

210. Иванова А. И., Лысенко В. Ф. Изменение белкового комплекса зерна гороха в зависимости от условий минерального питания. Приемы повышения урожайности и качества продукции качества продукции полевых культур в НЧЗ. Москва, 1984. С 43–45.

211. Идимешев Н. В., Кадычegov А. Н. Оценка параметров адаптивности гороха в степной зоне юга Средней Сибири. *Вестник Бурятской ГСХА им. В. Р. Филлипова*. 2017. № 2. С. 20–24.

212. Идимешев Н. В., Кадычegov А. Н. Экологическая адаптивность гороха в агроландшафтах Хакасии. *Вестник КрасГАУ*. 2018. № 4. С. 21–26.

213. Изотов А. М., Тарасенко Б. А., Моргунов Ю. Н. Влияние срока сева, нормы высева и обработки гербицидом на формирование густоты стояния орошаемой озимой пшеницы. *Научн. тр. Крымского государственного аграрного университета*. Симферополь. 2000. Вып. 66. С. 12–16.

214. Илюшечкин А. В. Конкурентоспособность компонентов в сортосмесях гороха. *Известия вузов. СевероКавказский регион. Серия: Естественные науки*. 2006. № 4. С. 89–92.

215. Ионова Е. В., Некрасов Е. И. Физиологические методы оценки засухоустойчивости сортов и линий озимой пшеницы. *Зерновое хозяйство России*. 2013. № 5. С. 12–21.

216. Исаев А. П., Платонов А.М. Максимально использовать достоинства зернобобовых. *Земледелие*. 1996. № 5. С.15–17.

217. Іващенко О. О., Рудник-Іващенко О. І. Напрями адаптації аграрного виробництва до змін клімату. *Вісн. аграр. науки*. 2011. № 8. С. 10–12.

218. Івченко В. І., Вергунов В. А., Доценко О. В. Вплив мікроелементів молібдену і бору та інокуляції бульбочковими бактеріями на врожай сої. *Землеробство*. 1995. Вип. 70. С.96–99.

219. Ісакова Г. М., Коковіхін С. В., Влащук О. С., Дробітько А. В. Кореляційно-регресійне моделювання продуктивності кукурудзи залежно від динаміки показників гумусу та макроелементів в умовах півдня України. *Зрошуване землеробство: збірник наукових праць*. Херсон: «Олді-плюс», 2010. Вип. 54. С. 177–183.

220. Іщенко В. А. Елементи технології – резерв підвищення урожайності гороху в Степу. *Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН*. 2013. № 18. С. 85–92.

221. Казаков Е. Д., Карпиленко Г. П. Биохимия зерна и хлебопродуктов. Москва: ГИОРД, 2005. 512 с.

222. Казакова І. Вплив глобальних змін на ґрунтові ресурси та сільськогосподарське виробництво. *Agricultural and Resource Economics: International Scientific E-Journal*. 2016. Vol. 2. No. 1. С. 21–44. URL: www.are-journal.com (дата звернення: 19.07.2019).

223. Каленська С. М., Шевчук О. Я., Дмитришак М. Я., Козяр О. М., Демидась Г. І. Рослинництво: підручник / за ред. О. Я.Шевчука. Київ: НАУУ, 2005. 502 с.

224. Калюжна Е. А., Українець В. В. Напрямки та результати роботи по селекції гороху на Уладово-Люлинецькій дослідноселекційній станції. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. 2013. Вип. 18. С. 54–59.

225. Камінський В. Ф. Комплексна дія факторів інтенсифікації на врожайність гороху. *Вісник аграрної науки: науковотеоретичний журнал Української Академії аграрних наук*. 2006. № 8. С. 28– 32.

226. Карпенко В.Е. Овощной луцильный горох на юге Украины и вопросы экономики его производства. *Земледелие на юге Украины*. Херсон, 1967. С. 441–452.

227. Карюмов М. К. Программирование урожаев сельскохозяйственных культур. Москва: Агропромиздат, 1989. С. 71–73.

228. Касицкий Ю. И., Грицевич Ю. Г., Павлова М. Ю. Оптимизация минерального питания растений при использовании биостимуляторов. *Аграрний вісник Причорномор'я*. Одеса, 1999. Вип. №3. С. 160–166.

229. Катюк А. И. Формирование продуктивности сортов гороха разных морфотипов в условиях Среднего Поволжья: автореф. дисс. ... канд. с.-х. наук. Пенза, 2006. 22 с.

230. Кефели В. И., Турецкая Р. Х., Коф Е. М., Власов П. В. Методы определения фитогормонов, ингибиторов роста, дефолиантов и гербицидов. Москва: Колос, 1973. С. 7.

231. Кириченко В. В., Красиловець Ю. Г., Зуза В. С., Петренко В. П. Оптимізація інтегрованого захисту польових культур. *Посібник українського хлібороба*. 2007. Київ: Welcome, 2007. 240 с.

232. Кірчук І. С., Пішта Д. С., Кірчук Г. А. Особливості технології вирощування гороху в умовах південнозахідного Степу України. *Аграрний вісник Причорномор'я*. 2012. № 61. С. 15–19.

233. Клищенко С. Современные технологии и экономическая эффективность выращивания гороха. *Агроном*. 2004. № 4. С. 88–95.

234. Клімат України / за ред. В. М. Ліпінського, В. А. Дячука, В. М. Бабіченко. Київ: Видавництво Раєвського, 2004. С. 42–45.

235. Кобизева Л. Н., Гончарова О. О., Сокол Т. В., Безугла О. М. Цінні зразки НЦГРРУ гороху овочевого напряму використання джерела стійкості до основних хвороб в східній частині Лісостепу України. *Селекція і насінництво*. 2013. Вип. 103. С. 79–84.

236. Коваленко А.М., Коковіхін С.В., Нікішов О.О. Фотосинтетична діяльність та насіннева продуктивність пшениці озимої залежно від захисту рослин та мікродобрив в умовах півдня України. *Зрошуване землеробство: Міжвідомчий тематичний збірник наукових праць*. Херсон: Грінь Д.С., 2017. Вип. 67. С. 131-134.

237. Коваленко О. А., Дробітько А. В. Вплив мікро- та функціональних добрив на стресостійкість і продуктивність кукурудзи за умов зміни клімату. *Кліматичні зміни та сільське господарство. Виклики для аграрної науки та освіти*: матеріали міжнародної науково-практичної конференції, м. Київ, 13-14 березня 2018 р. Київ: Агроосвіта, 2018. С. 727–730.

238. Коваленко П. І., Собко О. О., Писаренко В. А. та ін. Сучасний стан, основні проблеми водних меліорацій та шляхи їх вирішення. Київ: Аграрна наука, 2001. 274 с.

239. Кожемяков А.П. Продуктивность азотфиксации в агроценозах. *Микробиологический журнал*. 1997. № 4. С. 22–28.

240. Козеко Л. Е. Количественные изменения белков теплового шока Hsp70 и Hsp90 в реакции проростков гороха на кратковременное действие гипергравитации. *Доповіді Національної академії наук України*. 2009. № 1. С. 140–143.

241. Коковихин С. В., Биднина И. А., Шарий В. А., Червань А. Н., Дробітько А. В. Оптимизация агротехнологического процесса возделывания сельскохозяйственных культур на орошаемых землях с использованием информационных технологий. *Почвоведение и агрохимия*: научный журнал. 2020. № 2(65), июль – декабрь 2020 г. Минск: Институт почвоведения и агрохимии. С. 63–71.

242. Коковихин С.В., Гречишкина Т.А., Нестерчук В.В. Влияние агрометеорологических условий на продуктивность растений сельскохозяйственных культур в условиях Украины. *Стратегические направления развития стран СНГ*: Материалы XVI Международной конференции. Барнаул, 27-28 2017 г. В трех томах. Т.2. Новосибирск, СФНЦА РАН, 2017. С. 257-259.

243. Коковіхін С. В. Науково-методичні основи встановлення закономірностей та розробки математичних моделей формування урожаю польових культур при зрошенні: монографія. Херсон: Айлант, 2010. 246 с.

244. Коковіхін С. В., Дробітько А. В. Оптимізація режимів зрошення

основних сільськогосподарських культур з використанням імітаційного моделювання та програмних засобів. *Зрошуване землеробство*: збірник наукових праць. Херсон: «Олді-плюс». 2010. Вип. 53. С. 107–116.

245. Коковіхін С. В., Дробітько А. В. Прогнозування водопотреби сільськогосподарських культур та формування графіків поливів з використанням програми “CROPWAT”. *Зрошуване землеробство*. Херсон, 2011. Вип. 55. С. 298–303.

246. Коковіхін С. В., Ларченко О. В., Донець А. О., Дробітько А. В. Моделювання складових елементів технологій вирощування сільськогосподарських культур з використанням інформаційних засобів. *Зрошуване землеробство*: збірник наукових праць. Херсон: Айлант, 2013. Вип. 59. С. 191–193.

247. Коковіхін С. В., Ніколайчук М.Г., Пилярський В.Г., Дробітько А. В. Нормування витрат поливної води на рівні сівозміни та господарства з використанням сучасних інформаційних технологій. *Зрошуване землеробство*: міжвідомчий тематичний науковий збірник. – Херсон: Грінь Д.С., 2014. Вип. 61. С. 63–65.

248. Коковіхін С. В., Писаренко П.В., Пилярський В.Г., Ніколайчук М.Г., Нікішов О.О., Дробітько А. В. Оптимізація структури посівних площ на зрошуваних землях з урахуванням показників гідромодулю системи та біологічних потреб культур. *Зрошуване землеробство*: збірник наукових праць. Херсон: Айлант, 2013. Вип. 60. С. 30–32.

249. Коковіхін С.В. Моделювання агротехнологічних параметрів системи зрошуваного землеробства з урахуванням показників гідромодулю системи та біологічних потреб культур у короткоротаційних сівозмінах півдня України. *Стан і перспективи впровадження ресурсоощадних, енергозберігаючих технологій вирощування сільськогосподарських культур*: Матеріали II Міжнародної науково-практичної конференції (15-16 листопада 2017 р.). Дніпро : ДДАЕУ, 2017. С. 60-62.

250. Коковіхін С.В., Дробітько А.В. Оптимізація режимів зрошення

сільськогосподарських культур в умовах Півдня України на засадах прогнозування вологовитрат та нормування ресурсів. *Science developments of Ukraine and EU in the area of natural science: collective monograph*. Riga: Izdevnieciba "Baltija Publishing. 2020. Part 1. P. 412-431.

251. Колесніков М. О. Вплив токоферолу на адаптивний стан та формування біологічної продуктивності гороху посівного (*Pisum sativum* L.). *Вісник Харківського національного університету імені В.Н.Каразіна*, №1129. 2014. С. 129–137.

252. Коломойченко В.В. Влияние сроков сева и норм высева на некоторые физиологические показатели и урожай зернобобовых культур при орошении. *Бюллетень научно-технической информации Всесоюзного НИИ зернобобовых и крупяных культур*. Орел: Труд, 1974. Вып. IX. С.27–32.

253. Кольцов Ю. В., Пермяков М. Н. Постановка задачи прогнозирования продуктивности агроэкосистем. *Научный журнал КубГАУ*. 2004. № 05(7). С. 22–24.

254. Компанец Н. Украина должна кормить население планеты выращивая 80–90 млн тонн валового зерна. *Зерно*. 2007. №6. С. 120–123.

255. Комплекс весняно-польових робіт в господарствах Миколаївської області в 2018 році: науково-практичні рекомендації / Р. А. Вожегова, А. М. Коваленко, С. О. Заєць, А. В. Дробітько [та ін.]. Миколаїв : Іліон, 2018. 76 с.

256. Кондыков И. В. Основные достижения и приоритеты в селекции гороха. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2012. № 1. С. 37–46.

257. Кондыков И. В., Соболева Г. В. Горох полевой (пелюшка) как специфичная кормовая культура в структуре вида *Pisum sativum* L. *Корми і кормовиробництво*. 2010. Вип. 66. С. 61–67.

258. Коновалов В. П. Нормы высева семян озимой пшеницы в ходе сортосмен в степной зоне Украины. *Зб. наук. праць СГІ*. Одеса. 2003. Вип. 4 (44). С. 77–83.

259. Концепція системи стандартизації та нормування у сфері сталого землекористування. За ред. доктора с.-г. наук, професора С.А. Балюка.

Харків: КП № 13, 2004. 26 с.

260. Кордюм Е. Л., Сытник К. М., Бараненко В. В. Клеточные механизмы адаптации растений к неблагоприятным воздействиям экологических факторов в естественных условиях / под ред. Е. Л. Кордюм. Київ: Наукова думка, 2003. 273 с.

261. Коробова Н. А. Новые сорта зернового гороха донской селекции. *Известия ОГАУ*. 2015. №3 (53). С. 62–65.

262. Коробова Н. А., Козлов А. А., Пучкова Е. В. Адаптивный потенциал сортов зернового гороха. *Изв. Оренбург. гос. аграр. ун-та*. 2017. № 3 (65). С. 41–44.

263. Король Л. В. Формування фотосинтетичного апарату гороху залежно від впливу добрив та регуляторів росту в умовах Лісостепу України. *Агробіологія*. 2017. № 1. С. 121–127.

264. Косолапов В. М., Костенко С. И. Селекция кормовых культур и продовольственная безопасность России: проблемы и пути решения. *Кормопроизводство*. 2012. № 10. С. 24–26.

265. Косолапов В. М., Трофимов И. А. Зернофураж в России: настоящее и будущее. *Зерновое хозяйство России*. 2011. № 5 (17). С. 5–9.

266. Костяков А. Н. Основы мелиорации. Москва: Сельхозгиз. 1961. Т. 1. 808 с.

267. Краблева О. Горох. *Огородник*. 2003. № 11. С. 28–31.

268. Красношапка Б. Регулировщики на дорогах роста. *Зерно*, 2007. №2. С. 68–73.

269. Кудряшов И. Н., Беспалова Л. А., Пономарев Д. А. Актуальность сортовых структур при производстве озимой пшеницы в современных условиях. *Агроснабфорум*. 2016. № 7 (147). С. 70–72.

270. Кузнецова С. А., Климачев Д. А. Изменение содержание пролина в условиях хлоридного засоления и обработки фитогормонами. *Вест. МГОУ*. 2012. № 5. С. 28–33.

271. Кузь В. В. Методи отримання штаббоводетермінантних форм

гороху. *Збірник наукових праць ВДАУ*. 2000. Вип.7. С. 27–32.

272. Куперман Ф. И. Физиология развития, рост и органогенез пшеницы. Физиология с.-х. растений. Москва: МГУ, 1969. Ч. VI. С. 201–204.

273. Курдін О. І., Мазуніна Т. О. Мікроелементи як фактор підвищення стійкості рослин кукурудзи до несприятливих умов середовища. *Таврійський науковий вісник*. Херсон: Айлант, 2006. Вип. 43. С.48–52.

274. Кучер А. В. Еколого-економічні аспекти розвитку низьковуглецевого сільськогосподарського землекористування. Харків: Смугаста типографія, 2015. 68 с.

275. Кучер А. В., Анісімова О. В., Казакова І. В., Гапєєв Л. В. Економічне забезпечення відтворення родючості ґрунтів: реком. / за ред. чл.-кор. АЕНУ А. В. Кучера. Харків: Смугаста типографія, 2015. 112 с.

276. Кушнір О. М. Формування продуктивності інтенсивних сортів гороху залежно від впливу технологічних заходів. *Збірник наукових праць Вінницького державного аграрного університету*. Вінниця, 2005. Вип. 23. С. 14–21.

277. Лавренко С. О. Програмування врожаю чини посівної в зрошуваних умовах півдня України. *Таврійський науковий вісник*. Херсон: Айлант, 2006. Вип. 45. С. 40–46.

278. Ларина Г. Е., Демидова В. Н. Рациональное применение гербицидов в посевах гороха. *Защита и карантин растений*. 2009. № 3. С. 28–30.

279. Лебідь Є. М., Черенков А. В., Дудка М. І., Ільєнко О. В. Способи сівби і норми висіву сої різних груп стиглості в умовах північної підзоли Степу України. *Корми і кормовиробництво*. Вінниця. 2006. Вип. 58. С. 241–249.

280. Литвиненко М. А. Теоретичні основи та методи селекції озимої м'якої пшениці та підвищення адаптивного потенціалу умов Степу України: автореф. дис.. д-ра с.-г. наук. Київ: 2001. 46 с.

281. Лихочвор В. Особливості вирощування гороху. *Пропозиція*. 2004. № 4. С. 34–35.

282. Лобас М. Г. Розвиток зернового господарства України. Київ: 1997. С. 128–136.
283. Лукашевич Н. П., Ковалева И. В. Сравнительная характеристика сортов гороха зернофуражного направления. *Земляробства і ахова раслін*. 2012. № 6. С. 61–63.
284. Лупашку М.Ф. Зерновые и зернобобовые культури. Кишинев: Карта Молдовеняскэ, 1975. С. 271–275.
285. Лысенко А. А., Коробов А. П., Шапошников Ю. В. Влияние погодных условий на урожайность сортов гороха в условиях Приазовской зоны Ростовской области. *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. 2017. № 3 (65). С. 37–40.
286. Лысенко Н. Н., Филиппова Г. С. Адаптивная защита гороха от болезней и вредителей. *Зерновое хозяйство*. 2007. № 6. С. 28–29.
287. Макашева Р. Х. Оценка симбиотических свойств гороха. *Сборник научных трудов по прикладной ботанике, генетике и селекции ВНИИ растениеводства*. 1995. Вып. 91. С. 7–14.
288. Макрушин М. М., Кліценко О. О., Макрушина Е. М. Генетика насіння. Досягнення і проблеми генетики, селекції та біотехнології. Наукові праці VII З'їзду УТГС. Київ: Колос, 2007. Т.2. С. 62–80.
289. Макух Я. П. Особливості формування забур'янення гороху та ефективність його захисту. *Цукрові буряки*. 2012. № 1. С. 20–22.
290. Малієнко М. Горох як панацея у підвищенні родючості ґрунтів. *Техніка і технології АПК*. 2013. № 5. С. 33–35.
291. Мамалига В. С., Кондратенко М. І., Бугайов В. Д., Янчук В. І. Аналіз успадкування деяких кількісних ознак гороху посівного. *Фактори експериментальної еволюції організмів*. 2013. Т. 13. С. 214–219.
292. Медведєв В. В. До обґрунтування скороченні ріллі в Україні. *Вісн. аграр. науки*. 2013. № 1. С. 59–63.
293. Медведовский О. К., Иваненко П. І. Енергетичний аналіз інтенсивних технологій в сільськогосподарському виробництві. Київ:

Урожай, 1988. 206 с.

294. Методика определения экономической эффективности использования в сельском хозяйстве результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, новой техники, изобретений и рационализаторских предложений. Москва: Колос, 1993. 46 с.

295. Методика оцінки біоенергетичної ефективності технологій виробництва сільськогосподарських культур / під ред. В.О. Ушкаренко, П. Н. Лазер, А. І. Остапенко: методич. вказівки. Херсон, 1997. 21 с.

296. Методика проведення дослідів з кормовиробництва та годівлі тварин [під ред. А. О. Бабича]. Київ: Аграрна наука, 1998. 78 с.

297. Методика проведення дослідів по кормовиробництву / під ред. А. О. Бабича]. Вінниця, 1994. 87 с.

298. Методики випробовування і застосування пестицидів. За редакцією проф.есора С.О. Трибеля. Київ: 2001. 447 с.

299. Методичні рекомендації з інноваційних технологій вирощування та переробки сорго для використання в якості альтернативних джерел енергії / Федорчук М. І., Каленська С. М., Рахметов Д. Б., Коковіхін С. В., Федорчук Є. М., Полівода О. М., Федорчук В. Г. Херсон: ФОП Бояркін Д.М., 2017. 22 с.

300. Методичні рекомендації з комплексу маркетингових заходів для просування інновацій в галузі меліорацій для господарств південного регіону / Вожегова Р.А., Біляєва І.М., Лавриненко Ю.О., Коковіхін С.В. та ін. . Херсон: ВЦ ІЗЗ НААНУ, 2014. 30 с.

301. Методичні рекомендації з оптимізації технології вирощування зернових культур на зрошуваних і неполивних землях Південного Степу України / Вожегова Р. А., Дробітько А. В., Лавриненко Ю. О., Коковіхін С. В., Писаренко П. В., Малярчук М. П. Херсон: ІЗЗ НААН, 2019. 16 с.

302. Методичні рекомендації з оптимізації технології вирощування пшениці озимої в умовах Південного Степу України / Вожегова Р. А., Дробітько А. В., Заєць С. О., Влащук А. М., Коковіхін С. В., Дробіт О. С. Херсон: ІЗЗ НААН, 2019. 32 с.

303. Методы почвенной микробиологии и биохимии. Москва: Изд-во МГУ, 1991. 123 с.
304. Милованова З. Г. Гербициды в посевах гороха. *Защита и карантин растений*. 2001. № 4. С. 22–23.
305. Мильто Н. И. Влияние азотных удобрений на бобовые растения. Клубеньковые бактерии и продуктивность бобовых растений. Минск, 1982. С. 212–216.
306. Мишустин Е. Н., Емцев В. Т. Микробиология. Москва: Агропромиздат, 1987. 189 с.
307. Міхеєв Є. К. Інформаційні системи в землеробстві. Ч. 1.: Системи підтримки прийняття технологічних рішень на рівні проектування і планування. Херсон: ХДУ, 2005. 280 с.
308. Мойсейченко В. Ф., Єщенко В. О. Основи наукових досліджень в агрономії. Київ: Вища школа, 1994. 425 с.
309. Молоцький М. Я., Васильківський С. П., Князюк В. І., Власенко В. А. Селекція і насінництво сільськогосподарських рослин. Київ: Вища школа, 2006. 463 с.
310. Морозов В. И. Технология производств овощного гороха. Москва: Колос, 1977. 90 с.
311. Морозов В.В., Гамаюнова В.В., Морозов О.В. та ін. Еколого-агромеліоративний моніторинг зрошуваних земель із застосуванням ГІС. Практикум. Херсон: ХДАУ, 2004. 163 с.
312. Муратов М. Р., Гилязов М. Ю. Корреляции урожайности зерновых и зернобобовых культур от агрохимических параметров почв и погодных условий. *Вестник Казанского государственного аграрного университета*. 2015. Т. 10, № 2. С. 128–135.
313. Мусієнко М. М. Фізіологія рослин: підруч. Київ: Фітосоціоцентр, 2001. С. 35–43.
314. Мусієнко М. М. Фізіологія рослин: підручник. Київ: Фітосоціоцентр, 2001. 392 с.

315. Нагірний В. В., Федорчук М. І., Дробітько А. В. Вплив агрометеорологічних умов середовища на розвиток рослин озимого ячменю різних строків сівби. *Вплив змін клімату на онтогенез рослин*: матер. Міжнар. наук.-практ. конф. (3-5 жовтня 2018 р., м. Миколаїв). Миколаїв: МНАУ, 2018. С. 65–68.

316. Надкерничний С. П., Патица Т. І., Шеретобоева О. В., Патица В. П. Біометод. *Захист рослин*. Інстит. сільськ. мікроб., 1999. №6. Червень. С. 2–3.

317. Назаренко І. І., Польчина С. М., Нікорич В. А. Ґрунтознавство: підручник. Чернівці, 2003. 400 с.

318. Найденов В. И., Швейкина В. И. Гидрологическая теория глобального потепления климата Земли. *Метеорология и гидрология*. 2005. № 2. С. 63–76.

319. Наукові основи агропромислового виробництва в зоні Степу України / редкол. М. В.Зубець та ін. Київ: Аграрна наука, 2004. 844 с.

320. Наукові основи адаптації систем землеробства до змін клімату в Південному Степу України: монографія / Вожегова Р.А., Писаренко П.В., Коковіхін С. В., Біляєва І. М., Марковська О. Є., Булигін Д. О., Пілярський В. Г., Пілярська О. О. / за наук. ред. Вожегової Р.А. Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2018. С. 242-365.

321. Наукові основи планування та управління режимами зрошення сільськогосподарських культур в умовах півдня України : навчальний посібник / Ушкаренко В. О., Коковіхін С. В., Лавренко С. О., Мринський І. М. та ін. Херсон: Айлант, 2014. 165 с.

322. Науково-методичні рекомендації з оптимізації технології вирощування сої на зрошуваних і неполивних землях півдня України / Вожегова Р. А., Дробітько А. В., Лавриненко Ю. О., Малярчук М. П., Писаренко П. В. Херсон: ІЗЗ НААН, 2019. 16 с.

323. Наумов Г. Ф. Роль биологической фиксации азота в экологизации земледелия и пути повышения ее эффективности Г.Ф. Наумов Областная конференция по экологическим проблемам земледелия. Харьков, 1995.

С. 34–36.

324. Нетіс І. Т. Водний режим ґрунту на посівах озимої пшениці та його регулювання. - Херсон: ХМД, 2009. 60 с.

325. Нетіс І. Т. Озима пшениця в зоні Степу. Херсон: Айлант, 2004. 95 с.

326. Нетіс І. Т. Посухи та їх вплив на посіви озимої пшениці: Монографія. Херсон: Айлант, 2008. 252 с.

327. Нетіс І. Т. Пшениця озима на півдні України: монографія. Херсон: Олдіплюс, 2011. 460 с.

328. Нетіс І. Т. Характертер осені й весни та посіви озимої пшениці: монографія. Херсон: Айлант, 2004. 152 с.

329. Нетіс І. Т., Заєць С. О. Ефективність різних технологій вирощування озимої пшениці на зрошуваних землях. *Зрошуване землеробство*. 2005. Вип. 43. С. 37–40.

330. Никитин В. В., Навальнев В. В. Влияние длительного применения удобрений на продуктивность ячменя и гороха. *Достижения науки и техники АПК*. 2015. Т. 29, № 11. С. 62–64.

331. Ничипорович А. А. Фотосинтетическая деятельность растений в посевах. Москва: АН СССР, 1961. 133 с.

332. Підзельський В. А., Коваленко В. П. Удосконалення методів визначення площі асиміляційної поверхні гороху вусатого. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України*. 2012. Вип. 176. С. 49–53.

333. Новикова Н. Е. Проблемы засухоустойчивости растений в аспекте селекции гороха. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2012. № 1. С. 53–58.

334. Носко Б.С. Еволюція родючості ґрунтів в сучасних умовах. *Агрохімія і ґрунтознавство*. Харків, 2002. Ч. 1. С. 5–6.

335. Оверченко Б. П., Данілюк А. І. Продуктивність гороху залежно від тепло- і вологозабезпеченості. *Вісник аграрної науки*. 1994 № 9. С. 24–25.

336. Одинцов И. Д. Теория статистики. Москва: Мысль, 1998. С. 28–32.

337. Олійник О. В. Методологія та методичні проблеми досліджень

- циклічності у зерновому господарстві. *Економіка АПК*. 2002. № 11. С. 24–30.
338. Олійник О. В. Циклічність у динаміці урожайності сільськогосподарських культур. *Економіка АПК*. 2003. № 3. С. 52–57.
339. Омелянюк Л.В., Асанов А.М. Основы селекции сортов гороха в СибНИИСХ. *Достижения науки и техники АПК*. 2016. № 10. С. 86–89.
340. Орлюк А. П., Гончарова К. В., Базалій Г. Г., Усик Л. О. Ефективність індивідуального і масового доборів у первинному насінництві нових сортів озимої пшениці. *Зрошуване землеробство: міжвід. темат. наук. збірник*. Херсон: Айлант. 2006. Вип. 45. С. 93–96.
341. Орлюк А. П., Жужа О. Д., Усик Л. О. Теоретичні і практичні аспекти насінництва зернових культур. Херсон: Айлант, 2003. 172 с.
342. Осипов А. И., Соколов О. А. Экологическая безопасность и устойчивое развитие. *Роль азота в плодородии почв и питание растений*. Книга 4. С.-Пб., 2001. 360 с.
343. Осмоловский В.В. Продуктивность гороха в зависимости от норм и способов внесения минеральных удобрений. *Почвенные процессы и регулирование питания растений*. Москва: Агропромиздат, 1987. С. 75–81.
344. Основи наукових досліджень в агрономії: підручн. / за ред. В. О. Єщенко. Вінниця: ТД «Едельвейс і К», 2014. 332 с.
345. Остапов В. И., Лактионов Б. И., Писаренко В. А. и др. Методические рекомендации по проведению полевых опытов в условиях УССР. Днепропетровск: Облиздат, 1985. Часть I. 113 с.
346. Остапов В. И., Лактионов Б. И., Писаренко В. А. и др. Методические рекомендации по оценке полевых опытов, производственной проверке новых сортов, агротехнических приёмов и технологий в условиях орошения УССР. Днепропетровск: Облиздат, 1985. Часть II. 127 с.
347. Охорона прав на сорти рослин. Методика державного випробування сортів рослин на придатність до поширення в Україні. Київ: Алефа, 2003. 106 с.
348. Оцінка і прогноз якості земель: навч. посіб. [С. Ю. Булигін, А. В.

Барвінський, А. О. Ачасова, А. Б. Ачасов]. Харків: Вища школа, 2008. 237 с.

349. Павліченко А. А., Бондаренко О. М., Вахній С. П. Вплив систем обробітку ґрунту та рівнів удобрення на його біологічну активність під озимою пшеницею. *Агробіологія*. 2014. С. 131–134.

350. Панасюк Б. Я. Глобальні зміни клімату та економіка. *Економіка АПК*. 2015. № 11. С. 14–23.

351. Панфілова А. В., Гамаюнова В. В., Дробітько А. В. Урожайність пшениці озимої залежно від попередника та біодеструктора стерні. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2019. № 3. С. 19–25.

352. Панфілова А. В., Дробітько А. В. Використання біодеструктора стерні для покращення родючості ґрунту та охорони довкілля. *Стратегія якості в промисловості і освіті: збірник тез доповідей XV Міжнародної конференції*. Технічний університет м. Варна (Болгарія), 3-6 червня 2019 р. С. 145–148.

353. Пастернак В. П. Біопродуктивність лісів північного сходу України в контексті змін клімату: автореф. дис... д-ра с.-г. наук: спец. 06.03.02 «Лісовпорядкування та лісова таксація» та 06.03.03 «Лісознавство і лісівництво». Київ, 2011. 46 с.

354. Патент № 126953 «Спосіб боротьби с бур'янами при вирощуванні сої на зерно в умовах Південного Степу України», 10.07.2018. Дробітько О. М., Дробітько А. В., Тарабріна А-М. О.

355. Патент № 127989 «Спосіб підвищення урожайності середньостиглого сорту сої Фаетон при вирощуванні в степовій зоні України», 27.08.2018. Дробітько О.М., Дробітько А.В., Тарабріна А-М.О.

356. Патент № 128023 «Спосіб підвищення урожайності середньостиглого гібриду кукурудзи при вирощуванні в степовій зоні України», 27.08.2018. Дробітько О. М., Дробітько А. В., Тарабріна А-М. О.

357. Патент на корисну модель № 142105 «Спосіб удосконалення технології вирощування сої без зрошення в умовах Південного Степу України». Публікація відомостей про видачу патенту: 12.05.2020 р., Бюл.№ 9,

Дробітько А. В., Дробітько О. М., Дробітько В. М., Маркова Н. В., Панфілова А. В., Нікончук Н. В.

358. Патент на корисну модель №136889 «Спосіб покращення якості ґрунтів в посівах кукурудзи залежно від технології вирощування в степовій зоні України», 10.09.2019, Дробітько О. М., Дробітько А. В., Тарабріна А-М. О.

359. Патент на корисну модель №137945 «Спосіб підвищення вмісту вологи в ґрунті при вирощуванні сої в залежності від технології вирощування», 11.11.2019, Дробітько О. М., Дробітько А. В., Федорчук М. І., Тарабріна А-М. О.

360. Патент на корисну модель №137948 «Спосіб підвищення вмісту вологи в ґрунті при вирощуванні сої в залежності від способу догляду за посівами», 11.11.2019, Дробітько О. М., Дробітько А. В., Федорчук М. І., Тарабріна А-М. О.

361. Патент на корисну модель №138002 «Спосіб підвищення запасів поживних елементів в ґрунті при вирощуванні сої в залежності від способу догляду за посівами», 11.11.2019, Дробітько О. М., Дробітько А. В., Тарабріна А-М. О.

362. Патент на корисну модель №138390 «Спосіб підвищення запасів поживних елементів в ґрунті при вирощуванні сої в залежності від технології вирощування», 25.11.2019, Дробітько О. М., Дробітько А. В., Тарабріна А-М. О.

363. Патент на корисну модель №138632 «Спосіб визначення величини врожаю кукурудзи за елементами технології вирощування», 10.12.2019, Дробітько О. М., Дробітько А. В., Тарабріна А-М. О.

364. Патент на корисну модель №142330 «Спосіб підвищення якості зерна сої в залежності від технології вирощування без зрошення в Південному Степу України», 25.05.2020, Дробітько О. М., Дробітько А. В., Дробітько В. М., Федорчук М. І., Маркова Н. В., Перезовова І. В.

365. Патент на корисну модель №143099 «Спосіб удосконалення

технології вирощування сої в суходільних умовах Степу України», 10.07.2020, Дробітько А. В., Дробітько О. М., Маркова Н. В., Качанова Т. В.

366. Патица В. П. Перспективи використання біопрепаратів у землеробстві. *Збірник наукових праць Інституту землеробства УААН*. Київ, 1999. Вип. 4. С. 84–91.

367. Патица В. П., Тараріко Ю. О., Мельничук Л. М. Комплексне застосування біопрепаратів на основі азотфіксуючих, фосформобілізуєчих мікроорганізмів, фізіологічно активних речовин і біологічних засобів захисту рослин: рекомендації. Київ: Аграрна наука, 2000. 145 с.

368. Патица В. П., Тихонович І. А., Філіп'єв І. Д. Мікроорганізми і альтернативне землеробство / за ред. В. П. Патики. Київ: Урожай, 1993. 239 с.

369. Паштецький В., Радченко Л., Женченко К. У трипільних сівозмінах Степового Криму доцільніше після парової озимої пшениці висівати озимий ячмінь. *Зерно і хліб*. 2012. № 2. С. 29–31.

370. Пащенко Ю. М., Лебідь Є. М., Шевченко М. С. та ін. Обробіток ґрунту в Степу. *Рекомендації з посіву озимих культур на 2011 рік*. Харків, 2011. С. 71–73.

371. Перепелица В., Савина Л. Предпрогнозное исследование временных рядов промышленного производства в Украине и Запорожской области. *Экономика Украины*. 2003. № 8. С. 43–46.

372. Петриченко В. Ф. Виробництво та використання сої в Україні. *Вісник аграрної науки*. 2008. №3. С. 24–27.

373. Петриченко В. Ф. Влияние способов сева и густоты стояния растений на структуру урожая сои на Украине и в Молдавии. *Сб. тр. ВАСХНИЛ*. Селекционно-генетический ин-т. Одесса: ВСГИ, 1991. С. 79–82.

374. Петриченко В. Ф., Антипін Р. А. Фотосинтетична продуктивність гороху залежно від впливу технологічних прийомів вирощування в умовах Лісостепу України. *Корми і кормовиробництво*. 2006. Вип. 57. С. 3–14.

375. Петриченко В. Ф., Безуглий М. Д., Жук В. М., Іващенко О. О. Нова стратегія виробництва зернових та олійних культур в Україні. Київ: Аграр.

Наука, 2012. 48 с.

376. Петриченко В. Ф., Коць С. Я. Симбіотичні системи у сучасному сільськогосподарському виробництві. *Вісник НААН України*. 2014. № 3. С. 57–66.

377. Петриченко О. М., Кушнір О. М. Продуктивність сортів гороху залежно від факторів інтенсифікації технології їх вирощування в умовах Правобережного Лісостепу України. *Збірник наукових праць Вінницького державного аграрного університету*. Вінниця, 2005. Вип. 21. С. 5–9.

378. Петров Н. Ю., Дубров С. И. Влияние биопрепаратов на продуктивность и качество зерна озимой пшеницы. *Аграрный вестник Урала*. 2008. №1 (43), январь. С. 28–29.

379. Пилипенко І. О., Молікевич Р. С. Просторовий аналіз антропогенної перетвореності ландшафтів Херсонської області. *Використання ГІС та ДЗЗ у землекористуванні: матер. Всеукр. наук.-практ. конф. (м. Миколаїв, 14-16 лист. 2012 р.)*. Миколаїв: Миколаївська обласна друкарня, 2012. С. 60–63.

380. Пироговская Г. В. Использование биологически активных веществ и биопрепаратов в получении медленнодействующих удобрений и их эффективность. *Аграрный вестник Причерномор'я*. Одеса, 1999. Вип. №3. С. 166–170.

381. Писаренко В. А., Вожегова Р. А., Лавриненко Ю. О., Коковіхін С. В., Писаренко П. В. та ін. Управління еколого-безпечними, водозберігаючими та економічно обґрунтованими режимами зрошення у різних еколого-меліоративних умовах Південного Степу України : монографія / за наук. ред. член.-кор. НААНУ, д.т.н. Сташука В.А. Херсон, 2011. 172 с.

382. Писаренко П. В., Коковіхін С. В., Грабовський П. В. Енергетична оцінка елементів технології вирощування пшениці твердої озимої в умовах Південного Степу України. *Таврійський науковий вісник*. 2011. Вип. 77. С. 74-78.

383. Писаренко П. В., Коковіхін С. В., Пілярська О. О. Формування

режимів зрошення кукурудзи розрахунковими методами залежно від агробіологічних, економічних та екологічних чинників. *Зрошуване землеробство*. 2012. Вип. 58. С. 35–39.

384. Пікуш Г. Р., Демішев Л. Ф., Рибка В. С. Агроекономічна та біоенергетична оцінка способів обробітку ґрунту під озиму пшеницю в умовах зрошення. *Вісник аграрної науки*. 1996. № 6. С. 17–22.

385. Побережна А. А. Виробництво зернофуражних і зернобобових культур. *Збірник наукових праць Інституту землеробства УАН*. Київ, 2000. Вип. 3–4. С. 87–93.

386. Побережна А. А. Екологоекономічні проблеми світового виробництва зернобобових культур для підвищення білкових ресурсів. *Селекція і насінництво*. Харків, 2005. Вип. 90. С. 66–74.

387. Подолець Р. З. Методологічні підходи до оптимізації взаємопов'язаного використання земельних, водних та енергетичних ресурсів в умовах зміни клімату : звіт про науково-дослідну роботу «Моделювання та оцінка сталого використання земельних, водних та енергетичних ресурсів України в умовах глобальних змін навколишнього середовища». Інститут економіки та прогнозування НАНУ; кер. Подолець Р. З. ; відп. викон. Чепелев М. Г., 2015. URL: <http://ief.org.ua/?p=5714> (дата звернення: 12.03.2020).

388. Позняк С. П. Ґрунтознавство і географія ґрунтів. Львів: ЛНУ ім. Івана Франка, 2010. Ч. 1. 270 с.; Ч. 2. 285 с.

389. Полищук А. В. Подорванов В. В., Семенихин А. В., Золотарева Е. К. Светозависимое поглощение CO₂ изолированными хлоропластами гороха. *Доповіді Національної академії наук України*. 2009. № 8. С. 173–178.

390. Полупан М. І., Соловей В. Б., Величко В. А. Класифікація ґрунтів України. Київ: Аграрна наука, 2005. С.144–156.

391. Польовий А. М., Божко Л. Ю., Шебанін В. С., Бабенко Д. В., Дробітько А. В., Федорчук М. І. Агрометеорологія: навчальний посібник. Миколаїв: МНАУ, 2019. 413 с.

392. Польовий В. М. Оптимізація систем удобрення в сучасному землеробстві: монографія. Рівне: Волинські обереги, 2007. 320 с.
393. Пономарева С. В., Селихов В. В. Влияние погодных условий на урожай и качество сортов гороха. *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. 2017. № 1 (56). С. 20–27.
394. Пономарева С. В., Терехов М. Б. Влияние погодных условий на урожайность и показатели структуры урожаев сортов гороха. *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. 2012. № 3 (28). С. 7–9.
395. Пономаренко С. П., Черемха Б. М., Анішин Л. А. та ін.. Біостимулятори росту рослин нового покоління в технологіях вирощування сільськогосподарських культур. Київ: Мінсільгосппрод України, 1997. 124 с.
396. Попов Б. К. Об относительной засухоустойчивости сортов зернового гороха. *Достижения науки и техники АПК*. 2011. №1. С. 26–27.
397. Попова О. Л. Екологізація виробництва як чинник ефективного розвитку вітчизняних сільгосп підприємств. *Перспективи екологізації аграрного виробництва в Україні*: зб. наук. пр.; за заг. ред. Ю. О. Лупенка, О. В. Ходаківської. Київ: ІАЕ, 2012. С. 32–47.
398. Постников П. А. Метеорологические условия и урожайность гороха в севооборотах. *Достижения науки и техники АПК*. 2018. Т. 32, № 10. С. 57–60.
399. Посыпанов Г.С. Методические аспекты изучения симбиотического аппарата бобовых культур в полевых условиях. *Известия ТСХА*. 1983. Вып. 5. С. 17–26.
400. Потанин В. Г., Алейников А. Ф., Степочкин П. И. Новый подход к оценке экологической пластичности сортов растений. *Вавиловский журнал генетики и селекции*. 2014. Т. 18. № 3. С. 548–552.
401. Почвенные и климатические условия зоны орошаемого земледелия на Украине. *Орошаемое земледелие* / под. ред. В.И. Остапова. Киев: Урожай, 1987. С. 8–19.
402. Почвы Украины и повышение их плодородия / под. ред. Б. С. Носко.

Київ: Урожай, 1988. 450 с.

403. Присяжнюк О. І., Калюжна Е. А., Король Л. В. Оцінка сучасних сортів гороху за основними господарсько цінними ознаками. *Збірник наукових праць Національного наукового центру "Інститут землеробства НААН"*. 2015. Вип. 3. С. 106–116.

404. Пруцков Ф. М. Озимая пшеница. Москва: Колос, 1970. 344 с.

405. Пшеница / под ред. Л. А. Животкова. Киев: Урожай, 1989. 320 с.

406. Пшениця. Технічні умови: ДСТУ 3768:2010. [Чинний від 31 березня 2010 р.]. Київ: Держспоживстандарт України, 2010. 14 с.

407. Разумейко И. Н. Химический метод против вредителей гороха. *Защита и карантин растений*. 2015. № 10. С. 24–25.

408. Разумова В. В., Антонов В. Г., Иванова И. Ю. Комплексная система защиты гороха. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2016. № 1 (17). С. 27–30.

409. Ратнер Е. И., Самойлова С. А. Минеральный азот и азотофиксация у сои в связи с ростом клубеньков и обменом в них фосфора. *Агрохимия*. 1971. № 9. С. 3–10.

410. Раціональне використання ґрунтових ресурсів і відтворення родючості ґрунтів: організаційно-економічні, екологічні й нормативно-правові аспекти; кол. моногр. / за ред. акад. НААН С. А. Балюка, чл.-кор. АЕНУ А. В. Кучера. Харків: Смугаста типографія, 2015. 432 с.

411. Регулятори росту в рослинництві: рекомендації по застосуванню. Київ: Міжвідомчий науково-технологічний центр "Агробіотех" НАН України та МОН України, 2007. 27 с.

412. Розвадовський А. М., Бабич А. О., Петриченко В. Ф. Зернобобові культури в інтенсивному землеробстві. Київ: Урожай, 1990. 158 с.

413. Рокицкий П. Ф. Введение в статистическую генетику. Минск: Вишэйшн школа, 1974. 448 с.

414. Ромащенко М. І., Балюк С. А., Гринь Ю. І. та ін. Раціональне використання та охорона зрошуваних земель. Київ, 2013. URL:

<http://www.kdpu-nt.gov.ua/ru/node/3878> (дата звернення 03.08.2020).

415. Рутицька В. Глобальне потепління та майбутнє України. URL: <http://hronika.info/mnenia/118277-globalne-poteplnnya-ta-maybutnye-ukrayini.html> (дата звернення: 19.05.2019).

416. Рябуха С. С., Василенко А. О. Успадкування стійкості до фізаріозу у гороху. *Таврійський науковий вісник*. Херсон: Айлант, 2006. Вип. 47. С.51–52

417. Савранчук В. В., Іщенко В. А. Вплив бактеріальних і біологічно активних препаратів на формування продуктивності рослинами гороху вусатого типу в Північному Степу. *Бюл. ІСГСЗ НААН*. 2015. № 6. С. 119–125.

418. Сайко В. Ф. Вибрані наукові праці: 2-ге вид. доп. і перероб. / упорядник О. В. Шморгун. Київ: Аграр. наука, 2016. С. 168.

419. Сайко В. Ф. Наукові основи землеробства в контексті змін клімату. *Вісн. аграр. науки*. 2008. № 11. С. 5–10.

420. Сайко В. Ф., Малієнко А. М. Системи обробітку ґрунту в Україні. Київ: ЕКМО, 2007. 44 с.

421. Сапега В. А. Урожайность и параметры адаптивной способности и стабильности сортов гороха. *Российская сельскохозяйственная наука*. 2015. № 5. С. 14–17.

422. Сащенко М. Н. Биотехнологические методы в селекции гороха. *Вестник Курганской ГСХА*. 2015. № 1. С. 64–67.

423. Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір № 90269
Стаття «Особливості технології вирощування та догляду за посівами сої в Південному Степу України», 01.07.2019, Дробітько О. М., Дробітько А. В., Тарабріна А-М. О.

424. Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір № 90272.
Стаття «Особливості формування продуктивності зерна кукурудзи залежно від способу сівби і густоти рослин», 01.07.2019, Дробітько О. М., Дробітько А. В., Тарабріна А-М. О.

425. Сивков С. И. Методы расчетов характеристик солнечной радиации. Ленинград, 1968. 232 с.

426. Силва Ж. Г., Нвазе К. Ф., Казин Э. П. Достижение нулевого голода. Критическая роль инвестиций в социальную защиту и сельское хозяйство. ФАО ООН. Рим, 2016. URL: <http://www.fao.org/3/a-i4951r.pdf> (дата звернення: 12.09.2017).

427. Симанков В. С., Шопін А. В., Бучацький П. Ю. Моделювання інсоляції при управлінні фотовітроенергетичними системами. *Тр. ФОРА*. 2000. №5. С. 67–71.

428. Симочко Л. Ю., Дем'янюк О. С. Екологія мікробного ценозу ґрунту при вирощуванні озимої пшениці на чорноземі глибокому. *Агроекологічний журнал*. 2003. № 3. С. 27-31.

429. Системи землеробства на зрошуваних землях України / за наук. ред. Р. А. Вожегової. Київ: Аграр. наука, 2014. 360 с.

430. Скидан М. С., Скидан В. О. Реакція гороху на зрошення та фон живлення в умовах рисових зрошувальних систем південного Степу України. *Вісник Центру наукового забезпечення АПВ Харківської області*. 2013. Вип. 15. С. 112–118.

431. Скорупський Б. В. Застосування агрометеорологічної моделі урожайності для оптимізації розміщення сільськогосподарських культур в Україні. *Наук. праці УкрНДГМІ*. 2002. Вип. 250. С. 381–388.

432. Соболева Г. В., Уваров В. Н. Использование физиологических методов в селекции гороха на засухоустойчивость. *Земледелие*. 2015. № 4. С. 37–38.

433. Стригун В. М. Вплив добору на структуру гібридної популяції у гороху. *Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин*. 2013. № 2. С. 56–57.

434. Стригун В. М. Оцінювання сортів гороху овочевого (*Pisum sativum* L.) за показниками якості зеленого горошку та насіння. *Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин*. 2014. № 1. С. 28–30.

435. Субін В. С., Олефіренко В. І. Інтегрований захист рослин : підручник. Київ: Вища освіта, 2004. 336 с., іл.

436. Таран Н.Ю., Бацманова Л.М., Лопатько К.Г., Каленська С.М. Технологія екологічно безпечного використання нанопрепаратів у адаптивному рослинництві. *Фізика живого*. 2011. Т. 19, № 2, . С.54–58.
437. Тарарико Ю. А. Формирование устойчивых агросистем. Київ: ДИА, 2007. 560 с.
438. Тарарико Ю. О. Розробка ґрунтозахисних ресурсо- та енергозберігаючих систем ведення сільськогосподарського виробництва з використанням комп'ютерного програмного комплексу. Київ: Нора-Друк, 2002. 122 с.
439. Тараріко Ю. О., Несмашна О. Е., Глущенко Л. Д. Енергетична оцінка систем землеробства і технологій вирощування сільськогосподарських культур: методичні рекомендації. Київ: Нора-прінт, 2001. 59 с.
440. Тараріко Ю. О., Несмашна О. Е., Глущенко Л. Д. Енергетична оцінка систем землеробства і технологій вирощування сільськогосподарських культур: методичні рекомендації. Київ: Нора-прінт, 2001. 59 с.
441. Телекало Н. В. Економічна оцінка ефективності технології вирощування гороху посівного. *Сільське господарство та лісівництво*. 2016. № 4. С. 63–71.
442. Телекало Н. В. Формування показників індивідуальної продуктивності зерна інтенсивних сортів гороху. *Наукові праці інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. 2014. Вип. 22. С. 78–83.
443. Терентьев О. В. Ресурсосберегающие технологии для производства зерна в степных районах Поволжья. *Главный агроном*. 2007. №6. С. 23.
444. Тимина Л. Т. Защита овощного гороха от вредителей и болезней. *Картофель и овощи*. 1987. № 2. С. 24–32.
445. Топчий Н. М., Сиваш О. О. Структурнофункціональні характеристики фотосинтетичного апарату гороху (*Pisum sativum* L.) в умовах варіації спектрального складу світла в червоному діапазоні. *Український ботанічний журнал*. 2005. Т. 62, № 4. С. 581–588.
446. Торопова Е. Ю., Стецов Г. Я., Чулкина В. А.

Эпифитотологические основы систем защиты растений. / под ред. Чулкиной В. А. Новосибирск: Изд-во Максачук, 2002. 578 с.

447. Третьяк А. М., Бобміндра Д. І. Земельні ресурси України та їх використання. Київ, 2003. 144 с.

448. Троцкая Г. Н., Гадимов А. Г., Измайлоф С. Ф. Роль малых доз нитрата и симбиотически фиксированного азота в азотном питании сои в онтогенезе. *Физиология растений*. 1983. С.448–457.

449. Туев Н. А. Микробиологические процессы гумусообразования. Москва: Агропромиздат, 1989. 23 с.

450. Тютюрев С. Л. Научные основы индуцированной болезнестойчивости растений. Санкт-Петербург: РАСХН ВНИИЗР, 2002. 328 с.

451. Уваров В. Н., Костикова Н. О., Задорин А. М. Результаты селекции на урожайность и качество семян гороха. *Земледелие*. 2015. №5. С. 40–41.

452. Узбек И. Х. Целюлозоразрушающие микроорганизмы как компонент биологического фактора почвообразования. *Екологія та ноосферологія*. Т. 17. № 1-2. Київ-Дніпропетровськ, 2006. С. 11-16.

453. Уоссермен Ф. Нейрокомпьютерная техника: теория и практика. Москва: Вега, 2001. С. 27–30.

454. Ушаков А. В. Пространственный анализ в сельском хозяйстве: подход с использованием ГИС. Москва: Дата+, 2005. С. 38–50.

455. Ушкаренко В. О., Андрусенко І. І., Пилипенко Ю. В. Екологізація землеробства і природокористування в Степу України. *Таврійський науковий вісник*. Херсон: Айлант, 2005. Вип. 38. С. 168–175.

456. Ушкаренко В. О., Вожегова Р. А., Голобородько С. П., Коковіхін С. В. Статистичний аналіз результатів польових дослідів у землеробстві: монографія. Херсон: Айлант, 2013. 403 с.

457. Ушкаренко В. О., Нікіщенко В. Л., Голобородько С. П., Коковіхін С. В. Свідectво про реєстрацію авторського права на твір 23853. Твір науково-технічного характеру «Програмно-інформаційний комплекс (ПІК)

«Agrostat». Дата реєстрації 06.03.2008 р. 3 с.

458. Ушкаренко В. О., Нікіщенко В. Л., Голобородько С. П., Коковіхін С. В. Дисперсійний і кореляційний аналіз у землеробстві та рослинництві: навч. посіб. Херсон: Айлант, 2008. 272 с.

459. Федин П. Е. Влияние влажности почвы на водообмен зернобобовых культур. *Научные труды ВНИИ зернобобовых культур*. Орел: Труд, 1972. Вып. 4. С. 137–146.

460. Федоров М. М., Ходаківська О. В., Корчинська С. Г., Солов'яненко Н. А. Стратегічні напрями розвитку земельних відносин у сільському господарстві на період до 2020 року / за ред. Ю. О. Лупенко, М. М. Федорова. Київ: ННЦ «ІАЕ», 2012. – 58 с.

461. Федорович Г. Т. Вплив обробки насіння АФБ на продуктивність гороху та значення культури для екологічного землеробства. *Наукові праці Чорноморського державного університету імені Петра Могили*. 2012. Т. 203, Вип. 191. С. 85–87.

462. Федорчук М. І., Коковіхін С. В., Каленська С. М., Дробітько А. В. та ін. Науково-теоретичні засади та практичні аспекти формування екологобезпечних технологій вирощування та переробки сорго в степовій зоні України: монографія. Херсон: ФОП Бояркін Д.М., 2017. 208 с.

463. Федорчук М. І., Коковіхін С. В., Каленська С. М., Рахметов Д. Б., Коваленко О. А., Федорчук В. Г., Філіпова І. М., Рахметов С. Д., Дробітько А. В., Панфілова А. В. Агротехнологічні аспекти вирощування енергетичних культур в умовах півдня України: навч. посіб. / за ред. М. І. Федорчука. Херсон: ФОП Бояркін Д.М., 2017. 160 с.

464. Федорчук М. І., Гавриш В. І., Чернова А. В., Грубань В. А. Енергетична оцінка технології вирощування сорго в умовах півдня Миколаївської області. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2020. Вип. № 4. С. 35-44.

465. Федорчук М. І., Коковіхін С. В., Каленська С. М., Рахметов Д. Б., Федорчук Є. М., Полівода О. М., Федорчук В. Г. Методичні рекомендації з

інноваційних технологій вирощування та переробки сорго для використання в якості альтернативних джерел енергії. Херсон: ФОП Бояркін Д.М., 2017. 22 с.

466. Фомин В. С., Коробова Н. А. Этапы селекции гороха в Каменной Степи. *Селекция и семеноводство*. 2004. № 4. С. 2–4.

467. Фургал О. П., Дробітько А. В. Вплив способів сівби та механізованого догляду за посівами на ріст, розвиток і врожайність сої в умовах Миколаївської області. *Перлини степового краю*: матер. III регіон. наук.-практ. конференції студентів, аспірантів та молодих вчених (м. Миколаїв, 26-28 жовтня 2011 р.). Миколаїв: МДАУ, 2006. С. 102–103.

468. Хангильдин В. В., Бирюков С. В. Проблема гомеостаза в генетико-селекционных исследованиях. *Генетико-цитологические аспекты в селекции с.-х. растений*. 1984. № 1. С. 67–76.

469. Харченко О. В. Основи програмування врожаїв с.-г. культур: навч. посіб. / за ред. В. О. Ушкаренка. 2-е вид., перероб. і доп. Суми: Університетська книга, 2003. 296 с.

470. Химический состав зерна и соломы гороха при внесении микроудобрений. *Почвоведение и агрохимия*. 1988. Вып 24. С. 115–120

471. Хомчак М. Е. Влияние микроэлементов на рост растений гороха. Київ, 1968. С. 87–90.

472. Хотянович А. В. Микробные препараты: технологии их производства и применение в растениеводстве: 9-й Баховский Коллоквиум по азотфиксации. Москва, 24–26 января 1995. Пушкино, 1995. С. 101–103.

473. Цавкелова Е. А., Климова С. Ю., Чердынцева Т. А., Нетрусов А. И. Микроорганизмы – продуценты стимуляторов роста растений и их практическое применение. *Прикл. биохим. микробиол.* 2006. Т. 42, № 2. С. 133–143.

474. Царенко О. М., Злобін Ю. А., Скляр В. Г., Панченко С. М. Комп'ютерні методи в сільському господарстві та біології: навч. посіб. Суми: Університетська книга, 2000. 203 с.

475. Цыганков А. В., Цыганкова М. Ю. Продукционный процесс и элементы сортовой технологии яровой мягкой пшеницы в сухостепной зоне Казахстана. *Известия Самарского научного центра Российской академии наук*. 2015. Т. 17. № 4(3). С. 526–537.

476. Чекригін П. М. Досягнення та перспективи селекції гороху. *Генетика і селекція в Україні на межі тисячоліть* Київ: Логос, 2001. Т. 3. С. 145–150.

477. Черенков А. В., Клиша А. І., Гирка А. Д., Кулініч О. О. Зернобобові культури: сучасні технології вирощування: монографія / за ред. А. В. Черенкова. Дніпропетровськ: Акцент ПП, 2014. 110 с.

478. Чернюк А. П. Перспективи та технологія вирощування гороху. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. 2013. Вип. 18. С. 69–72.

479. Четвериков Н.С. Статистические и стохастические исследования. Москва: Госстатиздат, 1967. 548 с.

480. Чулкина В. А., Торопова Е. Ю., Павлова О. И., Воробьева И. Г., Ховалыг Н. А. Современные экологические основы интегрированной защиты растений. *Защита и карантин растений*. 2012. № 5. С. 18–21.

481. Шатилов Н. С., Замараев А. Г., Чаповская Г. В. Фотосинтетический потенциал и урожай зерновых. *Известия КГСХА*, 1979. №4. С. 18–29.

482. Шибанін В. С., Дробітько А. В., Вожегова Р. А., Марченко Т. Ю. Морфо-фізіологічні моделі гібридів кукурудзи в умовах зрошення південного степу України. *Розвиток аграрної галузі та впровадження наукових досліджень у виробництво: матер. Міжнар. наук.-практ. конф. (16–18 жовтня 2019 р., м. Миколаїв)*. Миколаїв: МНАУ, 2019. С. 3–4.

483. Шевелуха В. С. Регуляторы роста растений: сегодня и завтра. *Регуляторы роста растений: сб. науч. тр.* Ленинград, 1989. С. 3–4.

484. Шевченко А. М. Сортові ресурси гороху в Україні та їх використання в інших країнах світу. *Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин*. 2005. № 1. С. 75–81.

485. Шевченко А. О., Азаренкова А. С., Сайдак Р. В. Біологічний потенціал озимої пшениці та моделювання його продуктивного процесу. Системні дослідження та моделювання в землеробстві: зб. наук. праць. Київ: Нива, 1998. С. 126–141.

486. Шелепов В. В. Селекция интенсивных сортов озимой пшеницы, особенности их семеноводства и сортовой агротехники в условиях Степи и Лесостепи Украины: дисс... д-ра с.-х. наук в форме научного доклада: 06.01.05. Харьков. 1991. 84 с.

487. Шелепов В. В., Гаврилюк М. М., Чебаков М. П. Селекция, насінництво та сортознавство пшениці. Миронівка, 2007. 405 с.

488. Шелудько О. Д., Марковська О. Є., Біляєва І. М. Ефективність агрометодів та протруйника Селест Топ 312,5 FS, т.к.с.в захисті зрошуваної пшениці озимої від злакових мух. *Захист і карантин рослин*. 2014. Вип. 60. С. 515–521.

489. Шелудько О., Марковська О., Репілевський Є. Ефективність бакових сумішей гербіцидів та регуляторів росту на озимій пшениці. *Пропозиція*. 2013. № 6. С. 116–117.

490. Шепель Н. А. Сорго. Волгоград: Комитет по печати, 1994. 448 с.

491. Шерстобоева Е. В. Современные микробные препараты для сельского хозяйства. *Оптимізація структури агроландшафтів і раціональне використання ґрунтових ресурсів*. Київ, 2000. С. 92–93.

492. Шпаар Дн., Гипапп Х., Захаренко А., Каленская С., Каленский В. и др. Зерновые культуры / под общ. ред. Д. Шпаара. Киев: Зерно, 2012. 704 с.

493. Шпанев А. М., Лаптиеv А. Б. Защита гороха от вредных организмов. *Защита и карантин растений*. 2010. № 9. С. 44–47.

494. Штурм Г., Беккер Ф. А. Все про фази вегетації зернових культур. *Агроном*. 2011. №2. С. 50–55.

495. Щербаков С. И. Основные этапы реализации системы точного земледелия в современном сельском хозяйстве. *Вестник ФГОУ ВПО «МГАУ им. В.П. Горячкина»*. 2008. № 5. С. 112–115.

496. Ягодин Б. А., Вильяме М. В., Сазонов Ю. П. Продуктивность и размеры симбиотической фиксации азота растениями в зависимости от уровня азотного питания. *Физиология растений*. 1984. № 6. С. 11–36.

497. Ямковий В. Ю. Мінімалізація системи основного обробітку ґрунту під пшеницю озиму в Правобережному Лісостепу України: автореф... канд. с.-г. наук. Київ, 2010. 20 с.

498. Ярчук І. І. Вплив гідротермічних і агротехнічних факторів на урожайність озимої пшениці. *Таврійський науковий вісник*. Херсон. 2001. Вип. 18. С. 52–57.

499. Ящук Н. О. Відповідність показників якості зерна пшениці озимої (*Triticum aestivum* L.) вимогам стандарту залежно від сортових особливостей та факторів вирощування. Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин. 2013. № 2. С. 73-77.

500. Abbasi A. R., Hajirezaei M., Hofius D., Sonnewald U., Voll L.M. Specific Roles of α and γ Tocopherol in Abiotic Stress Responses of Transgenic Tobacco. *Plant Physiology*. 2007. V. 143, № 4. P. 1720–1738.

501. Adger N., Wreford A., Hulme M. Strategic Assessment of the Impacts, Damage Costs, and Adaptation Costs of Climate Change in Europe. Adaptation and Mitigation Strategies: Supporting European Climate Policy (ADAM project). *Tyndall Centre for Climate Change Research*. 2003. Technical Report №7. 20 p.

502. Allen R. G., Pereira L. S., Raes D., Smith M. Crop evapotranspiration – Guidelines for computing crop water requirements. FAO Irrigation and Drainage Paper 56. 1998. Rome, Italy: Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). URL: <http://www.fao.org/docrep/X0490E/X0490E00.htm> (дата звернення 12.03.2018).

503. Anon A. Effects of potassium on nitrogen fixation. *Better crops*. 1998. № 4. P. 30–31.

504. Asfaw S., Maggio G. Gender integration into climate-smart agriculture. Tools for data collection and analysis for policy and research. *Food and Agriculture Organization of the United Nations/ Rome*, 2016. 20 p.

505. Aslam M., Hant L. Photosynthesis and transpiration of the flag leaf in four spring wheat cultivars. *Plantc.* 1978. V. 141. № 1. P. 23–28.
506. Bassiouny H.M.S., Gabarah M.E., Ramadan A.A. Effect of antioxidants on growth yield and fauvism causative agents in seeds of *Vicia faba* plant grown under reclaimed sandy soil. *J. Agr.* 2005. V. 4 (4). P. 281–287.
507. Bell S., Morse S. Sustainability Indicators: Measuring the Immeasurable. Earthscan, London. 1999. P. 407–412.
508. Carlos Campillo, Rafael Fortes and Maria del Henar Prieto. *Solar Radiation Effect on Crop Production*. Intech. Spain. Published 21.03.2012. P. 53–62.
509. Cervato A. Pisello da industria. *Terra e vita*, 1983. V. 24, № 3. P. 43–45.
510. Crop Water and Irrigation Requirements Program of FAO (CROPWAT). URL:<http://www.fao.org/land-water/land/land-governance/land-resources-lanning-toolbox/category/details/en/c/1026559> (дата звернення 21.03.2019).
511. Dari P.J. Nitrogen fixation associated with non-legumes in agriculture. *Plant and Soil*. 1986. № 90. P. 303–334.
512. Does Improved Irrigation Technology Save Water? A Review of the Evidence. Discussion Paper on Irrigation and Sustainable Water Resources Management in the Near East and North Africa. *Policy Support and Governance*. URL: <http://www.fao.org/policy-support/resources/resources-details/en/c/897549> (дата звернення 07.09.2019).
513. Duke S. H., Collins M. Role of pottasium in lagume dinitrogen fixation Potassium in agriculture, 1985. P. 443–465.
514. Eaglesham A., Ha ssoura S., Seegers R. Fertilizer N – effectson on N 2 fixation by cowpea and soybean. *Agron. J.* 1983. V. 75. № 1. P. 61–65.
515. Evans J. Response of soybean – Rhizobium symbioses to mineral nitrogen. *Plant and Soil*. 1982. № 3. P. 439–442.
516. Fao irrigation and drainage paper by Pasquale Steduto (FAO, Land and Water Division, Rome, Italy) T. Hsiao (University of California, Davis, USA) Elias Fereres (University of Cordoba and IAS-CSIC, Cordoba, Spain) D. Raes

(KU Leuven University, Leuven, Belgium) Food and agriculture organization of the United Nations. Rome. 2012. № 66. P. 70.

517. FARG E., ARAFAT S.M., ABD EL-WAHED M.S., EL-GINDY A.M. 2012. Estimation of evapotranspiration ET_c and crop coefficient K_c of wheat, in south Nile Delta of Egypt using integrated FAO-56 approach and remote sensing data. The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Sciences. No. 15 p. 83–89.

518. Farri U. Sand World Agricultural Outlook. *Food and Agricultural Policy Research Institute*. USE, 2007. P. 55–59.

519. Fileccia T., Guadagni M., Hovhera V., Bernoux M. Ukraine : Soil fertility to strengthen climate resilience Preliminary assessment of the potential benefits of conservation agriculture. Rome : Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2014. 79 p.

520. Fischer R. A., Byerlee D., Edmeades G. O. Crop yields and global food security: Will yield increase continue to feed the world? *Australian Centre for International Agricultural Research*. 2014. No. 158. P. 52–59.

521. Frank S., Schmid E., Havlik P., Schneider U. A. and other The dynamic soil organic carbon mitigation potential of European cropland. *Global Environmental Change*. 2015. Vol. 35. P. 269–278.

522. Gomme R. An Introduction to the Art of Agrometeorological Crop Yield Forecasting Using Multiple Regression, Crop Yield Forecasting and Agrometeorology Sub-Project. Dhaka, UTF/BGD/029, ASIRP/DAE. 2001. Vol. 9. P. 124–125.

523. Hrytsyuk P. M. Evidence for Low Dimensional Chaos in Grain Production System of Ukraine. Material of the International Symposium RA08, Riga-Jurmala, 2008. P. 34–37.

524. Huashan L., Xianbiao B., Zhen L., Liang Z., Weibin M. Calculating the diffuse solar radiation in regions without solar radiation measurements. *Energy*. 2012. Vol. 44, № 1. P. 611–615.

525. Islam R., Reeder R. No-till and conservation agriculture in the United

States: An example from the David Brandt farm, Carroll, Ohio. *ScienceDirect*, 2014. P. 31–35.

526. Jemmett E. D. The biology and management of rattail fescue in winter wheat cropping systems. *Agronomy in Idaho*. 2006. Vol. 10. P. 112–121.

527. Jensen E. S. Symbiotic N₂ field bean estimated by N₁₅ fertilizer dilution in field experiments with barley as a reference crop. *Plant Soil*. 1986. № 92. P. 3–13.

528. Jensen E. The influence of rate and time of nitrate supply on nitrogen fixation and yield in pea (*Pisum sativum* L.) *Fertil. Res.*, 1986. № 3. P. 193–202.

529. Kuczer A. Efektywność ekonomiczna wycofania użytków rolnych z intensywnej uprawy. *Instrumenty i metody przeciwdziałania degradacji gleb użytkowanych rolniczo: materiały Warsztaty Naukowe, 8–9 październik 2015 r.* Puławy: IUNG-PIB, 2015. P. 70–71.

530. Land & Water. *Irrigation Management*. URL: <http://www.fao.org/land-water/water/water-management/irrigation-management/en> (дата звернення 07.09.2019).

531. Linquist B. A., Phengsouvanna V., Sengxue P. Benefits of organic residues and chemical fertilizer to productivity of rain-fed lowland rice and to soil nutrient balances. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*. 2007. 79(1): 59-72.

532. Me Neil Dol., La Rue T. A. Effect of nitrogen source on ureides in soybean. *Plant Physiol*. 1984. V. 74. № 2. P. 227–233.

533. Nicolas H. Stern. *The economics of climate change: the Stern review*. Great Britain: Treasury. 2008. 657 p.

534. Nikolic O., Zivanovic T., Jelic M., Djalovic I. Interrelationships between grain nitrogen content and other indicators of nitrogen accumulation and utilization efficiency in wheat plants. *Chilean Journal of Agricultural Research*. 2012. T. 72. № 1. P. 111–116.

535. Orabi S. A., Abdelhamid V. N. Protective role of atocopherol on two *Vicia Faba* cultivars against seawater-induced lipid peroxidation by enhancing capacity of antioxidative system. *J. of the Saudi Soc. of Agr. Sci.* 2014. V. 14, № 1.

P. 82–92.

536. Panfilova A., Korkhova M., Gamayunova V., Fedorchuk M., Drobitko A., Nikonchuk N., Kovalenko O. Formation of photosynthetic and grain yield of spring barley (*Hordeum vulgare* L.) depend on varietal characteristics and plant growth regulators. *Agronomy Research*. 2019. 17(2). P. 608–620.

537. Panfilova A., Mohylnytska A., Gamayunova V., Drobitko A., Tyshchenko S. Modeling the impact of weather and climatic conditions and nutrition variants on the yield of spring barley varieties (*Hordeum vulgare* L.). *Agronomy Research*, 2020, 18 (Special Issue 2), P. 1388–1403.

538. Patyka V. P., Podoba L. V., Nikolaenko A. N. Biological nitrogen – ecologica; dangerless fertilizers. *Вісник ХДАУ*. 2001. № 4. С.64–66.

539. Pavelic P., Xayviliya O., Ongkeo O. Pathways for effective groundwater governance in the least-developed country context of the Lao PDR. *Water International*. 2014. Vol. 39(4). P. 469–485.

540. Positive prospects for solar-powered irrigation systems FAO offers guidance on how to make the most of innovation and guard against water waste. URL: <http://www.fao.org/news/story/en/item/1114618/icode> (дата звернення 25.12.2018).

541. Prospects for solar-powered irrigation systems in developing countries. *International workshop*. URL: <http://www.fao.org/land-water/news-archive/news-detail/en/c/319850> (дата звернення 10.12.2017).

542. Russel A. P., Vosa P. B., Mafsu E. et al. Field Evolution of N₂ fixation and utiliation by Phaseolis bean varieties, determined by N₁₅ – isotore dilution. *Plant and Soil*. 1982. V. 65, № 3. P. 397–401.

543. Sadras V. O., Cassman K. G. G., Grassini P. and etc. Yield gap analysis of field crops. Methods and case studies. *FAO Water Reports*. Rome, Italy. 2015. No. 41. 82 p.

544. Sakr M. T., ElMetwally M. A. Alleviation of the harmful effects of soil salt stress on growth, yield and endogenous antioxidant content of wheat plant by application of antioxidant. *Pakistan J. of Biol. Sci.* 2009. V. 12 (8). P. 624–630.

545. Sattler S. E., Gilliland L. U., MagallanesLundback M., Pollard M., DellaPenna D. Vitamin E Is Essential for Seed Longevity and for Preventing Lipid Peroxidation during Germination. *The Plant Cell*. 2004. V.16. P. 1419–1432.

546. Schonhart M., Schauppenlehner T., Kuttner M., Kirchner M. and other Climate change impacts on farm production, landscape appearance, and the environment: Policy scenario results from an integrated field-farm-landscape model in Austria. *Agricultural Systems*. 2016. Vol. 145. P. 39–50. <http://dx.doi.org/10.1016/j.agsy.2016.02.008>.

547. Seguin P. Soybean tocopherol concentrations are affected by crop management. *J. of agricultural and food chemistry*. 2010. № 9. P. 5495–5501.

548. Semida W. M., Taha R. S., Abdelhamid M. T., Rady M. M. Foliarapplied α tocopherol enhances salttolerance in *Vicia faba* L. plants grown under saline conditions. *South African J. of Botany*. 2014. V. 95. P. 24–31.

549. Shi Q., Lai X. Identifying the underpin of green and low carbon technology innovation research: A literature review from 1994 to 2010. *Technological Forecasting and Social Change*. 2013. Vol. 80. Issue 5. P. 839–864.

550. Silsbury J. H., Catchpoole D.V., Wallace W. Effekts of nitrogenous activity of subterranean clover. *Austr. J. Plant Physion*. 1986. V. 13, № 2. P. 257–261.

551. Smith M. CLIMWAT for CROPWAT: A climatic database for irrigation planning and management. *FAO Irrigation and Drainage Paper*. 1993. No. 49. Rome, Italy: Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). P. 21–25.

552. Sterman J. *Business Dynamics: Systems Thinking and Modeling for a Complex World*. New York Irwin, 2000. P. 122–127.

553. Suhardiman D., Giordano M., Leebouapao L., Keovilignavong O. Farmers' strategies as building block for rethinking sustainable intensification. *Agriculture and Human*. 2016. Val. 33(3). P. 563–574.

554. Šukalović V.H.T., Vuletić M., Vučinić Ž. Plasma membranebound phenolic peroxidase of maize roots: *in vitro* regulation of activity with NADH and

ascorbate. *Plant science*. 2003. V.165. № 6. P. 1429–1435.

555. Vozhehova R. A., Kokovikhin S. V., Lykhovyd P. V., Vozhehov S. H., Drobitko A. V. Artificial croplands and natural biosystems in the conditions of climatic changes: Possible problems and ways of their solving in the South Steppe Zone of Ukraine. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*. 2018. November-December. Vol. 9(6). P. 331-340.

556. Vozhehova R. A., Lavrynenko Y. O., Kokovikhin S. V., Lykhovyd P. V., Biliaieva I. M., Drobitko A. V., Nesterchuk V. V. Assessment of the CROPWAT 8.0 software reliability for evapotranspiration and crop water requirements calculations. *Journal of water and land development*. 2018. No39. (X-XII). P. 147-142.

557. Vozhehova R. A., Lavrynenko Yu. O., Biliaieva I. M., Kokovikhin S.V., Lykhovyd P. V., Drobitko A.V., Nesterchuk V. V., Vozhehov S. H. Sustainable agriculture in conditions of climate changes: Possible problems and ways of their solving in the South Steppe zone of Ukraine. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2018. № 8 (3). P. 75–82.

558. Wheat. Data preview 1961–2010. URL: <http://www.fao.org/faostat/en/#search/winter%20wheat> (дата звернення 12.09.2018).

559. WOFOST. URL: <https://www.wur.nl/en/Research-Results/Research-Institutes/Environmental-Research/Facilities-Products/Software-and-models/WOFOST/Support-WOFOST.htm> (дата звернення 01.10.2020).

560. Yorukoglu M., Celik A.N. A critical review on the estimation of daily global solar radiation from sunshine duration. *Energy Conversion and Management*. 2006. Vol. 47, № 15-16. P. 24–36.

561. Zessner M., Schönhart M., Parajka J., Trautvetter H. A novel integrated modelling framework to assess the impacts of climate and socio-economic drivers on land use and water quality. *Science of The Total Environment*. 2017. Vol. 579. P. 1137–1151. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.11.092>.

ДОДАТКИ

Додаток А.1

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Монографії та навчальні посібники

1. Агротехнологічні аспекти вирощування енергетичних культур в умовах півдня України: навчальний посібник / М. І. Федорчук, С. В. Коковіхін, С. М. Каленська, Д. Б. Рахметов, О. А. Коваленко, В. Г. Федорчук, І. М. Філіпова, С. Д. Рахметов, **А. В. Дробітько**, А. В. Панфілова / за ред. М. І. Федорчука. Херсон: ФОП Бояркін Д.М., 2017. 160 с. *(здобувачем проаналізовано літературу, проведені польові дослідження з зерновими культурами, отримано експериментальні дані, сформульовано висновки).*

2. Федорчук М. І., Коковіхін С. В., Каленська С. М., **Дробітько А. В.** та ін. Науково-теоретичні засади та практичні аспекти формування екологобезпечних технологій вирощування та переробки сорго в степовій зоні України: монографія. Херсон: ФОП Бояркін Д.М., 2017. 208 с. *(здобувачем проаналізовано літературу, проведені польові дослідження з зерновими культурами, отримано експериментальні дані, сформульовано висновки).*

3. Вожегова Р. А., Малярчук М. П., **Дробітько А. В.** та ін. Наукове обґрунтування напрямів адаптації систем землеробства до кліматичних змін та забезпечення продовольчої безпеки. *Наукові основи адаптації систем землеробства до змін клімату в Південному Степу України*: колект. моногр. / за ред. чл.-кор. НААН Вожегової Р. А. Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2018. С. 8-39 *(здобувачем проаналізовано літературу, проведені польові дослідження з зерновими й зернобобовими культурами, одержано експериментальні дані, сформульовано висновки).*

4. Заєць С. О., Коваленко О. А., Василенко Р. М., Онуфран Л. І.,

Нетіс В. І., **Дробітько А. В.**, Фундират К. С., Кисіль Л. Б. Ресурсозберігаючі екологічно безпечні технології вирощування зернових культур на зрошуваних землях півдня України. *Наукові основи адаптації систем землеробства до змін клімату в Південному Степу України*: колект. моногр. / за ред. чл.-кор. НААН Вожегової Р. А. Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2018. С. 500-574 (здобувачем проаналізовано літературу, проведені польові дослідження з зерновими й зернобобовими культурами, одержано експериментальні дані, сформульовано висновки).

5. Польовий А. М., Божко Л. Ю., Шобанін В. С., Бабенко Д. В., **Дробітько А. В.**, Федорчук М. І. Агрометеорологія: навчальний посібник. Миколаїв: МНАУ, 2019. 413 с. (здобувачем проаналізовано літературу, проведені польові дослідження з зерновими й зернобобовими культурами, встановлено вплив на продуктивність рослин погодних умов, сформульовано висновки).

6. Вожегова Р.А., Коковіхін С. В., **Дробітько А. В.** та ін. Наукове обґрунтування агротехнологій на зрошуваних і неполивних землях зони Степу України в умовах змін клімату. Херсон: Айлант, 2021. 224 с. (здобувачем проаналізовано літературу, проведені польові дослідження з зерновими та зернобобовими культурами, одержано експериментальні дані, сформульовано висновки).

7. **Дробітько А. В.** Агроекологічні основи оптимізації технологій вирощування зернових і зернобобових культур у Південному Степу України: монографія. Херсон: Айлант, 2021. 184 с.

Статті у фахових виданнях України

8. **Дробітько А. В.**, Дробітько О. М., Мазец Ж. Е. Урожайність різних сортів сої в умовах Південно-Західного Степу України залежно від способу сівби *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2006. Спец. вип. 4(37). Т 1. С. 67–71 (здобувачем проаналізовано літературу, проведені польові дослідження, підготовлено статтю до друку).

9. Бобров С. О, **Дробітько А. В.** Високоврожайні та високоякісні сорти польових культур для формування сортової посівів у господарствах Миколаївської області. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2008. Вип. 3(46). Т 2. С. 17–20 (*здобувачем проаналізовано літературу, проведені польові дослідження, отримано експериментальні дані, підготовлено статтю до друку*).

10. Коковіхін С. В., **Дробітько А. В.** Оптимізація режимів зрошення основних сільськогосподарських культур з використанням імітаційного моделювання та програмних засобів. *Зрошуване землеробство: збірник наукових праць*. Херсон: «Олді-плюс». 2010. Вип. 53. С. 107–116 (*здобувачем проаналізовано літературу, проведені польові дослідження, отримано експериментальні дані, підготовлено статтю до друку*).

11. Ісакова Г. М., Коковіхін С. В., Влашук О. С., **Дробітько А. В.** Кореляційно-регресійне моделювання продуктивності кукурудзи залежно від динаміки показників гумусу та макроелементів в умовах півдня України. *Зрошуване землеробство: збірник наукових праць*. Херсон: «Олді-плюс», 2010. Вип. 54. С. 177–183 (*здобувачем проаналізовано літературу, проведені польові дослідження, отримано експериментальні дані, підготовлено статтю до друку*).

12. **Дробітько А. В.**, Нікончук Н. В. Структура рослин та урожайність кукурудзи залежно від способу сівби і густоти рослин. *Наукові праці. Екологія*. 150(138), 2011. С. 15–17 (*здобувачем проаналізовано літературу, проведені польові дослідження, отримано експериментальні дані, підготовлено статтю до друку*).

13. Коковіхін С. В., **Дробітько А. В.** Прогнозування водопотреби сільськогосподарських культур та формування графіків поливів з використанням програми “CROPWAT”. *Зрошуване землеробство*. Херсон, 2011. Вип. 55. С. 298–303 (*здобувачем проаналізовано літературу, проведені польові дослідження, отримано експериментальні дані, підготовлено статтю до друку*).

14. Вожегова Р. А., Конащук І. О., Бояркіна Л. В., Коковіхін С. В., Найдьонов В. Г., **Дробітько А. В.** Науково-практичні аспекти впровадження ресурсоощадних інноваційних проектів у зрошуване землеробство півдня України. *Зрошуване землеробство: збірник наукових праць*. Херсон: Айлант, 2011. Вип. 56. С. 39–47 (*здобувачем проаналізовано літературу, проведені польові дослідження, отримано експериментальні дані, підготовлено статтю до друку*).

15. Вожегова Р. А., Голобородько С.П., Коковіхін С. В., **Дробітько А. В.** Стан і перспективи розвитку водних меліорацій в Південному Степу України. *Зрошуване землеробство: збірник наукових праць*. Херсон: Айлант, 2012. Вип. 57. С. 39–47 (*здобувачем проаналізовано літературу, проведені польові дослідження, отримано експериментальні дані, підготовлено статтю до друку*).

16. Вожегова Р. А., Коковіхін С. В., Конащук І.О., Бояркіна Л. В. , **Дробітько А. В.** Науково-практичні аспекти впровадження ресурсоощадних інноваційних проектів у зрошуване землеробство півдня України. *Зрошуване землеробство: збірник наукових праць*. Херсон: Айлант, 2012. Вип. 58. С. 24–28 (*здобувачем проаналізовано літературу, проведені польові дослідження, отримано експериментальні дані, підготовлено статтю до друку*).

17. Коковіхін С. В., Ларченко О. В., Донець А. О., **Дробітько А. В.** Моделювання складових елементів технологій вирощування сільськогосподарських культур з використанням інформаційних засобів. *Зрошуване землеробство: збірник наукових праць*. Херсон: Айлант, 2013. Вип. 59. С. 191–193 (*здобувачем проаналізовано літературу, проведені польові дослідження, отримано експериментальні дані, підготовлено статтю до друку*).

18. Коковіхін С. В., Писаренко П.В., Пилярський В.Г., Ніколайчук М.Г., Нікішов О.О., **Дробітько А. В.** Оптимізація структури посівних площ на зрошуваних землях з урахуванням показників гідромодулю системи та

біологічних потреб культур. *Зрошуване землеробство: збірник наукових праць*. Херсон: Айлант, 2013. Вип. 60. С. 30–32 (здобувачем проаналізовано літературу, проведені польові дослідження, отримано експериментальні дані, підготовлено статтю до друку).

19. **Дробітько А. В.** Дробітько О. М. Вплив способів сівби та норм висіву на урожайність насіння сої. *Вісник Житомирського національного агроекологічного університету*. Серія «Агрономія і біологія». 2014. №1 (39). Т. 1. С. 39–43 (здобувачем проаналізовано літературу, проведені польові дослідження, отримано експериментальні дані, підготовлено статтю до друку).

20. Коковіхін С. В., Ніколайчук М.Г., Пилярський В.Г., **Дробітько А. В.** Нормування витрат поливної води на рівні сівозміни та господарства з використанням сучасних інформаційних технологій. *Зрошуване землеробство: міжвідомчий тематичний науковий збірник*. – Херсон: Грінь Д.С., 2014. Вип. 61. С. 63–65 (здобувачем проаналізовано літературу, проведені польові дослідження, отримано експериментальні дані, підготовлено статтю до друку).

21. **Дробітько А. В.** Дробітько О. М. Вплив способів сівби на продуктивність насіння сої в умовах Північного Степу Миколаївської області. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. Серія «Агрономія і біологія». 2014. Вип. 3(27). С. 160-163 (здобувачем проаналізовано літературу, проведені польові дослідження, отримано експериментальні дані, підготовлено статтю до друку).

22. Вожегова Р.А., Лавриненко Ю.О., Коковіхін С.В., Писаренко П.В., Біляєва І.М., **Дробітько А. В.** Наукове обґрунтування режимів зрошення з врахуванням біологічних потреб рослин та технологічних параметрів зрошувальних систем. *Зрошуване землеробство: збірник наукових праць*. Херсон: Грінь Д.С., 2014. Вип. 62. С. 36–39 (здобувачем проаналізовано літературу, проведені польові дослідження, отримано експериментальні дані, підготовлено статтю до друку).

23. **Дробітько А. В.**, Дробітько О. М., Данілов І. В. Вплив інокулянтів і Оптимайз на врожайність та якість сортів сої в умовах Північного Степу. *Наукові праці. Екологія*. 256(244), 2015. С. 42–45 (здобувачем проаналізовано літературу, проведені польові дослідження, отримано експериментальні дані, підготовлено статтю до друку).

24. Вожегова Р. А., Коковіхін С. В., Біляєва І. М., **Дробітько А. В.** Перспективи використання інформаційних систем для агрометеорологічного забезпечення зрошуваного землеробства в умовах півдня України. *Зрошуване землеробство: збірник наукових праць*. Херсон: Грінь Д.С., 2015. Вип. 64. С. 5–8 (здобувачем проаналізовано літературу, проведені польові дослідження, отримано експериментальні дані, підготовлено статтю до друку).

25. Вожегов С. Г., Коковіхін С. В., Зоріна Г. Г., **Дробітько А. В.** Науково-практичні аспекти моделювання режимів зрошення культур рисової сівозміни за допомогою програмного комплексу CROPWAT. *Зрошуване землеробство: збірник наукових праць*. Херсон: Грінь Д.С., 2016. Вип. 65. С. 54–58 (здобувачем проаналізовано літературу, проведені польові дослідження, отримано експериментальні дані, підготовлено статтю до друку).

26. Вожегова Р. А., Коковіхін С. В., **Дробітько А. В.** Формування продуктивності сортів сої під впливом інокуляції в умовах Степу України. *Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН*. 2019. № 28. С. 97–108 (здобувачем проаналізовано літературу, проведені польові дослідження, отримано експериментальні дані, підготовлено статтю до друку).

27. Панфілова А. В., Гамаюнова В. В., **Дробітько А. В.** Урожайність пшениці озимої залежно від попередника та біодеструктора стерні. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2019. № 3. С. 19–25 (здобувачем проаналізовано літературу, проведені польові дослідження, отримано експериментальні дані, підготовлено статтю до друку).

28. **Дробітько А. В.**, Коковіхін С. В., Заєць С. О. Продуктивність та економіко-енергетична ефективність технології вирощування сортів ячменю озимого в умовах Південного Степу України. *Зрошуване землеробство*. Херсон, 2019. Вип. 72. С. 130–135 (здобувачем проаналізовано літературу, проведені польові дослідження, отримано експериментальні дані, підготовлено статтю до друку).

29. Гадзало Я. М., Вожегова Р. А., Коковіхін С. В., Біляєва І. М., **Дробітько А. В.** Наукове обґрунтування технологій вирощування кукурудзи на зрошуваних землях із урахуванням гідротермічних чинників і змін клімату. *Зрошуване землеробство*. Херсон, 2020. Вип. 73. С. 21–26 (здобувачем проаналізовано літературу, проведені польові дослідження, отримано експериментальні дані, підготовлено статтю до друку).

30. **Дробітько А. В.**, Вожегова Р. А., Коковіхін С. В., Біляєва І. М. Ефективність використання посівами сої сонячної енергії та ґрунтової вологи на зрошуваних і неполивних землях. *Зрошуване землеробство*. Херсон, 2020. Вип. 74. С. 35–41 (здобувачем проаналізовано літературу, проведені польові дослідження, отримано експериментальні дані, підготовлено статтю до друку).

31. Вожегова Р. А., Дробітько О. С., Шибанін В. С., **Дробітько А. В.** Вирощування гібридів кукурудзи інтенсивного типу в умовах змін клімату за зрошення. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2020. Вип. 67(2). С. 29–43 (здобувачем проаналізовано літературу, проведені польові дослідження, отримано експериментальні дані, підготовлено статтю до друку).

Статті у закордонних виданнях, включених до міжнародної бази цитування Scopus та Web of Science

32. Vozhehova R. A., Kokovikhin S. V., Lykhovyd P. V., Vozhehov S. H., **Drobitko A. V.** Artificial croplands and natural biosystems in the conditions of climatic changes: Possible problems and ways of their solving in the South Steppe

Zone of Ukraine. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*. 2018. November-December. Vol. 9(6). P. 331-340 (здобувачем проаналізовано літературу, проведені польові дослідження, отримано експериментальні дані, підготовлено статтю до друку).

33. Vozhehova R. A., Lavrynenko Y. O., Kokovikhin S. V., Lykhovyd P. V., Biliaieva I. M., **Drobitko A. V.**, Nesterchuk V. V. Assessment of the CROPWAT 8.0 software reliability for evapotranspiration and crop water requirements calculations. *Journal of water and land development*. 2018. No39. (X-XII). P. 147-142 (здобувачем проаналізовано літературу, проведені польові дослідження, отримано експериментальні дані, підготовлено статтю до друку).

34. Panfilova A., Korkhova M., Gamayunova V., Fedorchuk M., **Drobitko A.**, Nikonchuk N., Kovalenko O. Formation of photosynthetic and grain yield of spring barley (*Hordeum vulgare* L.) depend on varietal characteristics and plant growth regulators. *Agronomy Research*. 2019. 17(2), 608–620 (здобувачем проаналізовано літературу, проведені польові дослідження, отримано експериментальні дані, підготовлено статтю до друку)..

35. Vozhehova R. A., Lavrynenko Yu. O., Biliaieva I. M., Kokovikhin S.V., Lykhovyd P. V., **Drobitko A.V.**, Nesterchuk V. V., Vozhehov S. H. Sustainable agriculture in conditions of climate changes: Possible problems and ways of their solving in the South Steppe zone of Ukraine. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2018. № 8 (3). P. 75–82 (здобувачем проаналізовано літературу, проведені польові дослідження, отримано експериментальні дані, підготовлено статтю до друку).

36. Panfilova A., Mohylnytska A., Gamayunova V., **Drobitko A.**, Tyshchenko S. Modeling the impact of weather and climatic conditions and nutrition variants on the yield of spring barley varieties (*Hordeum vulgare* L.). *Agronomy Research*, 2020, 18 (Special Issue 2), P. 1388–1403 (здобувачем проаналізовано літературу, проведені польові дослідження, отримано експериментальні дані, підготовлено статтю до друку).

Статті в інших виданнях

37. Вожегова Р., Влащук А., Дробіт О., Шебанін В., **Дробітько А. В.** Догляд за посівами кукурудзи у весняно-літній період в умовах Південного Степу України. *AgroOne*. 2019. № 6 (43). С. 20–21 *(здобувачем проаналізовано літературу, проведені польові дослідження, отримано експериментальні дані, підготовлено статтю до друку)*.

38. Вожегова Р., Дробітько О., Шебанін В., **Дробітько А.** Догляд за посівами кукурудзи в весняно-літній період в умовах Південного Степу України. *Агроном*. 2019. №6 (43). URL: <https://www.agroone.info/publication/dogljad-za-posivami-kukurudzi-v-vesnjano-litnij-period-v-umovah-pivdenного-stepu-ukraini> (дата звернення: 27.05.2019 р.) *(здобувачем проаналізовано літературу, проведені польові дослідження, отримано експериментальні дані, підготовлено статтю до друку)*.

39. Коковихин С. В., Биднина И. А., Шарий В. А., Червань А. Н., **Дробітько А. В.** Оптимизация агротехнологического процесса возделывания сельскохозяйственных культур на орошаемых землях с использованием информационных технологий. *Почвоведение и агрохимия: научный журнал*. 2020. № 2(65), июль – декабрь 2020 г. Минск: Институт почвоведения и агрохимии. С. 63–71 *(здобувачем проаналізовано літературу, проведені польові дослідження, отримано експериментальні дані, підготовлено статтю до друку)*.

Методичні рекомендації

40. Агротехнологічні вимоги до сівби озимих культур під урожай 2019 року у Південному Степу України: науково-практичні рекомендації / уклад. : Р. А. Вожегова, С. О. Заєць, А. М. Коваленко, **А. В. Дробітько** [та ін.]. Миколаїв, 2018. 44 с. *(здобувачем проаналізовано літературу, проведені польові дослідження, отримано експериментальні дані, сформульовано рекомендації виробництву)*.

41. Комплекс весняно-польових робіт в господарствах Миколаївської області в 2018 році: науково-практичні рекомендації / Р. А. Вожегова, А. М.

Коваленко, С. О. Заєць, **А. В. Дробітько** [та ін.]. Миколаїв : Іліон, 2018. 76 с. *(здобувачем проаналізовано літературу, проведені польові дослідження, отримано експериментальні дані, сформульовано рекомендації виробництву).*

42. Методичні рекомендації з оптимізації технології вирощування зернових культур на зрошуваних і неполивних землях Південного Степу України / Вожегова Р. А., **Дробітько А. В.**, Лавриненко Ю. О., Коковіхін С. В., Писаренко П. В., Малярчук М. П. Херсон: ІЗЗ НААН, 2019. 16 с. *(здобувачем проаналізовано літературу, проведені польові дослідження, отримано експериментальні дані, сформульовано рекомендації виробництву).*

43. Методичні рекомендації з оптимізації технології вирощування пшениці озимої в умовах Південного Степу України / Вожегова Р. А., **Дробітько А. В.**, Заєць С. О., Влащук А. М., Коковіхін С. В., Дробіт О. С. Херсон: ІЗЗ НААН, 2019. 32 с. *(здобувачем проаналізовано літературу, проведені польові дослідження, отримано експериментальні дані, сформульовано рекомендації виробництву).*

44. Науково-методичні рекомендації з оптимізації технології вирощування сої на зрошуваних і неполивних землях півдня України / Вожегова Р. А., **Дробітько А. В.**, Лавриненко Ю. О., Малярчук М. П., Писаренко П. В. Херсон: ІЗЗ НААН, 2019. 16 с. *(здобувачем проаналізовано літературу, проведені польові дослідження, отримано експериментальні дані, сформульовано рекомендації виробництву).*

Тези доповідей на наукових конференціях

45. **Дробітько А. В.**, Дробітько О. М. Формування урожаю зерна сої залежно від прийомів вирощування в умовах Південно-Західного Степу України. Тези допов. Причорноморської регіон. наук.-практ. конф. проф.-викл. складу МДАУ (м. Миколаїв, 26-28 квітня 2006 р.). Миколаїв: МДАУ, 2006. С. 102–103 *(здобувачем проаналізовано літературу, проведені польові*

дослідження, отримано експериментальні дані, підготовлено тези до друку).

46. Дробітько О. М., **Дробітько А. В.** Вплив просторового і кількісного розміщення рослин на формування продуктивності кукурудзи в умовах Південно-Західного Лісостепу. *Наукові основи землеробства у зв'язку з потеплінням клімату*: матер. регіон. наук.-практ. конференції (м. Миколаїв, 10-12 листопада 2010 р.). Миколаїв: МДАУ, 2010. С. 134–138 *(здобувачем проаналізовано літературу, проведені польові дослідження, отримано експериментальні дані, підготовлено тези до друку).*

47. Фургал О. П., **Дробітько А. В.** Вплив способів сівби та механізованого догляду за посівами на ріст, розвиток і врожайність сої в умовах Миколаївської області. *Перлини степового краю*: матер. III регіон. наук.-практ. конференції студентів, аспірантів та молодих вчених (м. Миколаїв, 26-28 жовтня 2011 р.). Миколаїв: МДАУ, 2006. С. 102–103 *(здобувачем проаналізовано літературу, проведені польові дослідження, отримано експериментальні дані, підготовлено тези до друку).*

48. Гамаюнова В. В., **Дробітько А. В.**, Панфілова А. В. Значення біодеструктора стерні для біологізації землеробства в умовах Південного Степу України. *Ефективність використання екологічного аграрного виробництва*: зб. тез Міжнар. наук.-практ. конф. молодих учених (м. Київ, 2 листопада 2017 р. С. 38–41 *(здобувачем проаналізовано літературу, проведені польові дослідження, отримано експериментальні дані, підготовлено тези до друку).*..

49. Нагірний В. В., Федорчук М. І., **Дробітько А. В.** Вплив агрометеорологічних умов середовища на розвиток рослин озимого ячменю різних строків сівби. *Вплив змін клімату на онтогенез рослин*: матер. Міжнар. наук.-практ. конф. (3-5 жовтня 2018 р., м. Миколаїв). Миколаїв: МНАУ, 2018. С. 65–68 *(здобувачем проаналізовано літературу, проведені польові дослідження, отримано експериментальні дані, підготовлено тези до друку).*

50. **Дробітько А. В.** Наукове й практичне обґрунтування біологізованої

технології вирощування ячменю ярого в умовах півдня України. *Стан і перспективи розробки та впровадження ресурсощадних, енергозберігаючих технологій вирощування с.-г. культур*: матер. III Міжн. наук.-практ. конф. (м. Дніпро, 15 листопада 2018 р.). Дніпро: ДДАЕУ, 2018. С. 59–61.

51. Коваленко О. А., **Дробітько А. В.** Вплив мікро- та функціональних добрив на стресостійкість і продуктивність кукурудзи за умов зміни клімату. *Кліматичні зміни та сільське господарство. Виклики для аграрної науки та освіти*: матеріали міжнародної науково-практичної конференції, м. Київ, 13-14 березня 2018 р. Київ: Агроосвіта, 2018. С. 727–730 (здобувачем проаналізовано літературу, проведені польові дослідження, отримано експериментальні дані, підготовлено тези до друку).

52. **Дробітько А. В.**, Коковіхін С. В., Марченко Т. Ю., Дробітько О. С. Застосування регуляторів росту на батьківських формах кукурудзи в умовах Південного Степу України за зрошення. *Інноваційні розробки в сільськогосподарській галузі – наукові пошуки молоді*: матер. Міжнар. наук.-практ. конф. молодих учених (м. Херсон, 16 травня 2019 р.). С. 52–54 (здобувачем проаналізовано літературу, проведені польові дослідження, отримано експериментальні дані, підготовлено тези до друку).

53. Панфілова А.В., **Дробітько А.В.** Використання біодеструктора стерні для покращення родючості ґрунту та охорони довкілля. *Стратегія якості в промисловості і освіті*: збірник тез доповідей XV Міжнародної конференції. Технічний університет м. Варна (Болгарія), 3-6 червня 2019 р. С. 145–148 (здобувачем проаналізовано літературу, проведені польові дослідження, отримано експериментальні дані, підготовлено тези до друку).

54. Вожегова Р. А., Дробіт О. С., Шибанін В. С., **Дробітько А.В.** Динаміка накопичення надземної маси гібридів кукурудзи різних груп стиглості. *Сучасні розробки сільськогосподарської галузі – аграрній науці*: зб. матер. Міжнар. наук.-практ. Інтернет-конф., присвяч. 95-й річниці з дня народження д.с.-г.н, проф. Філіп'єва І. Д. (21 вересня 2019 р., Херсон): ІЗЗ НААН, 2019. С. 16–18 (здобувачем проаналізовано літературу, проведені

польові дослідження, отримано експериментальні дані, підготовлено тези до друку).

55. Шебанін В. С., **Дробітько А. В.**, Вожегова Р. А., Марченко Т. Ю. Морфо-фізіологічні моделі гібридів кукурудзи в умовах зрошення Південного Степу України. *Розвиток аграрної галузі та впровадження наукових досліджень у виробництво*: матер. Міжнар. наук.-практ. конф. (16–18 жовтня 2019 р., м. Миколаїв). Миколаїв: МНАУ, 2019. С. 3–4 *(здобувачем проаналізовано літературу, проведені польові дослідження, отримано експериментальні дані, підготовлено тези до друку).*

56. Геращенко О. А., **Дробітько А. В.**, Манушкіна Т. М. Екологічні аспекти системи землеробства No-till. *Актуальні проблеми землеробської галузі та шляхи їх вирішення*: матер. Всеукр. наук.-практ. конф. (м. Миколаїв, 4-6 грудня 2019 року). Миколаїв, 2019. С. 95–97.

Патенти та авторські свідоцтва

57. Патент № 127989 «Спосіб підвищення урожайності середньостиглого сорту сої Фаетон при вирощуванні в степовій зоні України», 27.08.2018. Дробітько О.М., **Дробітько А.В.**, Тарабріна А-М.О. *(здобувачем проаналізовано літературу, проведені польові дослідження, отримано експериментальні дані, підготовлено патент до опублікування).*

58. Патент № 128023 «Спосіб підвищення урожайності середньостиглого гібриду кукурудзи при вирощуванні в степовій зоні України», 27.08.2018. Дробітько О. М., **Дробітько А. В.**, Тарабріна А-М. О. *(здобувачем проаналізовано літературу, проведені польові дослідження, отримано експериментальні дані, підготовлено патент до опублікування).*

59. Патент № 126953 «Спосіб боротьби с бур'янами при вирощуванні сої на зерно в умовах Південного Степу України», 10.07.2018. Дробітько О. М., **Дробітько А. В.**, Тарабріна А-М. О. *(здобувачем проаналізовано літературу, проведені польові дослідження, отримано експериментальні дані, підготовлено патент до опублікування).*

60. Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір № 90269 Стаття «Особливості технології вирощування та догляду за посівами сої в Південному Степу України», 01.07.2019, Дробітько О. М., **Дробітько А. В.**, Тарабріна А-М. О. *(здобувачем проаналізовано літературу, проведені польові дослідження, отримано експериментальні дані, підготовлено свідоцтво до опублікування).*

61. Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір № 90272. Стаття «Особливості формування продуктивності зерна кукурудзи залежно від способу сівби і густоти рослин», 01.07.2019, Дробітько О. М., **Дробітько А. В.**, Тарабріна А-М. О. *(здобувачем проаналізовано літературу, проведені польові дослідження, отримано експериментальні дані, підготовлено свідоцтво до опублікування).*

62. Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір № 90269. Стаття «Особливості технології вирощування та догляду за посівами сої в Південному Степу України». Автори: Дробітько О. М., **Дробітько А. В.**, Тарабріна А.-М. О., 01.07.2019 *(здобувачем проаналізовано літературу, проведені польові дослідження, отримано експериментальні дані, підготовлено свідоцтво до опублікування).*

63. Патент на корисну модель №136889 «Спосіб покращення якості ґрунтів в посівах кукурудзи залежно від технології вирощування в степовій зоні України», 10.09.2019, Дробітько О. М., **Дробітько А. В.**, Тарабріна А-М. О. *(здобувачем проаналізовано літературу, проведені польові дослідження, отримано експериментальні дані, підготовлено патент до опублікування).*

64. Патент на корисну модель №137948 «Спосіб підвищення вмісту вологи в ґрунті при вирощуванні сої в залежності від способу догляду за посівами», 11.11.2019, Дробітько О. М., **Дробітько А. В.**, Федорчук М. І., Тарабріна А-М. О. *(здобувачем проаналізовано літературу, проведені польові дослідження, отримано експериментальні дані, підготовлено патент до опублікування).*

65. Патент на корисну модель №137945 «Спосіб підвищення вмісту вологи в ґрунті при вирощуванні сої в залежності від технології вирощування», 11.11.2019, Дробітько О. М., **Дробітько А. В.**, Федорчук М. І., Тарабріна А-М. О. *(здобувачем проаналізовано літературу, проведені польові дослідження, отримано експериментальні дані, підготовлено патент до опублікування).*

66. Патент на корисну модель №138002 «Спосіб підвищення запасів поживних елементів в ґрунті при вирощуванні сої в залежності від способу догляду за посівами», 11.11.2019, Дробітько О. М., **Дробітько А. В.**, Тарабріна А-М. О. *(здобувачем проаналізовано літературу, проведені польові дослідження, отримано експериментальні дані, підготовлено патент до опублікування).*

67. Патент на корисну модель №138390 «Спосіб підвищення запасів поживних елементів в ґрунті при вирощуванні сої в залежності від технології вирощування», 25.11.2019, Дробітько О. М., **Дробітько А. В.**, Тарабріна А-М. О. *(здобувачем проаналізовано літературу, проведені польові дослідження, отримано експериментальні дані, підготовлено патент до опублікування).*

68. Патент на корисну модель №138632 «Спосіб визначення величини врожаю кукурудзи за елементами технології вирощування», 10.12.2019, Дробітько О. М., **Дробітько А. В.**, Тарабріна А-М. О. *(здобувачем проаналізовано літературу, проведені польові дослідження, отримано експериментальні дані, підготовлено патент до опублікування).*

69. Патент на корисну модель № 142105 «Спосіб удосконалення технології вирощування сої без зрошення в умовах Південного Степу України». Публікація відомостей про видачу патенту: 12.05.2020 р., Бюл.№ 9, **Дробітько А. В.**, Дробітько О. М., Дробітько В. М., Маркова Н. В., Панфілова А. В., Нікончук Н. В. *(здобувачем проаналізовано літературу, проведені польові дослідження, отримано експериментальні дані, підготовлено патент до опублікування).*

70. Патент на корисну модель №142330 «Спосіб підвищення якості зерна сої в залежності від технології вирощування без зрошення в Південному Степу України», 25.05.2020, Дробітько О. М., **Дробітько А. В.**, Дробітько В. М., Федорчук М. І., Маркова Н. В., Перезозова І. В. *(здобувачем проаналізовано літературу, проведені польові дослідження, отримано експериментальні дані, підготовлено патент до опублікування).*

71. Патент на корисну модель №143099 «Спосіб удосконалення технології вирощування сої в суходільних умовах Степу України», 10.07.2020, **Дробітько А. В.**, Дробітько О. М., Маркова Н. В., Качанова Т. В. *(здобувачем проаналізовано літературу, проведені польові дослідження, отримано експериментальні дані, підготовлено патент до опублікування).*

Додаток А.2



**ДЕПАРТАМЕНТ АГРОПРОМИСЛОВОГО РОЗВИТКУ
МИКОЛАЇВСЬКОЇ ОБЛАСНОЇ ДЕРЖАВНОЇ АДМІНІСТРАЦІЇ**

вул. Спаська, 1, м. Миколаїв, 54001, тел./факс (0512) 37-78-40
E-mail: reform@mk.gov.ua, код згідно з ЄДРПОУ 36384583

від 13.04.2021 № 192/08/06.2-27/21

На № _____ від _____

В спеціалізовану Вчену Раду із
захисту дисертацій на здобуття
наукового ступеня доктора
сільськогосподарських наук

ДОВІДКА

про результати впровадження наукових розробок кандидата
сільськогосподарських наук, доцента Дробітько Антоніни Вікторівни у
сільськогосподарське виробництво Миколаївської області

Видана кандидату сільськогосподарських наук, доценту, декану факультету агротехнологій Миколаївського національного аграрного університету в тому, що основні положення її дисертаційної роботи: «Агробіологічні основи підвищення продуктивності зернових і зернобобових культур в умовах Степу України» були використані для формування зональних науково-практичних рекомендацій виробництву з підвищення ефективності рослинницької галузі Миколаївської області. Експериментальне випробування в базових господарствах та широке виробниче впровадження на обласному рівні свідчить про високу ефективність використання на виробничому рівні запропонованих автором розробок.

Для одержання високої врожайності озимих зернових культур рекомендовано по чорному пару висівати сорти пшениці озимої вітчизняної селекції в оптимальний строк 15-25 вересня з нормою висіву 5 млн шт./га та використовувати інтегровану систему захисту рослин. Для одержання врожайності зерна ячменю озимого понад 5 т/га висівати сорт Достойний з інтегрованим захистом рослин. Також для забезпечення високого рівня урожайності цієї культури, доцільно висівати сорт Зимовий за сівби у першу декаду жовтня з нормою висіву 5 млн шт./га.

Висівати сою сорту Подільська 1 з шириною міжрядь 45 і 70 см з нормою висіву 500 тис. шт./га схожих насінин; для забезпечення приросту врожайності культури вирощувати сорти Аполлон і Валюта з обробкою насіння перед сівбою препаратом Оптімайз. Під час догляду за посівами сої проводити два досходових і два післясходових боронування.

За вирощування гороху для отримання найбільшої урожайності понад 2,5 т/га висівати сорт Девіз з хімічним та інтегрованим захистом рослин.

У біологізованій технології вирощування зерна сорго застосовувати біопрепарати-деструктори Органік-баланс та Екостерн на фоні оранки на глибину 20-22 см.

Дані розробки можна вважати такими, що мають практичну цінність та можуть бути рекомендовані до широкого впровадження суб'єктами господарювання аграрного сектору степової зони України.

Директор



Олена ПІСКУН



**ХЕРСОНСЬКА ОБЛАСНА ДЕРЖАВНА АДМІНІСТРАЦІЯ
ДЕПАРТАМЕНТ РОЗВИТКУ**

СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА ТА ЗРОШЕННЯ

просп. Ушакова, 47, м. Херсон, 73000, тел./факс (0552) 42-27-38
e-mail: dp-agroprom@khoda.gov.ua, up-agro@ukr.net; <http://apk-kherson.gov.ua>
код ЄДРПОУ 33824007

20.04.2021 № *09-446/2/21/019.4.1*
на № _____ від _____

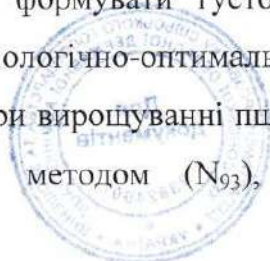
В спеціалізовану Вчену Раду із захисту дисертацій на здобуття наукового ступеня доктора сільськогосподарських наук

ДОВІДКА

про результати впровадження наукових розробок кандидата сільськогосподарських наук, доцента Дробітько Антоніни Вікторівни у сільськогосподарське виробництво Херсонської області

Видана кандидату сільськогосподарських наук, доценту, декану факультету агротехнологій Миколаївського національного аграрного університету в тому, що основні положення її дисертаційної роботи: «Агробіологічні основи підвищення продуктивності зернових і зернобобових культур в умовах Степу України» були використані для формування зональних науково-практичних рекомендацій виробництву з підвищення ефективності рослинницької галузі в умовах Херсонської області.

За результатами узагальнення результатів експериментальних даних для зрошуваних земель степової зони України рекомендовано для одержання врожайності сої понад 5 т/га дотримуватись біологічно оптимального режиму зрошення (75-80% НВ у шарі ґрунту 0,5 м), вносити розрахункову норму добрив (N₇₅), обробляти насіння перед сівбою бактеріальним добривом Ризоторфін та формувати густоту стояння рослин 600 тис./га. За умов застосування біологічно-оптимального режиму зрошення (75-80% НВ у шарі ґрунту 0,5 м) при вирощуванні пшениці озимої вносити мінеральні добрива за розрахунковим методом (N₉₃), що дозволяє отримати понад 7 т/га



високоякісного зерна. При вирощуванні зерна кукурудзи для отримання врожайності зерна на рівні 12-16 т/га і більше вирощувати гібриди вітчизняної селекції (Азов, Каховський та інші) з підтриманням біологічно-оптимального режиму зрошення (75-80% НВ у шарі ґрунту 0,5-0,7 м), добрива вносити з розрахунковою нормою (N_{142}), формувати густоту стояння 80 тис. рослин/га, сівбу проводити у першу декаду травня, застосовувати комплексний хімічний захист рослин.

За умов кліматичних змін у степовій зоні України для планування режимів зрошення та інших агротехнологічних операцій, їх оперативного коригування з урахуванням погодних умов та інших чинників, здійснення моделювання продукційного процесу зернових і зернобобових культур доцільно використовувати комп'ютерні програми, які дозволяють оптимізувати водний і поживний режими ґрунту, підвищити ефективність споживання фотосинтетично-активної радіації, сприяють зростанню урожайності, покращують якість зерна, збільшують економічні та енергетичні показники зерновиробництва, мають екологічну спрямованість.

Результати дисертаційної роботи А. В. Дробітько узагальнені в практичних рекомендаціях з вирощування сільськогосподарських культур у Херсонській області, користуються попитом у виробництві, спрямовані на сталий розвиток сільського господарства степової зони України. Розробки дисертантки з оптимізованих технологій вирощування зернових і зернобобових культур в умовах Херсонської області впроваджено на площі понад 25 тис. га.

Дробітько А. В. приймала безпосередню участь в обласних і Всеукраїнських нарадах, конференціях, семінарах, курсах підвищення кваліфікації агрономів та керівників сільськогосподарських підприємств Херсонської області.

В.о. директор Департаменту



М. М. Степанова

Акт
впровадження науково-технічної розробки

автор розробки (організація): **Дробітько Антоніна Вікторівна**
(Миколаївський національний аграрний університет)

Назва розробки: **Ресурсоощадна та адаптована до кліматичних змін**
технологія вирощування нішевих культур в умовах Миколаївської
області

| Коротка характеристика розробки | Результати впровадження |
|---|--|
| <p>На території ПОП «Вікторія» Новобузького району Миколаївської області упродовж 2017-2019 років застосовували рекомендації дисертаційного дослідження кандидата с.-г. наук, доцента Дробітько А. В.:</p> <ul style="list-style-type: none"> – висівали сорт гороху Девіз та дотримувались хімічного та інтегрованого захисту рослин; – у біологізованій технології вирощування зерна сорго застосовували біопрепарати-деструктори Органік-баланс та Екостерн, в якості основного обробітку ґрунту проводили оранку з обертанням скиби на глибину 20-22 см | Загальна площа, га: 125 |
| | Урожайність на контролі, т/га: гороху – 1,1-1,4; сорго – 2,7-3,0 |
| | Урожайність при впровадженні розробки, т/га: гороху – 2,2-3,3; сорго – 3,8-4,5 |
| | Економічний ефект від впровадження, грн/га: чистий прибуток підвищився на 6,3-8,5 тис. грн/га; рівень рентабельності збільшився на 19,8-25,4% |
| | Інші показники (підвищення якості продукції, економія енергоресурсів, трудових витрат та ін.): зафіксовано зменшення виробничих витрат на вирощування гороху і сорго на 5,9-8,4% |

Участі у фінансових операціях не приймає

Представник господарства:

Директор ПОП «Вікторія»

Лагодієнко Володимир Вікторович

(посада, прізвище, ім'я, по батькові, підпис)



Представник автора розробки:

Декан факультету агротехнологій

Миколаївського національного аграрного університету

кандидат с.-г. наук, доцент Дробітько Антоніна Вікторівна

(посада, прізвище, ім'я, по батькові, підпис)

**Акт
впровадження науково-технічної розробки**

автор розробки (організація): **Дробітько Антоніна Вікторівна**
(Миколаївський національний аграрний університет)

Назва розробки: **Біологізована технологія вирощування сортів сої
вітчизняної селекції в умовах Миколаївської області**

| Коротка характеристика розробки | Результати впровадження |
|--|--|
| <p>На території ФГ «Аркадія» Братського району Миколаївської області упродовж 2017-2019 років застосовували рекомендації дисертаційного дослідження кандидата с.-г. наук, доцента Дробітько А. В.:</p> <ul style="list-style-type: none"> – висівали сою сорту Подільська 1 з шириною міжрядь 45 і 70 см та нормою висіву 500 тис. схожих насінин/га; – вирощували сорти Аполлон і Валюта з обробкою насіння перед сівбою препаратом Оптімайз; – під час догляду за посівами сої проводили два досходових і два післясходових боронування | Загальна площа, га: 285 |
| | Урожайність на контролі, т/га: 1,5-2,2 |
| | Урожайність при впровадженні розробки, т/га: 2,8-3,2 |
| | Економічний ефект від впровадження, грн/га: чистий прибуток підвищився на 5,6-7,8 тис. грн/га; рівень рентабельності збільшився на 28-34% |
| | Інші показники (підвищення якості продукції, економія енергоресурсів, трудових витрат та ін.): собівартість одержаної продукції зменшилась на 15,8-23,5% |

Участі у фінансових операціях не приймає

Представник господарства:

Голова ФГ «Аркадія»

Дробітько Вадим Миколайович

(посада, прізвище, ім'я, по батькові, підпис)

Представник автора розробки:

Декан факультету агротехнологій

Миколаївського національного аграрного університету

кандидат с.-г. наук, доцент

Дробітько Антоніна Вікторівна

(посада, прізвище, ім'я, по батькові, підпис)



**Акт
впровадження науково-технічної розробки**

автор розробки (організація): **Дробітько Антоніна Вікторівна**
(Миколаївський національний аграрний університет)

Назва розробки: **Оптимізація строків сівби пшениці та ячменю озимих в умовах Миколаївської області з метою зниження ресурсних витрат та підвищення економічної ефективності зерновиробництва**

| Коротка характеристика розробки | Результати впровадження |
|--|---|
| <p>На території СФГ «Аякс» Веселинівського району Миколаївської області упродовж 2016-2018 років застосовували рекомендації дисертаційного дослідження кандидата с.-г. наук, доцента Дробітько А. В.:</p> <p>– по чорному пару висівали сорти пшениці озимої вітчизняної селекції в оптимальний строк 15-25 вересня з нормою висіву 5 млн шт./га, за використання інтегрованої системи захисту рослин;</p> <p>– висівали сорт ячменю озимого Достойний з комплексним захистом культури; висівали у першу декаду жовтня сорт Зимовий з нормою висіву 5 млн шт./га</p> | Загальна площа, га: 380 |
| | Урожайність на контролі, т/га: пшениця озима – 3,6-4,3; ячмінь озимий – 3,3-3,7 |
| | Урожайність при впровадженні розробки, т/га: пшениця озима – 5,0-5,9; ячмінь озимий – 4,1-4,9 |
| | Економічний ефект від впровадження, грн/га: чистий прибуток підвищився на 2,8-5,2 тис. грн/га; рівень рентабельності дорівнює 68,4-98,2% |
| | Інші показники (підвищення якості продукції, економія енергоресурсів, трудових витрат та ін.): досягнуто зниження енергоємності вирощування зерна пшениці та ячменю на 10,5-15,8% |

Участі у фінансових операціях не приймає

Представник господарства:

Голова СФГ «Аякс»

Федюк Віктор Іванович

(посада, прізвище, ім'я, по батькові, підпис)



Представник автора розробки:

Декан факультету агротехнологій

Миколаївського національного аграрного університету

кандидат с.-г. наук, доцент

Дробітько Антоніна Вікторівна
(посада, прізвище, ім'я, по батькові, підпис)

**Акт
впровадження науково-технічної розробки**

автор розробки (організація): Дробітько Антоніна Вікторівна
(Миколаївський національний аграрний університет)

Назва розробки: **Оптимізація технологій вирощування зернових і зернобобових культур на зрошуваних землях Півдня України**

| Коротка характеристика розробки | Результати впровадження |
|--|--|
| <p>Результати дослідження дисертанта Миколаївського національного аграрного університету, кандидата сільськогосподарських наук, доцента Дробітько Антоніни Вікторівни з оптимізованих технологій вирощування зернових і зернобобових культур були впроваджені впродовж 2018-2020 рр. в умовах ДП «ДГ «Асканійське» ІЗЗ НААН у Каховському р-ні Херсонської обл. Згідно рекомендацій автора при вирощуванні сої вносили розрахункову норму добрив ($N_{42}P_{84}$), обробляли насіння перед сівбою бактеріальним добривом Ризоторфін та формувати густоту стояння рослин 600 тис./га. При вирощуванні пшениці озимої застосовували мінеральні добрива за розрахунковим методом ($N_{138}P_{63}$). При вирощуванні гібридів кукурудзи вітчизняної селекції (Азов та Каховський) добрива вносили розрахунковою нормою ($N_{164}P_{115}$), формували густоту стояння 80 тис. рослин/га, сівбу проводили у першу декаду травня, застосовували хімічний захист рослин. При вирощуванні цих культур застосували біологічно-оптимальний режим зрошення, який моделювали за допомогою комп'ютерних програм ФАО ООН CROPWAT та AquaCrop</p> | Площа, га: <u>750.</u> |
| | Урожайність на контролі, т/га: <u>соя – 3,0-3,5; пшениця озима – 5,2-6,4; кукурудза на зерно – 8,5-10,3</u> |
| | Урожай при впровадженні розробки, т/га: <u>соя – 4,2-4,9; пшениця озима – 7,2-8,3; кукурудза на зерно – 11,9-14,3</u> |
| | Економічний ефект від впровадження: <u>прибуток 9,3-16,9 тис. грн/га; рівень рентабельності 72,5-93,2%</u> |
| | Інші показники, (підвищення якості продукції, економія енергоресурсів, трудових витрат та ін.): <u>при використанні розроблених технологій вирощування відзначено покращення якості зерна. Також підвищилася окупність мінеральних добрив (на 7,5-11,8%) та поливної води (на 13,2-20,5%) у перерахунку на 1 т зерна</u> |

Даний Акт не є документом фінансової звітності

Представник дослідного господарства:

директор ДП «ДГ «Асканійське» АДСДС ІЗЗ НААН,

кандидат сільськогосподарських наук

Найдьонов Віктор Григорович

(посада, прізвище, ім'я, по батькові, підпис)

Представник автора розробки:

Декан факультету агротехнологій

Миколаївського національного

аграрного університету, кандидат

сільськогосподарських наук, доцент

Дробітько Антоніна Вікторівна

(посада, прізвище, ім'я, по батькові, підпис)

**Акт
впровадження науково-технічної розробки**

автор розробки (організація): **Дробітько Антоніни Вікторівни
(Миколаївський національний аграрний університет)**

Назва розробки: **Ресурсоощадна технологія вирощування пшениці та
ячменю озимих в умовах Південного Степу України**

| Коротка характеристика розробки | Результати впровадження |
|--|---|
| <p>В умовах Державного підприємства "Дослідне господарство "Копані" Інституту зрошуваного землеробства Національної академії аграрних наук України впродовж 2018-2020 років застосовували рекомендації дисертаційного дослідження кандидата с.-г. наук, доцента Дробітько А. В.:</p> <ul style="list-style-type: none"> – по чорному пару висівали сорти пшениці озимої вітчизняної селекції в оптимальний строк 15-25 вересня з нормою висіву 5 млн/га, дотримувались інтегрованої системи захисту рослин; – висівали сорти ячменю Достойний і Зимовий у першу декаду жовтня з нормою висіву 5 млн шт./га. Також дотримувались комплексного захисту рослин | Загальна площа, га: 75 |
| | Урожайність на контролі, т/га: пшениці озимої – 3,2-3,4; ячменю озимого – 2,9-3,1 |
| | Урожайність при впровадженні розробки, т/га: пшениці озимої – 4,5-5,2; ячменю озимого – 4,3-4,9 |
| | Економічний ефект від впровадження, грн/га: чистий прибуток підвищився на 3,8-4,7; рівень рентабельності збільшився на 15,2-19,8% |
| | Інші показники (підвищення якості продукції, економія енергоресурсів, трудових витрат та ін.): використання розробки сприяло зменшенню собівартості продукції на 5,8-7,3% |

Участі у фінансових операціях не приймає

Представник господарства:

Директор ДП ДГ «Копані» ІЗЗ НААН,

кандидат с.-г. наук

Нестерчук Василь Володимирович

(посада, прізвище, ім'я, по батькові, підпис)



Представник автора розробки:

Декан факультету агротехнологій

Миколаївського національного аграрного університету

кандидат с.-г. наук, доцент Дробітько Антоніна Вікторівна

(посада, прізвище, ім'я, по батькові, підпис)

Додаток А.3



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
МИКОЛАЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
 (МНАУ)



вул. Георгія Гонгадзе, 9, м. Миколаїв, 54020,
 тел. (0512) 40-91-31

E-mail: rector@mnau.edu.ua, офіційний сайт: www.mnau.edu.ua
 код ЄДРПОУ 00497213



Від 13.04.2021 № 29-18/503

На № _____ від _____

ДОВІДКА

про впровадження результатів дисертаційного дослідження
 Дробітько Антоніни Вікторівни у освітній процес Миколаївського
 національного аграрного університету

Результати науково-дослідних робіт кандидата сільськогосподарських наук, доцента Дробітько А. В. за темою дисертаційної роботи «Агробіологічні основи підвищення продуктивності зернових і зернобобових культур в умовах Степу України» упродовж 2015-2020 рр. впроваджено у освітній процес факультету агротехнологій Миколаївського національного аграрного університету. Розробки дисертантки використано при підготовці та проведенні лекційних і практичних занять з навчальних дисциплін: «Введення до майбутньої професії», «Системи сучасних інтенсивних технологій. Світові агротехнології», «Адаптивні системи землеробства», «Географічні інформаційні системи (ГІС)», «Прогноз і програмування врожаїв сільськогосподарських культур». Розроблені елементи технологій вирощування зернових і зернобобових культур включені до науково-методичної літератури, яка використовується для практичних занять здобувачів вищої освіти другого (магістерського) рівня вищої освіти за спеціальністю 201 «Агрономія».

Ректор Миколаївського національного
 аграрного університету, доктор технічних наук,
 професор, академік НААН



В. С. Шебанін

**НАУКОВИЙ ПАРК
МИКОЛАЇВСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО АГРАРНОГО УНІВЕРСИТЕТУ
«АГРОПЕРСПЕКТИВА»**



ЄДРПОУ 38941652 р/р UA463071230000026007010395727
ПАТ «БАНК ВОСТОК»
вул. Авангардна, 8, м. Миколаїв, 54034,
тел. (0512) 40-92-85
E-mail: novikov@mnau.edu.ua

Від 11.03.2021 № 2

ДОВІДКА

про використання результатів дисертаційного дослідження
Дробітько Антоніни Вікторівни у освітній, науково-дослідній та виробничій
роботі Наукового інституту інноваційних технологій Миколаївського
національного аграрного університету *

Впродовж 2019-2020 рр. у науково-дослідній, освітній та виробничій роботі Наукового парку «Агроперспектива» Миколаївського національного аграрного університету були використані розробки кандидата сільськогосподарських наук, доцента Дробітько Антоніни Вікторівни. При цьому дисертантка приймала безпосередню участь у впровадженні результатів своїх досліджень для розвитку інноваційної діяльності університету, підвищення результативності і конкурентоспроможності науково-дослідної, навчальної, виробничо-господарської та міжнародної роботи. Практичні рекомендації Дробітько А. В. з вирощування зернових і зернобобових культур використані під час планування й проведення польових і лабораторних досліджень, пропагуються для впровадження у виробництво на Днях поля, нарадах, семінарах, конференціях різного рівня, при проведенні практичних занять здобувачів вищої освіти другого (магістерського) та третього (освітньо-наукового) рівнів вищої освіти за спеціальністю 201 «Агрономія».

Директор Наукового парку
«Агроперспектива» МНАУ



М.Д.Карпенко

Додаток Б.1

Характеристика орного шару основних типів ґрунтів півдня України [390]

| Показник | Чорноземи звичайні середньо- потужні | Чорноземи південні | Темно- каштанові солонцю- ваті ґрунти | Каштанові солонцюваті ґрунти | Солонці каштанові |
|--|---|-----------------------|--|------------------------------------|----------------------|
| Фізико-хімічні показники ґрунтів | | | | | |
| Глибина відбору, см | 0-40 | 0-30 | 0-40 | 0-30 | 0-12 |
| pH водний | 7,1-7,2 | 6,9-7,6 | 6,5-6,8 | 7,7-7,8 | 7,3-7,6 |
| Поглинені катіони, мг-екв на 100 г ґрунту: | | | | | |
| Ca | 31,4-31,5 | 24,0-26,0 | 23,7-24,0 | 16,8-20,8 | 10,1-10,3 |
| Mg | 5,5-7,9 | 7,4-8,3 | 6,9-7,4 | 8,0-10,7 | 4,8-5,3 |
| Na | 0,2 | 0,4-0,5 | 0,5-0,6 | 1,0-1,3 | 0,5-0,7 |
| K | 0,5-0,8 | 0,6-0,9 | 0,9-1,1 | 0,8-1,0 | 1,2-1,5 |
| Гідролітична кислотність, мг-екв на 100 г ґрунту | 0,5-1,1 | 1,2-1,6 | 0,4-1,8 | - | - |
| Ємність поглинання, мг-екв на 100 г ґрунту | 36,4-37,1 | 34,6-36,4 | - | 26,5-29,4 | - |
| Ступінь насиченості основами, % | 97,1-98,7 | 95,7-96,4 | 94,7-98,8 | - | - |
| Фізичні та водно-фізичні показники ґрунтів | | | | | |
| Об'ємна маса, г/см ³ | 1,17-1,19 | 1,0-1,3 | 1,17-1,32 | 1,15-1,24 | - |
| Питома маса, г/см ³ | 2,62-2,67 | 2,60-2,62 | 2,64-2,65 | 2,67-2,69 | - |
| Загальна пористість, % | 54,6-56,2 | 51,6-61,8 | 55,7-56,2 | 53,6-56,3 | - |
| Максимальна гігроскопічність, % від маси ґрунту | 8,4 | 8,2-8,3 | 9,5-10,0 | - | - |
| Вологість в'янення, % | 12,1-12,4 | 11,0-11,1 | 12,9-13,4 | - | - |
| Найменша вологоємність, % | 24,4-29,8 | 27,9-31,9 | 25,5-29,5 | - | - |
| Діапазон активної вологи, мм | 14,3-20,7 | 20,9-21,1 | 16,0-19,5 | - | - |
| Аерація за найменшої волого- ємності, % від об'єму ґрунту | 21,3-25,6 | 16,4-29,7 | 16,5-22,2 | - | - |
| Механічний склад, % на абсолютно суху безкарбонатну наважку | | | | | |
| Фракції, мм | | | | | |
| 1-0,25 | 0,1-0,2 | 0,2-0,3 | 1,2-1,4 | 0,7-0,8 | 0,4-0,8 |
| 0,25-0,05 | 8,9-9,8 | 3,6-5,6 | 5,3-8,7 | 5,2-2,6 | 3,6-11,6 |
| 0,05-0,01 | 32,4-35,3 | 34,8-36,2 | 20,6-26,4 | 33,1-33,5 | 38,9-50,7 |
| 0,01-0,005 | 9,5-11,9 | 8,0-12,0 | 8,6-10,3 | 12,8-13,6 | 4,5-6,2 |
| 0,005-0,001 | 10,0-12,5 | 5,2-11,7 | 14,2-15,1 | 7,2-8,1 | 13,9-18,1 |
| < 0,001 | 36,3-36,7 | 40,3-42,0 | 38,4-39,8 | 40,2-42,2 | 22,3-29,0 |
| Сума < 0,001 | 54,7-58,6 | 59,3-60,0 | 62,9-63,5 | 61,0-63,1 | 44,9-49,1 |
| Вміст гумусу та азоту | | | | | |
| Гумус, % | 3,6-4,0 | 2,6-3,1 | 2,3-3,4 | 2,4-3,6 | 2,4-4,1 |
| Валовий азот, % | 0,18-0,25 | 0,15-0,16 | 0,12-0,16 | 0,18-0,21 | 0,13-0,20 |

Додаток Б.2

Вміст азоту в ґрунтах півдня України [31]

| Ґрунт і місце відбору зразків | Глибина шару, см | Вміст азоту в ґрунті | | | |
|--|------------------|----------------------|--------------------|---------------------------------|--------------------|
| | | валовий, % | | що гідролізується, мг/кг ґрунту | |
| | | не еродовані | середньо-еродовані | не еродовані | середньо-еродовані |
| Чорнозем звичайний важкосуглинковий (Запорізька область) | 0-20 | 0,25 | 0,22 | 100 | 119 |
| | 20-40 | 0,21 | 0,17 | 101 | 93 |
| | 40-60 | 0,19 | 0,17 | 65 | 74 |
| Чорнозем звичайний легкосуглинковий (Миколаївська область) | 0-20 | 0,22 | 0,22 | 123 | 115 |
| | 20-40 | 0,20 | 0,18 | 122 | 100 |
| | 40-60 | 0,15 | 0,11 | 103 | 63 |
| Чорнозем південний легкосуглинковий (Миколаївська область) | 0-20 | 0,22 | 0,21 | 78 | 70 |
| | 20-40 | 0,21 | 0,18 | 75 | 72 |
| | 40-60 | 0,15 | 0,11 | 55 | 29 |
| Чорнозем південний остаточно солонцюватий (Запорізька область) | 0-20 | 0,15 | - | 129 | 55 |
| | 20-40 | 0,11 | - | 79 | 42 |
| | 40-60 | 0,07 | - | 65 | 28 |
| Темно-каштановий важкосуглинковий (Запорізька область) | 0-20 | 0,22 | 0,16 | 101 | 67 |
| | 20-40 | 0,21 | 0,12 | 69 | 28 |
| | 40-60 | 0,13 | 0,09 | 50 | 28 |

Додаток Б.3

Динаміка водно-фізичних показників темно-каштанового ґрунту дослідного поля Інституту зрошуваного землеробства НААН [319]

| Шар ґрунту, см | Щільність складення, г/м ³ | Найменша вологоємність, % від маси сухого ґрунту | Вологість в'янення, % | | Запаси продуктивної вологи, м ³ /га |
|----------------|---------------------------------------|--|------------------------|--------|--|
| | | | від маси сухого ґрунту | від НВ | |
| 0-10 | 1,34 | 24,1 | 7,8 | 32,3 | 237 |
| 10-20 | 1,35 | 23,8 | 8,1 | 34,0 | 230 |
| 20-30 | 1,33 | 23,5 | 7,9 | 33,6 | 225 |
| 30-40 | 1,37 | 22,5 | 8,6 | 38,1 | 202 |
| 40-50 | 1,43 | 21,5 | 9,5 | 44,0 | 182 |
| 50-60 | 1,32 | 20,5 | 9,1 | 44,2 | 163 |
| 60-70 | 1,36 | 19,8 | 9,8 | 49,3 | 147 |
| 70-80 | 1,34 | 19,7 | 9,0 | 45,5 | 155 |
| 80-90 | 1,34 | 19,0 | 9,1 | 47,7 | 144 |
| 90-100 | 1,41 | 18,6 | 9,8 | 52,5 | 139 |
| 100-110 | 1,36 | 19,8 | 9,5 | 47,8 | 152 |
| 110-120 | 1,36 | 19,9 | 9,7 | 48,6 | 150 |
| 120-130 | 1,32 | 19,9 | 9,0 | 46,1 | 156 |
| 130-140 | 1,32 | 19,9 | 9,5 | 47,6 | 149 |
| 140-150 | 1,31 | 20,0 | 8,3 | 41,4 | 166 |
| 0-50 | 1,36 | 23,1 | 8,4 | 36,4 | 1076 |
| 0-70 | 1,36 | 22,3 | 8,7 | 39,3 | 1386 |
| 0-100 | 1,36 | 21,3 | 8,9 | 42,1 | 1825 |
| 0-150 | 1,35 | 20,9 | 9,0 | 43,5 | 2598 |
| 0-200 | 1,36 | 20,1 | 9,3 | 46,1 | 3261 |

Додаток Б.4

Гідротермічні умови, евапотранспірація та коефіцієнти зволоження у Миколаївській області в роки з різним рівнем природного вологозабезпечення (за даними Миколаївської агрометеорологічної станції [21])

| Місяці | Температура повітря, °С | Відносна вологість повітря, % | Евапотранспірація, мм | Опади, мм | Кз |
|--|-------------------------|-------------------------------|-----------------------|-----------|------|
| Середньобагаторічні показники (1970-2018 рр.) | | | | | |
| Квітень | 10,0 | 69,0 | 68,4 | 25,8 | 0,38 |
| Травень | 16,2 | 66,0 | 103,9 | 56,8 | 0,55 |
| Червень | 20,5 | 66,0 | 126,7 | 49,7 | 0,39 |
| Липень | 22,8 | 62,0 | 156,3 | 50,6 | 0,32 |
| Серпень | 22,5 | 64,0 | 146,2 | 41,4 | 0,28 |
| Вересень | 16,1 | 71,0 | 88,2 | 58,3 | 0,66 |
| За вегетаційний період | 18,0 | 66,0 | 689,6 | 282,6 | 0,41 |
| Випаровуваність у вологі за забезпеченістю опадами року (5%) | | | | | |
| Квітень | 9,1 | 69,0 | 64,9 | 35,1 | 0,54 |
| Травень | 16,3 | 66,0 | 104,4 | 49,2 | 0,47 |
| Червень | 21,2 | 68,0 | 122,9 | 60,6 | 0,49 |
| Липень | 22,0 | 67,0 | 131,2 | 71,2 | 0,54 |
| Серпень | 21,2 | 68,0 | 122,9 | 59,6 | 0,48 |
| Вересень | 13,4 | 73,0 | 71,7 | 154,8 | 2,16 |
| За вегетаційний період | 17,2 | 68,0 | 618,0 | 430,5 | 0,70 |
| Випаровуваність у середньовологі за забезпеченістю опадами року (25%) | | | | | |
| Квітень | 10,5 | 60,0 | 90,7 | 7,1 | 0,08 |
| Травень | 16,2 | 65,0 | 106,9 | 66,5 | 0,62 |
| Червень | 19,1 | 67,0 | 115,5 | 59,5 | 0,52 |
| Липень | 22,4 | 64,0 | 145,6 | 50,5 | 0,35 |
| Серпень | 22,1 | 68,0 | 127,8 | 91,5 | 0,72 |
| Вересень | 16,4 | 65,0 | 108,0 | 18,5 | 0,17 |
| За вегетаційний період | 17,8 | 65,0 | 694,5 | 293,6 | 0,42 |
| Випаровуваність у середні за забезпеченістю опадами року (50%) | | | | | |
| Квітень | 10,0 | 72,0 | 61,7 | 36,7 | 0,59 |
| Травень | 17,0 | 63,0 | 117,5 | 66,9 | 0,57 |
| Червень | 21,0 | 67,0 | 125,7 | 41,8 | 0,33 |
| Липень | 24,0 | 59,0 | 177,2 | 31,3 | 0,18 |
| Серпень | 24,9 | 64,0 | 161,4 | 21,7 | 0,13 |
| Вересень | 15,9 | 70,0 | 90,3 | 75,7 | 0,84 |
| За вегетаційний період | 18,8 | 64,0 | 733,8 | 274,1 | 0,37 |

Продовження додатку Б.4

| Місяці | Температура повітря, °С | Відносна вологість повітря, % | Евапотранспірація, мм | Опади, мм | Кз |
|---|-------------------------|-------------------------------|-----------------------|-----------|------|
| <i>Випаровуваність у середньосухі за забезпеченістю опадами роки (75%)</i> | | | | | |
| Квітень | 10,3 | 69,0 | 69,5 | 33 | 0,47 |
| Травень | 16,9 | 65,0 | 110,6 | 36,2 | 0,33 |
| Червень | 20,5 | 64,0 | 134,2 | 48,8 | 0,36 |
| Липень | 22,6 | 61,0 | 159,1 | 48,6 | 0,31 |
| Серпень | 22,4 | 57,0 | 173,9 | 26,2 | 0,15 |
| Вересень | 17,2 | 69,0 | 99,4 | 36,4 | 0,37 |
| За вегетаційний період | 18,3 | 64,0 | 746,6 | 229,2 | 0,31 |
| <i>Випаровуваність у сухі за забезпеченістю опадами роки (95%)</i> | | | | | |
| Квітень | 10,1 | 72,0 | 62,1 | 24,9 | 0,40 |
| Травень | 16,1 | 65,0 | 106,4 | 32 | 0,30 |
| Червень | 21,7 | 64,0 | 141,3 | 46,6 | 0,33 |
| Липень | 23,9 | 58,0 | 180,8 | 25,7 | 0,14 |
| Серпень | 23,1 | 62,0 | 158,3 | 27,9 | 0,18 |
| Вересень | 18,4 | 68,0 | 108,5 | 13,8 | 0,13 |
| За вегетаційний період | 18,9 | 65,0 | 757,4 | 170,9 | 0,23 |

Додаток Б.5

Гідротермічні умови, евапотранспірація та коефіцієнти зволоження у Херсонській області в роки з різним рівнем природ+ сминого вологозабезпечення (за даними Херсонської агрометеорологічної станції [22])

| Місяці | Температура повітря, °С | Відносна вологість повітря, % | Евапотранспірація, мм | Опади, мм | Кз |
|--|-------------------------|-------------------------------|-----------------------|-----------|------|
| Середньобагаторічні показники (1970-2018 рр.) | | | | | |
| Квітень | 9,6 | 68,0 | 69,0 | 30,7 | 0,45 |
| Травень | 16,7 | 63,0 | 115,8 | 36,8 | 0,32 |
| Червень | 20,7 | 65,0 | 131,6 | 47,4 | 0,36 |
| Липень | 22,9 | 61,0 | 161,1 | 44,9 | 0,28 |
| Серпень | 22,8 | 60,0 | 164,5 | 34,3 | 0,21 |
| Вересень | 16,6 | 70,0 | 93,5 | 40,8 | 0,44 |
| За вегетаційний період | 18,2 | 64,0 | 735,4 | 234,9 | 0,34 |
| Випаровуваність у вологі за забезпеченістю опадами року (5%) | | | | | |
| Квітень | 9,5 | 73,0 | 57,8 | 47,4 | 0,82 |
| Травень | 15,6 | 67,0 | 97,9 | 48,7 | 0,50 |
| Червень | 19,5 | 69,0 | 110,5 | 70,2 | 0,64 |
| Липень | 21,9 | 69,0 | 122,7 | 95,8 | 0,78 |
| Серпень | 21,7 | 65,0 | 137,4 | 46,4 | 0,34 |
| Вересень | 15,4 | 72,0 | 82,3 | 56,5 | 0,69 |
| За вегетаційний період | 17,3 | 69,0 | 608,7 | 365 | 0,63 |
| Випаровуваність у середньовологі за забезпеченістю опадами року (25%) | | | | | |
| Квітень | 9,9 | 72,0 | 61,4 | 30,7 | 0,50 |
| Травень | 15,6 | 65,0 | 103,8 | 36,3 | 0,35 |
| Червень | 19,6 | 70,0 | 107,4 | 47,8 | 0,45 |
| Липень | 22,0 | 63,0 | 147,1 | 56,7 | 0,39 |
| Серпень | 21,4 | 62,0 | 147,3 | 24,5 | 0,17 |
| Вересень | 16,0 | 74,0 | 78,7 | 43 | 0,55 |
| За вегетаційний період | 17,4 | 68,0 | 645,7 | 239 | 0,40 |
| Випаровуваність у середні за забезпеченістю опадами року (50%) | | | | | |
| Квітень | 10,4 | 69,0 | 69,9 | 37,2 | 0,53 |
| Травень | 16,5 | 65,0 | 108,5 | 53,1 | 0,49 |
| Червень | 20,6 | 62,0 | 142,2 | 40,7 | 0,29 |
| Липень | 22,3 | 59,0 | 165,1 | 23,3 | 0,14 |
| Серпень | 21,8 | 61,0 | 153,8 | 44,8 | 0,29 |
| Вересень | 17,4 | 67,0 | 106,8 | 39,5 | 0,37 |
| За вегетаційний період | 18,2 | 64,0 | 746,3 | 238,6 | 0,35 |

Продовження додатку Б.5

| Місяці | Температура повітря, °С | Відносна вологість повітря, % | Евапотранспірація, мм | Опади, мм | Кз |
|---|-------------------------|-------------------------------|-----------------------|-----------|------|
| <i>Випаровуваність у середньосухі за забезпеченістю опадами роки (75%)</i> | | | | | |
| Квітень | 8,7 | 65,0 | 71,5 | 15,2 | 0,21 |
| Травень | 16,6 | 59,0 | 127,7 | 35,9 | 0,28 |
| Червень | 20,4 | 66,0 | 126,1 | 54,5 | 0,43 |
| Липень | 22,8 | 61,0 | 160,4 | 36,1 | 0,23 |
| Серпень | 23,4 | 58,0 | 177,1 | 26,8 | 0,15 |
| Вересень | 16,8 | 66,0 | 106,9 | 20,4 | 0,19 |
| За вегетаційний період | 18,2 | 62,0 | 769,8 | 188,9 | 0,25 |
| <i>Випаровуваність у сухі за забезпеченістю опадами роки (95%)</i> | | | | | |
| Квітень | 9,6 | 61,0 | 84,0 | 23,2 | 0,28 |
| Травень | 19,4 | 59,0 | 145,5 | 10,2 | 0,07 |
| Червень | 23,6 | 56,0 | 187,1 | 24,0 | 0,13 |
| Липень | 25,7 | 52,0 | 222,1 | 12,8 | 0,06 |
| Серпень | 25,5 | 56,0 | 202,0 | 28,9 | 0,14 |
| Вересень | 17,4 | 71,0 | 93,8 | 44,4 | 0,47 |
| За вегетаційний період | 20,2 | 59,0 | 934,5 | 143,5 | 0,19 |

Додаток В.1

Вплив зрошення на реалізацію статистичного (господарського) максимуму урожайності зерна кукурудзи у південних областях України

| Регіон, область | Тип землеробства | Статистичний максимум, т/га | Фактична врожайність | Реалізація статистичного максимуму, % | Недобір врожаю | | |
|------------------------|---------------------|--------------------------------|-------------------------|--|----------------|------|----------------------------|
| | | | | | загальний | | за рахунок метеоумов, % |
| | | | | | т/га | % | |
| Запорізька | зрошення | 5,3 | 3,6 | 58 | 2,7 | 42 | 13 |
| | без поливу | 4,2 | 1,8 | 43 | 2,4 | 57 | 38 |
| | співвідношення | 0,2 | 0,2 | 1,35 | 0,1 | 0,75 | 0,34 |
| Миколаївська | зрошення | 4,9 | 3,4 | 30 | 1,5 | 30 | 17 |
| | без поливу | 3,7 | 1,8 | 49 | 1,9 | 51 | 33 |
| | співвідношення | 0,1 | 0,2 | 1,43 | 0,1 | 0,59 | 0,52 |
| Одеська | зрошення | 6,1 | 4,2 | 69 | 1,9 | 31 | 13 |
| | без поливу | 3,9 | 2,0 | 50 | 2,0 | 50 | 31 |
| | співвідношення | 0,2 | 0,2 | 1,24 | 0,1 | 0,62 | 0,42 |
| Херсонська | зрошення | 6,3 | 4,3 | 69 | 2,0 | 31 | 13 |
| | без поливу | 3,6 | 1,3 | 36 | 2,3 | 64 | 40 |
| | співвідношення | 0,2 | 0,3 | 1,92 | 0,1 | 0,48 | 0,32 |
| АР Крим | зрошення | 6,8 | 5,1 | 76 | 1,7 | 21 | 11 |
| | без поливу | 3,2 | 2,0 | 70 | 1,3 | 40 | 38 |
| | співвідношення | 0,2 | 0,3 | 1,08 | 1,3 | 0,62 | 0,29 |
| Середнє по областям | зрошення | 6,1 | 4,1 | 68 | 1,9 | 32 | 13 |
| | богара | 3,7 | 1,8 | 46 | 2,0 | 53 | 36 |
| | співвідношення | 0,2 | 0,2 | 1,45 | 0,1 | 0,56 | 0,37 |

Додаток В.2

Річна сума активних та ефективних температур за 2010-2019 роки
(за даними Херсонської агрометеорологічної станції)

| Роки | Річна сума активних температур | | | | Річна сума ефективних температур | | |
|---------------------------|--------------------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------------------|-----------------------|-----------------------|
| | вище 0 ⁰ | вище +5 ⁰ | вище +10 ⁰ | вище +15 ⁰ | вище +5 ⁰ | вище +10 ⁰ | вище +15 ⁰ |
| 2010 | <u>4443*</u> +13% ** | <u>4338</u> +17% | <u>4066</u> +21% | <u>3330</u> +26% | <u>3142</u> +21% | <u>1892</u> +22% | <u>1042</u> +40% |
| 2011 | <u>4060</u> +3% | <u>3795</u> +2% | <u>3534</u> +5% | <u>3169</u> +18% | <u>2720</u> +4% | <u>1748</u> +13% | <u>934</u> +25% |
| 2012 | <u>4688</u> +19% | <u>4654</u> +26% | <u>4293</u> +27% | <u>3780</u> +42% | <u>3388</u> +30% | <u>2219</u> +42% | <u>1246</u> +67% |
| 2013 | <u>4385</u> +12% | <u>4120</u> +11% | <u>3466</u> +3% | <u>3211</u> +21% | <u>2932</u> +16% | <u>1788</u> +15% | <u>1009</u> +35% |
| 2014 | <u>4386</u> +11% | <u>4228</u> +14% | <u>3792</u> +13% | <u>3050</u> +15% | <u>2970</u> +14% | <u>1860</u> +20% | <u>1005</u> +35% |
| 2015 | <u>4408</u> +12% | <u>4176</u> +13% | <u>3458</u> +3% | <u>3228</u> +22% | <u>2872</u> +10% | <u>1788</u> +15% | <u>979</u> +31% |
| 2016 | <u>4345</u> +10% | <u>4178</u> +13% | <u>3710</u> +11% | <u>2924</u> +10% | <u>2910</u> +11% | <u>1822</u> +17% | <u>966</u> +29% |
| 2017 | <u>4507</u> +15% | <u>4275</u> +15% | <u>3625</u> +8% | <u>3262</u> +23% | <u>2956</u> +13% | <u>1826</u> +18% | <u>1016</u> +36% |
| 2018 | <u>4419</u> +12% | <u>4326</u> +17% | <u>4194</u> +25% | <u>3420</u> +29% | <u>3191</u> +23% | <u>2102</u> +35% | <u>1127</u> +51% |
| 2019 | <u>4549</u> +16% | <u>4299</u> +19% | <u>3856</u> +15% | <u>2924</u> +10% | <u>3017</u> +16% | <u>1868</u> +20% | <u>1031</u> +38% |
| Середнє | 4419 | 4239 | 3799 | 3231 | 3010 | 1891 | 1035 |
| Середня багаторічна норма | 3926 | 3705 | 3357 | 2648 | 2604 | 1553 | 746 |
| Відхилення, °С | +493 | +534 | +442 | +583 | +406 | +338 | +285 |
| Відхилення, % | +13 | +14 | +13 | +12 | +16 | +22 | +38 |

Примітка: * - показник; ** - відсоток відхилення від середньо багаторічних показників.

Додаток Д.1

Урожайність (т/га) сортів ячменю озимого залежно від захисту
рослин у роки проведення досліджень

| Захист рослин (фактор А) | Сорт (фактор В) | Урожайність у роки проведення досліджень | | | | | Середнє | |
|-----------------------------------|--------------------|---|---------|---------|---------|---------|---------|------|
| | | 2008 р. | 2009 р. | 2010 р. | 2011 р. | 2012 р. | В | А |
| Без захисту | Росава (st) | 3,52 | 5,34 | 3,66 | 4,17 | 3,40 | 4,02 | 4,12 |
| | Метелиця | 3,56 | 5,60 | 3,61 | 4,26 | 3,37 | 4,08 | |
| | Зимовий | 3,27 | 6,07 | 4,05 | 4,75 | 3,42 | 4,31 | |
| | Трудівник | 3,29 | 4,51 | 4,32 | 4,41 | 3,55 | 4,02 | |
| | Основа | 3,66 | 4,99 | 4,24 | 4,39 | 3,71 | 4,20 | |
| | Тамань | 3,31 | 5,24 | 3,76 | 4,10 | 3,27 | 3,94 | |
| | Абориген | 3,48 | 5,16 | 3,46 | 4,31 | 3,21 | 3,92 | |
| | Достойний | 4,34 | 5,67 | 3,92 | 4,64 | 3,93 | 4,50 | |
| Середнє | | 3,55 | 5,32 | 3,88 | 4,38 | 3,48 | 4,12 | |
| Із захистом | Росава (st) | 3,78 | 5,71 | 4,34 | 4,61 | 3,81 | 4,45 | 4,65 |
| | Метелиця | 3,78 | 6,09 | 3,84 | 4,72 | 3,69 | 4,42 | |
| | Зимовий | 3,68 | 6,44 | 4,77 | 5,50 | 3,97 | 4,87 | |
| | Трудівник | 3,59 | 5,34 | 4,56 | 4,95 | 3,86 | 4,46 | |
| | Основа | 3,89 | 5,79 | 4,89 | 4,86 | 4,16 | 4,72 | |
| | Тамань | 4,14 | 5,68 | 4,46 | 4,76 | 4,08 | 4,62 | |
| | Абориген | 4,05 | 6,04 | 3,87 | 4,94 | 3,74 | 4,53 | |
| | Достойний | 4,68 | 6,21 | 4,65 | 5,49 | 4,61 | 5,13 | |
| Середнє | | 3,95 | 5,91 | 4,42 | 4,98 | 3,99 | 4,65 | |
| НІР ₀₅ , т/га | А | 0,10 | 0,19 | 0,12 | 0,21 | 0,17 | 0,16 | |
| | В | 0,14 | 0,27 | 0,16 | 0,34 | 0,25 | 0,23 | |

Додаток Д.2

Вплив інокуляції насіння сортів ячменю мікробними препаратами
на витрати азоту для формування однієї тонни врожаю

| Біопрепарат | Загальний винос азоту з ґрунту, кг/га | | Витрати рослинами азоту для формування однієї тонни врожаю, кг | |
|--------------------------|---------------------------------------|----------|--|----------|
| | Сорт | | | |
| | Достойний | Галактик | Достойний | Галактик |
| 2010 р. | | | | |
| Контроль | 58,6 | 61,8 | 20,4 | 20,1 |
| ФМБ | 74,9 | 75,1 | 22,5 | 21,6 |
| Поліміксобактерин | 62,0 | 67,5 | 19,9 | 20,4 |
| 2011 р. | | | | |
| Контроль | 70,6 | 75,4 | 20,3 | 20,6 |
| ФМБ | 83,3 | 85,3 | 20,9 | 21,2 |
| Поліміксобактерин | 76,6 | 80,7 | 20,2 | 20,9 |
| 2012 р. | | | | |
| Контроль | 36,7 | 43,5 | 18,1 | 19,8 |
| ФМБ | 43,6 | 47,3 | 19,6 | 20,3 |
| Поліміксобактерин | 45,0 | 50,4 | 19,6 | 19,5 |
| Середнє за 2010-2012 рр. | | | | |
| Контроль | 55,3 | 60,2 | 19,6 | 20,2 |
| ФМБ | 67,3 | 69,2 | 21,0 | 21,0 |
| Поліміксобактерин | 61,2 | 66,1 | 19,9 | 20,3 |

Додаток Є.1

Вплив інокуляції на висоту (см) рослин сої залежно від сортового складу та інокуляції насіння в роки проведення досліджень

| Сорт (фактор А) | Інокулянт (фактор В) | Фази росту и розвитку | | | | |
|--------------------------|-------------------------|----------------------------------|------------------|-------------------------|----------------|--------------------|
| | | 2 пари трійчастих листіків | бутоні- зація | кінець цвітін- ня | налив зерна | повна стиглість |
| 2013 р. | | | | | | |
| Аполлон | Контроль | 17,6 | 41,1 | 52,2 | 60,1 | 63,0 |
| | INTEХ РЕАТ | 19,0 | 43,9 | 53,2 | 64,9 | 66,0 |
| | Оптімайз | 20,0 | 44,2 | 55,3 | 67,0 | 70,0 |
| Валюта | Контроль | 16,6 | 36,0 | 43,9 | 53,0 | 53,6 |
| | INTEХ РЕАТ | 17,9 | 38,0 | 44,9 | 56,0 | 58,0 |
| | Оптімайз | 18,4 | 39,5 | 49,0 | 58,7 | 59,4 |
| 2014 р. | | | | | | |
| Аполлон | Контроль | 17,2 | 40,7 | 51,4 | 61,7 | 61,8 |
| | INTEХ РЕАТ | 18,6 | 41,9 | 53,8 | 62,9 | 65,6 |
| | Оптімайз | 19,4 | 44,0 | 54,9 | 67,8 | 69,4 |
| Валюта | Контроль | 16,2 | 35,8 | 43,7 | 52,8 | 53,2 |
| | INTEХ РЕАТ | 17,7 | 37,8 | 44,1 | 55,8 | 57,6 |
| | Оптімайз | 19,0 | 38,7 | 48,4 | 57,3 | 60,0 |
| 2015 р. | | | | | | |
| Аполлон | Контроль | 19,7 | 43,2 | 54,1 | 63,2 | 64,7 |
| | INTEХ РЕАТ | 21,4 | 45,5 | 56,1 | 66,5 | 68,4 |
| | Оптімайз | 22,5 | 46,9 | 57,9 | 70,2 | 72,5 |
| Валюта | Контроль | 18,7 | 38,2 | 46,1 | 55,2 | 55,7 |
| | INTEХ РЕАТ | 20,4 | 40,5 | 47,1 | 58,5 | 60,4 |
| | Оптімайз | 21,7 | 42,1 | 51,7 | 61,0 | 62,7 |
| Середнє за 2013-2015 рр. | | | | | | |
| Аполлон | Контроль | 18,2 | 41,7 | 52,6 | 61,7 | 63,2 |
| | INTEХ РЕАТ | 19,7 | 43,8 | 54,4 | 64,8 | 66,7 |
| | Оптімайз | 20,6 | 45,0 | 56,0 | 68,3 | 70,6 |
| Валюта | Контроль | 17,2 | 36,7 | 44,6 | 53,7 | 54,2 |
| | INTEХ РЕАТ | 18,7 | 38,8 | 45,4 | 56,8 | 58,7 |
| | Оптімайз | 19,7 | 40,1 | 49,7 | 59,0 | 60,7 |
| Середнє | | 19,0 | 41,0 | 50,5 | 60,7 | 62,4 |
| НІР ₀₅ , см | А | 0,11-0,23 | 0,34-0,51 | 0,47-0,62 | 0,53-0,78 | 0,65-0,84 |
| | В | 0,09-0,15 | 0,24-0,43 | 0,37-0,50 | 0,39-0,64 | 0,49-0,61 |

Додаток Є.2

Вплив інокулянтів на показники вмісту білка і жиру в зерні сої залежно від досліджуваних факторів

| Сорти (фактор А) | Інокулянт (фактор В) | Показники в роки проведення досліджень | | | | Приріст (змен- шення) до контролю ±% |
|-----------------------|-------------------------|---|------|------|-----------|---|
| | | 2013 | 2014 | 2015 | середнє | |
| Вміст білка, % | | | | | | |
| Аполлон | Контроль | 32,4 | 31,0 | 32,9 | 32,1 | – |
| | INTECH PEAT | 33,1 | 32,1 | 34,2 | 33,1 | +3,1 |
| | Оптімайз | 34,2 | 33,2 | 35,1 | 34,2 | +6,5 |
| Валюта | Контроль | 32,0 | 31,6 | 31,9 | 31,9 | – |
| | INTECH PEAT | 33,3 | 32,2 | 33,0 | 32,8 | +2,8 |
| | Оптімайз | 33,9 | 33,7 | 34,3 | 34,0 | +6,6 |
| НІР ₀₅ , % | А | 0,32 | 0,24 | 0,55 | 0,24-0,55 | |
| | В | 0,27 | 0,29 | 0,47 | 0,21-0,47 | |
| Вміст жиру, % | | | | | | |
| Аполлон | Контроль | 20,2 | 20,5 | 19,8 | 20,2 | – |
| | INTECH PEAT | 19,1 | 19,5 | 19,4 | 19,3 | –4,3 |
| | Оптімайз | 18,6 | 18,7 | 18,6 | 18,6 | –8,2 |
| Валюта | Контроль | 20,7 | 19,5 | 20,0 | 20,0 | – |
| | INTECH PEAT | 19,6 | 18,8 | 19,2 | 19,2 | –4,3 |
| | Оптімайз | 18,9 | 18,6 | 18,5 | 18,7 | –7,2 |
| НІР ₀₅ , % | А | 0,19 | 0,29 | 0,33 | 0,19-0,33 | |
| | В | 0,30 | 0,21 | 0,25 | 0,21-0,30 | |