

ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД  
“ХЕРСОНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ”  
МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД  
“ХЕРСОНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ”  
МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Кваліфікаційна наукова  
праця на правах рукопису

Лиховид Павло Володимирович

УДК 631.5: 631.8: 635.67

### **ДИСЕРТАЦІЯ**

“ПРОДУКТИВНІСТЬ КУКУРУДЗИ ЦУКРОВОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД ОБРОБІТКУ  
ГРУНТУ, УДОБРЕННЯ, ЗАГУЩЕННЯ РОСЛИН ПРИ КРАПЛИННОМУ  
ЗРОШЕННІ”

06.01.02 - сільськогосподарські меліорації

Сільськогосподарські науки

Подається на здобуття наукового ступеня кандидата сільськогосподарських наук

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

\_\_\_\_\_ П. В. Лиховид

Науковий керівник Ушкаренко Віктор Олександрович, доктор сільськогосподарських наук, професор, академік Національної академії аграрних наук України

Херсон - 2017

## АНОТАЦІЯ

*Лиховид П. В.* Продуктивність кукурудзи цукрової залежно від обробітку ґрунту, удобрення, загущення рослин при краплинному зрошенні. - Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата сільськогосподарських наук (доктора філософії) за спеціальністю 06.01.02 “Сільськогосподарські меліорації” (Сільськогосподарські науки). - Херсонський державний аграрний університет, Херсон, 2017.

У дисертації викладено результати досліджень із удосконалення технології вирощування кукурудзи цукрової за краплинного зрошення в умовах ґрунтово-екологічної зони Сухого Степу України. Встановлено вплив глибини полицевої оранки, доз мінеральних добрив і загущення рослин на ростові процеси, врожайність і показники якості врожаю культури, подано економіко-енергетичне обґрунтування технології вирощування кукурудзи цукрової в зазначених агровиробничих умовах.

Кращі водно-фізичні властивості ґрунту на посівах кукурудзи цукрової формувалися за оранки на глибину 28-30 см. Менша інтенсивність засолення, підлуження ґрунту внаслідок зрошення водою II класу якості також спостерігалася за вищезазначеної глибини його обробітку. В цілому, меліоративні та водно-фізичні властивості ґрунту на посівах кукурудзи цукрової були достатньо сприятливими за обох варіантів глибини оранки.

Мінеральні добрива пригнічують активність ґрунтової біоти, сприяють консервації органічної речовини. Оранка на глибину 28-30 см пригнічувала аеробні бактерії, що знайшло свій прояв у зменшенні об'єму виділеної ґрунтом вуглекислоти. Життєдіяльність целюлорозкладаючої мікрофлори залишалася незмінною за різної глибини основного обробітку ґрунту.

Досліджувані елементи технології суттєво впливали на ростові процеси кукурудзи цукрової. Тривалість вегетації культури збільшувалася за оранки на глибину 28-30 см, внесення мінеральних добрив, загущення рослин. Вплив

основного обробітку ґрунту на ріст і розвиток кукурудзи цукрової був мінімальним. Найбільший позитивний вплив на ростові процеси мали мінеральні добрива, які сприяли формуванню кращого габітусу рослин. Зріджені до 35 і загущені до 80 тис/га посіви культури вели до порушення нормального розвитку рослин.

Встановлено суттєвий вплив агротехнічного комплексу на структуру врожаю кукурудзи цукрової. Відзначено позитивний вплив на неї досліджуваних елементів. Найкращі показники структури врожаю сформувалися за оранки на глибину 20-22 см, фону живлення  $N_{120}P_{120}$  і загущення рослин 35 тис/га, що виражалось головним чином у максимальних розмірах та масі товарного качана (229,0 в обгортці та 179,3 г без обгортки, відповідно), виході зерна з нього (82,5 г).

Встановлено суттєву залежність урожайності товарних качанів кукурудзи цукрової та основних показників якості її зерна від досліджуваних агротехнічних елементів, причому максимальна частка впливу належала мінеральним добривам, мінімальна — глибині оранки. Найвищу врожайність культури одержали за оранки на глибину 20-22 см, фону живлення  $N_{120}P_{120}$  і загущення рослин 65 тис/га, а саме: 14,00 т/га товарних качанів в обгортках і 10,93 т/га без них, відповідно. Урожайність силосної маси кукурудзи цукрової за вищезазначеної технології вирощування становила 42,25 т/га. Найвищий загальний вміст цукрів (4,65%) і сухої речовини (34,56%) в зерні забезпечував розроблений нами агротехнічний комплекс.

Збільшення глибини оранки, дози мінеральних добрив і загущення рослин підвищували сумарне водоспоживання кукурудзи цукрової. Найвищу ефективність використання води посівами досліджуваної культури забезпечила оранка на глибину 20-22 см, фон живлення  $N_{120}P_{120}$  і загущення рослин 65 тис/га, де коефіцієнт водоспоживання склав 198 і 254 м<sup>3</sup>/т товарних качанів кукурудзи цукрової у обгортках і без них, відповідно.

Найбільш раціональне використання кукурудзою цукровою поживних речовин з ґрунту та максимальну окупність урожаєм товарних качанів

мінеральних добрив забезпечує розроблений нами агротехнічний комплекс.

Максимальну економіко-енергетичну ефективність виробництва кукурудзи цукрової також забезпечив агротехнічний комплекс із оранкою на глибину 20-22 см, фоном живлення  $N_{120}P_{120}$  та загущенням рослин 65 тис/га, де рівень рентабельності склав 244,02%, а коефіцієнт енергетичної ефективності — 2,44.

Застосування сучасних можливостей комп'ютерної математичної обробки даних та моделювання дало змогу розробити високоточні моделі залежності врожайності кукурудзи цукрової, її сумарного водоспоживання від агротехнології.

За результатами дисертаційних досліджень було сформовано практичні рекомендації щодо технології вирощування кукурудзи цукрової в Степовій зоні України, а саме: для одержання 10-12 т/га товарних качанів культури без обгорток за високої економіко-енергетичної ефективності виробництва при краплинному зрошенні (за підтримання вологості ґрунту на рівні 80% НВ в шарі ґрунту 0-30 см до фази 7-8 листків культури та в шарі 0-50 см решту періоду вегетації) при дуже низькому вмісті в ґрунті рухомих сполук азоту та середньому — фосфору слід вирощувати її за таким агротехнічним комплексом:

- полицева оранка на глибину 20-22 см;
- фон живлення  $N_{120}P_{120}$ ;
- загущення рослин 65 тис/га.

Рекомендований агротехнічний комплекс було впроваджено у фермерських господарствах Херсонської області, а також в установах Південного наукового центру Національної академії наук і Міністерства освіти і науки України.

Ключові слова: біологічна активність ґрунту, водно-фізичні властивості ґрунту, глибина оранки, економічна ефективність, енергетична ефективність, загущення рослин, краплинне зрошення, кукурудза цукрова, меліоративний стан ґрунту, мінеральні добрива, програмування, ріст і розвиток рослин, урожайність, якість зрошувальної води, якість урожаю.

## ANNOTATION

*Likhovid P. V.* The productivity of sweet corn depending on soil treatment, fertilizers, plants thickness as a result of drip irrigation. — A qualifying academic paper (manuscript copyright).

Dissertation in support of candidature for PhD in agricultural sciences in specialty 06.01.02 “Agricultural Meliorations” (Agricultural Sciences). - Kherson State Agrarian University, Kherson, 2017.

The paper represents research results of the advances in technological productivity sweet corn cultivation at drip irrigation in conditions of the Dry Steppe Zone of Ukraine. It shows the effect of moldboard plowing depth, fertilizers rates and plants thickness upon on growth processes, yielding capacity and quality performance of the crop yield, as well as economical and energy feasibility of sweet corn cultivation technology in the outlined agroindustrial conditions.

Top hydrophysical soil characteristics have been developed on the droppings of sweet corn when plowing at a depth of 28-30 cm. Lesser salification and soil alcalinization as the result of the second degree water impounding was also observed in the process of the previously mentioned tillage depth. Basically land-improvement and hydrophysical properties of soil on the sweet corn crops were reasonably productive under both plowing depths.

Mineral fertilizers damp life-sustaining activity of soil biota, decrease soil bioactivity, conduce organic matter freeze. 28-30 cm tillage damped aerobic bacteria, which manifested itself in the reduction of the amount of the soil discharged carbon dioxide. Functioning of the cellulose-decomposing microbial flora remained unchanged under various tillages.

The technological processes under study influenced to a significant degree sweet corn growth. The corn sample growth increased under 28-30 cm tillage, fertilizer dressing and plant thickness. Soil tillage influence upon the growth and development of sweet corn was the least possible. Mineral fertilizers had the uttermost effect on the plant growth, promoted their habit. The crops, thinned out to

35 and thickened to 80 ths/ha, led to deterioration of the development of plants.

It is established that the agricultural method impact on the sweet corn consistence yield was constitutive. Attention must be drawn to the positive influence of the elements in question upon it. By far the best of the yield formula factors were formed under 20-22 cm tillage,  $N_{120}P_{120}$  nutrient status and plant 35 ths/ha thickness, resulting mainly in the maximum of tradable cobs and sweet corn bulk ears (229.0 in husks and 179.3 g without husks, respectively), and its grain yield (82.5 g).

It is established that sweet corn bulk ears crop yield and the quality parameters of their grain depend to a substantial degree on the agronomic elements under study, with the core maximum of the influence due to mineral fertilizers, and the smallest influence due to tillage. The highest crop yield was achieved at 20-22 cm tillage,  $N_{120}P_{120}$  nutrient status and plant 65 ths/ha thickness, namely: 14.00 t/ha of tradable corn ears in husks and 10.93 t/ha without husks, respectively. Silage sweet corn yield under the above-mentioned technology was 42.25 t/ha. The highest sugar crop yield (4,65%) and dry matter (34,56%) of the grain is ensured by our engineered agrotechnical structure.

The increase of tillage, mineral fertilizers rates and plant thickness added to the sweet corn consumptive water use. The culminant water use effectiveness by the crops under investigation was ensured by 20-22 cm tillage,  $N_{120}P_{120}$  nutrient status, 65 ths/ha plant thickness, with the water-use ratio of 198 i 254  $m^3/t$  of tradable sweet corn cobs in husks and without husks, respectively.

Our agrotechnical complex ensures sustainable soil nutrient utilization and maximum tradable cobs crop payback of the mineral fertilizers costs.

The maximum economic-energy efficiency of the sweet corn production was also ensured by the agrotechnical complex with the 20-22 cm tillage,  $N_{120}P_{120}$  nutrient status and 65 ths/ha plants thickness, where the break-even level was 244,02%, and the energy efficiency ratio was 2,44.

The use of modern computer-assisted options for mathematical treatment modelling provided means for preparing accurate models for correlation of sweet corn crops yield, their consumptive water use and agrotechnology.

Based on the dissertational findings, a recommended practice was realized for growing sweet corn in the Steppe Zone of Ukraine, specifically: to yield 10-12 t/ha of tradable cobs without husks with high economic-energy productivity, sweet corn is to be grown at the drip irrigation (holding soil moisture level on 80% LW in 0-30 cm layer till phase of 7-8 leaves of the crop and in 0-50 cm layer at the rest of vegetation) at very low content of the Nitrogen and middle content of the Phosphorus in the soil in accordance with such agrotechnical complex:

- moldboard plowing on the depth of 20-22 cm;
- $N_{120}P_{120}$  nutrient status;
- 65 ths/ha plants thickness .

The recommended agrotechnical complex was successfully implemented in the farm holdings of Kherson Region, as well as in the enterprises of the South Scientific Centre of the National Academy of Sciences and the Ministry of Education and Science of Ukraine.

Key words: biological activity of soil, hydrophysical properties of soil, plowing depth, economical efficiency, energy efficiency, plants thickness, drip irrigation, sweet corn, meliorative soil status, mineral fertilizers, programming, plants growth and development, crop yield, irrigation water quality, yield quality.

## Список публікацій здобувача

*Статті у фахових виданнях*

1. Лиховид П. В. Урожайність товарних качанів кукурудзи цукрової залежно від агротехніки в зрошуваних умовах Сухого Степу України. *Таврійський науковий вісник: Науковий журнал*. 2015. Вип. 94. С. 42—48.

2. Лиховид П. В. Ефективність використання мінеральних добрив кукурудзою цукровою залежно від агротехніки її вирощування при зрошенні. *Таврійський науковий вісник: Науковий журнал*. 2016. Вип. 95. С. 62—66.

3. Ушкаренко В. О., Лиховид П. В. Загальний вміст цукрів і сухої речовини в зерні кукурудзи цукрової на початку його молочно-воскової стиглості залежно від агротехнології. *Таврійський науковий вісник: Науковий журнал*. 2016. Вип. 96. С. 119—123.

*Автором дисертації проведено лабораторні аналізи, їх математичну обробку й узагальнення, аналіз літературних джерел.*

4. Ушкаренко В., Лиховид П. Урожайність кукурудзи цукрової залежно від глибини полицевої оранки, фону живлення та густоти стояння рослин за краплинного зрошення. *Техніка і технології АПК*. 2016. № 12 (87). С. 11—14.

*Автором дисертації проведено польові дослідження, визначення врожайності, математичну обробку й узагальнення одержаних даних, аналіз літературних джерел.*

5. Ушкаренко В. О., Лиховид П. В. Регресійна модель урожайності кукурудзи цукрової залежно від агротехнології в зрошуваних умовах Сухого Степу України. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. 2016. № 2. С. 31—35. (видання входить до міжнародних наукометричних баз, репозиторіїв та баз даних Ulrich's Periodicals Directory, РИНЦ, Google Scholar, BASE, OpenDOAR, Соционет, WorldCat, CyberLeninka).

*Автором дисертації проведено аналіз літературних джерел і побудову регресійної моделі.*

6. Лиховид П. Водно-фізичні властивості ґрунту на посівах кукурудзи цукрової залежно від глибини його основного обробітку. *Техніка і технології*



**Статті у виданнях за кордоном**

7. Likhovid P. V. Analysis of the Ingulets irrigation water quality by agronomical criteria. *Success of Modern Science and Education*. 2015. No. 5. P. 10—12. (видання входить до міжнародних наукометричних і бібліографічних баз РИНЦ, AGRIS, ERIN PLUS).

8. Лиховид П. В. Перспективы использования кукурузы сахарной в кормопроизводстве. *Пути повышения эффективности орошаемого земледелия: научно-практический журнал*. 2016. Вып. 1 (61). С. 213—215. (видання входить до міжнародної наукометричної бази РИНЦ).

9. Лиховид П. В. Энергетическая эффективность выращивания кукурузы сахарной в зависимости от агротехнического комплекса. *Успехи современной науки и образования*. 2016. № 11, Т. 8. С. 22—24. (видання входить до міжнародних наукометричних і бібліографічних баз РИНЦ, AGRIS, ERIN PLUS).

10. Ушкаренко В. А., Лиховид П. В. Технология выращивания кукурузы сахарной на капельном орошении в условиях Сухой Степи Украины// *Современные научные исследования и инновации: электрон. науч.-практ. журнал*. 2016. № 11 (67). URL: <http://web.snauka.ru/issues/2016/11/73063> (дата обращения 19.03.2017). (видання входить до міжнародних наукометричних баз РИНЦ, Google Scholar).

*Автором дисертації проведено польові та лабораторні дослідження, їх математичну обробку й узагальнення одержаних даних, економіко-енергетичні розрахунки, аналіз літературних джерел.*

11. Ушкаренко В. А., Лиховид П. В. Нейронные сети в прогнозировании урожайности сельскохозяйственных культур на основании результатов многофакторных опытов на примере кукурузы сахарной. *Успехи современной науки и образования*. 2017. № 1, Т. 4. С. 174—176. (видання входить до міжнародних наукометричних і бібліографічних баз РИНЦ, AGRIS, ERIN PLUS).

*Автором дисертації проведено польові дослідження, математичну обробку, узагальнення одержаних даних і побудовано нейронну модель, проаналізовано літературні джерела.*

12. Лиховид П. В. Продолжительность вегетационного периода кукурузы сахарной в зависимости от агротехники. *Пути повышения эффективности орошаемого земледелия: научно-практический журнал*. 2017. Вып. 1 (65). С. 248—251. (видання входить до міжнародної наукометричної бази РИНЦ).

13. Лиховид П. В., Ушкаренко В. А. Мелиоративное состояние почвы в зависимости от глубины ее основной обработки на посевах кукурузы сахарной. *SCI-ARTICLE: электронный периодический рецензируемый научный журнал*. 2017. № 42. С. 165—170. URL: <http://sci-article.ru>

*Автором дисертації проведено польові дослідження, математичну обробку, узагальнення одержаних даних, зроблено висновки, проаналізовано літературні джерела.*

#### ***Статті в інших виданнях, тези конференцій***

14. Ушкаренко В., Лиховид П., Кіріяк Ю. Перспективи розвитку краплинного зрошення у Херсонській області. *Інноваційні технології та інтенсифікація розвитку національного виробництва : матер. II міжнар. наук.-практ. інтернет-конф., 20-21 жовтн. 2015 р.* Тернопіль, 2015. С. 48—50. (видання входить до міжнародної наукометричної бази РИНЦ).

*Автором дисертації проведено аналіз літературних джерел, кліматичних умов і стану якості зрошувальної води.*

15. Likhovid P.V. The new way of the irrigation water quality amelioration in the Inhulets'ka irrigation system by using water feed from the Karachuniv's'ke reservoir // Anthropogenic evaluation of modern soils and food production under changing of soil and climatic conditions: proceedings of international scientific and practical e-conference on agriculture and food security, Oct. 29-Nov. 28, 2015. P. 127—128. DOI: <http://dx.doi.org/10.18551/rjoas.2015.e-conf> (дата обращения 19.03.2017).

16. Ушкаренко В., Лиховид П. Щільність складення ґрунту на посівах кукурудзи цукрової за різної глибини його основного обробітку. *Інтеграційна система освіти, науки і виробництва в сучасному інформаційному просторі: матер. III міжнар. наук.-практ. конф., 19-20 травн. 2016 р., м. Тернопіль*. Тернопіль: Крок, 2016. С. 71—73. (видання входить до міжнародної наукометричної бази РИНЦ).

*Автором дисертації проведено польові дослідження, математичну обробку їх результатів, узагальнення та систематизацію, аналіз літературних джерел.*

17. Ушкаренко В. О., Лиховид П. В. Урожайність наземної маси кукурудзи цукрової залежно від глибини основного обробітку ґрунту, фону живлення та загущення рослин при зрошенні. *Онтогенез — стан, проблеми та перспективи вивчення рослин в культурних та природних ценозах: зб. тез міжнар. конф., 10-11 червн. 2016 р., м. Херсон*. Херсон: Колос, 2016. С. 179—180.

18. Лиховид П. Основний обробіток ґрунту як фактор продуктивності кукурудзи цукрової. *Інноваційні технології та інтенсифікація розвитку національного виробництва: матер. III міжнар. наук.-практ. конф., 20-21 жовтн. 2016 р., м. Тернопіль*. Тернопіль: Крок, 2016. Ч. 1. С. 68—70. (видання входить до міжнародної наукометричної бази РИНЦ).

19. Лиховид П. В. Висота рослин і швидкість росту кукурудзи цукрової за різних технологій її вирощування. *Досягнення та концептуальні напрями розвитку сільськогосподарської науки в сучасному світі: матер. всеукраїнської наук.-практ. конф. до 80-ти річчя від дня заснування ДДС ІОБ НААН, 21 листоп. 2016 р., с. Олександрівка, Дніпропетровська область*. Вінниця: ТОВ “Нілан-ЛТД”, 2016. С. 89—91.

20. Лиховид П. В. Інтенсивність виділення вуглекислого газу темно-каштановим ґрунтом на посівах кукурудзи цукрової за краплинного зрошення. *Досягнення та концептуальні напрями розвитку сільськогосподарської науки в сучасному світі: матер. всеукраїнської наук.-практ. конф. до 80-ти річчя від*

дня заснування ДДС ІОБ НААН, 21 листоп. 2016 р., с. Олександрівка, Дніпропетровська область. Вінниця: ТОВ “Нілан-ЛТД”, 2016. С. 91—93.

21. Лиховид П. В. Индекс листової поверхності кукурузи сахарної в залежності від агротехнічного комплексу. *Досягнення та концептуальні напрями розвитку сільськогосподарської науки в сучасному світі: матер. всеукраїнської наук.-практ. конф. до 80-ти річчя від дня заснування ДДС ІОБ НААН, 21 листоп. 2016 р., с. Олександрівка, Дніпропетровська область.* Вінниця: ТОВ “Нілан-ЛТД”, 2016. С. 94—95.

22. Ушкаренко В. О., Лиховид П. В. Економічна ефективність вирощування кукурудзи цукрової на краплинному зрошенні залежно від агротехнічного комплексу. *Краплинне зрошення як основна складова інтенсивних агротехнологій XXI століття: матер. III наук.-практ. конф., 8 грудн. 2016 р., м. Київ.* Київ, 2016. С. 9—10.

*Автором дисертації проведено польові досліді, аналіз одержаних результатів і економічні розрахунки ефективності технології вирощування.*

23. Наука в Південному регіоні України. Важливі досягнення наукових установ Південного регіону України в галузі фундаментальних, прикладних досліджень та інноваційної діяльності. Вип. XIV / під загальн. ред. ак. НАН України Андронаті С. А. Одеса, 2016. С. 82.

24. Лиховид П. Ефективність краплі. *The Ukrainian Farmer.* 2017. № 1 (85). С. 94.

## ЗМІСТ

	Стор
ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ і УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ	15
ВСТУП	16
РОЗДІЛ 1. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ З ДОСЛІДЖУВАНИХ ПИТАНЬ	22
1.1. Народногосподарське значення, ботанічна та морфо-біологічна характеристика кукурудзи цукрової	22
1.2. Основний обробіток ґрунту як вагомий фактор підвищення врожайності кукурудзи цукрової	27
1.3. Урожайність та якість зерна кукурудзи цукрової залежно від мінеральних добрив	30
1.4. Вплив загущення на ріст, розвиток і продуктивність рослин кукурудзи цукрової	35
1.5. Технології вирощування кукурудзи цукрової	39
Висновки до розділу 1	45
РОЗДІЛ 2. МІСЦЕ, УМОВИ, МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ ТА АГРОТЕХНІКА ВИРОЩУВАННЯ КУКУРУДЗИ ЦУКРОВОЇ У ДОСЛІДАХ	46
2.1. Характеристика ґрунту дослідного поля	46
2.2. Клімат зони, метеорологічні умови у роки проведення дослідів	47
2.3. Якість зрошувальної води	53
2.4. Методика проведення досліджень	60
2.5. Агротехніка вирощування кукурудзи цукрової у польових дослідях	68
Висновки до розділу 2	69
РОЗДІЛ 3. АГРОМЕЛІОРАТИВНИЙ СТАН ҐРУНТУ, ЙОГО ВОДНО- ФІЗИЧНІ ТА БІОЛОГІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ	70
3.1. Агротеліоративний стан ґрунту	70
3.2. Щільність складення ґрунту та його шпаруватість	77
3.3. Водопроникність ґрунту	80

	14
3.4. Біологічна активність ґрунту	82
Висновки до розділу 3	87
РОЗДІЛ 4. ВПЛИВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ НА РІСТ І РОЗВИТОК РОСЛИН КУКУРУДЗИ ЦУКРОВОЇ	
РОЗВИТОК РОСЛИН КУКУРУДЗИ ЦУКРОВОЇ	89
4.1. Ріст і розвиток рослин кукурудзи цукрової	89
4.2. Площа листкової поверхні та фотосинтетичний потенціал посівів кукурудзи цукрової	98
Висновки до розділу 4	103
РОЗДІЛ 5. ФОРМУВАННЯ ВРОЖАЮ КУКУРУДЗИ ЦУКРОВОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД ДОСЛІДЖУВАНИХ ФАКТОРІВ	
ЗАЛЕЖНО ВІД ДОСЛІДЖУВАНИХ ФАКТОРІВ	105
5.1. Структура врожаю кукурудзи цукрової	105
5.2. Урожайність товарних качанів і силосної маси кукурудзи цукрової	112
5.3. Показники якості зерна кукурудзи цукрової	118
5.4. Програмування врожаю кукурудзи цукрової	123
Висновки до розділу 5	128
РОЗДІЛ 6. ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ КУКУРУДЗИ ЦУКРОВОЇ	
ЦУКРОВОЇ	131
6.1. Сумарне водоспоживання та ефективність використання води посівами кукурудзи цукрової	131
6.2. Умовне споживання рухомих сполук азоту та фосфору, ефективність використання мінеральних добрив кукурудзою цукровою	140
6.3. Економічна ефективність вирощування кукурудзи цукрової	149
6.4. Енергетична ефективність вирощування кукурудзи цукрової	152
Висновки до розділу 6	154
ВИСНОВКИ	157
РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ	160
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	161
ДОДАТКИ	186

**ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ І УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ**

АПАР — детергенти та поверхнево-активні речовини

БПК<sub>5</sub> — біологічна потреба кисню за 5 діб

ВНД — внутрішній нормативний документ

ГАУ — Государственный аграрный университет

ГДК — гранично допустима концентрація

ГТК — гідротермічний коефіцієнт

ДСТУ — Державний стандарт України

МВС — молочно-воскова стиглість

НААН — Національна академія аграрних наук

НВ — найменша вологостійкість ґрунту

СанПиН — санітарні правила і норми

США — Сполучені Штати Америки

ФАО — Продовольча та сільськогосподарська організація ООН

ХСК — хімічно спожитий кисень

SAR — sodium adsorption ratio (натрій-адсорбційне відношення)

±Δ — величина відхилення показника в більшу (+) або меншу (-) сторону

## ВСТУП

**Обґрунтування вибору теми досліджень.** В останні десятиліття у біосфері Землі відбуваються значні зміни, загальною тенденцією яких, на думку вченої спільноти, є глобальне потепління. Процеси планетарного масштабу не можуть не чинити впливу на останні в системах нижчого порядку: континентальних, регіональних, локальних. Глобальна зміна кліматичних умов, в свою чергу, приводить до зміни клімату окремих районів планети, що, безумовно, має велике значення для аграрної науки. В першу чергу, зазнає змін видовий і сортовий склад вирощуваних культур, нові види та сорти рослин вимагають агротехнологій, які здатні забезпечити ефективно, стабільне виробництво продукції рослинництва в нових умовах. Крім того, не стоїть на місці науково-технічний прогрес, який вимагає від аграріїв постійного вдосконалення наявних технологій вирощування культур.

Кукурудза цукрова — перспективна овочева культура, яка має високу економічну ефективність. Основні її переваги: висока харчова цінність; придатність до використання у свіжому, замороженому, консервованому виді; вегетативна маса рослин – якісний зелений корм і цінний компонент силосу; висока рентабельність виробництва; високий попит не тільки на внутрішньому, але і на зовнішньому ринку; перспектива імпортозаміщення. Тому кукурудза цукрова, як культура, що здатна формувати високі та якісні врожаї на меліорованих землях ґрунтово-екологічної зони Сухого Степу України, заслуговує на ретельну увагу.

Для досягнення максимальної ефективності виробництва кукурудзи цукрової на Україні, розширення площ вирощування і підвищення валових зборів врожаю високої якості необхідна розробка сучасної науково обґрунтованої технології її вирощування, оскільки напрацювання і рекомендації, які залишились у спадщину від радянських часів, втратили свою актуальність, не відповідають кліматичним і агровиробничим умовам сьогодення.



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

Експериментальні дослідження дисертаційної роботи є складовою частиною тематичного плану НДР Державного вищого навчального закладу «Херсонський державний аграрний університет» й виконувалися за темою «Удосконалення, розробка та впровадження ресурсоощадних і екологічно-безпечних адаптивних технологій вирощування сільськогосподарських культур в умовах півдня України» (державна реєстрація №0114U002499), де автор був безпосереднім виконавцем досліджень.

**Мета й завдання досліджень.** Метою дисертаційної роботи є удосконалення елементів технології вирощування кукурудзи цукрової при краплинному зрошенні в умовах Сухого Степу України.

До завдань досліджень входило:

- визначити вплив технологічних прийомів вирощування кукурудзи цукрової на водно-фізичні властивості, біологічну активність та меліоративний стан ґрунту при краплинному зрошенні;
- вивчити динаміку росту й розвитку рослин кукурудзи цукрової, особливості формування асиміляційного апарату культури залежно від досліджуваних факторів;
- визначити вплив агротехніки на структуру врожаю, урожайність товарних качанів кукурудзи цукрової, а також її силосної маси, показники якості зерна культури;
- вивчити особливості використання води посівами культури залежно від досліджуваних факторів;
- вивчити умовне споживання азоту та фосфору рослинами кукурудзи цукрової, ефективність використання мінеральних добрив культурою залежно від агротехніки;
- розрахувати економічну та енергетичну ефективність вирощування кукурудзи цукрової при краплинному зрошенні;
- побудувати математичні моделі отримання програмованого врожаю кукурудзи цукрової при зрошенні в умовах ґрунтово-екологічної

зони Сухого Степу України, її сумарного водоспоживання із застосуванням традиційних та сучасних методів математичного моделювання природних процесів.

*Об'єкт досліджень:* процеси росту і розвитку рослин, формування врожайності та якості зерна кукурудзи цукрової залежно від глибини основного обробітку ґрунту, доз внесення мінеральних добрив та загущення рослин.

*Предмет досліджень:* рослини кукурудзи цукрової сорту Брусниця; темно-каштановий ґрунт; елементи технології вирощування: глибина основного обробітку ґрунту, доза внесення мінеральних добрив, густина стояння рослин; економічні та біоенергетичні параметри вирощування культури.

**Методи досліджень.** У процесі досліджень були використані наступні методи: історичний — для ретроспективного узагальнення наукових досягнень вітчизняних та іноземних вчених щодо вивчення технології вирощування кукурудзи цукрової; польовий короткотривалий багатofакторний дослід — для проведення біометричних вимірів, обліків і спостережень за ростом і розвитком рослин та встановлення врожаю культури, дослідження біологічної активності ґрунту; лабораторний — для аналізу структури та якості врожаю кукурудзи цукрової, аналізу відібраних зразків ґрунту з метою вивчення його властивостей; розрахунковий — для оцінки економічної та енергетичної ефективності вирощування культури за різних агротехнічних комплексів; статистичний — для проведення дисперсійного аналізу дослідних даних та статистичної обробки одержаних результатів; програмування — для побудови математичних моделей врожайності та сумарного водоспоживання.

**Наукова новизна одержаних результатів** полягає у науковому обґрунтуванні та впровадженні ефективного агротехнічного комплексу (глибина основного обробітку ґрунту, доза внесення мінеральних добрив, загущення рослин) вирощування кукурудзи цукрової в умовах ґрунтово-екологічної зони Сухого Степу України за краплинного зрошення, що забезпечує високу економічну та енергетичну ефективність, і представлена сукупністю науково-прикладних положень, що виносяться на захист, а саме:

*вперше:*

- досліджено водно-фізичні властивості та меліоративний стан темно-каштанового ґрунту на посівах кукурудзи цукрової за різної глибини його основного обробітку в умовах краплинного зрошення водою II класу якості;

- вивчено біологічну активність ґрунту на посівах кукурудзи цукрової залежно від агротехнічних факторів;

- досліджено вплив агротехнологічних факторів на ростові процеси та формування врожаю кукурудзи цукрової при краплинному зрошенні в умовах ґрунтово-екологічної зони Сухого Степу України;

- проведено оцінку якості отриманого врожаю кукурудзи цукрової залежно від технологічних прийомів її вирощування;

- вивчено сумарне водоспоживання кукурудзи цукрової за краплинного зрошення та побудовано його математичну модель;

- вивчено умовне споживання азоту та фосфору рослинами кукурудзи цукрової залежно від агротехнічних прийомів вирощування культури;

- розраховано економічну та енергетичну ефективність вирощування кукурудзи цукрової залежно від досліджуваних факторів.

*удосконалено:*

- елементи технології вирощування кукурудзи цукрової на меліорованих землях в умовах ґрунтово-екологічної зони Сухого Степу України за краплинного зрошення;

*набули подальшого розвитку:*

- основні елементи агротехнологічного комплексу вирощування кукурудзи цукрової при краплинному зрошенні в умовах ґрунтово-екологічної зони Сухого Степу України;

- моніторинг агроеліоративного стану зрошуваних земель Інгулецького масиву при краплинному зрошенні;

- підходи щодо використання методів математичного моделювання у програмуванні врожаю кукурудзи цукрової.

**Практичне значення одержаних результатів.** Застосування на

виробництві рекомендованого агротехнічного комплексу вирощування кукурудзи цукрової дозволить збільшити об'єми виробництва високоякісної продукції для прямого споживання та переробної промисловості за стрімкого росту його економічної та енергетичної ефективності.

Результати досліджень були впроваджені у фермерському господарстві “Рімма” Горностаївського району Херсонської області у 2016 р. на площі 2,0 га; фермерському господарстві “СМАРАГД ПЛЮС” Великоолександрівського району Херсонської області у 2016 р. на площі 1,0 га; фермерському господарстві “Зоря” Білозерського району Херсонської області у 2016 р. на площі 0,8 га; в установах Південного наукового центру НАН і МОН України, тощо (додатки Ш.1 — Ш.4).

**Особистий внесок здобувача.** Дисертаційна робота є результатом особистого наукового дослідження. Автором, сумісно з науковим керівником, розроблено схему дослідів і програму науково-дослідної роботи. Дисертант зробив аналітичний огляд вітчизняної та зарубіжної літератури. Самостійно заклав і провів польові досліді, необхідні спостереження і аналізи, обробив отримані в дослідженнях результати, провів узагальнення експериментального матеріалу, визначив економічну та енергетичну ефективність досліджуваних елементів технології вирощування, побудував математичні моделі отримання програмованого врожаю та сумарного водоспоживання культури. Основні положення дисертації, висновки і пропозиції є науково обґрунтованими і розроблені безпосередньо автором.

**Апробація матеріалів дисертації.** Основні та проміжні результати досліджень доповідалися, обговорювалися й отримали позитивну оцінку на науково-практичних конференціях, зокрема: щорічних наукових конференціях викладачів і аспірантів агрономічного факультету ХДАУ (м. Херсон, 2014-2017 рр., очна участь); Міжнародній науково-практичній інтернет-конференції “Інноваційні технології та інтенсифікація розвитку національного виробництва” (м. Тернопіль, 20-21 жовтня 2015 р., заочна участь); Міжнародній науково-практичній інтернет-конференції “Anthropogenic evaluation of modern

soils and food production under changing of soil and climatic conditions” (Orel State Agrarian University, All-Russian Institute of Phytopathology, Gorsky State Agrarian University, Russia, October 29 — November 28, 2015, internet-conference); Міжнародній науково-практичній конференції “Інтеграційна система освіти, науки і виробництва в сучасному інформаційному просторі” (м. Тернопіль, 19-20 травня 2016 р., заочна участь); Міжнародній конференції “Онтогенез — стан, проблеми та перспективи вивчення рослин в культурних та природних ценозах” (м. Херсон, 10-11 червня 2016 р., заочна участь); Міжнародній науково-практичній конференції “Інноваційні технології та інтенсифікація розвитку національного виробництва” (м. Тернопіль, 20-21 жовтня 2016 р., заочна участь); Всеукраїнській науково-практичній конференції до 80-ти річчя від дня заснування ДДС ІОБ НААН “Досягнення та концептуальні напрями розвитку сільськогосподарської науки в сучасному світі” (с. Олександрівка, Дніпропетровська область, 21 листопада 2016 р., заочна участь); Науково-практичній конференції “Краплинне зрошення як основна складова інтенсивних агротехнологій XXI століття” (м. Київ, Інститут водних проблем і меліорації НААН України, 8 грудня 2016 р., заочна участь).

**Структура та обсяг дисертації.** Дисертаційна робота включає наступні структурні елементи: титульний аркуш, анотацію українською та англійською мовами, зміст, перелік скорочень і умовних позначень, вступ, 6 розділів, висновки, рекомендації виробництву, список використаних джерел і додатки, має обсяг 255 сторінок комп’ютерного тексту, з яких 145 — основна частина. У роботі наведено 65 додатків, 11 рисунків, 45 таблиць. Список використаних джерел нараховує 263 найменування, з них 41 — латиницею.

# РОЗДІЛ 1

## АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ З ДОСЛІДЖУВАНИХ ПИТАНЬ

### 1.1. Народногосподарське значення, ботанічна та морфо-біологічна характеристика кукурудзи цукрової

Кукурудза цукрова — цінна овочева культура [16, 17, 213]. Завдяки своїм унікальним смаковим якостям, вмісту поживних речовин і вітамінів вона належить до найкорисніших овочевих делікатесів [55, 70]. В 1 кг зерна кукурудзи цукрової міститься до 25 г протеїну, 8 г жиру, 135 г вуглеводів, 775 мг фосфору, 60 мг кальцію, 3,2 мг заліза. Крім того, кукурудза цукрова є джерелом надходження в організм людини вітамінів В<sub>1</sub>, РР, В<sub>2</sub>, С; у фазу молочно-воскової стиглості в зернівках міститься майже 80% елементів періодичної системи Менделєєва [25, 70, 98, 143, 213]. За калорійністю вона посідає перше місце серед усіх овочів: у 100 г зерна молочної стиглості міститься від 334-340 до 530 ккал [42, 70, 81, 168]. Слід зауважити, що при правильному зберіганні у замороженому, консервованому або свіжому вигляді в умовах керованої атмосфери, що передбачає штучне регулювання температури повітря, концентрації в ньому кисню та вуглекислого газу, свіжозібрана кукурудза цукрова практично не втрачає своїх смакових якостей і харчової цінності [213, 234].

Високі смакові якості кукурудзи цукрової обумовлені підвищеним вмістом цукрів у її зерні. За даним показником культуру поділяють на три основні типи: солодка (su), поліпшена солодка (se) і суперсолодка (sh<sub>2</sub>) [57, 255]. Вміст цукрів у зерні молочної — молочно-воскової стиглості солодкої кукурудзи цукрової становить 5-10%, поліпшеної солодкої — до 15, суперсолодкої — 20-30% [57]. За окремими даними вміст цукрів у зерні суперсолодкого типу досягає 35% [206]. У зерні окремих гібридів кукурудзи цукрової селекції компанії Syngenta вміст цукрів досягає 44% [255].

Кукурудза взагалі і цукрова зокрема відіграє важливу роль як продукт харчування. Її продукція є сировиною для консервної, крохмале-патокової, концентратної та броварної промисловості [42]. У світі на період 2001-2005 рр. кукурудза на споживання у молочно-восковій стиглості вирощувалася на площі 1,027 млн га, з них 0,4 млн га припадало на долю цукрової кукурудзи. Кожен четвертий гектар під кукурудзою на харчові цілі — американський. Майже кожен другий качан кукурудзи цукрової — зі США (45,82% світового валового збору). Вцілому площі під кукурудзою на харчові цілі з 1961 р. зросли на 137%. Найбільшими вони є у США (270,2 тис. га), Угорщині (30,4 тис. га), Канаді (29,1 тис. га), Франції (28,9 тис. га), Японії (27,9 тис. га) [42, 131, 132, 212].

Середньорічне споживання кукурудзи цукрової на одну людину в Україні становить 3,5-4,0 кг. За рекомендаціями Інституту харчування Академії медичних наук України доросла людина повинна споживати 3,7 кг кукурудзи цукрової на рік [73, 203].

Варто зазначити, що листостеблова маса рослин кукурудзи цукрової, що залишається після збирання качанів, є цінним кормом для великої рогатої худоби [213]. Вона добре силосується, як сумісно з качанами, так і без них, і потенційно може мати значення в годівлі жуйних тварин [236, 263].

На даний час кукурудза цукрова в Україні, на жаль, не вирощується у промислових масштабах. Виробництво продукції культури здійснюється, в основному, фермерськими господарствами на незначних площах 1,5-5 [57], інколи — до 50 га (наприклад, спеціалізоване підприємство «АгроКультура» Одеської області [105]). За даними обласного управління статистики Херсонської області станом на 2015 рік площі під кукурудзою цукровою складали 200 — 250 га. Однією з важливих передумов збільшення посівних площ та масового впровадження цієї цінної та економічно вигідної (рівень рентабельності виробництва 150-400%) культури у виробництво необхідне всебічне вивчення і розробка сучасної технології вирощування [19, 56, 63, 100, 240, 250].

Кукурудза цукрова (*Zea mays L. Saccharata Sturn.*) — однорічна рослина



родини злакові (*Poaceae*) [55, 206, 213]. За своїми морфологічними характеристиками та особливостями росту і розвитку вона має багато спільного з іншими підвидами кукурудзи [154, 245].

Коренева система кукурудзи цукрової — мичкувата, сильно розвинена, складається із первинних (головного і гіпокотильного) і вторинних (вузлових та епикотильних) коренів. Головне значення під час вегетації має головний корінь, який сягає глибини 170 см. Окремі корені здатні проникати в ґрунт на глибину до 2,0-2,5 м, а діаметр поширення кореневої системи однієї рослини коливається від 0,7 до 1,4 м. Основна маса коренів знаходиться у шарі ґрунту 0-40 см, при цьому у ранньостиглих сортів — у шарі 0-35, а у пізньостиглих — 0-50 см. Загальний об'єм ґрунту, який займає коренева система однієї рослини, коливається від 3 до 5 м<sup>3</sup> [57, 206].

Стебло пряме, циліндричне, заповнене паренхімою, складається з вузлів та міжвузлів [55]. Висота головного стебла, залежно від групи стиглості, може коливатися від 0,6 до 3-4 м. Найбільш поширені у виробництві сорти і гібриди кукурудзи цукрової мають висоту головного стебла від 170 до 200 см. Окрім головного стебла рослини зазвичай формують 1-2 пасинки [57].

Листки ланцетоподібної, видовжено-овальної форми, нерідко опушені, доволі крупні, від світло-зеленого до темного антоціанового кольору [30, 43, 211, 213]. Кількість листків на рослині залежить від групи стиглості сорту або гібриду культури, і коливається від 7-8 до 17-20 [55]. Квітки різностатеві, однодомні. Суцвіття чоловіче — волоть, жіноче — качан. Плід — зернівка різної величини і форми [213, 245].

Кукурудза цукрова сформувалася в тропічних і субтропічних районах Америки, тому це рослина вимоглива до тепла, вологи, родючості й аерації ґрунтів [1, 2, 136].

Мінімальна температура проростання насіння для одержання дружних сходів культури становить + 13...15°C [57]. Втім, сходи можуть бути отримані і при більш низьких температурах: + 10...12°C і навіть + 5°C [206]. При низьких температурах (до + 8...10°C) зародок починає рости, а прориває оболонку насіння



лише за температури від  $+10^{\circ}\text{C}$  [51, 213]. Оптимальна температура повітря для отримання сходів становить, за окремими даними,  $+15\dots18^{\circ}\text{C}$  [23, 37, 155, 171]. Понижені температури викликають затримку росту і розвитку культури. Зниження температури на  $1,8\text{-}3,0^{\circ}\text{C}$  приводить до затримки розвитку на 3-4 дні [50].

Сходи кукурудзи цукрової легко переносять невеликі приморозки, проте при температурі  $3^{\circ}\text{C}$  нижче нуля — гинуть [57, 213]. Короткочасне зниження температури повітря до  $1^{\circ}\text{C}$  нижче нуля пошкоджує рослини, внаслідок чого погіршуються ростові процеси.

Оптимальна температура для кращого росту і розвитку рослин кукурудзи цукрової протягом вегетації, за даними різних дослідників, становить  $+24\dots28^{\circ}\text{C}$  [206],  $+22\dots25^{\circ}\text{C}$ ,  $+13\dots20^{\circ}\text{C}$  [50]. За даними Ростовської дослідної станції (Російська федерація) оптимальні температури для росту і розвитку рослин кукурудзи цукрової диференційовані за фазами розвитку:  $+18\dots20^{\circ}\text{C}$  до викидання волоті і  $+22\dots25^{\circ}\text{C}$  під час цвітіння [51]. Дослідженнями Кримського селекційного центру «Гавриш» було встановлено, що найкращі ріст і розвиток рослин кукурудзи цукрової спостерігаються за середніх температур протягом вегетації культури на рівні  $+18\dots24^{\circ}\text{C}$  [55]. Високі температури (вище  $+30\dots32^{\circ}\text{C}$ ) викликають порушення запилення, череззерницю, що погіршує якість продукції, знижує врожайність культури [206]. Якщо високі температури співпадають з періодом активного росту, це може призвести до катастрофічної втрати врожаю через порушення ростових процесів [227]. При надвисоких температурах ( $+45\dots48^{\circ}\text{C}$ ) ріст кукурудзи цукрової припиняється [57].

Кукурудза цукрова — відносно посухостійка культура [57]. Для проростання вона потребує 44% вологи від маси насіння. Потреба у волозі зростає під час активного росту надземної маси. Критичним періодом по водоспоживанню є викидання волотей — початок молочної стиглості зерна. У період дозрівання потреба у волозі різко скорочується [213]. Тривала посуха позначається на якості врожаю, призводить до невиповненості качанів. За умов вирощування культури при зрошенні необхідно проводити моніторинг якості

зрошувальної води, оскільки кукурудза цукрова є чутливою до підвищеної концентрації солей в ній [256].

Кукурудза цукрова — світлолюбна рослина короткого дня. Надмірне загущення її посівів неприпустиме, тому що при значному затіненні качани не формуються [57]. У загущених посівах листки і стебла витягуються, зелений колір блідніє, стебло потоншується, зростає доля рослин без качанів, погіршуються харчова цінність і технологічні якості зерна, тощо [60, 61, 64, 69, 72, 144].

Кукурудза цукрова дуже вимоглива до родючості ґрунту та живлення. Оптимальними для її вирощування є чорноземи і каштанові ґрунти з доброю дренажістю. Оптимальна рН знаходиться в межах 5,5-7,0. При зниженні рН до 5,0 рослини починають хворіти, врожайність знижується до 30%. Холодні, заболочені, кислі, засолені і солонцюваті ґрунти непридатні для її вирощування [57, 80, 227].

На формування врожаю загальною масою 300 ц/га кукурудза цукрова, в середньому, потребує 70-90 кг/га азоту, 30-45 — фосфору, 100-110 — калію. При цьому культура споживає елементи живлення з ґрунту і добрив нерівномірно. Максимум споживання азоту припадає на фазу 6-7 листків, фосфору — на початкові етапи росту й розвитку та період цвітіння і формування зерна, калію — на період 5-6 листків — цвітіння. 85% азоту кукурудза цукрова споживає до фази всихання рилець качанів [57, 213]. Нестача азоту і калію призводить до захворювання рослин стебловими гнилями [104]. Найбільший вплив на врожайність культури серед елементів живлення має азот; на швидкість досягання качанів — фосфор; на міцність стебла — калій (крім того, калій сприяє збільшенню кількісних і якісних показників майбутнього врожаю). Мікроелементи забезпечують нормальне проходження стадій росту і розвитку рослин кукурудзи цукрової [207, 227].

## **1.2. Основний обробіток ґрунту як вагомий фактор підвищення врожайності кукурудзи цукрової**

Обробіток ґрунту є важливою складовою технології вирощування. Він спрямований на збереження родючості ґрунту, забезпечення постійно зростаючих урожаїв високої якості з найменшими витратами матеріальних, енергетичних і трудових ресурсів. Проведення науково обґрунтованого основного обробітку поліпшує водно-фізичний стан ґрунту, створює кращі умови для біологічних і хімічних процесів у ґрунтовому середовищі. В результаті підвищується ефективність всіх інших агротехнічних заходів (системи удобрення, сівозміни, інтегрованого захисту рослин, тощо) [44, 49]. Конкретний вид основного обробітку ґрунту обирають з урахуванням ґрунтово-кліматичних, агроекологічних та меліоративних умов місцевості, біологічних особливостей сільськогосподарської культури [187].

Вирішенням проблеми раціонального основного обробітку ґрунту під кукурудзу цукрову за різних агровиробничих і ґрунтово-кліматичних умов займалася низка закордонних і вітчизняних дослідників.

Сучасні тенденції розвитку землеробства йдуть у напрямі мінімалізації обробітку ґрунту. Проведені на замулених суглинкових ґрунтах польові дослідження свідчать, що за системи обробітку ґрунту no-till загальна урожайність качанів (кондиційних і некондиційних) склала 25,9 т/га, а за оранки на глибину 16 см — 26,6 т/га. Різниця врожайності між варіантами виявилася несуттєвою. Перевага системи нульового обробітку перед оранкою виявилась у таких показниках як мікробіологічна активність ґрунту і стабільність його структурних агрегатів [252].

Дослідження, проведені в Аутріч Центрі (Міннесота, США) свідчили, що проведення полицевого обробітку ґрунту під кукурудзу цукрову негативно впливає на його біологічну активність [253].

За даними Інституту Arvalis якісно проведена оранка гарантує безпеку посівам від таких хвороб як антракноз і фузаріоз качанів [78].

В умовах Польщі осінній основний обробіток ґрунту під культуру складається з лущення стерні після збирання попередника і наступної зяблевої оранки на глибину 25-30 см залежно від потужності гумусового горизонту ґрунту [258].

Дослідження, проведені у республіці Башкортостан (Російська федерація), засвідчили, що оранка карбонатних і вилугованих чорноземів на глибину 28-30 см сприяє поліпшенню умов формування ефективної родючості ґрунту. Поглиблення орного шару створює сприятливі умови для покращення водопроникності і біологічної активності ґрунту, сприяє контролю забур'яненості посівів, поліпшенню його структурного стану і є засобом меліорації ґрунтів. Крім того, глибока оранка створює передумови для нормального розвитку кореневої системи рослин, сприяє їх максимальній продуктивності, поліпшує врожайність наступних культур у сівозміні, тощо [163].

Дослідження, проведені в умовах Кабардино-Балкарії (Російська федерація), щодо продуктивності гібридів кукурудзи цукрової засвідчили, що оптимальним варіантом основного обробітку ґрунту є оранка на глибину 27-30 см [214].

Польові дослідження, проведені у 2007-2012 рр. у Волгоградській і Астраханській областях Російської федерації, з дослідження агрофізичних показників ґрунту на посівах кукурудзи цукрової показали, що щільність його складення за no-till системи є нижчою, ніж за полицевого обробітку: 1,19-1,20 т/м<sup>3</sup> і 1,22-1,24 т/м<sup>3</sup>, відповідно. При цьому за no-till системи ведення землеробства поліпшується аерація ґрунту (в середньому на 4,68%) [40].

Дослідження, проведені на Ростовській дослідній станції (Російська федерація), з ефективності різних способів обробітку ґрунту під кукурудзу цукрову показали перевагу глибокої зяблевої оранки на 25-35 см, оскільки за цих умов на ущільнених ґрунтах рослини культури формують найбільш розвинену кореневу систему [51].

У працях вітчизняних вчених чітко простежується думка щодо

необхідності проведення під кукурудзу цукрову глибокого полицевого обробітку. Рекомендована глибина коливається в межах 25-35 см [57, 213].

В останні роки доведено, що зяблева оранка на глибину 20-25 см дозволяє зменшити популяцію кукурудзяного метелика, а також ризик ушкодження рослин кукурудзи цукрової хворобами [107, 142, 166].

Дослідження, проведені у 2011-2012 рр. на базі Кіровоградського інституту агропромислового виробництва і фермерського господарства «Венера-2005» Старобельського району Луганської області на чорноземах звичайних, виявили перевагу традиційної оранки порівняно з нульовим обробітком ґрунту, що виражалось у кращому рості, розвитку рослин і у вищій врожайності качанів кукурудзи цукрової: 5,02-8,75 т/га за оранки і 0,05-3,33 т/га за нульового обробітку. При цьому вміст цукрів у зерні кукурудзи цукрової не зазнав значних коливань за різної технології обробітку ґрунту [33, 111].

Польові дослідження, проведені протягом 2006-2013 рр. у фермерському господарстві «Агро-Бутово» на чорноземних ґрунтах, довели перевагу оранки на глибину 22-24 см порівняно з мілким (на 10-12 см) розпушуванням і плоскорізним обробітком на ідентичну глибину в плані контролю забур'яненості посівів кукурудзи цукрової. На варіантах без оранки кількість бур'янів у посівах культури зростала в 1,3-1,8 разів [110].

Польові дослідження, проведені на дослідних полях Донбасу, засвідчили низьку ефективність сівби кукурудзи цукрової у попередньо необроблений ґрунт, а також довели необхідність проведення саме зяблевої оранки. Забур'яненість посівів кукурудзи цукрової за прямої сівби, в середньому, в 2,2-3,3 рази вища, а урожайність качанів — нижча на 0,19-1,27 т/га порівняно з посівами, проведеними після оранки. Глибока оранка на 28-30 см має проводитися на родючих ґрунтах з потужним гумусовим горизонтом у разі їх засміченості багаторічними бур'янами [201].

У проведених на Дніпропетровській дослідній станції Інституту овочівництва і баштанництва НААН України польових дослідів на фоні значної засміченості ґрунту насінням бур'янів заміна оранки на глибину 25-27 см

плоскорізним обробітком на 12-14 см призводила до підвищення забур'яненості посівів кукурудзи цукрової. Крім того, погіршувалися умови росту і розвитку культури: на рослинах сортів Апетитна і Делікатесна формувалася на 26,1-32,0% менший за площею листковий апарат; на 8-24 см зменшувалася висота рослин; на 12-29 шт. менше формувалося качанів на 100 рослин культури, тощо. Урожайність качанів без обгорток при цьому знижувалася, залежно від сорту, на 1,23-1,54 т/га [80].

В умовах Півдня України кращим вважають проведення зяблевої оранки на глибину 25-30 см [58, 207, 222].

### **1.3. Урожайність та якість зерна кукурудзи цукрової залежно від мінеральних добрив**

Удобрення — один із основних факторів інтенсифікації виробництва продукції рослинництва, оскільки має високий вплив на продуктивність сільськогосподарських культур, а також на якісні показники одержуваної продукції. Розробка та впровадження раціональної системи удобрення будь-якої культури з урахуванням природної родючості, меліоративного стану ґрунтів, кліматичних, виробничих умов є важливим етапом формування всієї технології її вирощування [28, 58, 227]. Саме добривам належить провідна роль у підвищенні врожайності харчових підвидів кукурудзи порівняно з іншими агротехнічними заходами [201]. Збалансоване органо-мінеральне живлення забезпечує підвищення стійкості рослин кукурудзи цукрової до ураження кореневими гнилями. Підвищення імунітету рослин до грибкових хвороб відбувається за внесення фосфорно-калійних добрив [62, 107]. Раціональне, збалансоване внесення мінеральних макро- і мікродобрив може значно підвищити стійкість рослин до хвороб і шкідників, посилити регенеративну здатність рослин і зменшити втрати врожаю від наявних пошкоджень [166].

Питання удобрення кукурудзи цукрової ретельно вивчалось як закордонними, так і вітчизняними дослідниками. Нижче наведено окремі

результати їх наукових пошуків.

Дослідження з вивчення впливу дози фосфорних добрив (0, 50, 100, 150, 200 кг/га діючої речовини) на продуктивність кукурудзи цукрової гібриду Челенджер, проведені у Кентербері (Нова Зеландія), довели пряму залежність урожайності качанів культури від досліджуваного фактора. Посилене фосфорне живлення сприяло зростанню врожайності від 2,0 до 4,4 т/га. Для перевірки достовірності одержаних результатів було проведено повторне дослідження з урахуванням диференційованого рівня азотного живлення (0, 45, 90, 180 і 300 кг/га діючої речовини). Збільшення дози азотних добрив не дало суттєвого приросту врожайності [233].

На основі польових досліджень, проведених у Мічиганському університеті (США), було надано такі рекомендації щодо удобрення кукурудзи цукрової: внесення азотних добрив дозою  $N_{120-150}$  у два строки:  $N_{50-60}$  до сівби і підживлювання  $N_{70-90}$  при досягненні рослинами культури висоти 30-45 см. Рівень фосфорно-калійного живлення має бути помірним, основою фосфорного живлення повинні бути органічні продукти (наприклад, кісткове борошно). Подібні результати було одержано дослідниками зі штату Коннектикут (США), де внесення азотних добрив дозою  $N_{113,5}$  виявилось оптимальним, а збільшення її до  $N_{180}$  — шкідливим для рослин культури [228, 229]. У рекомендаціях щодо вирощування кукурудзи цукрової в штаті Джорджія (США) вказано значно вищі дози внесення добрив  $N_{170-280}P_{50-135}K_{35-135}$ , які залежать від родючості ґрунту [226]. В умовах Західного Орегону (США) система удобрення кукурудзи цукрової включає: внесення перед сівбою  $N_{30}P_{0-170}K_{0-170}$  (відповідно до вмісту елементів в ґрунті); при сівбі внесення  $S_{15-20}$  у сульфатній формі та  $Zn_{3-5}$ ; під час вегетації культури — підживлювання азотними добривами за діагностикою дефіциту цього елемента (від 15 до 200 кг/га діючої речовини) [257].

Польові дослідження, проведені на дослідній станції Аграрного дослідного інституту в Хайдерабаді (Індія), на важкосуглинкових ґрунтах з середніми показниками родючості показали, що максимальний урожай качанів кукурудзи цукрової (18 т/га) було отримано за внесення азотних добрив дозою



N<sub>240</sub> [224].

Найвищу продуктивність кукурудзи цукрової у Пакистані було отримано за внесення мінеральних добрив нормою N<sub>300</sub>P<sub>150</sub> [246].

Дослідження, проведені в Алма-Аті (Казахстан), виявили, що краще формування волотей у кукурудзи цукрової відбувається за внесення мінеральних добрив у дозі N<sub>60</sub>P<sub>60-90</sub>K<sub>60</sub>. Внесення вищої дози N<sub>120</sub>P<sub>120</sub>K<sub>120</sub> прискорює цвітіння культури та формування качанів. Найбільший врожай зерна кукурудзи цукрової при максимальній довжині качана було отримано за внесення N<sub>90</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> [50].

Дослідження щодо встановлення оптимальної норми внесення азотних добрив, проведені у Шанлиурфі (Туреччина), виявили, що внесення N<sub>320</sub> під кукурудзу цукрову дає приріст урожаю качанів 59,4% порівняно з контролем (N<sub>120</sub>). Подальше збільшення норми азоту до 360 кг/га діючої речовини привело до зменшення продуктивності рослин [248].

В умовах Польщі оптимальним є внесення під кукурудзу цукрову 30 т/га гною восени під оранку, мінеральні добрива вносять у кілька прийомів загальною нормою N<sub>100-150</sub>P<sub>70-90</sub>K<sub>150-200</sub> [258].

В умовах Кабардино-Балкарії (Російська федерація) найкращою нормою мінеральних добрив під кукурудзу цукрову вважається N<sub>90</sub>P<sub>90</sub>K<sub>45</sub> [214].

Під час проведення досліджень щодо продуктивності кукурудзи цукрової в умовах краплинного зрошення на світло-каштанових ґрунтах зони Сухого Степу Нижнього Поволжя (Російська федерація) було встановлено, що найкращі врожайність (27,1-31,7 т/га качанів з середньою масою качана 306 г) і якість продукції (середній вміст цукрів 6,8%) забезпечуються за внесення мінеральних добрив нормою N<sub>190</sub>P<sub>100</sub>K<sub>150</sub> [19].

Польові досліді, проведені на чорноземах звичайних малогумусних важкосуглинкових у посушливій зоні Краснодарського краю (Російська федерація) протягом 2011-2013 рр., показали високу ефективність добрива Вермісол (1 л/га) у поєднанні з мінеральними добривами нормою N<sub>90</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub>, які вносили у три прийоми: N<sub>30</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub> — під зяблеву оранку, N<sub>30</sub> — при посіві та N<sub>30</sub>



— у фазу 5-6 листків культури (кореневе підживлення). На кращих варіантах досліду було одержано 16,4-16,9 т/га кондиційних качанів кукурудзи цукрової молочної стиглості [161, 162].

Дослідженнями, проведеними на чорноземах звичайних важкосуглинкових у Ростовській області (Російська федерація) в умовах зрошення встановлено, що більш сприятливі умови поживного режиму кукурудзи цукрової були при дрібному внесенні розрахункової норми добрив  $N_{174}P_{61+15}$ . Приріст урожайності товарних качанів склав 8,0 т/га або 56% [156].

Технологія вирощування кукурудзи цукрової, запропонована Ростовською дослідною станцією (Російська федерація), передбачає внесення під кукурудзу цукрову до 40-50 т/га гною та  $N_{120}P_{200}K_{120}$  на слабоокультурених ґрунтах. На окультурених ґрунтах середньої родючості рекомендовано вносити під передпосівну культивуацію мінеральні добрива дозою  $N_{200}P_{150}K_{150}$  [51].

Згідно рекомендацій Інституту експертизи сортів рослин і Інституту фізіології рослин і генетики НААН України найбільш ефективною системою удобрення кукурудзи цукрової є внесення при сівбі та у фазу 7-8 листків культури по 2 ц/га нітроамофоски [45].

На базі Луганського національного університету ім. Шевченка було проведено дослідження впливу мінеральних, органічних та бактеріальних добрив на урожайність качанів кукурудзи цукрової. З усіх досліджуваних варіантів ( $P_{60}$ ;  $P_{60}$  + ризоагрін + фосформобілізуючі бактерії;  $N_{60}P_{60}$ ;  $N_{60} P_{60}$  + ризоагрін + фосформобілізуючі бактерії; 20 т/га гною; 20 т/га гною + ризоагрін + фосформобілізуючі бактерії) найкращим виявився останній — врожайність кондиційних качанів культури склала 9,23 т/га, порівняно з 6,70 т/га на контрольному варіанті  $P_{60}$ . Ефективність мінеральних добрив, застосованих у нормі  $N_{60}P_{60}$  виявилася нижчою [167].

В зрошуваних умовах Луганщини під кукурудзу цукрову рекомендовано вносити мінеральні добрива нормою  $N_{60-120}P_{60-90}$ . Дослідження засвідчили, що оптимальною нормою мінеральних добрив є  $N_{90}P_{90}$ , а подальше збільшення її до  $N_{180}P_{90}$  приводить до зниження виходу кондиційних качанів. За умов внесення

мінеральних добрив зростав вміст нітратів у продукції порівняно з неудобрюваними варіантами, в середньому, на 121 мг/кг, проте, він не перевищував ГДК (400 мг/кг) [201].

Результати польових дослідів, проведених у 2003-2005 рр. на базі Дніпропетровської дослідної станції Інституту овочівництва і баштанництва НААН України, свідчать, що внесення мінеральних добрив дозою  $N_{60}P_{60}K_{30}$  під культивування, або  $N_{30}P_{30}K_{30}$  локально в незрошуваних умовах сприяє кращому формуванню асиміляційного апарату кукурудзи цукрової, вищій продуктивності культури (врожайність качанів молочної стиглості без обгорток зростала на 1,91 і 1,60 т/га, відповідно) [80].

Вважається, що в умовах Півдня України мінеральне живлення кукурудзи цукрової повинно включати такий комплекс: макроелементи + мікроелементи + фітогормони + амінокислоти. Азотні добрива слід вносити в кілька прийомів: під передпосівну культивування у вигляді аміачної селітри, а також у формі карбаміду (5% розчин) у якості листового підживлення у фазу 7-8 листків культури. Доцільним також є внесення 100-150 кг/га амофосу. Для корекції дефіциту поживних речовин рекомендовано застосовувати листові підживлення добривом “Плантафол 20:20:20” дозою 1-3 кг/га [57].

Дослідження, проведені у 2011-2013 рр. на базі Кам’янсько-Дніпровської дослідної станції Інституту водних проблем і меліорації НААН України, засвідчили високу ефективність застосування аміачної селітри дозою 75 кг/га діючої речовини при краплинному зрошенні кукурудзи цукрової. Прибавка врожаю по роках і варіантах досліджень коливалася від 9,84 до 16,80 т/га качанів [199].

За результатами окремих досліджень, у зрошуваних умовах Сухого Степу України на темно-каштанових ґрунтах найкращу продуктивність рослини кукурудзи цукрової формують за основного внесення сульфату калію дозою 30 кг/га діючої речовини, і 153 кг/га діючої речовини аміачної селітри під весняну культивування. При цьому фосфорні добрива виявилися неефективними, так само, як і менші дози внесення азоту [169, 198].

Кукурудза цукрова є овочевою культурою, яка в переважній більшості вживається у свіжому виді і є дієтичним та лікувальним продуктом харчування. Отже, потрібно уникати надмірного застосування азотних добрив, особливо їх нітратних форм, оскільки це негативно відбивається на якості продукції і може завдавати шкоди здоров'ю людини. Максимальна доза внесення азоту під кукурудзу становить 150 кг/га діючої речовини [28].

#### **1.4. Вплив загушення на ріст, розвиток і продуктивність рослин кукурудзи цукрової**

Густота стояння рослин — один із важливих технологічних факторів, від якого суттєво залежить урожайність сільськогосподарських культур [79]. Дольова участь впливу загушення посівів кукурудзи цукрової на її врожайність складає близько 14,2% [201]. Регулювання густоти стояння рослин дозволяє змінювати й оптимізувати розмір площі живлення, і, як наслідок, досягати найбільш раціонального, рівномірного використання поживних речовин з ґрунту і добрив. Крім того, загушення рослин суттєво впливає на світловий, повітряний і водний режими посівів, дозволяє керувати чисельністю шкочинних організмів (наприклад, рівень виживання яєць бавовникової совки в загущених посівах кукурудзи знижується [251]). Сумарно усі ці фактори життя значною мірою впливають на ріст і розвиток рослин, а, отже, на їх продуктивність.

В Атлантичному регіоні США найкращим діапазоном загушення рослин кукурудзи цукрової вважають 50-85 тис/га [227]. У Північно-східному регіоні США (Нью-Хемпшир) за умов достатньої кількості доступних рослинам азоту та вологи оптимальною є густота стояння рослин кукурудзи цукрової на рівні 50-60 тис/га [247].

На дослідній станції Аграрного дослідного інституту в Хайдерабаді (Індія) максимальну врожайність качанів кукурудзи цукрової було одержано за густоти стояння рослин 80 тис/га [224].

В Ірані найвищу продуктивність культури в зрошуваних умовах на легкосуглинкових і супіщаних ґрунтах було одержано за густоти стояння рослин 100 тис/га [238].

Підвищення густоти стояння рослин ранньостиглих гібридів кукурудзи цукрової в умовах Казахстану приводить до скорочення періоду розвитку волоті, проте надмірне загущення до 80 тис/га сповільнює розвиток качанів. Загущення посівів пізньостиглих гібридів понад 40 тис/га приводить до подовження періоду розвитку волотей і качанів та появи безплідних рослин. При загущенні ранньостиглих гібридів кукурудзи цукрової до 80, а пізньостиглих — до 60 тис/га відмічається суттєве зниження врожайності [50].

У Польщі оптимальна густота стояння рослин кукурудзи цукрової знаходиться в межах 50-70 тис/га [258].

Дослідження, проведені на дерново-дрібнопідзолистих важкосуглинкових ґрунтах у посушливих умовах Пермської області (Російська федерація), довели, що за підвищення густоти стояння рослин кукурудзи цукрової до 72 тис/га досягається прискорення розвитку рослин, вони досягають більшої висоти (в середньому, на 12 см), формують кращий асиміляційний апарат і більш продуктивні (урожайність качанів 28,1 т/га, у порівнянні з 21,9 т/га за густоти посівів 48 тис/га і 18,6 т/га при загущенні 36 тис/га). Проте, підвищення густоти стояння рослин знижує вихід товарних качанів на 9,67%, а також зменшує середню масу качана з 305 до 252 г, його озерненість з 90 до 82%, вміст цукрів у зерні з 6,3 до 6,1% [39].

Дослідження фахівців Ростовської дослідної станції (Російська федерація) вказують на перевагу сівби кукурудзи цукрової в умовах зрошення з густотою стояння рослин в межах 40-57, а для незрошуваних умов — 30-40 тис/га [51, 182].

Відповідно до загальних рекомендацій для різних ґрунтово-кліматичних умов України найкращою густотою стояння рослин кукурудзи цукрової є 30-60 тис/га [27].

Згідно рекомендацій, наданих Інститутом експертизи сортів рослин

сумісно з Інститутом фізіології рослин і генетики НААН України, оптимальним загущенням посівів при вирощуванні кукурудзи цукрової є: для ранньостиглих гібридів — 60-65 тис/га рослин до збирання; середньоранніх — 50-55; середньостиглих — 40-50 тис/га [45].

Дослідженнями Львівського національного аграрного університету встановлено, що оптимальною густотою стояння рослин для ранньостиглих гібридів кукурудзи цукрової у зрошуваних умовах Західного Лісостепу є 70-80 тис/га, що забезпечує максимальну врожайність культури — 94,4-97,3 ц/га кондиційних качанів [79].

За даними польових досліджень, проведених у Луганській області, кращою густотою стояння рослин кукурудзи цукрової є 60-80 тис/га (залежно від сорту культури). За зазначених густот було одержано максимальну врожайність качанів, в середньому, 9,6 т/га і мінімальну забур'яненість посівів [41].

При проведенні досліджень на базі дослідного господарства «Дніпро» Інституту зернового господарства НААН України максимальна врожайність качанів кукурудзи цукрової була отримана за густоти стояння рослин 50 тис/га для ранньостиглих і середньоранніх гібридів культури, і 40 тис/га — для середньостиглих [220].

Згідно рекомендацій Інституту зернового господарства Степової зони НААН України оптимальною густотою стояння рослин кукурудзи цукрової в незрошуваних умовах є: 40-50 тис/га для ранніх, 30-35 тис/га — для середньостиглих сортів і гібридів культури [81]. За іншими даними, оптимальним загущенням посівів культури в незрошуваних умовах вважають 40-50 тис/га [219].

Проведені в Інституті рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН України польові дослідження показали, що оптимальною густотою стояння рослин харчової кукурудзи до збирання у зоні Степу є 50 тис/га [58].

Польові дослідження, проведені впродовж 2009-2012 рр. на базі земель Луганського національного університету ім. Тараса Шевченка і приватного

підприємства «Агробутово» у помірно-посушливій зоні Північного Степу України, показали, що максимальну (11,1-12,6 т/га) врожайність качанів молочної стиглості кукурудзи цукрової можна одержати за густоти стояння рослин 40-50 тис/га. Подальше загушення до 60-80 тис/га приводить до зниження врожайності культури [109].

У рекомендаціях щодо вирощування кукурудзи цукрової в умовах Півдня України при краплинному зрошенні зазначено, що оптимальною густотою стояння рослин є 65-70 тис/га [57]. За іншими даними, густоту стояння рослин кукурудзи цукрової слід диференціювати за групою стиглості сортів і гібридів культури: 40,8 тис/га для пізньостиглих і 57,1 тис/га для ранньостиглих [206]. Існує думка, що в зрошуваних умовах Півдня України оптимальною густотою стояння рослин культури є 70-80 тис/га [213].

Результати окремих досліджень свідчать, що на зрошуваних землях Півдня України оптимальною густотою стояння рослин для ранньостиглих і середньоранніх гібридів кукурудзи цукрової є 75-80 тис/га, а для середньостиглих — 90-100 тис/га. Зменшення густоти стояння рослин призводить до недобору врожаю качанів у розмірі 0,4-2,8 т/га. Розмір і маса качанів зменшуються зі зростанням густоти стояння рослин культури [201].

У дослідженнях з екологічного сортовипробування гібридів кукурудзи цукрової у Кримському інституті агропромислового виробництва оптимальною густотою стояння рослин при зрошенні виявилась 60-65 тис/га [67].

Полеві дослідження, проведені на Генічеській дослідній станції, засвідчили, що найвищу врожайність кондиційних качанів кукурудзи цукрової в зрошуваних умовах було одержано за густоти стояння рослин 80 тис/га [74].

Дослідження, проведені в Інституті зрошуваного землеробства НААН України, засвідчили, що максимальну продуктивність рослини кукурудзи цукрової в зрошуваних умовах Сухого Степу України на темно-каштановому ґрунті формують при загущенні 60 тис/га. Урожайність качанів культури виявилась суттєво нижчою як за зрідження посівів до 40, так і при загущенні їх до 80 тис/га [169, 198].

## 1.5. Технології вирощування кукурудзи цукрової

Світовий та вітчизняний досвід вирощування кукурудзи цукрової відрізняється значним різноманіттям застосовуваних агротехнічних прийомів, вибір яких, насамперед, залежить від низки факторів: ґрунтово-кліматичних умов зони вирощування культури, наявності матеріальних, технічних, фінансових і трудових ресурсів, ринку збуту продукції, загального рівня культури землеробства, тощо. Для кращого уявлення про характерні відмінності та типові ланки технології вирощування кукурудзи цукрової у різних агровиробничих умовах нижче наведено основні особливості агротехніки культури в різних країнах світу.

*Австралійська технологія.* Підготовку поля під посів кукурудзи цукрової розпочинають за 20 тижнів до запланованого терміну сівби. Перш за все, виконують глибоке розпушення ґрунту (в окремих випадках — до 50 см). Якщо треба, вносять хімічні меліоранти (гіпс, вапно), органічні добрива. За 4-6 тижнів проводять додатковий обробіток ґрунту. За 2-4 тижні виконують дискування або суцільну культивуацію, під яку вносять мінеральні добрива. За тиждень до сівби проводять кінцеву підготовку ґрунту, вносять мікродобрива: солубор нормою 1,25-2,50 кг/га і сульфат цинку дозою 20-40 кг/га фізичної маси. Сортовий склад культури в Австралії специфічний, адаптований до місцевих умов вирощування. До сівби кукурудзи цукрової приступають за прогрівання ґрунту на глибині загортання насіння до 12...14°C, проте оптимальною вважають температуру 18°C. Агрокліматичні умови Австралії дозволяють висівати культуру майже цілорічно. Норма висівання складає від 50 до 66,7 тис. насінин на 1 га, при цьому ширина міжряддя коливається від 0,5 до 1,0 м, а шаг посіву — від 15 до 30 см. Глибина загортання насіння становить 3-5 см. Система удобрення кукурудзи цукрової в Австралії включає в себе основне, передпосівне внесення і підживлення. Норма внесення добрив значно коливається за агровиробничими районами країни і знаходиться в межах  $N_{48-135}P_{25-90}K_{0-119}$ . Зрошення кукурудзи цукрової в Австралії здійснюють різними способами:



дощуванням, по борознам, через систему краплинного зрошення. Найбільшою популярністю користуються системи краплинного зрошення з автоматизованим призначенням поливів. При цьому ретельно стежать за якістю зрошувальної води. Зрошувальна норма кукурудзи цукрової в Австралії становить: 4-8 тис. м<sup>3</sup>/га за дощування, 3,5-4 тис. м<sup>3</sup>/га за краплинного зрошення, 6-10 тис. м<sup>3</sup>/га за зрошення по борознам. Боротьбу з бур'янами здійснюють як агротехнічними методами (основний обробіток ґрунту, культивації, прополювання міжрядь), так і за допомогою гербіцидів (метолахлор, атразин, лінурон, С-метолахлор). Чисельність шкідників регулюють за допомогою інсектицидів. Збирання кукурудзи цукрової здійснюють у фазу молочної стиглості за вологості зерна 72-79% вручну, або за допомогою спеціальних комбайнів [256].

*Польська технологія.* Площі під кукурудзою цукровою в Польщі незначні — близько 3 тис. га. Втім, культура вважається перспективною для країни. Основний обробіток ґрунту включає в себе луцення після збирання попередника з наступною зяблевою оранкою на глибину до 30 см. Система удобрення передбачає внесення органічних добрив нормою до 30 т/га і мінеральних нормою N<sub>100-150</sub>P<sub>70-90</sub>K<sub>150-200</sub>. Мінеральні добрива вносять у кілька прийомів: основне, припосівне внесення та підживлення. Фосфорно-калійні добрива вносять під зяблеву оранку, 30-50% азотних добрив вносять у передпосівний період, решту — у підживлювання в фазу 5-6 листків культури. Кальцієві та магнієві добрива вносять комплексно у ранньовесняний або осінній періоди. За умов внесення органічних добрив загальна норма мінеральних знижується на 30-40 %. Сівбу кукурудзи цукрової розпочинають за прогрівання ґрунту на глибині 10 см до 10°C. У південно-західному регіоні Польщі до сівби приступають 25-30 квітня, у південно-східному — з 30 квітня по 5 травня, на решті території країни — після 10 травня. Густоту стояння рослин формують на рівні 50-70 тис/га. Сівбу виконують пневматичними сівалками точного висіву з шириною міжрядь 65-75 см і шагом посіву 20-30 см районуваними для Польщі сортами і гібридами. Під час сівби вносять стартові дози добрив. Поширеним є конвеєрний висів кукурудзи цукрової з інтервалами



в один тиждень у період з 20 квітня по 20 травня. Догляд за посівами полягає у проведенні боронування до фази 2-3 листків культури легкими боронами, міжрядних культивуваннях, внесенні гербіцидів та інсектицидів, дозволених до застосування на посівах кукурудзі цукрової у Польщі. Збирання врожаю за технічної стиглості качанів здійснюють у три прийоми по мірі їх досягання: у перший прийом збирають 65%, у другий — 23, у третій — 12% качанів. Збирання кукурудзи цукрової проводять як вручну, так і за допомогою спеціальних причіпних і самохідних комбайнів. Урожайність качанів в обгортках в Польщі становить 12-18 т/га [231, 239, 244, 258—261].

*Краснодарська технологія (Російська федерація).* Попередники — зернові колосові. Технологія передбачає комбіновану систему основного обробітку ґрунту. Перед полицевою оранкою на 25-27 см вносять мінеральні добрива дозою  $N_{30}P_{60}K_{60}$ . Рано навесні проводять культивування на глибину 12-14 см, під передпосівну культивування на глибину 6-8 см вносять гербіцид Харнес нормою 2,5 л/га. До сівби культури районованими сортами і гібридами приступають при прогріванні ґрунту на глибині 6-8 см до 10...12°C. Сівбу здійснюють у розрахунку на густоту стояння рослин 50 тис/га. Під час сівби вносять аміачну селітру ( $N_{15-30}$ ). Догляд за посівами полягає у проведенні міжрядного обробітку ґрунту, мульчуванні, підживлюванні азотними добривами. Збирання качанів кукурудзи цукрової проводять у фазу молочної стиглості зерна [161, 162].

*Ростовська технологія (Російська федерація).* Кращими попередниками кукурудзи цукрової вважаються зернобобові, рання капуста, томати, огірки, кабачки. Можливе вирощування культури в беззмінних посівах. Обробіток ґрунту полягає у проведенні зяблевої оранки на глибину 25-35 см, ранньовесняному боронуванні, глибокій весняній культивуванні. Перед сівбою проводять культивування на глибину загортання насіння. У разі високої потенційної забур'яненості поля під передпосівну культивування вносять гербіцид Стомп нормою 3-6 л/га. Можливим варіантом є підготовка ґрунту у весняний період, при цьому глибина його обробітку знижується до 15-18 см. Система удобрення кукурудзи цукрової — органо-мінеральна. На слабоокультурених

грунтах рекомендовано вносити 40-50 т/га гною, мінеральні добрива нормою  $N_{120}P_{200}K_{120}$ . Фосфорні добрива в дозі  $P_{20}$  вносять під першу весняну культивуацію. Максимальна доза мінеральних добрив під передпосівну культивуацію становить  $N_{200}P_{150}K_{150}$ . До сівби приступають при прогріванні ґрунту на глибині 10 см до 10 °С. Насіння кукурудзи цукрової перед сівбою оброблюють полімікродобривами та фосфобактерином, протруюють препаратом Вітавакс 200. Для отримання конвеєру свіжої продукції культуру висівають з 10-15-денними інтервалами, починаючи з 1-2 декади квітня. Крайній строк посіву кукурудзи цукрової — 3 декада червня. Посів виконують сівалками точного висіву за схемами 70×25, 60×30, 70×70 см на глибину 3-4 — 5-7 см. Густота стояння рослин — 40,8-57,1 тис/га. Крім того, для отримання товарної продукції на 15-20 днів раніше, кукурудзу цукрову вирощують розсадним способом. Висадку 20-денної розсади проводять вручну при прогріванні ґрунту на глибині 8-12 см до 14...16°C. Вирощується кукурудза цукрова за краплинного зрошення. Вологість ґрунту підтримують на рівні 80-90% НВ. Сумарне водоспоживання культури складає 2200-2850 м<sup>3</sup>/га. Догляд за посівами полягає у розпушуванні міжрядь, підживленні, захисті посівів кукурудзи цукрової від шкідників і хвороб шляхом застосування дозволених у Російській федерації пестицидів. Збирання товарних качанів розпочинають у фазу технічної (молочно-воскової) стиглості зерна культури [51].

*Технологія Інституту сільського господарства Степової зони НААН.* Найкращими попередниками кукурудзи цукрової є озимі та ярі зернові культури, ранні овочі. Система основного обробітку ґрунту включає: одне-два лущення стерні, оранку з одночасним вирівнюванням ґрунту важкими боронами або кільчасто-шпоровими котками. За необхідності після оранки проводять культивуацію. Система удобрення включає внесення 15-20 т/га органічних добрив і мінеральних нормою  $N_{200}P_{60-80}K_{30-40}$ . Обов'язковим є внесення  $P_{10}$  під час сівби. Можливе використання біопрепаратів на основі азотфіксуючих і фосформобілізуючих бактерій. Навесні проводять боронування, вирівнювання поверхні поля. Передпосівну культивуацію

виконують на глибину 5-7 см. За високої забур'яненості проводять додаткову весняну культивуацію на глибину 8-10 см. До посіву кукурудзи цукрової приступають при прогріванні ґрунту на глибині загортання насіння до 10...12°C. Оптимальні строки для зони Степу — друга половина квітня, для зони Лісостепу — початок травня. Для одержання високих врожаїв і конвеєрного надходження свіжих качанів слід висівати культуру в два строки за схемою: 20% — ранньостиглі сорти і гібриди, 30% — середньоранні, 30% — середньостиглі, 20% — середньопізні. Для отримання надранньої продукції слід вирощувати кукурудзу цукрову розсадним способом. Рекомендовані для вирощування в Україні сорти і гібриди культури вітчизняної селекції: Внесок, Спокуса, Венілія, Людмила, Сюрприз, Кабанець, Медунка, Марічка. Перед висівом насіння необхідно обробити дозволеними до застосування на кукурудзі протруйниками. Норма висівання насіння залежить від групи стиглості сортів і гібридів: 40-50 тис/га для ранньостиглих і 30-35 тис/га для середньостиглих. Вирощувати кукурудзу цукрову можна як за безгербіцидною, так і за гербіцидною технологією із застосуванням страхових (Майстер, Тітус) і ґрунтових препаратів (Харнес, Герб, Фронтєр, Трофі, Дуал). Контроль чисельності бур'янів у посівах культури за безгербіцидною технологією вирощування здійснюють шляхом до- і після сходового боронувань, міжрядних культивацій. Кукурудза цукрова дуже вибаглива до вологи, потребує, залежно від умов зволоження, 1-3 поливи нормою 400-500 м<sup>3</sup>/га у строки: фаза 9-10 листків, перед викиданням волотей, початок наливу зерна. Збирання врожаю починають у фазу молочної стиглості зерна вручну або механізовано [81].

*Технологія вирощування для зони Північного Степу України.* За вирощування кукурудзи цукрової в умовах посушливої зони Північного Степу України на чорноземах типових без зрошення рекомендовано наступний комплекс агротехнічних заходів. Основний обробіток ґрунту після збирання попередника (озима пшениця) включає дворазове лушення стерні та оранку на глибину 20-22 см. Навесні поле боронують, після чого через 7-10 днів проводять 2-3 культивації. За умов вирощування кукурудзи цукрової в проміжних посівах

кращими попередниками її є озимі на зелений корм, ранні овочі, однорічні трави, тощо. Після їх збирання проводять луцення на глибину 10-12 см в два сліди та передпосівну культивуацію на глибину загортання насіння. Мінеральні добрива у вигляді аміачної селітри, суперфосфату та калійної солі дозою  $N_{60}P_{60}K_{30}$  вносять під основний обробіток ґрунту, а також у підживлювання в фазу 7-9 листків культури. Сівбу кукурудзи цукрової районованими сортами і гібридами виконують за допомогою пневматичних сівалок точного висіву при прогріванні шару ґрунту 0-10 см до 14...16°C. Для забезпечення конвеєрного надходження продукції слід висівати культуру з інтервалами 10 діб протягом періоду 3 декада квітня — 20 червня, як в основних, так і у проміжних посівах. Можливе розсадне вирощування. Глибина загортання насіння — 5-6 см, ширина міжрядь — 70 см, густина стояння рослин — 60-65 тис./га. Догляд за посівами включає до- і післясходове боронування та дві міжрядні культивуації: у фазі 4-5 та 7-9 листків культури. Збирання врожаю проводять вручну в два-три етапи при досягненні зерном молочної стиглості та наявності в ньому 28-32% сухої речовини [221].

*Технологія Інституту зрошувального землеробства НААН України* розроблена для умов вирощування кукурудзи цукрової у Степовій зоні Півдня України на темно-каштанових ґрунтах при зрошенні. Передбачає проведення зяблевої оранки на глибину 28-30 см, під яку вносять калійні добрива у вигляді сульфату калію дозою  $K_{30}$ . Азотні добрива у вигляді аміачної селітри вносять під весняну культивуацію на глибину 10-12 см дозою  $N_{153}$ . Перед сівбою виконують культивуацію на глибину загортання насіння. До сівби приступають при прогріванні ґрунту на глибині 5-6 см до 10...12°C. Рекомендовано висівати гібрид кукурудзи цукрової Сюрприз F1 широкорядним способом, і формувати густоту стояння рослин 60 тис/га. Зрошення культури дощуванням здійснюють за допомогою машини ДДА-100МА, підтримуючи вологість у шарі ґрунту 0-70 см на рівні 75-80% НВ. Збирання врожаю качанів виконують у фазу технічної (молочної) стиглості зерна. За цієї технології вирощування досягають урожайності на рівні 16,7 т/га [169, 198].

**Висновки до розділу 1:**

Огляд літературних джерел показав, що питання агротехнології кукурудзи цукрової на зрошуваних землях Сухого Степу України вивчене недостатньо. На даний час відсутні достатні практична і теоретична бази для розробки науково обґрунтованих рекомендацій агровиробникам. Ефективність досліджуваних факторів, на жаль, у багатьох випадках вивчалась в однофакторних дослідах, що є недостатнім і малоінформативним. Рекомендації агровиробникам повинні базуватись на результатах комплексних досліджень, в яких враховуються: родючість ґрунту, скоростиглість гібридів і їх морфо-біологічні особливості, система обробітку ґрунту, якість, норма та гранично допустима концентрація добрив (особливо азотних), якість поливної води, система захисту рослин, тощо. Отже, розробка питання технології вирощування кукурудзи цукрової при зрошенні в умовах Сухого Степу України має високу наукову актуальність і практичну цінність.

## РОЗДІЛ 2

### МІСЦЕ, УМОВИ, МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ ТА АГРОТЕХНІКА ВИРОЩУВАННЯ КУКУРУДЗИ ЦУКРОВОЇ У ДОСЛІДАХ

#### 2.1. Характеристика ґрунту дослідного поля

Територія землекористування СК «Радянська земля» розташована у Білозерському районі Херсонської області.

Ґрунотворна порода — лес. Ґрунт дослідного поля темно-каштановий солонцюватий, характеризується добре розвинутим гумусованим профілем потужністю 45-55 см. Вміст гумусу в шарі ґрунту 0-50 см становить 2,5%, поступово знижується вниз по профілю. Співвідношення гумінових до фульвокислот більше 1 у верхніх і менше 1 у під гумусному горизонті. Ґрунтовий вбиральний комплекс повністю насичений катіонами  $\text{Ca}^{2+}$  та  $\text{Mg}^{2+}$ . Скипання від  $\text{HCl}$  починається з глибини 54 см.

Щільність складення метрового шару ґрунту становить  $1,35 \text{ г/см}^3$ , щільність твердої фази —  $2,66 \text{ г/см}^3$ . Сумарна шпаруватість ґрунту в метровому шарі становить 49,3%.

Водневий показник рідкої фази ґрунту (рН) у верхніх шарах близький до нейтрального, з тенденцією до збільшення лужності з глибиною. Гідролітична кислотність ґрунту знаходиться в межах 0,3-1,8 мг-екв/100 г ґрунту. Ємність вбирання ґрунту становить 30-35 мг-екв/100 г ґрунту; сума ввібраних основ — 24-28 мг-екв/100 г ґрунту. Ступінь насиченості ґрунту основами складає 98-100%. Карбонати скипають на глибині 50-60 см. Вміст натрію складає 0,1-2,0 мг-екв/100 г ґрунту.

За результатами агрохімічних обстежень вміст у ґрунті легкогідролізованого азоту — низький (35 мг/кг ґрунту), рухомого фосфору — підвищений і високий (32 мг/кг ґрунту), обмінного калію — високий (430 мг/кг ґрунту).

Хімічні та фізичні властивості ґрунтів задовільні [126, 128]. Ґрунти

придатні для вирощування всіх районованих у Степу сільськогосподарських культур (озима пшениця, жито, ячмінь, кукурудза, соняшник, тощо) [9].

Рівень залягання ґрунтових вод — 3-5 м. Учасі у процесах ґрунтотворення вони не приймають (ґрунти автоморфні).

## **2.2. Клімат зони, метеорологічні умови у роки проведення дослідів**

Кліматичні умови СК «Радянська земля» є типовими для ґрунтово-екологічної зони Сухого Степу України. За агрокліматичним районуванням територія землекористування господарства належить до південного району Херсонської області, клімат якого характеризується як помірно спекотний і дуже посушливий. Гідротермічний коефіцієнт знаходиться в межах 0,6.

Сумарна сонячна радіація за середньо багаторічними даними складає 4613 МДж/м<sup>2</sup> за рік. Сума фотосинтетично активної радіації за вегетаційний період (з температурою 5°C і вище) становить близько 2100 МДж/м<sup>2</sup>.

Зона добре забезпечена теплом. Середня річна температура повітря становить 9,8°C. Мінімальна середньомісячна температура повітря спостерігається у січні (-6,5°C), максимальна — у липні (28,9°C). Сума ефективних температур складає 3350°C. Середнє число днів з відлигою — близько 60. Останні заморозки весною спостерігаються у II декаді квітня, проте, в окремі роки, вони спостерігаються до III декади травня. Осінні заморозки зазвичай починаються у III декаді жовтня, найбільш ранні — в III декаді вересня. Середня тривалість безморозного періоду складає 195 днів, вегетаційного — 230.

Середня річна кількість опадів з поправками на змочування становить 399 мм, в тому числі: у період «листопад-березень» — 254 мм, у теплий період «квітень-жовтень» — 145 мм. Характерна нерівномірність розподілу опадів, основна маса яких (до 70%) припадає на теплий період року і випадає переважно у вигляді злив. Часто спостерігаються бездошові періоди тривалістю до 60 днів і більше. Середнє число днів з кількістю опадів більше 10 мм — 10-



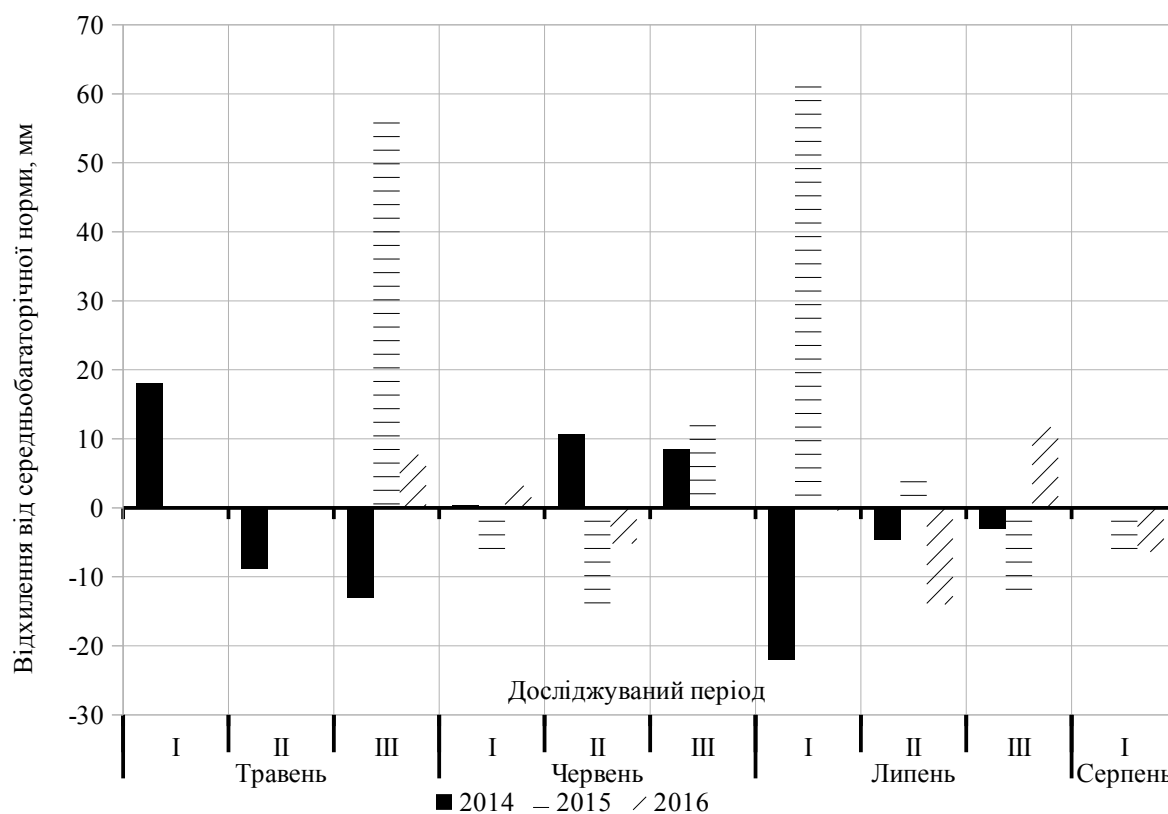
12, з грозами — 26, з градом — 1,3, з хуртовинами — 8. В середньому за рік спостерігається 54 дні з туманами. Середня висота снігового покриву складає 9, максимальна — 33, мінімальна — 1 см при його щільності 212 кг/м<sup>3</sup>. Сніговий покрив нестійкий, спостерігається менше, ніж у 50% зим. Середній запас вологи за зиму становить 21 мм.

Щорічно спостерігаються суховії, пилові бурі. В середньому за рік спостерігається 7,3 днів з пиловими бурями. Середня річна швидкість вітру 4,1 м/с. За рік спостерігається до 9 днів з сильними вітрами (>15 м/с). Панівними напрямками вітру є північно-східний в холодний період року та північно-західний — в теплий [3, 4, 26].

Погодні умови вегетаційного періоду під час вирощування кукурудзи цукрової відрізнялись значною строкатістю по роках досліджень і характеризувались значними відхиленнями основних метеорологічних показників від багаторічних.

Одним із найбільш важливих для аграрної науки метеорологічних показників є кількість опадів, які випали протягом вегетаційного періоду досліджуваної культури. Корисні опади є одним із складових елементів при майбутньому розрахунку сумарного водоспоживання. Важливо враховувати не тільки їх кількість, але і розподіл у часі, інтенсивність, ефективність, тощо. У 2014 році сумарна кількість опадів за вегетаційний період кукурудзи цукрової була на 14 мм менше багаторічної норми за відповідний період. При цьому найбільш посушливими виявилися II — III декади травня та I декада липня. Максимально суворим за умовами зволоженості 2014 року виявився липень, оскільки більш ніж вдвічі менша норми кількість опадів поєднувалася зі значним зниженням відносної вологості повітря (в середньому, до 52%). У 2015 році кількість опадів за вегетаційний період кукурудзи цукрової перевищила багаторічну норму на 99,6 мм. Слід відмітити виражену нерівномірність їх розподілу в часі. Лише за дві декади вегетаційного періоду досліджуваної культури випало 72% загальної кількості опадів: 33% — у III декаді травня, і 39% — в I декаді липня. У той же час решта вегетаційного періоду була

посушливою. 2016 року кількість опадів, що випали за вегетаційний період кукурудзи цукрової, склала 110,6 мм, що на 3,4 мм менше середньобагаторічної. Найменше опадів випало в період II декади липня і I декади серпня. Вцілому, 2016 рік характеризується високою рівномірністю випадіння опадів у часі та мінімальною амплітудою відхилення їх кількості за декадами вегетаційного періоду кукурудзи цукрової (рис. 2.1).

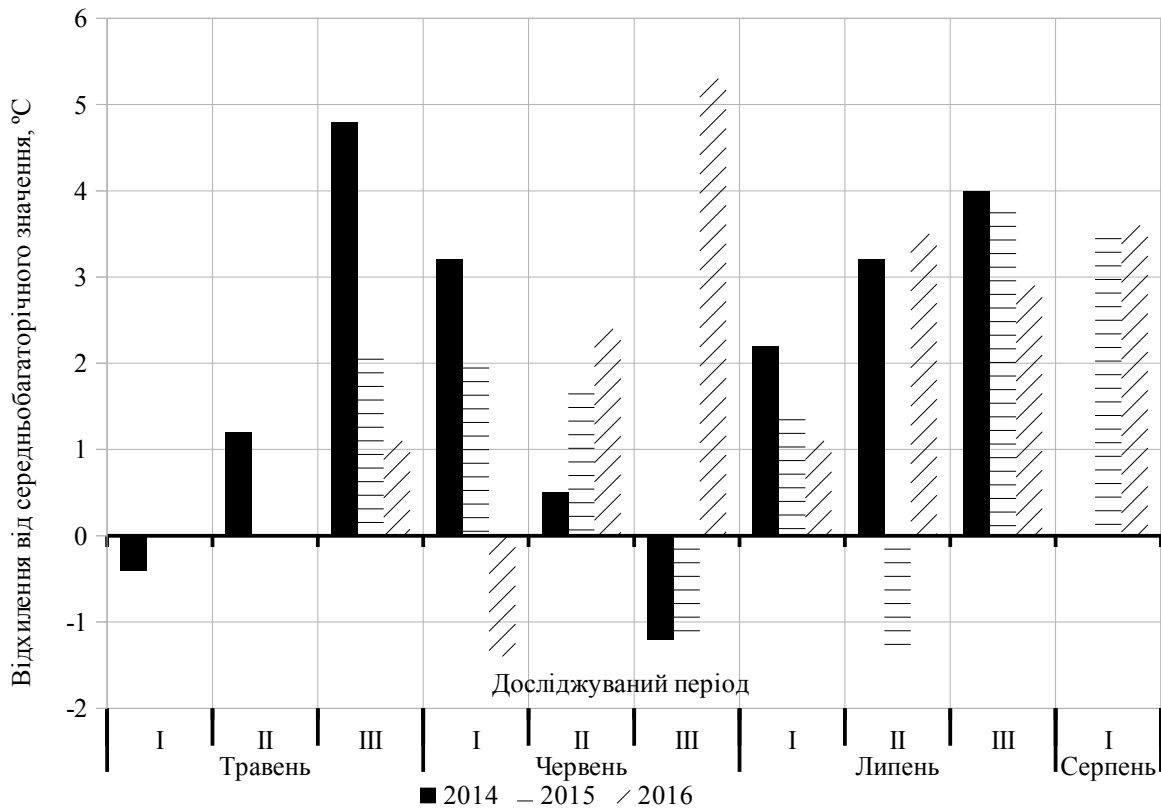


**Рис. 2.1. Відхилення середньодекадної кількості опадів протягом вегетації кукурудзи цукрової від середньобагаторічної норми, мм**

Відносна вологість повітря в 2014 році в період вегетації кукурудзи цукрової зазнавала суттєвих коливань. Втім, більшість періоду (з III декади травня до збирання врожаю культури) була посушливою. Відносна вологість повітря в період вегетації кукурудзи цукрової в 2015 році також коливалась у достатньо широкому діапазоні, в основному перевищуючи середньобагаторічну норму. Суворою повітряною посухою відзначалися лише I декади червня і серпня. Повітряну посуху в 2016 році (стабільне зниження відносної вологості повітря до 54-55%) спостерігали наприкінці вегетації культури: в III декаді

липня — I декаді серпня (додаток А.2).

Вивчення температурного режиму протягом вегетації кукурудзи цукрової має важливе значення, оскільки культура характеризується високими вимогами до тепла та знижує продуктивність за невідповідного температурного режиму. Вона не витримує спеки, особливо, якщо остання супроводжується повітряною посухою. Повітряна посуха у поєднанні з температурами повітря понад 35°C у період цвітіння кукурудзи цукрової погіршує запилення, знижує фертильність пилку, спричиняє череззерницю, погану виповненість качанів зерном, тощо. Температурний режим у роки проведення досліджень характеризується загальною тенденцією до зростання середньомісячних та суми активних температур (>10°C) у період вегетації кукурудзи цукрової порівняно з багаторічною. Так, у 2014 році сума активних температур (>10°C) склала 1960,1°C, у 2015 — 1799,6°C, у 2016 — 1882,5°C, у той час як за багаторічними даними вона становить 1796,6°C. Підвищення середньомісячних температур і зростання суми активних температур свідчить про поліпшення умов забезпеченості вегетаційного періоду культури тепловими ресурсами, що за умов достатнього зволоження сприяє швидшому росту і розвитку рослин. Проте, враховуючи недостатність та значну нерівномірність природного зволоження, це призводить до збільшення еталонної та потенційної евапотранспірації з поверхні ґрунту, що, в свою чергу, вимагає інтенсифікації поповнення дефіциту продуктивної вологи шляхом зрошення і веде до зростання навантаження на системи зрошення та збільшення витрат поливної води. У той же час, навіть короткі періоди літньої спеки з денною температурою повітря вище 30°C, що в останні роки трапляються все частіше, в період цвітіння можуть суттєво погіршити якість майбутнього врожаю і сповільнити розвиток рослин кукурудзи цукрової (рис. 2.2).



**Рис. 2.2. Відхилення середньодекадних температур повітря протягом вегетації кукурудзи цукрової від середньобогаторічного значення, °C**

Одним із найбільш уживаних агрометеорологічних показників, що використовують для характеристики умов вирощування сільськогосподарських культур з точки зору вологозабезпеченості території є гідротермічний коефіцієнт Селянінова (ГТК). Даний показник є інтегративним відображенням взаємодії температурного режиму території та приходу вологи з атмосферними опадами. Чим нижчим є значення ГТК, тим більш посушливим є клімат. Ізолінія ГТК, що дорівнює 1, проходить північним кордоном зони Степу. ГТК від 1,1 до 1,5 характеризує зону як достатньо зволожену, а за ГТК >1,6 можна казати про надлишок вологи [87]. За величиною гідротермічного коефіцієнту можна робити припущення про необхідність і доцільність зрошення. Так, за  $1,6 < \text{ГТК} < 2,0$  (тобто, в зоні надлишкового зволоження) зрошення не потрібне; за  $1,1 < \text{ГТК} < 1,5$  — малоефективне, або ефективне в окремі періоди чи на окремих культурах; за  $0,6 < \text{ГТК} < 1,0$  і менше (в посушливій і сухій зонах) зрошення є ефективним, а інколи — незамінним фактором ведення землеробства та

одержання рослинницької продукції [187].

Розрахунок ГТК для періоду вегетації кукурудзи цукрової показав значні відхилення його величини від середньобаторічної, що вказує на строкатість умов природного зволоження під час вирощування культури. У 2014 році найбільш посушливими виявилися періоди початкового росту і розвитку рослин у II-III декадах травня та цвітіння у II декаді липня; у 2015 — середина червня, коли відбуваються процеси закладки майбутніх суцвіть і визначаються розміри качанів, а також кінець липня – початок серпня, коли відбувалося дозрівання качанів кукурудзи цукрової; у 2016 — II липня і I декада серпня, тобто періоди активного цвітіння волотей і дозрівання. Характерною особливістю 2015 року є надзвичайно висока вологозабезпеченість у III декаді травня і I декаді липня, що пов'язано зі значним перевищенням багаторічної норми опадів у цей час — на 57,7 і 62,9 мм, відповідно. Проте, ці опади мали зливовий характер і випадали в короткий проміжок часу, що знижує їх цінність і ефективність через високі непродуктивні втрати води та низьку рівномірність розподілу в часі (додаток А.2).

Погодні умови в роки проведення польових дослідів із вивчення й удосконалення технології вирощування кукурудзи цукрової виявилися вкрай нестабільними. Кожен рік мав свої характерні особливості щодо забезпеченості вегетаційного періоду культури вологою і теплом. Найбільш стабільним у цьому плані виявився 2016 рік, метеопказники якого найменше відхилялися від багаторічних. Найменш стабільним був 2015, а максимально посушливим — 2014 рік. Втім, аналіз метеорологічних умов проведення досліджень засвідує відповідність їх загальним кліматичним особливостям ґрунтово-екологічної зони Сухого Степу України. Строкатість і значна відмінність у них за роками підвищує об'єктивність проведених польових дослідів та їх практичну цінність як виконаних за контрастних, типових і нетипових умов агрокліматичної зони.

### 2.3. Якість зрошувальної води

Проведення польових дослідів здійснювалось на землях Інгулецького зрошуваного масиву, що зумовлює необхідність врахування якості поливної води для надання повної об'єктивної оцінки агроеліоративних умов досліджень.

Оцінка якості зрошувальної води Інгулецької системи в роки досліджень здійснювалась за агрономічними та екологічними критеріями відповідно до чинних нормативних актів і стандартів за даними її лабораторних аналізів, проведених у Миколаївському регіональному управлінні водних ресурсів. Якість зрошувальної води встановлювали безпосередньо у період зрошення кукурудзи цукрової та в цілому за весь час подачі її в зрошувальну мережу СК «Радянська земля».

За агрономічними критеріями визначали якість води для зрошення за її впливом на ґрунт, урожайність і якість сільськогосподарської продукції. Оцінку якості води Інгулецької зрошувальної системи за агрономічними критеріями здійснювали згідно вимог і нормативів ДСТУ 2730-94, ДСТУ 2730:2015 та стандартів ФАО за показниками, регламентованими вищезазначеними документами [13, 48, 217, 223].

Згідно стандартів ФАО і вимог ДСТУ 2730-94, основними проблемами якості зрошувальної води з точки зору агрономічних критеріїв її оцінки, які визначають її придатність і регламент використання, є:

1) Вміст солей. Загальний вміст водорозчинних солей, або мінералізація, вказує на токсичність зрошувальної води для сільськогосподарських рослин та ризик засолення ґрунту. Тривале зрошення водою підвищеної мінералізації сприяє накопиченню солей у верхніх шарах ґрунту, що порушує стабільність агроєкосистем, знижує врожайність і якість продукції рослинництва. Надмірний вміст солей у поливній воді знижує осмотичну активність рослин, перешкоджає нормальній аерації ґрунту. Концентрація водорозчинних солей у зрошувальній воді, що може використовуватися без обмежень, не повинна перевищувати

450 мг/л. Обмежено придатною для зрошення вважається вода з концентрацією водорозчинних солей до 2000 мг/л. Використання води з мінералізацією понад 2000 мг/л є ризикованим і жорстко обмеженим. Величина мінералізації зрошувальної води державними стандартами України жорстко не регламентується, проте, для краплинного зрошення оптимальним вважається вміст солей у воді до 1000 мг/л [75, 150, 153].

2) Вміст і співвідношення катіонів і аніонів у поливній воді мають велике значення для оцінки її впливу на систему «грунт-рослина». Так, надмірний вміст одновалентних катіонів натрію та калію, порівняно з двовалентними катіонами кальцію і магнію, свідчить про небезпеку порушення водопроникності ґрунту, його структури, розвитку процесів пептизації, переходу ґрунтових колоїдів у неприродний стан золю, тощо. Крім того, підвищений (>2 мг-екв/л) вміст гідрокарбонатів на фоні високих концентрацій одновалентних катіонів натрію та калію у поливній воді сприяє більш інтенсивному погіршенню водопроникності ґрунту. Концентрація гідрокарбонат-іонів у зрошувальній воді, що може використовуватись без обмежень, має бути менше 1,5 мг-екв/л. Обмежено придатною є поливна вода, що містить від 1,5 до 8,5 мг-екв/л  $\text{HCO}_3^-$ . За концентрації бікарбонатів більше 8,5 мг-екв/л використання води на зрошення є небажаним. У свою чергу, усі вищеперелічені негативні зміни стану ґрунту впливають і на рослини: погіршується їх ріст і розвиток (інколи до повної зупинки), знижується врожайність, значно гіршою стає якість врожаю, тощо [126, 230, 237, 262]. Оцінка дії і взаємодії одно- і двовалентних катіонів у зрошувальній воді здійснюється за показниками натрієво-адсорбційного відношення: SAR і  $\text{SAR}_{\text{уточнене}}$ . При цьому враховується електропровідність зрошувальної води ( $\text{EC}_w$ ), величина, що служить однією з форм вираження вмісту в ній солей, а також ємність вбирання ґрунту [152]. Підвищений вміст гідрокарбонат, сульфат і хлорид аніонів у поливній воді свідчить про потенційно високу мінералізацію, наявність токсичних солей. Навіть незначна кількість таких солей може бути згубною для рослин. Повна відсутність цих елементів несприятлива для



сільськогосподарських культур, але їх вміст не повинен перевищувати ГДК. Вміст нетоксичних солей (сульфат кальцію, гідрокарбонат кальцію, тощо) до 1 г/л є безпечним для рослин [187].

3) Високий вміст токсичних іонів, зокрема, хлору, натрію, бору. Придатною для використання на зрошення без обмежень є вода з вмістом хлору і натрію не більше 3 мг-екв/л.

4) Величина рН вказує на рівень кислотності чи лужності поливної води. Найбільш сприятливим є рН в межах 6,0-7,0, максимально допустимі значення показника сягають 8,4-8,5. Поливна вода з високою лужністю, до якої належить вода Інгулецької зрошувальної системи, спричиняє підвищення лужності ґрунту, порушуючи нормальний перебіг процесів росту і розвитку сільськогосподарських культур [223].

5) Оцінка якості зрошувальної води за термодинамічними потенціалами базується на визначенні активності йонів водню, кальцію, натрію та співвідношення кальцієво-натрієвого потенціалу (індекс стабільності). Він характеризує корозійну властивість води, або випадіння в осад важкорозчинних карбонатів кальцію в результаті порушення карбонатно-бікарбонатної рівноваги. За величини індексу стабільності  $< -0,5$  можлива корозія механічних частин трубопроводів, а за величини  $> +0,5$  можливе випадіння осаду карбонатів кальцію, що приводить до засмічення трубопроводів, забивання крапельниць, тощо [153].

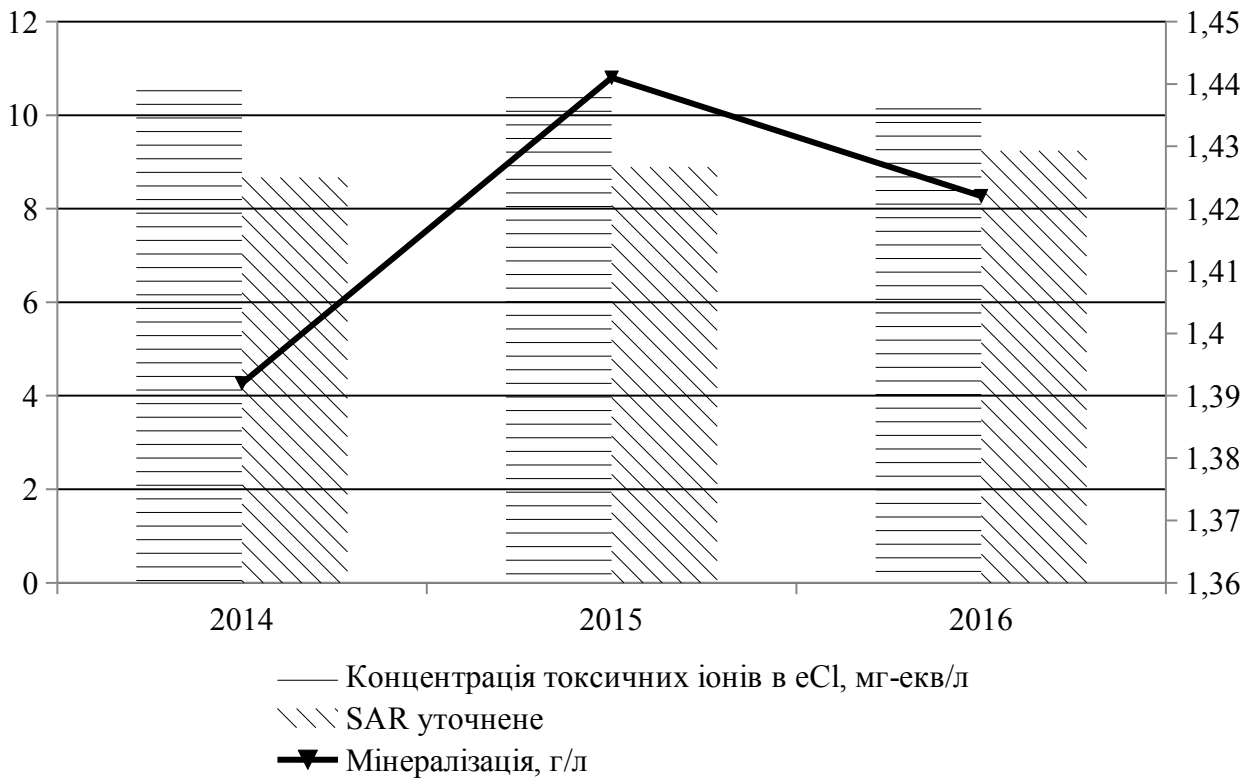
Результати оцінки якості поливної води Інгулецької зрошувальної системи за агрономічними критеріями в період зрошення кукурудзи цукрової наведено у таблиці 2.1.

**Якість води Інгулецької зрошувальної системи в період зрошення  
кукурудзи цукрової (агрономічні критерії)**

Показники якості	Роки досліджень				ГДК	
	2014	2015	2016	середнє		
Вміст водорозчинних солей, мг/л:					I клас	II клас
- Загальний (мінералізація)	1392	1441	1422	1418	450-1000	2000-3000
- Токсичних	1028	1065	1049	1047		
- Нетоксичних	364	376	373	371		
Концентрація токсичних іонів в еСГ, мг-екв/л	10,81	10,66	10,42	10,63	<5	5-25
Відношення $(Na^+ + K^+) / (Ca^{2+} + Mg^{2+} + Na^+ + K^+)$	0,47	0,47	0,49	0,48	0,5-0,7	0,4-0,6
Відношення $Mg^{2+} / Ca^{2+}$	1,31	1,74	1,37	1,47	<1,00	
Вміст хлору, мг-екв/л	8,54	8,74	8,42	8,57	10,00	
Загальна лужність, мг-екв/л	4,30	3,30	3,60	3,73	<3,5	3,5-8,5
Токсична лужність, мг-екв/л	-1,00	-1,85	-1,45	-1,43	<2,0	5,0/7,0*
Показник рН	8,33	8,30	8,23	8,29	6,50-8,50	
Термодинамічні потенціали:						
pNa-0,5pCa	0,84	0,77	0,79	0,80	>1,2	1,2-0,5
pH-pNa	6,34	6,39	6,29	6,34	3-5	5-7
$(pH-pNa) / (pNa-0,5pCa)$	7,55	8,30	7,96	7,93	<4,2	4,2-14
Значення SAR	4,23	4,68	4,69	4,53	2,00-4,00	
Значення SAR <sub>уточнене</sub>	8,67	8,89	9,24	8,93	2,00-4,00	

**Примітка.** \* — значення показника згідно оновленого і введеного в дію у 2016 році ДСТУ 2730:2015.

Оцінка якості зрошувальної води Інгулецької системи відповідно до вимог ФАО вказує на її обмежену придатність для зрошення, що знаходить підтвердження у приналежності її згідно нормативів ДСТУ 2730-94 і ДСТУ 2730:2015 до II класу якості «Обмежено придатна» [48, 125, 217, 223]. Варто відзначити різну якість поливної води за роками досліджень: найкращу за більшістю значущих показників у 2014, і найгіршу — у 2015 році. Динаміку зміни якості зрошувальної води в період вирощування кукурудзи цукрової за основними агрономічними критеріями зображено графічно на рис. 2.3.



**Рис. 2.3. Якість поливної води Інгулецької зрошувальної системи в період зрошення кукурудзи цукрової**

Тривале використання води Інгулецької зрошувальної системи потребує агроеліоративного моніторингу зрошуваних земель і вживання заходів щодо зниження шкідливого впливу її на ґрунт і рослини. Особливо актуальними є питання попередження засолення і осолонцювання, погіршення структури ґрунту, його водно-фізичних та фізико-хімічних властивостей через накопичення одновалентних катіонів натрію у ґрунтовому вбиральному комплексі, вимивання кальцію, накопичення токсичних солей в орному шарі. Використання води Інгулецької зрошувальної системи на полив чутливих до якості зрошувальної води культур, до яких наразі відноситься кукурудза цукрова, є одним із факторів впливу на якість продукції та її врожайність [153].

Оцінку якості поливної води Інгулецької зрошувальної системи за екологічними критеріями здійснювали у відповідності до чинних вимог і стандартів ФАО, ВНД-33-5.5-02-97 та СанПиН 4630-88 за такими показниками [159, 216, 223]:

1) Вміст у зрошувальній воді амоній, нітрат і нітрит іонів свідчить про екологічну безпеку і, в окремих випадках, її удобрювальну цінність. Підвищені концентрації цих аніонів є небезпечними через погіршення екологічної та санітарної якості одержуваної продукції.

2) Вміст у зрошувальній воді важких металів, радіонуклідів є важливим показником екологічної безпеки використання її для поливу. Відомо, що важкі метали у мікроконцентраціях є незамінними та необхідними для рослин. Проте, за умов перевищення їх вмісту спостерігається токсичний вплив на ґрунт і рослини. Надмірне накопичення важких металів, а особливо — радіоактивних елементів і сполук, у рослинному організмі приводить до зростання їх вмісту в продукції, що негативно відображається на здоров'ї людини, яка цю продукцію споживає. Окремі дослідження щодо накопичення важких металів у продукції різних сільськогосподарських культур за умов зрошення їх водою Інгулецької зрошувальної системи свідчать, що рівень накопичення важких металів та їх сполук у овочевій продукції не перевищує ГДК [47, 113].

3) Показник ХСК (хімічно спожитий кисень) — опосередкований показник вмісту органічних речовин у воді, використовується для екологічної оцінки рівня її забрудненості. Показник БПК<sub>5</sub> (біологічна потреба кисню за 5 діб) вказує на кількість кисню, витрачену на аеробне біохімічне окиснення під дією мікроорганізмів і розклад нестійких органічних сполук, що містяться у воді. Величина БПК<sub>5</sub> є одним із найбільш важливих критеріїв рівня забрудненості води органічними речовинами [101].

4) Жорсткість води визначається вмістом у ній солей кальцію і магнію. Жорстка вода відрізняється високою концентрацією цих солей, що погіршує її технологічну придатність для зрошення.

Згідно СанПиН 4630-88 зрошувальна вода Інгулецької системи не відповідає чинним вимогам і перевищує ГДК за такими показниками як: ХСК, загальна жорсткість, вміст сухого залишку, іонів хлору, магнію, натрію і заліза [159]. Аналіз якості води Інгулецької зрошувальної системи згідно ВНД 33-5.5-02-97 [216] вказує на приналежність її за всіма групами екологічних критеріїв

до I класу якості (табл. 2.2). Вихід за межі I класу якості спостерігався лише за окремими періодами водокористування.

Таблиця 2.2

**Якість води Інгулецької зрошувальної системи в період зрошення  
кукурудзи цукрової (екологічні критерії)**

Середнє за 2014-2016 рр.

Показники якості	Значення показника	ГДК	
		I клас	II клас
1) Загально-екологічні та еколого-гігієнічні, в т. ч.:			
Вміст амонійного азоту, мг/л	0,07	2,0	
Вміст нітратів, мг/л	1,27	45,00	
Вміст нітритів, мг/л	0,04	3,30	
Залізо загальне, мг/л	0,22	0,30	5,00
Марганець, мг/л	0,052	0,500	1,000
Мідь, мг/л	0,005	0,080	0,200
Цинк, мг/л	0,026	0,500	1,000
БПК <sub>5</sub> , мг O <sub>2</sub> /л	4,85	10,0	
2) Еколого-токсикологічні, в т. ч.:			
Хром загальний, мг/л	0,00	0,25	0,60
Нікель, мг/л	0,025	0,080	0,200
Нафтопродукти, мг/л	0,002	0,300	
Детергенти (АПАР), мг/л	0,048	0,100	
Цезій-137, пКі/л	2,17	54,00	
Стронцій-90, пКі/л	6,90	54,00	

Узагальнюючи результати аналізу поливної води Інгулецької зрошувальної системи за агрономічними і екологічними критеріями, можна дійти висновку, що вона є обмежено придатною для зрошення з точки зору негативного впливу на ґрунт і рослини через несприятливий хімічний склад аніонів, катіонів і підвищену мінералізацію, проте є цілком безпечною для поливу з екологічної точки зору.

## 2.4. Методика проведення досліджень

З метою вивчення й удосконалення технології вирощування кукурудзи цукрової на зрошуваних землях були проведені польові досліді на базі сільськогосподарського кооперативу «Радянська земля» Білозерського району Херсонської області.

Польові та лабораторні дослідження проводили відповідно до загально визнаних методик дослідної справи в агрономії [85, 114, 124, 140, 189]. Тематика досліджень передбачала вивчення таких факторів як:

Фактор А — глибина основної обробки ґрунту:

- полицева оранка на глибину 20-22 см;
- полицева оранка на глибину 28-30 см.

Фактор В — фон живлення:

- без добрив;
- N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>;
- N<sub>120</sub>P<sub>120</sub>.

Фактор С — загушення рослин, тис/га:

- 35;
- 50;
- 65;
- 80.

Повторність досліді чотирьохразова. Дослідна ділянка загальною площею 53,76 м<sup>2</sup>, облікова — 30,24 м<sup>2</sup>. Розміщення повторень здійснювали суцільним методом, розташування варіантів — методом рендомізованих розщеплених блоків [85, 114, 189].

Під час проведення дослідів проводили метеорологічні спостереження за такими показниками: середня температура повітря; сума опадів; середня відносна вологість повітря [85]. Під час вивчення метеорологічних показників використовували дані метеостанції м. Херсон. З метою визначення умов зволоженості розраховували гідротермічний коефіцієнт за Селяніновим

використовуючи формулу (2.1) [99]:

$$\text{ГТК} = \left( \frac{\sum x}{\sum T} \right) \times 10, \quad (2.1)$$

де ГТК — гідротермічний коефіцієнт;

$\sum x$  — сума опадів за період, мм;

$\sum T$  — сума температур вище 10°C за вегетаційний період, °C.

Під час проведення польових дослідів супутньо виконували моніторинг якості зрошувальної води Інгулецької системи. Якість поливної води встановлювали згідно вимог чинних нормативних документів (ДСТУ 2730-94, ВНД 33-5.5-02-97, СанПиН 4630-88) та стандартів ФАО за результатами лабораторних аналізів, що виконувались у лабораторії Миколаївського регіонального управління водних ресурсів. Гіпотетичний склад солей і вміст токсичних елементів в еквівалентах хлору встановлювали за методикою ДСТУ 2730-94 [217]. Проведення лабораторних аналізів супроводжувалось розрахунком таких показників якості зрошувальної води як SAR і уточнене SAR за формулами (2.2), (2.3) і (2.4) [201]:

$$\text{SAR} = \frac{\text{Na}^+}{\sqrt{\frac{\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}}{2}}}, \quad (2.2)$$

де SAR — показник натрієво-адсорбційного відношення;

$\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  — вміст катіонів у мг-екв/л.

$$\text{SAR}_{\text{уточнене}} = \text{SAR} \times [1 + (8,4 - \text{pH}_c)], \quad (2.3)$$

$$\text{pH}_c = (\text{pK}_2 - \text{pK}_c) + \text{pCa}^{2+} + \text{pAlk}, \quad (2.4)$$

де  $\text{pK}_2$  — від'ємний логарифм другої константи дисоціації  $\text{H}_2\text{CO}_3$  з поправкою на іонну силу;

$\text{pK}_c$  — від'ємний логарифм константи розчинності  $\text{CaCO}_3$  з поправкою на іонну силу;

$\text{pCa}^{2+}$  — від'ємний логарифм концентрації іонів кальцію у мг-екв/л;

$\text{pAlk}$  — від'ємний логарифм концентрації аніонів  $\text{HCO}_3$  у мг-екв/л.

Польові досліді супроводжувались необхідними спостереженнями, вимірюваннями та аналізами ґрунтових і рослинних зразків.



Зразки ґрунту для визначення його вологості відбирали за допомогою ґрунтового бура у п'ятиразовій повторності по діагоналі дослідної ділянки через рівні за величиною відстані. Відбір зразків виконували пошарово через кожні 10 см до глибини 1 м. Відібрані зразки ґрунту висушували в сушильній шафі.

Вологість ґрунту визначали за формулою (2.5) [85]:

$$B = \frac{a}{b} \times 100, \quad (2.5)$$

де  $B$  — вологість ґрунту, %;

$a$  — маса води, яка випарувалася, г;

$b$  — маса сухого ґрунту, г.

Щільність складення ґрунту встановлювали методом М. А. Качинського [20, 24]. Зразки ґрунту непорушеної будови відбирали по шарах ґрунту до глибини 0,5 м. При проведенні досліджень використовували прилад БП-50. Об'єм ріжучого циліндра складав  $100 \text{ см}^3$ . Відбір зразків здійснювали в п'ятикратній повторності. Розрахунок щільності складення ґрунту здійснювали за формулою (2.6) [124]:

$$d_c = \frac{m}{V}, \quad (2.6)$$

де  $d_c$  — щільність складення ґрунту,  $\text{г}/\text{см}^3$ ;

$m$  — маса абсолютно сухого ґрунту, г;

$V$  — об'єм ґрунту,  $\text{см}^3$ .

Масу сухого ґрунту визначали за формулою (2.7):

$$m = \frac{100 \times C}{100 + B}, \quad (2.7)$$

де  $m$  — маса абсолютно сухого ґрунту, г;

$C$  — маса вологого ґрунту, г;

$B$  — вологість ґрунту, %.

Сумарну шпаруватість ґрунту розраховували за формулою (2.8) [85]:

$$\sum P = \left(1 - \frac{d_c}{d_{mf}}\right) \times 100\%, \quad (2.8)$$

де  $\sum P$  — сумарна шпаруватість, %;

$d_c$  — щільність складення ґрунту, г/см<sup>3</sup>;

$d_{тф}$  — щільність твердої фази ґрунту, г/см<sup>3</sup>.

Водопроникність ґрунту визначали методом Долгова (метод заливних майданчиків). Визначення проводили у період сходів кукурудзи цукрової та наприкінці вегетації культури. Облікова площа майданчиків складала 625 см<sup>2</sup>, час експозиції — одна година з інтервалами 5-5-5-10-10-10-15 хвилин. Визначення проводили у п'ятикратній повторності. Водопроникність для кожного інтервалу спостережень визначали за формулою (2.9) [124]:

$$A = \frac{O \times 10}{\Pi \times Ч}, \quad (2.9)$$

де  $A$  — водопроникність ґрунту, мм/хв.;

$O$  — об'єм води, що просочилась за період часу, мл;

10 — коефіцієнт перерахунку мл в мм;

$\Pi$  — площа облікового майданчика, см<sup>2</sup>;

$Ч$  — тривалість періоду, хв.

У зразках ґрунту визначали: вміст лужногідролізованого азоту — за Корнфілдом [139]; рухомих сполук фосфору — за Мачигінім [32]; хімічний іонний склад методом водної витяжки [8, 147]; рН водної витяжки потенціометрично [8, 146]; гіпотетичний склад солей розраховували за Н. І. Базилевич та Е. І. Панковою [11].

Біологічну активність ґрунту визначали за інтенсивністю виділення ним СО<sub>2</sub> (метод В.І. Штатнова) в фазу цвітіння волотей кукурудзи цукрової в чотирьохразовій повторності. У польових умовах на поверхню ґрунту без рослинності під ковпак ставили чашку Петрі з 0,1 молярним розчином NaOH (поглинач СО<sub>2</sub>), який відразу накривали ізолятором, краї якого врізали в ґрунт на глибину 1,5-2,0 см. Одночасно для контролю поруч ставили широку плоскодонну судину з розчином повареної солі під ізолятор. Через 2 години експозиції розчин поглинача зливали в конічну колбу, додавали 1 мл 20% розчину ВаСl<sub>2</sub> для скріплення поглиненого СО<sub>2</sub> та титрували по фенолфталеїну 0,1Н розчином НСl. Розрахунок кількості виділеного вуглекислого газу

здійснювали за формулою (2.10) [8]:

$$B_a = \frac{(a-b) \times k}{s \times t}, \quad (2.10)$$

де  $B_a$  — кількість виділеного вуглекислого газу, мг  $\text{CO}_2/\text{м}^2 \times \text{год.}$ ;

$a$  — кількість 0,1 Н розчину  $\text{HCl}$ , який пішов на титрування лугу при контрольному визначенні, мл;

$b$  — кількість 0,1 Н розчину  $\text{HCl}$ , який пішов на титрування лугу на варіанті дослідів, мл;

$k$  — коефіцієнт для перерахунку мл 0,1 Н розчину лугу в мг  $\text{CO}_2$  (2,2);

$s$  — площа сосуду-ізолятора,  $\text{м}^2$ ;

$t$  — час експозиції, год.

Облік розкладу органічної речовини (активність целюлозо розкладаючих мікроорганізмів) проводили методом закладки лляних полотен («аплікації») на глибину 0,3 м через кожні 10 см у чотирьохкратній повторності. Лляні полотна перед закладкою в ґрунт висушували протягом 6 годин за температури  $105^\circ\text{C}$  у сушильній шафі, та визначали їх вагу на електронних терезах. Ступінь розкладення лляних полотен мікроорганізмами ґрунту визначали на 60-й день після закладки. Полотна виймали з ґрунту, ретельно промивали над ситом, висушували у сушильній шафі, визначали вагу сухих полотен після промивки і порівнювали з вагою до закладки, визначаючи відсоток розкладеної органічної речовини [85].

Сумарне водоспоживання кукурудзи цукрової за вегетаційний період визначали методом водного балансу за формулою (2.11) [187]:

$$\sum_{\text{в}} = M + O + (W_n - W_y), \quad (2.11)$$

де  $\sum_{\text{в}}$  — сумарне водоспоживання,  $\text{м}^3/\text{га}$ ;

$M$  — зрошувальна норма,  $\text{м}^3/\text{га}$ ;

$O$  — корисні опади,  $\text{м}^3/\text{га}$ ;

$W_n$  — запас вологи у метровому шарі ґрунту на початку вегетаційного періоду,  $\text{м}^3/\text{га}$ ;

$W_y$  — запас вологи у метровому шарі ґрунту наприкінці вегетаційного періоду,  $\text{м}^3/\text{га}$ .

Коефіцієнт водоспоживання кукурудзи цукрової обчислювали за формулою (2.12) [187]:

$$K_v = \frac{\sum v}{Y}, \quad (2.12)$$

де  $K_v$  — коефіцієнт водоспоживання, м<sup>3</sup>/т;

$Y$  — урожайність товарних качанів кукурудзи цукрової (в обгортках або без них), т/га;

$\sum v$  — сумарне водоспоживання кукурудзи цукрової, м<sup>3</sup>/га.

Фенологічні спостереження за культурою проводили у двох несуміжних повтореннях на попередньо закріплених ділянках. Початком фази вважали настання її у 10, а за повну фазу — у 75% рослин. Під час фенологічних спостережень визначали настання таких фаз росту і розвитку культури: сходи, 3-5 листків, викидання волоті, цвітіння волоті, початок молочно-воскової стиглості зерна (технічна стиглість) [85, 114, 189].

Для забезпечення відповідної до схеми дослідження густоти стояння рослин кукурудзи цукрової сівбу культури здійснювали різними нормами, розрахованими за формулою (2.13) [85]:

$$N = \frac{0,1 \times K \times A}{L \times П \times Ч \times P} \pm 10\% , \quad (2.13)$$

де  $N$  — норма висіву насіння, кг/га;

$K$  — потрібна кількість рослин на 1 га, шт;

$A$  — маса 1000 насінин, г;

$L$  — лабораторна схожість насіння, %;

$П$  — польова схожість насіння, %;

$Ч$  — чистота насіння, %;

$P$  — ростковість насіння (коефіцієнт).

Кінцеве формування загушення рослин згідно схеми дослідження проводили у фазу 3-5 листків культури вручну [114].

Проведення польових дослідів включало біометричні дослідження. Для цього по діагоналі дослідної ділянки в трьох місцях виділяли по десять рослин, виключаючи ушкоджені шкідниками і хворобами. Біометричні дослідження

проводили по основних фазах росту і розвитку культури в чотирьохкратній повторності [114].

Площу листової поверхні визначали лінійним методом. Розрахунок здійснювали за формулою (2.14) [29]:

$$S = 0,67 \times L \times b, \quad (2.14)$$

де  $S$  — площа листкової поверхні,  $\text{см}^2$ ;

$L$  — довжина листка,  $\text{см}$ ;

$b$  — найбільша ширина листка,  $\text{см}$ ;

0,67 — коефіцієнт для перерахунку.

Висоту рослин визначали шляхом прямого вимірювання їх від поверхні ґрунту до найвищої точки рослини (до викидання волоті — шляхом складання догори верхніх листків, після викидання волоті — по крайній верхній точці волоті) [85, 114].

Листковий індекс посівів кукурудзи цукрової розраховували за формулою (2.15):

$$L_i = \frac{(S \times \Gamma)}{10000}, \quad (2.15)$$

де  $L_i$  — листковий індекс посівів;

$S$  — середня площа листкової поверхні однієї рослини,  $\text{м}^2$ ;

$\Gamma$  — густина рослин, шт./га;

10000 — перерахунок на 1 га.

Міжфазний фотосинтетичний потенціал посівів культури розраховували за формулою (2.16) [137]:

$$\text{ФПП} = \frac{L_1 + L_2}{2 \times 1000} \times T, \quad (2.16)$$

де ФПП — фотосинтетичний потенціал посівів,  $\text{м}^2/\text{га}$  за добу;

$L_1, L_2$  — площа листкової поверхні в певні фази розвитку,  $\text{тис.м}^2/\text{га}$ ;

$T$  — довжина міжфазного періоду, діб.

Кількість товарних качанів на 100 рослин кукурудзи цукрової підраховували на початку фази молочно-воскової стиглості зерна [114].

Для визначення структури врожаю і хімічного аналізу зерна кукурудзи

цукрової з кожного варіанту досліду відбирали по два зразки качанів приблизною масою 3 кг [114]. Основними елементами структури врожаю кукурудзи цукрової, яким приділялась увага під час досліджень, є наступні: кількість рядів зерен, кількість зерен в ряду, діаметр качана, довжина качана, вихід зерна з качана, тощо.

Масу 1000 зерен визначали шляхом попереднього відбору двох проб по 500 зерен з наступним зважуванням їх з точністю до 10 мг [29]. Визначення проводили на кожному варіанті у чотирьохкратній повторності.

В лабораторних умовах проводили визначення якісних показників кукурудзи цукрової. Вміст цукрів у зерні (у відсотках від сирої маси) визначали за методом Бертрана. Вміст сухої речовини визначали ваговим методом [85]. Визначення товщини перикарпію зерна кукурудзи цукрової проводили шляхом прямого вимірювання мікрометром з точністю до 0,001 мм.

Облік урожаю товарних качанів кукурудзи цукрової, а також врожаю силосної маси культури проводили на початку фази молочно-воскової стиглості зерна суцільним методом у чотирьохразовій повторності, оскільки саме в цей період спостерігається оптимальне співвідношення загальних цукрів і сухої речовини в зернівках [85, 114, 189, 206]. Одержані врожайні дані було оброблено за допомогою методів математичної статистики: дисперсійного, кореляційного, регресійного аналізу даних польового досліду [124, 190].

На основі проведених досліджень методами математичного моделювання було розроблено регресійну модель урожайності кукурудзи цукрової, побудовано та протестовано нейронну мережу прогнозування врожайності культури залежно від досліджуваних факторів.

Економічну ефективність технології вирощування кукурудзи цукрової визначали розрахунковим методом на основі галузевих норм і актуальної тарифної сітки згідно нормативів витрат уречевленої праці при вирощуванні сільськогосподарських культур [85].

Енергетичну ефективність технології вирощування кукурудзи цукрової проводили згідно актуальних методичних рекомендацій з енергетичної оцінки

технологій вирощування овочевих культур [215].

## **2.5. Агротехніка вирощування кукурудзи цукрової у польових дослідках**

Для проведення дослідку було обрано сорт солодкої (su) кукурудзи цукрової Брусниця (оригінатор — Сквирська дослідна станція Інституту овочівництва і баштанництва НААН). Сорт районований для використання в Україні з 1995 року. Належить до середньостиглої групи. Вегетаційний період 77-79 днів (ФАО 200). Сорт універсального напрямку використання. Середня довжина качана — 15-17 см. Качани циліндричної форми. Стрижень білий. Зерно жовте ніжної консистенції, маса 1000 зерен — 230-260 г. Рослини добре розвинуті, досягають висоти 170-180 см. Висота прикріплення нижнього качана 40-45 см. Коефіцієнт куціння 1,7-1,9. Кількість листків на головному стеблі 12-14. Сорт середньостійкий до вилягання і грибкових захворювань [201].

Агротехніка вирощування кукурудзи цукрової базувалася на загальних рекомендаціях для зрошуваних умов Степу України. Після збирання попередника (пшениця озима на зерно) виконували лушення стерні на глибину 10-12 см. Під основний обробіток ґрунту сівалкою СЗ-3,6 вносили мінеральні добрива відповідно до схеми дослідку. Основний обробіток ґрунту виконували на глибину 20-22 і 28-30 см відповідно до схеми дослідку. У ранньовесняний період проводили боронування. До сівби проводили дві культивації на глибину 8-10 та 5-6 см. Під передпосівну культивацію вносили гербіцид Харнес нормою 2,0 л/га. Сівба кукурудзи цукрової виконувалася сівалкою УПС-8 з міжряддям 70 см на глибину 5-6 см. Норму висівання насіння встановлювали відповідно до схеми дослідку, кінцеву густоту стояння рослин формували в фазу 3-5 листків культури вручну. Догляд за посівами полягав у хімічному захисті від шкідників і контролі бур'янистої рослинності, а саме: обприскування посівів інсектицидом Карате Зеон нормою 0,2 л/га у фазу 3-5 листків культури, гербіцидом Майстер Пауер у фазу 7-8 листків нормою 1,25 л/га, інсектицидом



Кораген нормою 0,1 л/га на початку викидання волоті.

Передполивну вологість в активному шарі ґрунту (0-30 см до фази 7-8 листків та 0-50 см протягом решти періоду вегетації культури) підтримували на рівні 80% НВ шляхом проведення поливів через систему краплинного зрошення. За роками досліджень виконували: у 2014 році — 10 поливів по 50 м<sup>3</sup>/га до фази 7-8 листків кукурудзи цукрової та 12 поливів по 100 м<sup>3</sup>/га до збирання врожаю культури; у 2015 році — 6 поливів по 50 м<sup>3</sup>/га до фази 7-8 листків кукурудзи цукрової та 9 поливів по 100 м<sup>3</sup>/га до збирання врожаю культури; у 2016 році — 8 поливів по 50 м<sup>3</sup>/га до фази 7-8 листків кукурудзи цукрової та 12 поливів по 100 м<sup>3</sup>/га до збирання врожаю культури.

Збирання та облік урожаю проводили на початку фази молочно-воскової стиглості зерна вручну шляхом зважування качанів з усієї облікової площі ділянки [46]. Додатково для визначення загальної урожайності кукурудзи цукрової було скошено і зважено вегетативну масу рослин з усієї облікової площі ділянки.

### **Висновки до розділу 2:**

1. Ґрунтово-кліматичні умови проведення досліджень з вивчення й удосконалення технології вирощування кукурудзи цукрової є типовими для зони Сухого Степу України. Строкатість погодних умов у роки досліджень сприяє підвищенню їх практичної цінності для виробництва.

2. Поливна вода Інгулецької зрошувальної системи належить до II класу якості за агрономічними критеріями, і до I класу — за екологічними. Вона є обмежено придатною для краплинного зрошення, викликає процеси осолонцювання та вторинного засолення, веде до погіршення водно-фізичних властивостей ґрунту.

3. Польові досліді було закладено та проведено у відповідності до чинних стандартів і вимог методики дослідної справи в агрономії. Агротехніка на досліді була стандартною, крім реалізації досліджуваних факторів.

Основні результати розділу опубліковані у працях [197, 242, 243].

## РОЗДІЛ 3

# АГРОМЕЛІОРАТИВНИЙ СТАН ҐРУНТУ, ЙОГО ВОДНО-ФІЗИЧНІ ТА БІОЛОГІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ

### 3.1. Агромеліоративний стан ґрунту

Краплинне зрошення є основною складовою інтенсивних агротехнологій сучасності, що дозволяє отримувати рекордні врожаї високої якості за оптимального використання водних ресурсів, мінеральних добрив, пестицидів, тощо, і підвищення економічної ефективності виробництва. У багатьох випадках краплинне зрошення є безальтернативним способом подачі води на поле і забезпечення сільськогосподарських культур необхідною кількістю вологи [172].

Втім, безконтрольне, нераціональне краплинне зрошення водою підвищеної мінералізації та несприятливого хімічного складу може негативно впливати на меліоративний стан ґрунту. Численними дослідженнями доведено, що тривале краплинне зрошення водою низької якості без впровадження адекватних меліоративних заходів (зокрема, внесення кальцієвмісних меліорантів) веде до поступового зростання деградаційних процесів у ґрунті, його засолення, осолонцювання та погіршення агрофізичних властивостей [12, 21]. Особливо показовими є результати, отримані фахівцями Інституту водних проблем і меліорації НААН України на чорноземних і темно-каштанових ґрунтах Херсонської та Миколаївської областей за умов краплинного зрошення їх водами різної якості. Вони вказують на накопичення солей у ґрунті в зонах крапельниць у літній період, зростання вмісту натрію у ґрунтовому вбиральному комплексі, витіснення з нього кальцію, погіршення структури ґрунту та його фізичних властивостей за використання для поливу води 2-го класу якості [157, 158]. Таким чином, для уникнення та попередження розвитку деградаційних процесів у ґрунтах за краплинного зрошення з використанням

поливної води низької якості необхідно проводити моніторинг їх агромеліоративного стану.

Агротехнічні заходи, зокрема, основний обробіток, здатні суттєво впливати на меліоративний стан ґрунту. Доцільність вибору тієї чи іншої системи обробітку ґрунту не може базуватися лише на загально визначених закономірностях. Тут необхідний творчий підхід, оскільки у кожних окремо взятих ґрунтово-кліматичних і агровиробничих умовах один і той самий обробіток ґрунту може давати ефект зовсім протилежний очікуваному. Так, наприклад, на слабозасолених лучно-каштанових ґрунтах Дагестану добре себе зарекомендувала в меліоративному плані оранка на глибину 28-30 см. Але за вищого ступеня засолення цих самих ґрунтів вона виявилася менш ефективною, ніж основний обробіток ґрунту на глибину 20-22 см з додатковим розпушуванням [106].

Під час проведення польових дослідів із удосконалення технології вирощування кукурудзи цукрової нами було досліджено зміни агромеліоративного стану темно-каштанового ґрунту дослідних ділянок під впливом краплинного зрошення водою II класу якості залежно від глибини основного обробітку ґрунту. Динаміку кількісного та якісного складу солей визначали на варіантах досліду з фоном живлення  $N_{120}P_{120}$  та загущенням рослин культури 65 тис/га. В результаті було встановлено, що за використання для поливу води Інгулецької зрошувальної системи відбувається поступове накопичення солей у шарах ґрунту 0-30 і 30-50 см. Більш інтенсивне соленакопичення за нижчого стартового вмісту солей на час сходів кукурудзи цукрової спостерігається за обробітку ґрунту на глибину 20-22 см, що, на нашу думку, пов'язано із особливостями міграції легкорозчинних солей по ґрунтовому профілю в умовах СК "Радянська земля", впливом глибини розпушення внаслідок полицевого обробітку на перебіг процесів саомеліорації ґрунту. Варто відзначити, що інтенсивніше накопичення солей у ґрунті за його основного обробітку на глибину 20-22 см до збирання врожаю кукурудзи цукрової відбувається у верхньому шарі 0-30 см (+0,041%), у той час як за

поглиблення оранки до 28-30 см помітно зростає вміст солей у шарі 30-50 см (+0,066%), тобто полегшується їх міграція у нижчі горизонти по ґрунтовому профілю. В середньому, за основного обробітку ґрунту на глибину 20-22 см в шарі 0-50 см помітно інтенсивніше відбувається накопичення загальних солей (на 0,010%). Проте, загальна кількість солей в ґрунті на період збирання врожаю кукурудзи цукрової практично не різниться за варіантами глибини оранки (табл. 3.1).

Таблиця 3.1

**Вміст солей у ґрунті на посівах кукурудзи цукрової залежно від глибини його основного обробітку, %**

Середнє за 2014-2016 рр.

Глибина оранки, см	Шар ґрунту, см	Період визначення		±Δ
		сходи культури	після збирання врожаю культури	
20-22	0-30	0,120	0,161	0,041
	30-50	0,127	0,178	0,051
	<b>0-50</b>	<b>0,123</b>	<b>0,168</b>	<b>0,045</b>
28-30	0-30	0,131	0,145	0,014
	30-50	0,133	0,199	0,066
	<b>0-50</b>	<b>0,132</b>	<b>0,167</b>	<b>0,035</b>

Окремої уваги заслуговує вміст токсичних солей та специфіка їх накопичення в ґрунті, оскільки саме підвищений вміст токсичних солей має вирішальний вплив на продуктивність сільськогосподарських культур, якість одержуваної продукції, тощо. Результатами наших досліджень встановлено, що за полицевої оранки на глибину 28-30 см на час сходів кукурудзи цукрової спостерігається помітно вищий вміст токсичних солей у шарах 0-30 і 30-50 см, ніж за основного обробітку на 20-22 см (на 0,022 і 0,013%, відповідно). Це призводить до погіршення умов росту культури на початкових етапах її розвитку, коли закладається основа майбутньої продуктивності рослин. До збирання врожаю культури внаслідок краплинного зрошення водою II класу якості помітно більше токсичних солей у шарі ґрунту 0-30 см накопичується на варіантах із оранкою на глибину 20-22 см, а в шарі 30-50 см — за оранки на 28-

30 см. В середньому, за основного обробітку ґрунту на глибину 20-22 см в шарі 0-50 см акумулюється на 0,013% більше токсичних солей. Проте, кінцевий вміст токсичних солей залишається більшим на 0,006% за обробітку ґрунту на глибину 28-30 см. (табл. 3.2).

Таблиця 3.2

**Вміст токсичних солей у ґрунті на посівах кукурудзи цукрової залежно від глибини його основного обробітку, %**

Середнє за 2014-2016 рр.

Глибина оранки, см	Шар ґрунту, см	Період визначення		±Δ
		сходи культури	після збирання врожаю культури	
20-22	0-30	0,083	0,128	0,045
	30-50	0,099	0,129	0,030
	<b>0-50</b>	<b>0,089</b>	<b>0,128</b>	<b>0,039</b>
28-30	0-30	0,105	0,112	0,007
	30-50	0,112	0,167	0,055
	<b>0-50</b>	<b>0,108</b>	<b>0,134</b>	<b>0,026</b>

Варто відзначити суттєвий позитивний вплив глибокого основного обробітку на зниження інтенсивності накопичення солей у орному шарі ґрунту. Менша глибина оранки перешкоджає проникненню солей униз по профілю ґрунту. Основою зростання загального вмісту солей у темно-каштановому ґрунті на посівах кукурудзи цукрової були такі токсичні солі (розташовані у порядку зниження токсичного впливу на рослини), як:

- за полицевої оранки на 20-22 см:  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{NaCl}$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ ;
- за полицевої оранки на 28-30 см:  $\text{NaCl}$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{MgCl}_2$ ,  $\text{MgSO}_4$ .

Більш токсичні солі, зокрема, карбонат натрію, накопичувалися за полицевої оранки на глибину 20-22 см. Крім того, на обох варіантах глибини основного обробітку в ґрунті накопичувалася нетоксична сіль  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ . Варто відзначити, що за основного обробітку ґрунту на глибину 20-22 см до збирання врожаю культури з шару 0-50 см зникають сульфати кальцію та магнію, натомість з'являється карбонат натрію. За полицевої оранки на глибину

28-30 см за аналогічний період часу з шару ґрунту 0-50 см практично зникає сульфат кальцію. (табл. 3.3).

Таблиця 3.3

## Склад і вміст солей у ґрунті на посівах кукурудзи цукрової

Середнє за 2014-2016 рр.

Глибина оранки, см	Шар ґрунту, см	Досліджувані солі, %								
		Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	Ca(HCO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	Mg(HCO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	NaHCO <sub>3</sub>	CaSO <sub>4</sub>	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	MgSO <sub>4</sub>	NaCl	MgCl <sub>2</sub>
На період сходів культури										
20-22	0-30	—	0,0337	0,0073	0,0115	0,0041	0,0426	0,0064	0,0105	0,0044
	30-50	—	0,0251	0,0117	0,0090	0,0032	0,0622	0,0012	0,0109	0,0038
	<b>0-50</b>	—	<b>0,0303</b>	<b>0,0091</b>	<b>0,0105</b>	<b>0,0037</b>	<b>0,0504</b>	<b>0,0043</b>	<b>0,0107</b>	<b>0,0042</b>
28-30	0-30	—	0,0262	0,0083	0,0089	—	0,0769	0,0004	0,0097	0,0011
	30-50	—	0,0265	0,0080	0,0050	0,0014	0,0840	0,0004	0,0105	0,0013
	<b>0-50</b>	—	<b>0,0263</b>	<b>0,0082</b>	<b>0,0073</b>	<b>0,0006</b>	<b>0,0797</b>	<b>0,0004</b>	<b>0,0100</b>	<b>0,0012</b>
Після збирання врожаю культури										
20-22	0-30	—	0,0316	0,0219	0,0028	—	0,0861	—	0,0160	0,0013
	30-50	0,0014	0,0467	0,0192	0,0123	—	0,0715	—	0,0228	0,0013
	<b>0-50</b>	<b>0,0006</b>	<b>0,0376</b>	<b>0,0208</b>	<b>0,0066</b>	—	<b>0,0803</b>	—	<b>0,0187</b>	<b>0,0013</b>
28-30	0-30	—	0,0294	0,0097	0,0059	—	0,0769	0,0024	0,0129	0,0043
	30-50	—	0,0383	0,0039	0,0003	0,0002	0,1415	—	0,0092	0,0100
	<b>0-50</b>	—	<b>0,0330</b>	<b>0,0074</b>	<b>0,0037</b>	<b>0,0001</b>	<b>0,1027</b>	<b>0,0014</b>	<b>0,0114</b>	<b>0,0066</b>

Окрім встановлення динаміки вмісту та складу солей у ґрунті важливою складовою аналізу його меліоративного стану є оцінка ступеню та типу засолення, яка здійснювалася нами з урахуванням загального вмісту солей та їх якісного складу, а також катіонно-аніонного складу водної витяжки. Цікаво, що як на час сходів, так і після збирання врожаю кукурудзи цукрової за глибокої оранки на 28-30 см спостерігається менш сприятливий катіонний склад водної витяжки, оскільки превалює одновалентний катіон натрію на фоні низького вмісту кальцію, що негативно відображається як на структурному та меліоративному стані ґрунту, так і на рості й розвитку рослин культури (табл. 3.4).

**Катіонно-аніонний склад водної витяжки ґрунту на посівах кукурудзи  
цукрової, мг-екв/100 г ґрунту**

Середнє за 2014-2016 рр.

Глибина оранки, см	Шар ґрунту, см	Аніони				Катіони		
		CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>
На період сходів культури								
20-22	0-30	—	0,65	0,27	0,77	0,48	0,30	0,92
	30-50	—	0,58	0,27	0,94	0,36	0,26	1,17
	<b>0-50</b>	—	<b>0,62</b>	<b>0,27</b>	<b>0,84</b>	<b>0,43</b>	<b>0,28</b>	<b>1,02</b>
28-30	0-30	—	0,54	0,19	1,09	0,32	0,14	1,36
	30-50	—	0,53	0,21	1,21	0,35	0,14	1,46
	<b>0-50</b>	—	<b>0,54</b>	<b>0,20</b>	<b>1,14</b>	<b>0,33</b>	<b>0,14</b>	<b>1,40</b>
Після збирання врожаю культури								
20-22	0-30	—	0,72	0,30	1,21	0,39	0,33	1,52
	30-50	0,03	0,99	0,42	1,14	0,58	0,29	1,57
	<b>0-50</b>	<b>0,01</b>	<b>0,83</b>	<b>0,35</b>	<b>1,18</b>	<b>0,47</b>	<b>0,31</b>	<b>1,54</b>
28-30	0-30	—	0,57	0,31	1,12	0,36	0,26	1,37
	30-50	—	0,53	0,37	2,02	0,48	0,26	2,18
	<b>0-50</b>	—	<b>0,55</b>	<b>0,33</b>	<b>1,48</b>	<b>0,41</b>	<b>0,26</b>	<b>1,69</b>

Важливо, що не дивлячись на зростання валового вмісту солей у ґрунті від часу сходів до збирання врожаю кукурудзи цукрової, їх вміст не перевищує градації для незасоленого ґрунту по досліджуваних шарах у жодному з варіантів досліду [8]. В середньому, в шарі ґрунту 0-50 см тип засолення за оранки на глибину 20-22 см залишився незмінним (хлоридно-сульфатно-кальцієво-натрієвим), а за глибокого основного обробітку на 28-30 см зазнав змін, і перейшов із сульфатно-натрієвого до хлоридно-сульфатно-натрієвого. Підвищений вміст у ґрунті одновалентних катіонів натрію за полицевого обробітку на глибину 28-30 см помітний протягом всього досліджуваного періоду (табл. 3.5).



## Тип і ступінь засолення ґрунту на посівах кукурудзи цукрової

Середнє за 2014-2016 рр.

Глибина оранки, см	Шар ґрунту, см	Тип засолення	Ступінь засолення
На час сходів культури			
20-22	0-30	ХС-КН	Незасолений
	30-50	ХС-КН	Незасолений
	<b>0-50</b>	<b>ХС-КН</b>	<b>Незасолений</b>
28-30	0-30	С-Н	Незасолений
	30-50	С-Н	Незасолений
	<b>0-50</b>	<b>С-Н</b>	<b>Незасолений</b>
Після збирання врожаю культури			
20-22	0-30	ХС-Н	Незасолений
	30-50	ХС-КН	Незасолений
	<b>0-50</b>	<b>ХС-КН</b>	<b>Незасолений</b>
28-30	0-30	ХС-Н	Незасолений
	30-50	С-Н	Незасолений
	<b>0-50</b>	<b>ХС-Н</b>	<b>Незасолений</b>

**Примітка.** Типи засолення ґрунту: ХС-КН — хлоридно-сульфатно-кальцієво-натрієвий; С-Н — сульфатно-натрієвий тип засолення ґрунту; ХС-Н — хлоридно-сульфатно-натрієвий.

Окрім підвищення вмісту солей, спостерігалось поступове підлучення ґрунту, що видно зі зростання до часу збирання врожаю культури величини водневого показника рідкої фази ґрунту (рН). Варто зазначити, що підлучення проходило інтенсивніше за обробітку ґрунту на глибину 20-22 см, ніж за оранки на 28-30 см. Так, в середньому, за шарами ґрунту 0-30 і 30-50 см, рН за звичайної оранки зростав до збирання врожаю кукурудзи цукрової на 0,25-0,42, а за глибокої — на 0,28 і зменшувався на 0,04 одиниці, відповідно. Вцілому за шаром ґрунту 0-50 см інтенсивніше підлучення простежується за основного обробітку ґрунту на глибину 20-22 см. Це вказує на відмінності у проходженні агромеліоративних процесів у системі «поливна вода – ґрунт – рослини» за різної глибини основного обробітку (табл. 3.6).

**Водневий показник рідкої фази ґрунту (рН)**

Середнє за 2014-2016 рр.

Глибина оранки, см	Шар ґрунту, см	Час визначення		±Δ
		сходи культури	після збирання врожаю культури	
20-22	0-30	7,59	7,84	+0,25
	30-50	7,60	8,02	+0,42
	<b>0-50</b>	<b>7,59</b>	<b>7,91</b>	<b>+0,32</b>
28-30	0-30	7,65	7,93	+0,28
	30-50	7,68	7,64	-0,04
	<b>0-50</b>	<b>7,66</b>	<b>7,81</b>	<b>+0,15</b>

Меліоративні процеси, що спостерігалися нами протягом усього періоду проведення польових дослідів, свідчать про необхідність постійного моніторингу агроеліоративного стану ґрунтів Інгулецького зрошуваного масиву для попередження їх деградації. Важливими заходами збереження родючості ґрунтів, сприятливих агрофізичних, хімічних та біологічних властивостей за умов зрошення водою 2-го класу якості є внесення хімічних меліорантів у науково обґрунтованих дозах, впровадження фітомеліорації, раціональна система обробітку ґрунту і внесення органо-мінеральних добрив, тощо.

**3.2. Щільність складення ґрунту та його шпаруватість**

Щільність складення ґрунту та його шпаруватість — основні фізичні властивості ґрунту, які вказують на ступінь його ущільненості і забезпеченості повітрям. Необхідність дослідження зміни цих фізичних показників під впливом різних агротехнічних заходів при вирощуванні сільськогосподарських культур продиктована загостренням проблеми переущільнення ґрунтів за інтенсифікації сільськогосподарського виробництва під впливом важких машинно-тракторних агрегатів. Надмірна щільність ґрунту приводить до погіршення умов росту рослин, особливо на ранніх етапах їх розвитку, пригнічення кореневої системи,

стримання її поширення в ґрунті, і, як наслідок, загального зниження продуктивності культури. Ущільнені ґрунти мають нижчі за оптимальні показники шпаруватості, що негативно позначається на забезпеченості рослин киснем і вологою, аерації ґрунту.

Кожна сільськогосподарська культура для нормального росту і розвитку вимагає щільності складення ґрунту в певному діапазоні, за межами якого погіршуються процеси онтогенезу, знижується продуктивність. Так, за різними даними, оптимальна щільність складення ґрунту для кукурудзи становить: 1,20-1,30 г/см<sup>3</sup> [184, 187], 1,05-1,30 г/см<sup>3</sup> для каштанових ґрунтів степової зони [5], 1,10-1,30 г/см<sup>3</sup> для темно-сірих опідзолених ґрунтів, тощо [14]. Якщо вона відповідає рівноважній щільності ґрунту, це визначає можливість мінімізації його обробітку, переходу до системи no-till через відсутність потреби у додатковому розпушуванні [126, 187]. Раціональне ведення землеробства вимагає створення оптимальних умов для росту і розвитку кожної конкретної культури. Першочергова роль у забезпеченні оптимальних водно-фізичних властивостей ґрунту належить заходам його основного обробітку, які різняться як за способом та інтенсивністю дії на ґрунт, так і за глибиною. Встановлено, що полицева оранка на різну глибину суттєво впливає на щільність складення, шпаруватість, водопроникність, агрегатний і гранулометричний стани ґрунту, тощо [163].

Вивчення агрофізичних властивостей за різної глибини основного обробітку ґрунту виконували на варіантах досліді без внесення мінеральних добрив при загущенні рослин кукурудзи цукрової 50 тис/га. У результаті проведених досліджень було встановлено суттєвий вплив глибини полицевої оранки на фізичні властивості темно-каштанового солонцюватого ґрунту на посівах культури (табл. 3.7).

**Щільність складення ґрунту на посівах кукурудзи цукрової залежно від глибини його основного обробітку, г/см<sup>3</sup>**

Середнє за 2014-2016 рр.

Глибина оранки, см (фактор А)	Шар ґрунту, см (фактор В)	Строк визначення (фактор С)	
		сходи культури	після збирання врожаю культури
20-22	0-10	1,16	1,25
	10-20	1,23	1,31
	20-30	1,29	1,38
	<b>0-30</b>	<b>1,23</b>	<b>1,31</b>
28-30	0-10	1,13	1,23
	10-20	1,19	1,28
	20-30	1,25	1,35
	<b>0-30</b>	<b>1,19</b>	<b>1,28</b>

**Примітка.**  $HP_{05}$  : факторів А, С — 0,011 г/см<sup>3</sup>; фактора В — 0,014; для комплексної дії факторів АВС — 0,027 г/см<sup>3</sup>.

Згідно результатів досліджень, збільшення глибини оранки істотно поліпшує рівень розпушеності ґрунту в усіх його шарах, крім того, сприяє уповільненню процесів його ущільнення. На період сходів кукурудзи цукрової обидва варіанти полицевої оранки забезпечують щільність складення ґрунту, що знаходиться в межах оптимальних значень 1,20 — 1,30 г/см<sup>3</sup>. На період збирання врожаю за оранки на глибину 20-22 см ґрунт на посівах культури ущільнюється до 1,31 г/см<sup>3</sup> в активному шарі, що лише на 0,01 г/см<sup>3</sup> вище оптимуму. За більшої глибини оранки 28-30 см цього не відбувається. Проте, казати про пригнічення кореневої системи рослин кукурудзи цукрової за оранки на 20-22 см, враховуючи вищевказану незначну величину відхилення, недоречно.

У прямій залежності від щільності складення ґрунту знаходиться його шпаруватість. Розрахунок і аналіз величини цього агрофізичного показника вказують на збереження закономірностей його зміни від глибини основного обробітку ґрунту, а саме: глибока полицева оранка сприяє достовірному

збільшенню шпаруватості ґрунту як на період сходів культури, так і на час збирання її врожаю (табл. 3.8).

Таблиця 3.8

**Шпаруватість ґрунту на посівах кукурудзи цукрової залежно від глибини його основного обробітку, %**

Середнє за 2014-2016 рр.

Глибина оранки, см (фактор А)	Шар ґрунту, см (фактор В)	Строк визначення (фактор С)	
		сходи культури	після збирання врожаю культури
20-22	0-10	55,67	52,15
	10-20	53,33	50,26
	20-30	51,26	47,65
	<b>0-30</b>	<b>53,42</b>	<b>50,02</b>
28-30	0-10	56,79	53,34
	10-20	54,70	51,23
	20-30	52,68	48,61
	<b>0-30</b>	<b>54,72</b>	<b>51,06</b>

**Примітка.**  $HP_{05}$  : факторів А, С — 0,40%; фактора В — 0,48; для комплексної дії факторів АВС — 0,97%.

Аналіз дослідних даних свідчить, що різна глибина полицевої оранки результує у достовірно різні агрофізичні властивості темно-каштанового солонцюватого ґрунту. Кращі показники щільності складення (менше ущільнення) та шпаруватості (більший відсоток шпар) орного шару ґрунту забезпечує основний обробіток ґрунту на глибину 28-30 см. Варто зазначити, що не зважаючи на те, що агрофізичні властивості ґрунту за мілкового основного обробітку на 20-22 см гірші, ніж за глибокого, вони знаходяться в межах оптимуму для рослин кукурудзи цукрової, а тому не можуть бути визнані фактором погіршення умов росту і розвитку культури.

### 3.3. Водопроникність ґрунту

Водопроникність відносять до головних водних властивостей ґрунтів.

Водопроникність — це здатність ґрунту вбирати та пропускати воду із верхніх горизонтів у нижні за одиницю часу [126].

Водопроникність зумовлена гранулометричним складом ґрунту. Водопроникність важких ґрунтів значною мірою залежить від їх оструктурення. Поліпшення структури та оптимізація будови ґрунту сприяють збільшенню його водопроникності та вологоємності і зменшенню випаровувальної здатності. Висока водопроникність оструктурених ґрунтів сприяє покращенню водного режиму, знижує ризики іригаційної та водної ерозії. У той час як зниження водопроникності призводить до погіршення водного режиму, зниження забезпеченості коріння рослин киснем, пригнічення активності ґрунтових мікроорганізмів [44].

Високий вплив на водопроникність ґрунту мають основний обробіток ґрунту, внесення добрив, застосування хімічних меліорантів, режим зрошення, якість зрошувальної води, тощо. При цьому одним із найбільш вагомих факторів впливу на водні властивості ґрунту є його основний обробіток [44].

Вимірювання водопроникності ґрунту на посівах кукурудзи цукрової виконували на варіантах фону живлення  $N_{120}P_{120}$  і загущення рослин 65 тис/га. У результаті проведених досліджень було встановлено суттєвий вплив глибини основного обробітку ґрунту на його водні властивості (табл. 3.9).

*Таблиця 3.9*

**Водопроникність і кількість поглинутої води ґрунтом на посівах кукурудзи цукрової за різної глибини його основного обробітку**

Середнє за 2014-2016 рр.

Глибина оранки, см	На час сходів культури	Наприкінці вегетації культури
Водопроникність у першу годину визначення, мм/хв.		
20-22	3,46	2,38
28-30	3,71	2,69
Кількість поглинутої ґрунтом води, м <sup>3</sup> /га		
20-22	2078	1430
28-30	2226	1612

**Примітка.**  $НІР_{05}$ : на час сходів культури: 0,09 мм/хв.; 53 м<sup>3</sup>/га; після збирання врожаю культури: 0,12 мм/хв.; 75 м<sup>3</sup>/га.

Як видно з одержаних дослідних даних, достовірно кращі водні властивості ґрунту формувались за проведення основного обробітку ґрунту на глибину 28-30 см, що виражається у вищій, в середньому, на 0,25-0,31 мм/хв. водопроникності та більшій, в середньому, на 148-182 м<sup>3</sup>/га кількості поглинутої за першу годину визначення води. Незалежно від глибини полицевої оранки спостерігається значне падіння водопроникної здатності темно-каштанового солонцюватого ґрунту від періоду сходів культури до збирання врожаю, що пов'язано з його поступовим ущільненням і зменшенням шпаруватості.

### **3.4. Біологічна активність ґрунту**

Біологічна активність ґрунту визначається інтенсивністю розвитку та життєдіяльності різних видів ґрунтових мікроорганізмів. Її вивчення необхідне для встановлення екологічної ефективності та безпечності застосовуваної технології вирощування сільськогосподарської культури. Агротехнічні заходи повинні забезпечувати стабільність ґрунтових екосистем, підтримувати їх функціональний стан без шкоди для корисної мікрофлори.

Найбільш уживаними показниками, за якими оцінюють біологічну активність ґрунту, є інтенсивність його дихання (виділення CO<sub>2</sub> внаслідок розкладення органічної речовини і втрат вуглецю через процеси життєдіяльності ґрунтової біоти та кореневої системи рослин) та ступінь розкладу лляного полотна (вказує на активність целюлорозкладаючих бактерій). Вищевказані показники залежать як від ґрунтово-кліматичних, так і від агротехнологічних факторів впливу на ґрунт [254].

Найбільш суттєвий вплив на активність ґрунтових мікроорганізмів мають такі агротехнологічні фактори як: мінеральні та органічні добрива, інокулянти, пестициди, зрошення, система обробітку ґрунту, тощо [225, 254].

Дихання ґрунту, що оцінюється за продукцією вуглекислого газу, є одним із кращих показників рециркуляції органічної речовини або активності ґрунту [235].



Деградація орних земель розпочалася ще в 1850-х роках, коли було доведено, що розорювання полей призводить до втрат вуглецю, що набагато перевищують їх надходження з рослинними рештками. За окремими оцінками фахівців, кількість вивільненого з 1850-х років ґрунтового вуглецю склала 136 +/- 55 млрд. тон [241]. Ряд робіт доводить, що перехід на нульову технологію обробітку ґрунту сприяє зниженню втрат вуглецю з ґрунту і попередженню подальшого розвитку парникового ефекту. Довготривалі дослідження виявили загрозу інтенсивнішого розвитку глобального потепління саме в тих районах, де застосовуються традиційні системи обробітку ґрунту [35].

Словацькими дослідниками було встановлено, що максимальний вплив на інтенсивність виділення ґрунтом вуглекислого газу мають органічні добрива. Цікаво, що ступінь інтенсивності дихання ґрунту багато в чому залежав від його вологості, екологічних і температурних умов проведення визначень. Так, у окремі роки було виявлено тенденцію до збільшення об'єму виділеного ґрунтом CO<sub>2</sub> за збільшення норм внесення азотних добрив, проте більш ранні досліді свідчать про зниження дихання ґрунту за тривалого внесення високих норм азоту [249]. За іншими даними, удобрення зазвичай призводить до зростання біологічної активності ґрунту, проте, в умовах його підлуження, засолення, накопичення в ньому токсичних іонів, внесення високих доз мінеральних добрив може негативно вплинути на активність ґрунтової мікрофлори [254].

Окремі дослідження свідчать про те, що мікроконцентрації легкорозчинних солей сприяють поліпшенню функціонування мікрофлори ґрунту. Проте, ґрунти різного рівня засолення в цілому показали зниження активності за градієнтом засолення [10, 76].

Польові досліді, проведені на чорноземах звичайних важкосуглинкових у Луганській області, свідчать, що застосування мінеральних добрив сприяє підвищенню мікробіологічної активності ґрунту [41].

Отже, враховуючи високу залежність біологічної активності ґрунту від еколого-кліматичних факторів, її вивчення слід проводити в конкретних агровиробничих умовах окремо для кожної сільськогосподарської культури.

Встановлення параметрів біологічної активності ґрунту на посівах кукурудзи цукрової за інтенсивністю виділення вуглекислого газу виконували на варіантах загушення рослин 65 тис/га в фазу цвітіння волотей культури.

Результатами польових дослідів було встановлено суттєвий вплив досліджуваних факторів на біологічну активність ґрунту (табл. 3.10).

Таблиця 3.10

**Інтенсивність дихання ґрунту на посівах кукурудзи цукрової залежно від глибини його основного обробітку та фону живлення, мг CO<sub>2</sub>/м<sup>2</sup>×год.**

Середнє за 2014-2016 рр.

Глибина оранки, см (фактор А)	Фон живлення (фактор В)			Середнє за фактором А
	Без добрив	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	N <sub>120</sub> P <sub>120</sub>	
20-22	250,0	220,1	192,7	220,9
28-30	213,7	193,1	178,3	195,0
Середнє за фактором В	231,9	206,6	185,5	

**Примітка.** НІР<sub>05</sub> : фактору А — 16,3 мг CO<sub>2</sub>/м<sup>2</sup>×год.; фактору В — 16,9; для взаємодії факторів АВ — 25,7 мг CO<sub>2</sub>/м<sup>2</sup>×год.

Кількість виділеного ґрунтом CO<sub>2</sub> на посівах кукурудзи цукрової в значній мірі залежала від глибини основного обробітку ґрунту та норми внесення мінеральних добрив. Максимальною вона була за полицевої оранки на глибину 20-22 см на неудобреному фоні, і становила, в середньому за роки досліджень, 250,0 мг CO<sub>2</sub>/м<sup>2</sup>×год. Найменшу інтенсивність дихання ґрунту (178,3 мг CO<sub>2</sub>/м<sup>2</sup>×год.) спостерігали на варіантах із основним обробітком на 28-30 см за подвійного фону живлення. Поглиблення орного шару зумовлює зниження кількості виділеної вуглекислоти за рахунок «розбавлення» високоактивного верхнього шару ґрунту 0-10 см малоактивним і менш заселеним аеробною мікрофлорою шаром 20-30 см. Внесення мінеральних добрив приводить до істотного зниження інтенсивності дихання ґрунту через зменшення активності аеробної мікрофлори (насамперед, нітрифікуючих бактерій) в умовах підвищеної концентрації ґрунтового розчину, штучного

збільшення нітратної форми азоту та зрошення водою II класу якості з високим вмістом солей, які мають негативний вплив на розвиток вищезазначених видів бактерій.

Метод аплікації (ляних полотен) дозволяє оцінити відносну інтенсивність біологічної активності ґрунту шляхом встановлення ступеню розкладу тканини за рахунок життєдіяльності целюлорозкладаючих бактерій. Цікаво, що на даний час не існує єдиної думки щодо впливу агротехнічних факторів на активність аеробної целюлорозкладаючої мікрофлори. Так, результати окремих досліджень свідчать про її підвищення за рахунок зменшення глибини основного обробітку ґрунту та переходу до безполицевого обробітку [145]. Згідно інших даних, поглиблений обробіток ґрунту та внесення мінеральних добрив сприяє активації целюлорозкладаючих бактерій [83]. Втім, існує діаметрально протилежна думка, що на землях з високою культурою землеробства за систематичного застосування мінеральних добрив інтенсивність біологічної активності ґрунту суттєво знижується [232]. Встановлено, що за умов використання в агротехнологіях спеціалізованих інокулянтів (фосформобілізуючих та азотфіксуючих) сумісно з мінеральними добривами та вапнуванням на дерново-підзолистих суглинкових ґрунтах, мікробіологічна активність ґрунту значно поліпшується [22]. Отже, ступінь і характер впливу технології вирощування на активність целюлорозкладаючої мікробіоти в значній мірі залежить від ґрунтово-кліматичних особливостей проведення досліджень, а також від загальної культури землеробства базового господарства та досліджуваної культури.

Визначення активності целюлорозкладаючих бактерій виконували на варіантах із густотою стояння рослин кукурудзи цукрової 65 тис/га. У наших дослідах ступінь розкладу ляного полотна значно різнився за фонами живлення та глибиною основного обробітку ґрунту. Найбільшим він виявився за полицевої оранки на глибину 28-30 см на неудобреному фоні, і склав, в середньому за роки досліджень, 58,3 % (табл. 3.11).

**Ступінь розкладу лляного полотна на посівах кукурудзи цукрової залежно від глибини основного обробітку ґрунту та фону живлення, %**

Середнє за 2014-2016 рр.

Глибина оранки, см (фактор А)	Фон живлення (фактор В)			Середнє за фактором А
	Без добрив	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	N <sub>120</sub> P <sub>120</sub>	
20-22	57,8	46,1	33,4	45,8
28-30	58,3	48,6	34,3	47,1
Середнє за фактором В	58,1	47,4	33,9	

**Примітка.** НІР<sub>05</sub> : фактору А — 18,1%; фактору В — 10,5; для взаємодії факторів АВ — 18,3%.

Варто зазначити, що за результатами дисперсійного аналізу даних щодо ступеню розкладу лляного полотна різниця між варіантами з різною глибиною основного обробітку ґрунту неістотна. Отже, глибина полицевої оранки не впливає на інтенсивність життєдіяльності целюлозорозкладаючих бактерій, хоча тенденція до потенційного її посилення за поглибленого обробітку помітна. Внесення мінеральних добрив приводило до істотного зниження активності целюлозорозкладаючої мікрофлори ґрунту.

Отже, виходячи з результатів досліджень, кращі умови для активної життєдіяльності різних видів ґрунтової мікрофлори на посівах кукурудзи цукрової за умов краплинного зрошення мінералізованими водами забезпечує проведення полицевого основного обробітку на глибину 20-22 см. Внесення мінеральних добрив суттєво знижує інтенсивність дихання ґрунту та розкладу органічної речовини. Втім, варто зауважити, що світова практика ведення землеробства прагне до впровадження агротехнологій, що здатні знизити швидкість розкладу органіки, зменшити втрати вуглекислоти з ґрунту для попередження стрімкого розвитку парникового ефекту, втрати природної родючості, а тому за кращий з цієї точки зору слід приймати варіант дослідів з внесенням мінеральних добрив максимальною нормою N<sub>120</sub>P<sub>120</sub>.

**Висновки до розділу 3:**

1. Меліоративний стан темно-каштанового ґрунту на посівах кукурудзи цукрової залежав від глибини його основного обробітку. На час сходів культури помітно вищий вміст солей (як загальний, так і токсичних) у шарах 0-30 і 30-50 см спостерігається за полицевої оранки на глибину 28-30 см. До часу збирання врожаю культури за обох варіантів глибини основного обробітку в ґрунті накопичуються солі, основна маса яких — токсичні солі натрію. Різниця між оранкою на глибину 20-22 і 28-30 см простежується в тому, що інтенсивність соленакопичення у орному шарі ґрунту за глибшого його обробітку знижується, а в шарі 30-50 см — навпаки, зростає. Варто відзначити, що як на час сходів, так і на період збирання врожаю кукурудзи цукрової темно-каштановий ґрунт є незасоленим, при цьому у водній витяжці переважають сульфат-аніони та катіони натрію. Підвищений вміст останніх спостерігається за основного обробітку ґрунту на глибину 28-30 см, що є негативним, оскільки вказує на ризик вторинного осолонцювання. Полицева оранка на різну глибину веде до зміни типу засолення ґрунту: переважно хлоридно-сульфатний-кальцієво-натрієвий за обробітку на 20-22 см, і переважно сульфатно-натрієвий — за оранки на 28-30 см. За менш глибокого основного обробітку ґрунту помітне інтенсивніше його підлучення.

2. Щільність складення ґрунту на посівах кукурудзи цукрової суттєво залежала від глибини його основного обробітку. Глибока (на 28-30 см) полицева оранка сприяє кращому, інтенсивнішому розпушенню орного (0-30 см) шару ґрунту, попереджає його швидке ущільнення. Втім, щільність складення ґрунту за обох глибин його основного обробітку протягом вегетації культури знаходилася в межах оптимальної для кукурудзи цукрової (1,23-1,31 за основного обробітку на глибину 20-22 см і 1,19-1,28 г/см<sup>3</sup> за обробітку на глибину 28-30 см), тому глибока полицева оранка є недоцільною. Шпаруватість ґрунту на посівах кукурудзи цукрової суттєво залежала від глибини полицевої оранки, і коливалась у межах 50,02-53,42% за обробітку на глибину 20-22 см, і в межах 51,06-54,72% за обробітку на глибину 28-30 см.

3. Водопроникність ґрунту на посівах кукурудзи цукрової за глибокої полицевої оранки виявилася значно кращою, ніж за звичайної: на 0,25-0,31 мм/хв. Кількість поглинутої за одну годину води зростала на 148-182 м<sup>3</sup>/га. За обох варіантів глибини основного обробітку спостерігалось значне ущільнення ґрунту від фази сходів культури до збирання врожаю, що позначилося на зниженні його водопроникності.

5. Вивчення біологічної активності ґрунту на посівах кукурудзи цукрової свідчить, що кращі умови для активної життєдіяльності різних видів ґрунтової мікрофлори за умов краплинного зрошення водами II класу якості забезпечує полицева оранка на глибину 20-22 см. Внесення мінеральних добрив суттєво знижує інтенсивність дихання ґрунту та розкладу органічної речовини. Максимальна інтенсивність дихання ґрунту (250,0 мг СО<sub>2</sub>/м<sup>2</sup>×год.) була за його обробітку на глибину 20-22 см на неудобреному агрофоні. Максимальний ступінь розкладу лляного полотна також спостерігався на неудобреному фоні живлення (57,8-58,3%). Глибина оранки суттєво не впливала на активність целюлозорозкладаючих бактерій.

Основні результати розділу опубліковані у працях [87, 91, 92, 97, 196].

## РОЗДІЛ 4

# ВПЛИВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ НА РІСТ І РОЗВИТОК РОСЛИН КУКУРУДЗИ ЦУКРОВОЇ

### 4.1. Ріст і розвиток рослин кукурудзи цукрової

Вивчення і аналіз впливу елементів технології вирощування на перебіг ростових процесів рослин культури дає можливість встановити оптимальні параметри агротехнології для забезпечення раціонального використання та перерозподілу факторів виробництва (поживних речовин, вологи, світла і тепла) у агрофітоценозі з метою отримання бажаної його продуктивності. З метою вивчення особливостей динаміки росту і розвитку рослин кукурудзи цукрової у досліді проводилися фенологічні спостереження і вимірювання висоти рослин.

Неоднорідні агровиробничі умови років досліджень зумовили різні строки сівби кукурудзи цукрової. Так, у 2014 р. сівбу культури було здійснено 1 травня; у 2015 р. — 22 травня; у 2016 р. — 21 травня. Звідси випливає значне зміщення у часі строків настання основних фенофаз і збирання врожаю.

Тривалість вегетаційного періоду культури — це ознака, обумовлена, в основному, генетичними особливостями сорту чи гібриду [138]. Крім того, швидкість розвитку рослин суттєво залежить і від температурних умов, зокрема, для настання кожної фенофази кукурудза цукрова потребує певної суми ефективних температур, наприклад, для досягнення технічної стиглості — від 700 до 1100°C [6, 7, 15, 18, 23, 36, 82, 84, 170, 200, 202, 205]. Проте, технологія вирощування може в певній мірі впливати на швидкість онтогенезу рослинного організму.

Результатами наших досліджень встановлено, що вплив на швидкість проходження фенофаз і тривалість вегетації кукурудзи цукрової мають усі досліджувані елементи агротехніки. Було встановлено тенденцію до подовження вегетації за глибокої полицевої оранки, збільшення норми внесення мінеральних добрив і густоти стояння рослин. Варто зазначити, що тривалість



періодів «сівба — сходи», «сходи — 3-5 листків», «викидання — цвітіння волоті» зазнавали мінімального впливу агротехнологічних факторів, а найбільші флуктуації спостерігались за періодами «3-5 листків — викидання волоті» та «цвітіння волоті — початок молочно-воскової стиглості зерна». Мінімальною тривалістю вегетації була на варіантах із оранкою на глибину 20-22 см на неудобреному фоні та загущенням рослин кукурудзи цукрової 35 тис/га і склала, в середньому, 72,4 доби. Найдовшим періодом від сівби до технологічної стиглості характеризувались посіви культури, вирощуваної за умов глибокої (на 28-30 см) оранки, подвійного агрофону і максимальної густоти стояння рослин 80 тис/га. За такого агротехнічного комплексу вегетаційний період культури тривав, в середньому, 80,9 діб. Таким чином, агротехнічні чинники спроможні певною мірою регулювати швидкість проходження окремих фенофаз кукурудзи цукрової, прискорюючи, або, навпаки, затримуючи час настання технічної стиглості зерна культури. У наших дослідженнях амплітуда тривалості вегетації кукурудзи цукрової залежно від технологічних факторів склала 8,5 діб (табл. 4.1).

Виходячи з даних фенологічних спостережень можна зробити висновок, що за екстремальних умов (нестача елементів живлення) рослини кукурудзи цукрової слабші, тому намагаються якнайшвидше дати “нащадків” (насіння), і період вегетації культури скорочується. Підвищення агрофону і загущення рослин вище оптимального рівня сприяють затягуванню вегетації через подовження періоду активного росту, інтенсивніше наростання вегетативної маси, триваліше надходження пластичних речовин до зернівки, що не завжди є бажаним, особливо в умовах конвеєрного виробництва продукції, у проміжних посівах, тощо. Вищезазначена закономірність вказує на особливості росту і розвитку рослин кукурудзи цукрової, а також розкриває можливості агротехнічного регулювання тривалості вегетації культури за наявності такої потреби.

**Тривалість міжфазних періодів кукурудзи цукрової за різної глибини  
оранки, фону живлення та загушення рослин, діб**

Середнє за 2014-2016 рр.

Фон живлення	Загушення рослин, тис/га	Сходи-3-5 листків	3-5 листків-викидання волоті	Викидання-цвітіння волоті	Цвітіння волоті-початок МВС зерна	Сівба-початок МВС зерна
<b>Глибина оранки 20-22 см</b>						
Без добрив	35	11,0	25,7	4,0	20,7	72,4
	50	11,7	25,7	4,0	20,7	73,1
	65	11,7	26,0	4,0	21,0	73,7
	80	11,7	27,0	4,0	21,3	75,0
N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	35	11,7	28,0	4,0	21,0	75,7
	50	11,7	28,3	4,0	21,3	76,3
	65	12,0	29,0	4,0	22,0	78,0
	80	12,0	29,3	4,3	22,0	78,6
N <sub>120</sub> P <sub>120</sub>	35	11,7	29,0	4,0	21,0	76,7
	50	12,0	29,3	4,0	21,7	78,0
	65	12,0	29,7	4,3	21,7	78,7
	80	12,3	30,3	4,3	22,3	80,2
<b>Глибина оранки 28-30 см</b>						
Без добрив	35	11,7	26,3	4,0	20,3	73,3
	50	11,7	26,7	4,0	20,3	73,7
	65	11,7	27,0	4,0	20,7	74,4
	80	11,7	28,0	4,0	20,7	75,4
N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	35	11,7	28,3	4,0	21,0	76,0
	50	11,7	28,7	4,0	21,3	76,7
	65	12,0	29,3	4,0	22,0	78,3
	80	12,0	29,7	4,3	22,3	79,3
N <sub>120</sub> P <sub>120</sub>	35	11,7	29,3	4,0	21,7	77,7
	50	12,0	30,0	4,0	21,7	78,7
	65	12,0	30,3	4,3	22,0	79,6
	80	12,0	31,3	4,3	22,3	80,9

**Примітка.** Тривалість міжфазного періоду “Сівба-сходи” складала 11,0 діб на всіх варіантах дослідів.

Вимірювання висоти рослин кукурудзи цукрової за основними

фенофазами дає можливість оцінити динаміку росту рослин за різних технологічних умов вирощування, особливості ростових процесів і їх взаємозв'язок з агротехнікою. Так, у богарних дослідах Інституту зернового господарства НААН України висота рослин кукурудзи цукрової зростала з загущенням посівів у вологі роки, і, навпаки, зменшувалась у посушливі [181]. Польовими дослідженнями Синельниківської дослідної станції встановлено тенденцію до збільшення висоти рослин культури зі зростанням густоти посівів [103]. Потужним фактором регулювання ростових процесів є мінеральні добрива, провідна роль належить азотним [28]. Результатами окремих досліджень доведено, що висота рослин кукурудзи цукрової сильно залежить від генетичних особливостей вирощуваного сорту чи гібриду, які мають різну реакцію на технологічні фактори впливу [138, 218].

Таблиця 4.2

**Висота рослин кукурудзи цукрової в фазу 3-5 листків залежно від досліджуваних факторів, см**

Середнє за 2014-2016 рр.

Глибина оранки, см (фактор А)	Загущення рослин, тис/га (фактор С)	Фон живлення (фактор В)			Середнє за фактором А
		Без добрив	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	N <sub>120</sub> P <sub>120</sub>	
20-22	35	21,7	24,1	26,9	25,73
	50	22,1	24,8	28,4	
	65	22,8	26,3	29,4	
	80	24,2	27,9	30,1	
28-30	35	22,3	24,5	26,8	26,25
	50	22,6	26,1	28,4	
	65	22,9	27,5	29,9	
	80	24,5	28,5	31,0	
Середнє за фактором В		22,89	26,21	28,86	
Середнє за фактором С		24,38	25,40	26,47	27,70

**Примітка.** НІР<sub>05</sub> : фактору А — 0,53 см; фактору В — 0,22; фактору С — 0,25; для комплексної дії факторів АВС — 0,77 см.

У фазу 3-5 листків кукурудзи цукрової виявлена істотна залежність висоти рослин від дози мінеральних добрив і загущення рослин. Глибина

полицевої оранки в цей період несуттєво впливала на даний показник, проте, простежується його збільшення за оранки на глибину 28-30 см Загущення рослин на кожні 15 тис/га веде до збільшення висоти рослин культури, в середньому, на 4,2-4,6%, а внесення мінеральних добрив дозою  $N_{120}P_{120}$  — на 26,1%, порівняно з неудобреним агрофоном (табл. 4.2).

На період викидання волоті простежується подібна динаміка показника, причому суттєвим виявився вплив усіх досліджуваних факторів. Істотно вищими рослини кукурудзи цукрової були на варіантах із глибиною оранки 20-22 см, максимальним фоном живлення  $N_{120}P_{120}$  та загущенням рослин 80 тис/га. Мінімальна висота рослин культури відмічена на варіантах із оранкою на глибину 20-22 см, без внесення добрив і загущенням рослин 35 тис/га. Збільшення глибини основного обробітку ґрунту до 28-30 см, в середньому, знижувало висоту рослин кукурудзи цукрової на 0,6%, внесення подвійної дози мінеральних добрив сприяло збільшенню їх висоти на 18,9%, порівняно з неудобреним фоном живлення, а загущення на кожні 15 тис/га — на 3,0-3,4% (табл. 4.3).

Таблиця 4.3

**Висота рослин кукурудзи цукрової в фазу викидання волоті залежно від досліджуваних факторів, см**

Середнє за 2014-2016 рр.

Глибина оранки, см (фактор А)	Загущення рослин, тис/га (фактор С)	Фон живлення (фактор В)			Середнє за фактором А
		Без добрив	$N_{60}P_{60}$	$N_{120}P_{120}$	
20-22	35	111,3	131,6	140,9	134,41
	50	115,3	135,1	145,3	
	65	120,3	139,0	151,4	
	80	124,4	142,1	156,2	
28-30	35	119,9	128,7	133,7	133,58
	50	124,4	132,1	138,4	
	65	128,1	135,3	143,3	
	80	131,0	138,6	149,4	
Середнє за фактором В		121,84	135,31	144,83	
Середнє за фактором С		127,68	131,77	136,23	140,28

**Примітка.**  $HP_{05}$  : фактору А — 0,28 см; фактору В — 0,84; фактору С — 0,70; для комплексної дії факторів АВС — 2,04 см.

На початку молочно-воскової стиглості зерна суттєво вищі рослини кукурудзи цукрової були на варіантах з полицевою оранкою на глибину 20-22 см, подвійним фоном живлення та загущенням посівів 80 тис/га. Мінімальну висоту рослин культури було зафіксовано на неудобрених ділянках з основним обробітком ґрунту на глибину 20-22 см і густотою посівів 35 тис/га. Амплітуда коливання показника за варіантами дослідів перед збиранням врожаю культури склала 57,6 см. Найбільший вплив на висоту рослин мають мінеральні добрива, внесення яких дозою  $N_{120}P_{120}$  збільшило показник, порівняно з неудобреними варіантами, на 19,1%. Загущення рослин від 35 до 80 тис/га сприяло витягуванню їх лише на 10,4%, а оптимальна глибина основного обробітку ґрунту — на 0,6% (табл. 4.4).

Таблиця 4.4

**Висота рослин кукурудзи цукрової на початку молочно-воскової стиглості залежно від досліджуваних факторів, см**

Середнє за 2014-2016 рр.

Глибина оранки, см (фактор А)	Загущення рослин, тис/га (фактор С)	Фон живлення (фактор В)			Середнє за фактором А
		Без добрив	$N_{60}P_{60}$	$N_{120}P_{120}$	
20-22	35	139,3	164,9	176,1	168,3
	50	144,1	168,6	182,2	
	65	148,0	175,4	189,3	
	80	154,7	180,0	196,9	
28-30	35	150,1	160,7	166,9	167,3
	50	155,0	165,2	173,0	
	65	160,3	170,7	179,4	
	80	165,7	174,6	186,0	
Середнє за фактором В		152,2	170,0	181,2	
Середнє за фактором С		159,7	164,7	170,5	176,3

**Примітка.**  $HP_{05}$ : фактору А — 0,81 см; фактору В — 0,51; фактору С — 0,74; для комплексної дії факторів АВС — 2,00 см.

Варто відзначити зміну ступеню впливу технологічних факторів на висоту рослин кукурудзи цукрової за різними періодами росту і розвитку культури. Це вказує на неоднозначність реакції рослин на антропогенні

чинники залежно від етапів онтогенезу. Так, найбільш чутливими до удобрення та загущення посівів рослини кукурудзи цукрової виявились у фазу 3-5 листків, у той час як глибина основного обробітку ґрунту на даному етапі суттєво не впливала на інтенсивність їх росту. Проте, у фазі викидання волоті та на початку молочно-воскової стиглості зерна культури спостерігається суттєвість впливу глибини оранки, а ступінь впливу мінеральних добрив і загущення рослин дещо зменшується.

Пояснити прояви впливу досліджуваних агротехнічних факторів на висоту рослин кукурудзи цукрової можна, керуючись знанням морфо-біологічних особливостей культури. Загущення посівів від 35 до 80 тис/га приводило до поступового збільшення висоти рослин кукурудзи цукрової через посилення внутрішньовидової конкуренції за світло в агроценозі, оскільки культура є світлолюбною. Поліпшення агрофону суттєво поліпшує перебіг усіх фізіологічних процесів у рослинному організмі, що сприяє інтенсивнішому їх росту. Глибина основного обробітку ґрунту не має визначального впливу для кукурудзи цукрової, вирощуваної за умов краплинного зрошення. Проте, незначне погіршення росту рослин культури на пізніх етапах росту і розвитку на варіантах з полицевою оранкою на 28-30 см може бути зумовлене ускладненим засвоєнням елементів живлення з глибоко загорнутих мінеральних добрив.

Варто зазначити, що вимірювання висоти рослин є важливим складовим компонентом науково-дослідної роботи, оскільки висота рослин є одним із опосередкованих показників, за якими можна проводити оцінку інтенсивності агротехнології та ступеню її можливостей із забезпечення необхідних умов для повноцінного росту і розвитку сільськогосподарської культури. Так, за результатами наших досліджень, висота рослин тісно корелює з урожайністю культури ( $R = 0,91$ ;  $r^2 = 0,83$ ). Однак, не завжди більша висота рослин є показником вищої інтенсивності технології вирощування та продуктивності агрофітоценозу. Так, наприклад, надмірне витягування рослин кукурудзи цукрової на варіантах з густотою стояння рослин 80 тис/га свідчить не про вищу

потенційну продуктивність культури, а про порушення її нормального росту через несприятливі умови надсильної конкуренції, оскільки середня висота рослин 196,9 см на початку молочно-воскової стиглості зерна є неприродною для досліджуваного нами сорту. Проте, збільшення висоти рослин за рахунок мінеральних добрив стало причиною не порушення, а поліпшення перебігу ростових процесів і може слугувати критерієм інтенсивності агротехнології.

Високий інтерес для науковців і практиків має показник середньодобового приросту рослин, який є інтегративним вираженням впливу агротехнології на інтенсивність росту культури впродовж вегетації. Розрахунок цього показника дав змогу виявити тенденцію кукурудзи цукрової до прискореного росту в період від фази 3-5 листків до початку молочно-воскової стиглості зерна за полицевої оранки на глибину 20-22 см, внесення мінеральних добрив максимальною дозою  $N_{120}P_{120}$  та загушення рослин культури 80 тис/га (табл. 4.5).

Таблиця 4.5

**Середньодобовий приріст рослин кукурудзи цукрової в період “3-5 листків — початок МВС зерна”, см**

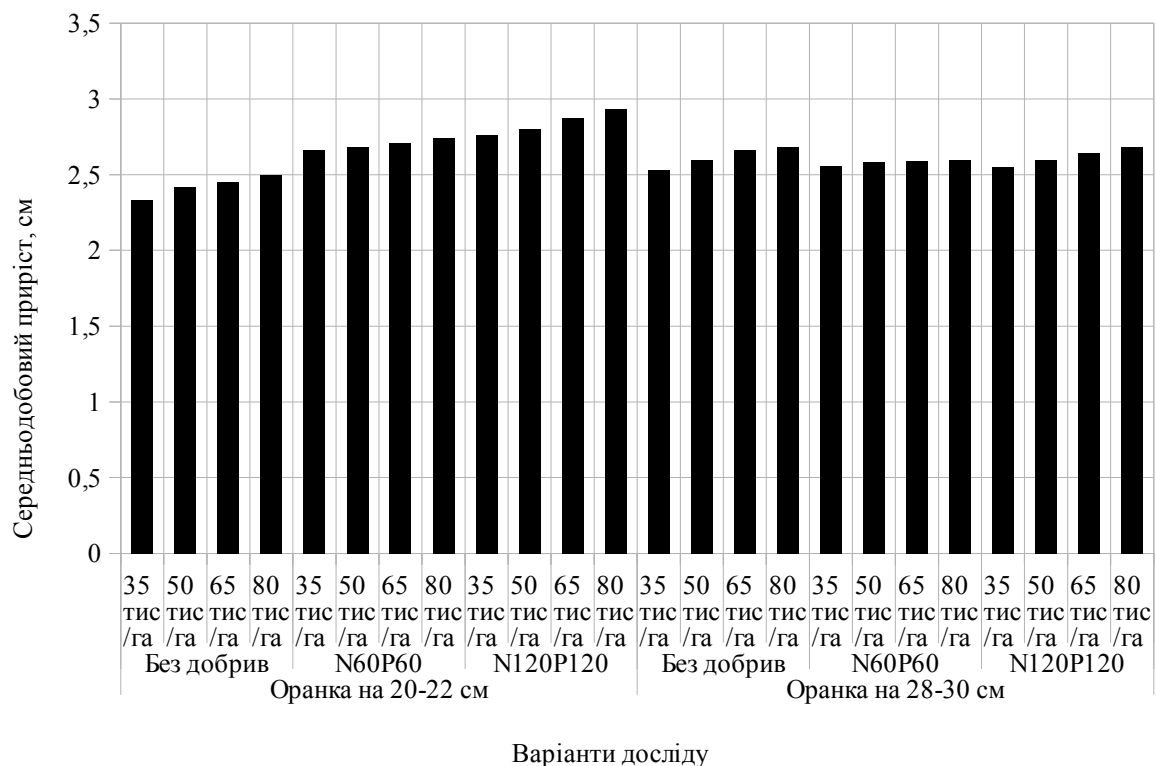
Середнє за 2014-2016 рр.

Глибина оранки, см	Загушення рослин, тис/га	Фон живлення		
		Без добрив	$N_{60}P_{60}$	$N_{120}P_{120}$
20-22	35	2,33	2,66	2,76
	50	2,42	2,68	2,80
	65	2,45	2,71	2,87
	80	2,50	2,74	2,93
28-30	35	2,53	2,56	2,55
	50	2,60	2,58	2,60
	65	2,66	2,59	2,64
	80	2,68	2,60	2,68

Мінімальний середньодобовий приріст рослин кукурудзи цукрової відзначено за полицевої оранки на глибину 20-22 см на неудобреному фоні живлення при загущенні рослин 35 тис/га (2,33 см), у той час як максимальним приростом характеризувались рослини культури на варіантах основного



обробітку ґрунту на глибину 20-22 см з подвійним фоном живлення та максимальним загущенням 80 тис/га (2,93 см). Загальна амплітуда коливання показника за варіантами дослідів склала 0,60 см, що вказує на можливість коригування темпів росту кукурудзи цукрової за рахунок агротехнічних прийомів її вирощування. Вцілому, помітна тенденція інтенсифікації росту рослин культури за рахунок внесення мінеральних добрив, формування загущених посівів, основного обробітку ґрунту на глибину 20-22 см. Графічно залежність середньодобового приросту кукурудзи цукрової від досліджуваних елементів агротехніки зображено на рисунку 4.1.



**Рис. 4.1. Середньодобовий приріст кукурудзи цукрової в період “3-5 листків — початок МВС зерна” залежно від досліджуваних факторів, см**

Отже, результатами досліджень доведено можливість гнучкого агротехнічного регулювання ростових процесів рослин кукурудзи цукрової.

## **4.2. Площа листкової поверхні та фотосинтетичний потенціал посівів кукурудзи цукрової**

Важливою передумовою одержання високих врожаїв є максимально ефективно засвоєння посівами фотосинтетично активної радіації, що неможливо без розвиненого асиміляційного апарату [31]. Він повинен мати оптимальну площу і забезпечувати найкращу роботу за інтенсивністю та якістю в усі фази росту і розвитку рослин [129]. Формування посівами оптимальної площі листкового апарату залежить від агрокліматичних і технологічних умов вирощування сільськогосподарських культур, зокрема, від обробітку ґрунту, мінеральних добрив, загушення рослин, тощо. Дослідження впливу технології вирощування на формування, розвиток і продуктивність фотосинтезу є необхідною передумовою розумного керування врожайним потенціалом культурних рослин.

Фотосинтетичний потенціал посівів (ФПП) — показник, який вказує на сумарну листкову поверхню, яка брала участь у фотосинтезі у певний період вегетації рослини [154]. Величина фотосинтетичного потенціалу характеризує потужність розвитку асиміляційного апарату та здатність посівів ефективно засвоювати фотосинтетично активну радіацію [129].

Вимірювання площі листкової поверхні, що приходить на одну рослину кукурудзи цукрової, засвідчило, що загушення рослин від 35 до 80 тис/га приводить до істотного її зменшення. Проте, за більшої густоти стояння рослин площа асиміляційного апарату культури в перерахунку на 1 га (листяний індекс) зростає. Це вказує на те, що ступінь зменшення площі асиміляційної поверхні на одну рослину із загушенням є меншим, ніж зростання сумарної її площі на 1 га. Внесення мінеральних добрив веде до суттєвого зростання площі листкового апарату. Поліпшення поживного режиму ґрунту є найбільш впливовим фактором формування кукурудзою цукровою сильних рослин із добре розвиненим листковим апаратом. Збільшення глибини основного обробітку ґрунту з 20-22 до 28-30 см позитивно вплинуло на асиміляційний

апарат кукурудзи цукрової лише за стресових умов росту і розвитку рослин на неудобрених варіантах. На початку вегетації культури глибина полицевої оранки несуттєво впливала на площу листового апарату (табл. 4.6).

Таблиця 4.6

**Площа листової поверхні однієї рослини кукурудзи цукрової, см<sup>2</sup>**

Середнє за 2014-2016 рр.

Фон живлення (фактор В)	Загущення рослин, тис/га (фактор С)	Фенологічна фаза		
		3-5 листків	викидання волоті	початок МВС зерна
Глибина оранки 20-22 см (фактор А)				
Без добрив	35	65	2232	3700
	50	61	2183	3543
	65	58	2120	3422
	80	55	2066	3256
N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	35	78	3020	4322
	50	77	2832	3945
	65	76	2793	3827
	80	73	2694	3580
N <sub>120</sub> P <sub>120</sub>	35	96	3850	5690
	50	94	3632	5324
	65	90	3479	5024
	80	83	3246	4645
Глибина оранки 28-30 см (фактор А)				
Без добрив	35	67	2509	3755
	50	64	2435	3588
	65	62	2344	3466
	80	61	2294	3287
N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	35	75	2689	3851
	50	73	2619	3679
	65	72	2581	3590
	80	70	2480	3359
N <sub>120</sub> P <sub>120</sub>	35	94	3241	4554
	50	89	3043	4236
	65	83	2936	4136
	80	77	2801	3997
НІР <sub>05</sub> , см <sup>2</sup>	<b>А</b>	<b>2,9</b>	<b>13,5</b>	<b>22,3</b>
	<b>В</b>	<b>2,3</b>	<b>14,4</b>	<b>12,5</b>
	<b>С</b>	<b>2,2</b>	<b>11,7</b>	<b>17,6</b>
	<b>ABC</b>	<b>6,1</b>	<b>33,0</b>	<b>46,3</b>

Результати вимірювань площі листкової поверхні рослин кукурудзи цукрової за основними фазами вегетації засвідчили стрімке її збільшення у період від фази 3-5 листків і до викидання волоті (на 2011-3754 см<sup>2</sup> за варіантами досліду). Темпи зростання площі асиміляційного апарату культури від фази викидання волоті до початку молочно-воскової стиглості зерна знижуються до 879-1840 см<sup>2</sup>. Отже, враховуючи вищевказані особливості, основну увагу формуванню сильних і потенційно високопродуктивних рослин кукурудзи цукрової варто приділяти на ранніх етапах росту і розвитку культури, оскільки саме в цей період спостерігається інтенсивне збільшення асиміляційної поверхні.

Важливим показником оцінки технології вирощування за її ефективністю у забезпеченні оптимальних умов росту, розвитку рослин і формування агроценозу з високою потенційною продуктивністю та максимально повним використанням сонячної енергії є листковий індекс, який показує, скільки м<sup>2</sup> асиміляційного апарату приходить на 1 м<sup>2</sup> посівної площі. Вважають, що максимальна чиста продуктивність агрофітоценозу більшості сільськогосподарських рослин може бути досягнена за індексу листкової поверхні близько 4-5. Слід враховувати, що величина листкового індексу залежить від низки біотичних і абіотичних факторів, біологічних і морфологічних особливостей рослин, особливостей агротехніки, тощо. У наших дослідках даний показник практично не залежав від площі листкової поверхні однієї рослини (коефіцієнт кореляції R становив 0,16, коефіцієнт детермінації — 0,026), проте, сильний вплив на нього мала густина посівів культури (коефіцієнт кореляції R — 0,85, коефіцієнт детермінації — 0,72). Листковий індекс зростає з загущенням і збільшенням норми мінеральних добрив, і знижується за збільшення глибини полицевої оранки на удобрених варіантах (на неудобрених, навпаки, зростає). Мінімальна величина показника на варіанті з полицевою оранкою на глибину 20-22 см, неудобреним фоном і загущенням рослин 35 тис/га склала 1,30; максимальна — на варіанті з оранкою на глибину 20-22 см, внесенням мінеральних добрив дозою N<sub>120</sub>P<sub>120</sub> і

загущенням рослин 80 тис/га — 3,72. Амплітуда коливання листкового індексу посівів кукурудзи цукрової за варіантами досліду склала 2,42 (табл. 4.7).

Таблиця 4.7

**Листковий індекс посівів кукурудзи цукрової на початку молочно-воскової стиглості зерна**

Середнє за 2014-2016 рр.

Глибина оранки, см (фактор А)	Фон живлення (фактор В)	Загущення рослин, тис/га (фактор С)			
		35	50	65	80
20-22	Без добрив	1,30	1,77	2,22	2,60
	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	1,51	1,97	2,49	2,86
	N <sub>120</sub> P <sub>120</sub>	1,99	2,66	3,27	3,72
28-30	Без добрив	1,31	1,79	2,25	2,63
	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	1,35	1,84	2,33	2,69
	N <sub>120</sub> P <sub>120</sub>	1,59	2,12	2,69	3,20

**Примітка.** НІР<sub>05</sub> : фактору А — 0,011; фактору В — 0,007; фактору С — 0,009; для комплексної дії факторів АВС — 0,024.

Розрахунок міжфазного фотосинтетичного потенціалу посівів кукурудзи цукрової для основних періодів її росту і розвитку підтвердив вищезазначені закономірності формування асиміляційного апарату культури. Максимальним фотосинтетичним потенціалом характеризувались посіви на варіантах із полицевою оранкою на глибину 20-22 см, внесенням мінеральних добрив дозою N<sub>120</sub>P<sub>120</sub> та загущенням рослин 80 тис/га, а мінімальним — на неудообрених ділянках при загущенні рослин 35 тис/га та полицевої оранки на глибину 20-22 см. Найбільш потужним агротехнічним фактором регулювання площі асиміляційного апарату кукурудзи цукрової в зрошуваних умовах є загущення рослин: її збільшення від 35 до 80 тис/га, в середньому за варіантами досліду, на 106,9% збільшувало фотосинтетичний потенціал культури. Збільшення дози внесення мінеральних добрив від 0 до 120 кг/га збільшувало фотосинтетичний потенціал посівів, в середньому по міжфазним періодам, на 45,9%. Мінімальний вплив на показник має глибина полицевого обробітку ґрунту — 8,3%. За фазами росту і розвитку культури спостерігалось поступове наростання

фотосинтетичного потенціалу за рахунок збільшення площі листкового апарату культури. Міжфазний фотосинтетичний потенціал посівів кукурудзи цукрової у період від 3-5 листків до початку молочно-воскової стиглості зерна коливався за варіантами досліду в межах від 0,33 до 1,08 млн м<sup>2</sup>/га за добу (табл. 4.8).

Таблиця 4.8

**Міжфазний фотосинтетичний потенціал посівів кукурудзи цукрової,  
млн м<sup>2</sup>/га за добу**

Середнє за 2014-2016 рр.

Фон живлення	Загущення рослин, тис/га	Міжфазний період		
		3-5 листків — викидання волоті	викидання волоті — початок МВС зерна	3-5 листків — початок МВС зерна
Глибина оранки 20-22 см				
Без добрив	35	0,10	0,26	0,33
	50	0,14	0,35	0,45
	65	0,18	0,45	0,58
	80	0,23	0,54	0,69
N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	35	0,15	0,32	0,41
	50	0,21	0,43	0,54
	65	0,27	0,56	0,70
	80	0,32	0,66	0,81
N <sub>120</sub> P <sub>120</sub>	35	0,20	0,42	0,55
	50	0,27	0,58	0,74
	65	0,34	0,72	0,93
	80	0,40	0,84	1,08
Глибина оранки 28-30 см				
Без добрив	35	0,12	0,27	0,34
	50	0,17	0,37	0,47
	65	0,21	0,47	0,59
	80	0,26	0,55	0,71
N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	35	0,14	0,29	0,35
	50	0,19	0,40	0,48
	65	0,25	0,52	0,66
	80	0,30	0,62	0,77
N <sub>120</sub> P <sub>120</sub>	35	0,17	0,35	0,45
	50	0,23	0,47	0,60
	65	0,30	0,60	0,78
	80	0,36	0,72	0,94

Фотосинтетичний потенціал посівів є інтегративним показником, який поєднує в собі тривалість вегетації культури, площу її листкової поверхні та густоту рослин. Високі значення показника не є гарантом високої продуктивності, оскільки, наприклад, на варіантах із максимальним загущенням фотосинтетичний потенціал за рахунок великої кількості рослин на одиниці площі є найбільшим, проте, культура відчуває в таких умовах стрес через невідповідність умов її біологічним вимогам, і формує меншу врожайність.

Варто зазначити, що самі по собі всі вищевказані біометричні показники не можуть бути використані в якості безпосередніх маркерів продуктивності культури. Їх величина дозволяє оцінити стан посівів, ступінь інтенсивності агротехнології, тощо, але не дає змоги точно спрогнозувати врожайність культури, яка залежить не тільки від кількості засвоєної фотосинтетично активної радіації на одиницю посівної площі, але й від інших абіотичних, біотичних і агротехнологічних чинників.

#### **Висновки до розділу 4:**

1. Технологія вирощування впливає на тривалість вегетації кукурудзи цукрової. Так, мінімальною вона була на варіантах із полицевою оранкою на глибину 20-22 см на неудобреному фоні з загущенням рослин 35 тис/га і склала, в середньому, 72,4 доби. Найдовшим періодом від сівби до технологічної стиглості характеризувались посіви кукурудзи цукрової, вирощуваної за умов полицевої оранки на глибину 28-30 см, подвійного агрофону і максимального загущення рослин 80 тис/га — 80,9 діб. Збільшення глибини основного обробітку ґрунту, дози внесення мінеральних добрив і загущення посівів сприяють тривалішій вегетації кукурудзи цукрової.

2. Полицевий обробіток ґрунту на глибину 20-22 см у комплексі з внесенням мінеральних добрив дозою  $N_{120}P_{120}$  та загущенням посівів до 80 тис/га сприяють збільшенню висоти рослин кукурудзи цукрової (до 196,9 см на початку молочно-воскової стиглості зерна культури), а також забезпечують максимальний середньодобовий приріст — 2,93 см.

3. Достовірно більшу площу листкової поверхні в розрахунку на одну



рослину кукурудза цукрова формує за основного обробітку ґрунту на глибину 20-22 см, внесення мінеральних добрив дозою  $N_{120}P_{120}$  і загушення рослин 35 тис/га (на початок молочно-воскової стиглості зерна — 5690 см<sup>2</sup>). Максимальні листковий індекс (3,72) і фотосинтетичний потенціал (1,08 млн м<sup>2</sup>/га за добу) посіви культури формують за полицевої оранки на глибину 20-22 см, внесення мінеральних добрив дозою  $N_{120}P_{120}$  і загушення рослин 80 тис/га.

Основні результати розділу опубліковані у працях [86, 90, 94].

## РОЗДІЛ 5

### ФОРМУВАННЯ ВРОЖАЮ КУКУРУДЗИ ЦУКРОВОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД ДОСЛІДЖУВАНИХ ФАКТОРІВ

#### 5.1. Структура врожаю кукурудзи цукрової

Важливим етапом наукової роботи є аналіз структури врожаю. Її вивчення й аналіз дають можливість встановити взаємозв'язок між елементами технології вирощування та особливостями росту і розвитку рослин, специфікою використання ними природних і антропогенних факторів, перебігом продукційного процесу і формуванням кількісних показників урожаю, ступенем розкриття потенціалу сорту або гібриду культури за різних умов вирощування. Під час вивчення структурних параметрів урожаю культури слід мати на увазі, що першочергове значення тут матиме фактор генотипу рослини. Технологічні прийоми вирощування не здатні чинити вирішальний вплив на показники, обумовлені видовими та сортовими особливостями рослинного організму. В основі зміни структури врожаю під впливом агротехнології лежить різний рівень розкриття закладеного селекціонерами потенціалу сорту чи гібриду культури за рахунок реалізації технологічних факторів.

Одним із важливих, особливо для консервної промисловості, показників структури врожаю кукурудзи цукрової є вихід зерна з качана. Високий вихід якісного зерна підвищує економічну ефективність виготовлення консервів та напівфабрикатів із кукурудзи цукрової. Крім того, показник є опосередкованим маркером інтенсивності агротехнології, оскільки вища озерненість качана свідчить про те, що технологія вирощування сприяє розкриттю біологічного потенціалу культури та здатна задовольняти її вимоги до умов росту і розвитку. Досліджувані фактори, крім глибини полицевої оранки, істотно впливали на вихід зерна з товарного качана кукурудзи цукрової (табл. 5.1).

**Кількість рядів, зерен у ряду та їх вихід з товарного качана  
кукурудзи цукрової, шт.**

Середнє за 2014-2016 рр.

Глибина оранки, см (фактор А)	Фон живлення (фактор В)	Загущення рослин, тис/га (фактор С)	Кількість		
			рядів	зерен у ряду	зерен на качані
20-22	Без добрив	35	14,1	25,5	358,2
		50	13,8	25,2	346,1
		65	13,7	24,7	339,0
		80	13,5	24,3	327,0
	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	35	14,4	28,1	404,9
		50	14,2	27,5	388,1
		65	14,1	26,9	377,9
		80	13,9	26,7	371,1
	N <sub>120</sub> P <sub>120</sub>	35	14,8	30,1	445,2
		50	14,6	28,6	419,1
		65	14,5	28,4	411,9
		80	14,2	27,3	387,2
28-30	Без добрив	35	14,1	25,5	361,2
		50	14,0	25,2	354,1
		65	13,8	24,9	344,6
		80	13,7	24,5	335,9
	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	35	14,3	27,5	393,7
		50	14,1	27,2	383,0
		65	14,0	26,9	376,4
		80	13,7	26,5	363,0
	N <sub>120</sub> P <sub>120</sub>	35	14,6	28,9	420,8
		50	14,3	28,6	407,9
		65	14,2	28,2	401,6
		80	13,9	27,7	385,5

**Примітка.** N<sub>120</sub>P<sub>120</sub> (для кількості зерен на качані): фактор А — 9,63 шт.; фактор В — 12,95; фактор С — 10,84; для комплексної дії факторів АВС — 30,08 шт.

Максимальний вихід зерна з товарного качана кукурудзи цукрової, що склав 445,2 шт., було одержано за вирощування культури з густотою стояння рослин 35 тис/га на подвійному фоні живлення за полицевої оранки на глибину

20-22 см. Подальше загушення посівів до 80 тис/га, зменшення норми внесення мінеральних добрив і збільшення глибини основного обробітку ґрунту до 28-30 см приводять до поступового зниження виходу зерна з товарного качана культури, в середньому, на 9,88, 18,55 та 1,06%, відповідно. Мінімальний вихід зерна був у товарних качанів, зібраних на ділянках з густотою стояння рослин 80 тис/га та неудобреним агрофоном за полицевої оранки на глибину 20-22 см, і склав 327,0 шт.

Крім кількісного виходу зерна, важливо враховувати фізичні розміри товарного качана. Ці показники мають велике значення як для консервного напряму використання кукурудзи цукрової, так і для ринку свіжої овочевої продукції. Зазвичай, значно вищим попитом на ринку свіжих овочів користуються качани середньої величини з пропорційними довжиною та діаметром. Вивчення параметрів розміру товарних качанів виявило їх істотну залежність від досліджуваних агротехнологічних факторів. Так, найбільші товарні качани кукурудзи цукрової без обгорток було зібрано з ділянок варіанту з основним обробітком ґрунту на глибину 20-22 см, фоном живлення  $N_{120}P_{120}$  і загущенням рослин 35 тис/га: в середньому, їх довжина складала 17,6 см, а діаметр — 4,8 см. Товарні качани найменшого розміру були на варіанті з максимальною густотою стояння рослин 80 тис/га, неудобреним агрофоном за полицевої оранки на глибину 20-22 см: в середньому, їх довжина складала 15,7 см, діаметр — 4,1 см. Відмічено тенденцію збільшення розмірів товарних качанів без обгорток за зрідження посівів, збільшення норми мінеральних добрив, меншої глибини основного обробітку ґрунту. Максимальний вплив на розміри товарних качанів кукурудзи цукрової чинять мінеральні добрива: частка їх впливу складає 18,8-45,8%. Найменш впливовим елементом агротехнології є глибина основного обробітку ґрунту — частка впливу становила лише 3,3%. Частка впливу густоти стояння рослин складала 9,6-15,6%. Практично всі товарні качани кукурудзи цукрової характеризувалися пропорційними розмірами (табл. 5.2).

**Розміри товарних качанів кукурудзи цукрової без обгортки залежно від технології вирощування, см**

Середнє за 2014-2016 рр.

Глибина оранки, см (фактор А)	Фон живлення (фактор В)	Загущення рослин, тис/га (фактор С)	Параметри розмірів товарних качанів	
			діаметр, см	довжина, см
20-22	Без добрив	35	4,3	16,2
		50	4,2	16,0
		65	4,2	15,9
		80	4,1	15,7
	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	35	4,5	16,9
		50	4,4	16,6
		65	4,4	16,4
		80	4,3	16,3
	N <sub>120</sub> P <sub>120</sub>	35	4,8	17,6
		50	4,7	17,4
		65	4,6	17,2
		80	4,4	16,6
28-30	Без добрив	35	4,3	16,3
		50	4,3	16,2
		65	4,2	16,0
		80	4,1	15,8
	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	35	4,4	16,5
		50	4,3	16,3
		65	4,2	16,1
		80	4,1	15,9
	N <sub>120</sub> P <sub>120</sub>	35	4,5	17,1
		50	4,5	16,9
		65	4,4	16,6
		80	4,3	16,5
НІР <sub>05</sub> , см		<b>А</b>	<b>0,08</b>	<b>0,15</b>
		<b>В</b>	<b>0,08</b>	<b>0,12</b>
		<b>С</b>	<b>0,14</b>	<b>0,19</b>
		<b>АВС</b>	<b>0,37</b>	<b>0,49</b>

Важливим елементом структури врожаю кукурудзи цукрової, який має велике значення як для переробних підприємств, так і для ринку свіжої продукції, є маса товарного качана (в обгортках і без них) та зерна з нього.

Вищий масовий вихід зерна з качана є показником високої технологічності й придатності продукції для виготовлення консервів. Досліджувані нами фактори суттєво впливали на вищезазначені показники (табл. 5.3.).

Таблиця 5.3

**Маса товарних качанів кукурудзи цукрової та зерна з них, г**

Середнє за 2014-2016 рр.

Глибина оранки, см (фактор А)	Фон живлення (фактор В)	Загущення рослин, тис/га (фактор С)	Маса		
			в обгортках	без обгортки	зерна
20-22	Без добрив	35	187,0	138,7	55,10
		50	181,9	135,7	52,93
		65	178,0	132,3	51,43
		80	166,3	123,3	49,30
	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	35	202,6	158,9	69,20
		50	191,5	148,5	65,50
		65	188,2	143,9	63,04
		80	180,7	139,3	61,12
	N <sub>120</sub> P <sub>120</sub>	35	229,0	179,3	82,50
		50	218,4	172,7	77,23
		65	215,4	168,2	75,16
		80	205,3	159,7	69,96
28-30	Без добрив	35	190,2	140,5	56,09
		50	183,3	136,3	54,72
		65	179,4	134,0	52,80
		80	166,9	123,9	51,25
	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	35	193,2	150,2	64,30
		50	185,6	142,3	62,13
		65	182,8	139,4	60,54
		80	169,0	130,6	57,50
	N <sub>120</sub> P <sub>120</sub>	35	221,8	169,5	74,96
		50	214,8	167,2	71,75
		65	212,9	165,2	69,92
		80	200,4	157,5	66,31
NIP <sub>05</sub> , Г		<b>А</b>	<b>1,57</b>	<b>1,19</b>	<b>2,17</b>
		<b>В</b>	<b>0,78</b>	<b>0,61</b>	<b>2,41</b>
		<b>С</b>	<b>2,46</b>	<b>1,89</b>	<b>1,90</b>
		<b>АВС</b>	<b>6,14</b>	<b>4,73</b>	<b>5,38</b>

Максимальну масу мають товарні качани, одержані на дослідних ділянках із загушенням рослин 35 тис/га за подвійного фону живлення та оранки на глибину 20-22 см — в середньому, 229,0 і 179,3 г в обгортках і без них, відповідно. Найменшою виявилась маса товарних качанів за максимальної густоти стояння рослин на неудобреному фоні за основного обробітку ґрунту на глибину 20-22 см — в середньому, 166,3 і 123,3 г в обгортках і без них, відповідно. Чітко простежується зниження маси товарних качанів зі зростанням густоти стояння рослин та за погіршення фону живлення, а також із поглибленням оранки на удобрених агрофонах (на варіантах без внесення мінеральних добрив, навпаки, кращим є глибокий полицевий обробіток ґрунту на 28-30 см). Найбільшу частку впливу на масу товарного качана кукурудзи цукрової мають мінеральні добрива (72,3-78,4%), меншу — загушення рослин (14,7-20,1%), а мінімальну — глибина основного обробітку ґрунту (1,0-1,3%). Маса товарних качанів культури сильно корелює з їх урожайністю (коефіцієнти кореляції  $R$  становлять 0,76 і 0,69 для врожайності в обгортках і без них, відповідно; коефіцієнти детермінації — 0,58 і 0,48, відповідно).

Маса зерна з товарного качана кукурудзи цукрової суттєво змінювалася за різного поєднання агротехнічних елементів у технології вирощування. Найвищим цей показник був на варіанті з основним обробітком ґрунту на глибину 20-22 см, фоном живлення  $N_{120}P_{120}$  і загушенням рослин 35 тис/га — 82,50 г. Мінімальний масовий вихід зерна з товарного качана був за полицевої оранки на глибину 20-22 см на неудобреному фоні з максимальним загушенням рослин 80 тис/га — 49,30 г. Збільшення глибини основного обробітку ґрунту на удобрених агрофонах веде до зниження виходу зерна, а на неудобрених — до його підвищення. Зі зростанням густоти стояння рослин, як і зі зниженням дози внесення мінеральних добрив, величина показника зменшується. Маса зерна з товарного качана по відношенню до загальної маси останнього коливалася в межах від 38,87 (за оранки на глибину 20-22 см, неудобреного фону живлення і загушення рослин 65 тис/га) до 46,01% (за оранки на глибину 20-22 см, фону живлення  $N_{120}P_{120}$  і загушення рослин 35 тис/га). Результатами дисперсійного



аналізу даних встановлено, що глибина основного обробітку ґрунту несуттєво впливає на вищевказаний показник.

Важливим показником продуктивності рослин кукурудзи цукрової є кількість сформованих товарних качанів на одну рослину. Зазвичай, у різних сортів і гібридів він коливається в межах 1-2 качана за умов дотримання раціональної агротехніки. Проведені нами польові дослідження з вивчення технології вирощування кукурудзи цукрової виявили суттєву залежність кількості товарних качанів, сформованих рослиною, від досліджуваних факторів (табл. 5.4).

Таблиця 5.4

**Кількість товарних качанів на 100 рослин кукурудзи цукрової, шт.**

Середнє за 2014-2016 рр.

Глибина оранки, см (фактор А)	Фон живлення (фактор В)	Загущення рослин, тис/га (фактор С)				Середнє за фактором А
		35	50	65	80	
20-22	Без добрив	55,00	41,83	35,00	29,92	73,86
	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	100,00	84,92	81,92	61,00	
	N <sub>120</sub> P <sub>120</sub>	119,83	102,00	99,92	74,92	
28-30	Без добрив	61,00	49,00	41,00	34,00	67,68
	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	93,08	78,08	68,92	54,00	
	N <sub>120</sub> P <sub>120</sub>	105,08	88,00	80,00	60,00	
Середнє за фактором В		43,34	77,74	91,22		
Середнє за фактором С		89,00	73,97	67,79	52,31	

**Примітка.** НР<sub>05</sub> : фактору А — 1,66 шт.; фактору В — 1,18; фактору С — 2,08; для комплексної дії АВС — 5,35 шт.

Аналіз дослідних даних показав, що достовірно найбільша кількість товарних качанів (119,83 шт.) на 100 рослин кукурудзи цукрової в умовах краплинного зрошення формується за основного обробітку ґрунту на глибину 20-22 см, внесення мінеральних добрив дозою N<sub>120</sub>P<sub>120</sub> і загущення рослин 35 тис/га. Подальше загущення посівів приводить до поступового зменшення кількості качанів на рослині, так само, як і нижча забезпеченість культури елементами живлення та поглиблений обробіток ґрунту. Збільшення густоти стояння рослин кукурудзи цукрової від 35 до 50 тис/га, в середньому, зменшує

кількість сформованих товарних качанів на 20,3%; від 50 до 65 тис/га — на 9,1; від 65 до 80 тис/га — на 29,6%. Поглиблення оранки до 28-30 см, в середньому, збільшує кількість сформованих товарних качанів на неудобреному фоні живлення на 14,4%; проте, в цілому по фактору, зменшує зазначений показник на 9,1%. Фон живлення  $N_{60}P_{60}$  забезпечує, порівняно з неудобреним фоном, на 79,4% більший вихід товарних качанів з рослини кукурудзи цукрової, а подвійний — на 110,5%. Найбільшу частку впливу на кількість товарних качанів, сформованих на 100 рослинах кукурудзи цукрової, мають мінеральні добрива — 64,7%; найменший — глибина основного обробітку ґрунту (1,5%).

## **5.2. Урожайність товарних качанів і силосної маси кукурудзи цукрової**

У збільшенні валових зборів товарної продукції кукурудзи цукрової основна частка впливу належить генотипу рослин — близько 50%. Друге місце посідають агротехнічні прийоми вирощування (30%), третє — клімат (20%) [68, 151, 204].

Метою вивчення вже існуючих і розробки сучасних, новітніх агротехнологій є поліпшення умов росту, розвитку та продуктивності сільськогосподарських культур для досягнення високих, стабільних врожаїв. При цьому варто враховувати конкретні агропромислові умови, оскільки технології вирощування однієї культури у різних зонах, за різного забезпечення природними, матеріально-технічними, трудовими та фінансовими ресурсами, різної культури землеробства, тощо, будуть значно різнитись.

Результатами проведених протягом 2014-2016 рр. польових дослідів із вивчення та вдосконалення технології вирощування кукурудзи цукрової в умовах краплинного зрошення зони Сухого Степу України було встановлено, що досліджувані елементи технології вирощування мали суттєвий вплив на урожайність товарних качанів культури (табл. 5.5, 5.6).

## Урожайність товарних качанів кукурудзи цукрової в обгортках, т/га

Середнє за 2014-2016 рр.

Глибина оранки, см (фактор А)	Загущення рослин, тис/га (фактор С)	Фон живлення (фактор В)			Середнє за фактором А
		Без добрив	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	N <sub>120</sub> P <sub>120</sub>	
20-22	35	3,60	7,09	9,62	8,05
	50	3,82	8,14	11,14	
	65	4,05	10,03	14,00	
	80	3,99	8,82	12,32	
28-30	35	4,06	6,29	8,15	7,10
	50	4,49	7,24	9,45	
	65	4,78	8,20	11,07	
	80	4,54	7,30	9,62	
Середнє за фактором В		4,17	7,89	10,67	
Середнє за фактором С		6,47	7,38	8,69	7,77

**Примітка.** НІР<sub>05</sub>: фактору А — 0,07 т/га; фактору В — 0,15; фактору С — 0,18; для комплексної дії факторів АВС — 0,47 т/га.

Таблиця 5.6

## Урожайність товарних качанів кукурудзи цукрової без обгортки, т/га

Середнє за 2014-2016 рр.

Глибина оранки, см (фактор А)	Загущення рослин, тис/га (фактор С)	Фон живлення (фактор В)			Середнє за фактором А
		Без добрив	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	N <sub>120</sub> P <sub>120</sub>	
20-22	35	2,67	5,56	7,53	6,22
	50	2,85	6,31	8,81	
	65	3,01	7,67	10,93	
	80	2,96	6,80	9,58	
28-30	35	3,00	4,89	6,23	5,45
	50	3,34	5,55	7,36	
	65	3,57	6,25	8,59	
	80	3,37	5,64	7,56	
Середнє за фактором В		3,10	6,08	8,32	
Середнє за фактором С		4,98	5,70	6,67	5,99

**Примітка.** НІР<sub>05</sub>: фактору А — 0,10 т/га; фактору В — 0,07; фактору С — 0,12; для комплексної дії факторів АВС — 0,32 т/га.

Дисперсійний аналіз урожайних даних засвідчив, що достовірно максимальну врожайність товарних качанів кукурудзи цукрової було одержано за взаємодії таких елементів технології вирощування як: полицева оранка на глибину 20-22 см, фон живлення  $N_{120}P_{120}$ , загущення рослин 65 тис/га. За такої агротехніки, в середньому, було одержано 14,00 т/га товарних качанів у обгортках і 10,93 т/га без обгорток, відповідно.

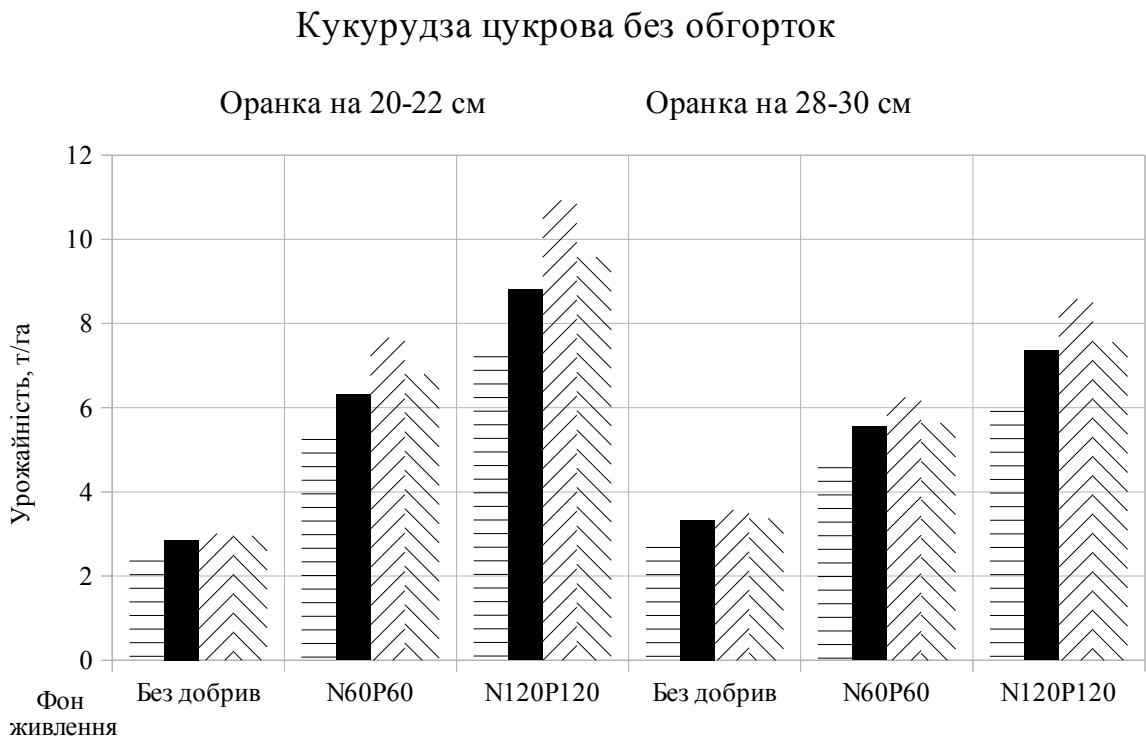
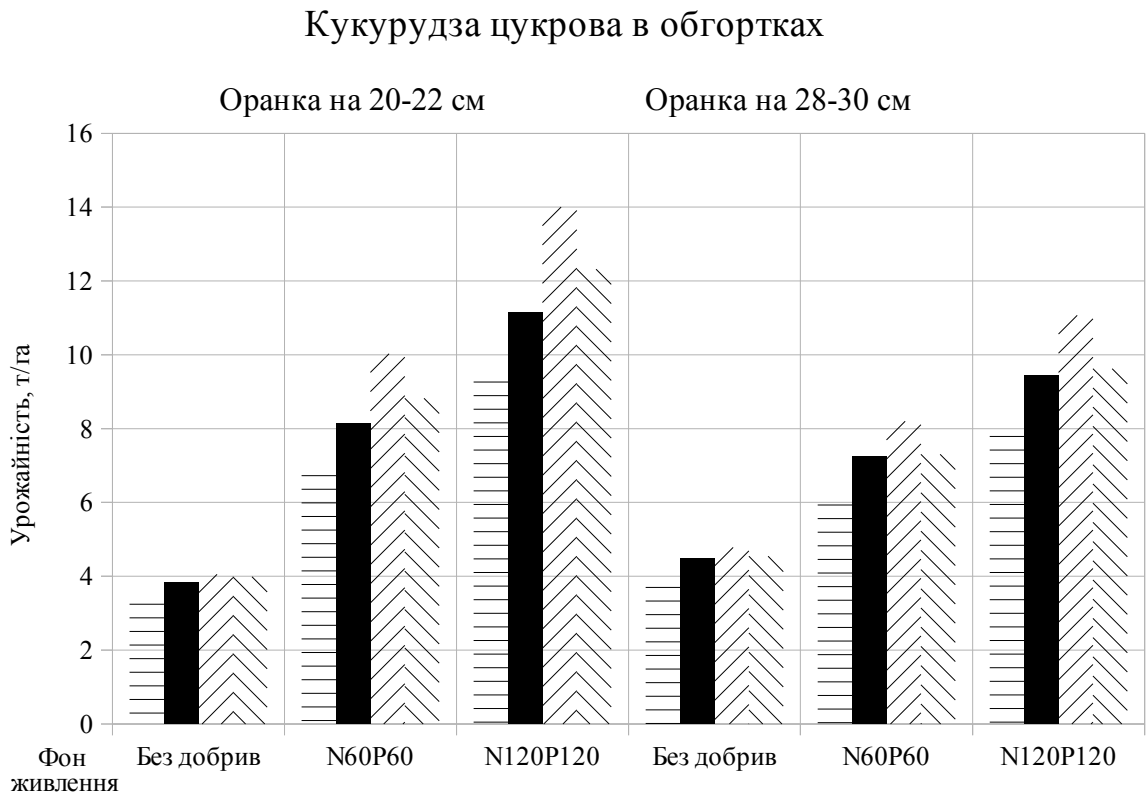
Результати дослідження свідчать, що проведення глибокого (на 28-30 см) основного обробітку ґрунту знижує врожайність кукурудзи цукрової на 13,4-14,1% через зниження ефективності використання мінеральних добрив. Таким чином, в умовах краплинного зрошення кращою є полицева оранка на глибину 20-22 см, оскільки підвищення дози мінеральних добрив нівелює переваги глибокого обробітку ґрунту. Зниження ефективності мінеральних добрив за умов їх глибокої заробки в ґрунт можна пояснити особливостями поширення кореневої системи рослин кукурудзи цукрової, яка за краплинного зрошення формує основну масу працюючих на врожай коренів у шарі 0-20 см. Слід звернути увагу, що поглиблення орного шару доцільне за вирощування культури в стресових умовах на неудобреному фоні. Так, на варіантах без внесення добрив врожайність товарних качанів кукурудзи цукрової без обгорток за полицевої оранки на 28-30 см зростала на 15,7%. Це пояснюється різницею у споживанні та засвоєнні елементів живлення кукурудзою цукровою за різної глибини обробітку ґрунту в екстремальних умовах низького агрофону, коли поглиблене розпушення ґрунту забезпечує активніше поглинання поживних речовин. Варто зазначити, що в зрошуваних умовах глибина оранки не є вирішальним фактором продуктивності культури, оскільки дольова участь його впливу, в середньому, складала 3%.

Мінеральні добрива є одним із найбільш вагомих факторів підвищення продуктивності сільськогосподарських культур у зрошуваних умовах [187]. Так, частка впливу фактора «фон живлення» за результатами статистичного аналізу урожайних даних, в середньому за роки досліджень, виявилась максимальною і складала 82-83%. Рациональне внесення мінеральних добрив є

найбільш суттєвим важелем впливу на продуктивність кукурудзи цукрової. Результатами польових дослідів встановлено, що природної родючості темно-каштанового солонцюватого ґрунту недостатньо для отримання стабільних високих врожаїв товарної продукції культури. Внесення мінеральних добрив дозою  $N_{60}P_{60}$  сприяло збільшенню врожайності товарних качанів кукурудзи цукрової без обгорток на 96,1, а дозою  $N_{120}P_{120}$  — на 168,4% порівняно з неудобреним агрофоном.

Загущення рослин 65 тис/га є найбільш оптимальним для вирощування кукурудзи цукрової в умовах краплинного зрошення в зоні Сухого Степу України. Зріджені та більш загущені посіви культури суттєво поступаються за рівнем врожайності. Так, загущення посівів кукурудзи цукрової від 35 до 65 тис/га сприяло зростанню врожайності товарних качанів без обгорток на 33,9, а подальше збільшення густоти до 80 тис/га — зниженню на 11,4%. Це пояснюється недостатньо ефективним, ірраціональним використанням природних та штучних факторів продуктивності рослинами кукурудзи цукрової за зрідження посівів, і надмірним посиленням внутрішньовидової конкуренції в загущених посівах. Формування оптимальної густоти стояння рослин кукурудзи цукрової є другим за вагомістю фактором впливу на врожайність культури: частка його впливу, в середньому, складала 7%.

Наочно динаміку врожайності товарних качанів кукурудзи цукрової в обгортках і без них за різної взаємодії досліджуваних нами агротехнічних факторів можна простежити за графіком, поданим на рисунку 5.1.



Загущення рослин: – 35 тис/га ■ 50 тис/га / 65 тис/га \ 80 тис/га

**Рис. 5. 1. Урожайність товарних качанів кукурудзи цукрової залежно від досліджуваних факторів, середнє за 2014-2016 рр.**

Кукурудза цукрова є перспективною культурою і для кормового напряму використання. Високий вміст цукрів у зерні та вегетативній масі, ніжні листя і стебла свідчать про її придатність як компонента високоякісного силосу. Оцінка кормової продуктивності культури на початку молочно-воскової стиглості зерна показала, що за оптимальної взаємодії елементів агротехніки можливо одержувати 42,25 т/га силосної маси кукурудзи цукрової (табл. 5.7).

Таблиця 5.7

### Урожайність силосної маси кукурудзи цукрової, т/га

Середнє за 2014-2016 рр.

Глибина оранки, см (фактор А)	Загущення рослин, тис/га (фактор С)	Фон живлення (фактор В)			Середнє за фактором А
		Без добрив	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	N <sub>120</sub> P <sub>120</sub>	
20-22	35	11,86	22,89	29,56	26,17
	50	13,68	26,94	34,81	
	65	15,25	31,00	42,25	
	80	15,19	30,43	40,15	
28-30	35	13,53	19,03	23,42	23,08
	50	15,51	22,94	28,31	
	65	18,17	26,65	32,98	
	80	18,09	26,19	32,12	
Середнє за фактором В		15,16	25,76	32,95	
Середнє за фактором С		20,05	23,70	27,72	27,03

**Примітка.** НІР<sub>05</sub>: фактору А — 0,20 т/га; фактору В — 0,13; фактору С — 0,22; для комплексної дії факторів АВС — 0,57 т/га.

Аналіз даних урожайності силосної маси кукурудзи цукрової підтверджує попередньо встановлені при аналізі врожайності товарних качанів закономірності. Найбільш впливовим фактором кормової продуктивності культури є мінеральні добрива (частка впливу — 76%), найменш істотним — глибина полицевої оранки (частка впливу — 3%).

Залучення кукурудзи цукрової у кормовиробництво буде сприяти кращому вирішенню проблеми забезпечення великої рогатої худоби та овець високоякісними консервованими кормами.



### 5.3. Показники якості зерна кукурудзи цукрової

Підвищення якості продукції рослинництва — одне із найважливіших завдань інтенсифікації сільськогосподарського виробництва. Кукурудза цукрова належить до категорії овочевих делікатесів, тому споживач пред'являє підвищені вимоги до її органолептичних якостей. Основними якісними показниками, від яких у найбільшій мірі залежать смак і аромат продукції, а також її зовнішня привабливість для споживача, є хімічний склад зерна кукурудзи цукрової, товщина його перикарпію, маса 1000 зерен, тощо.

Якість кукурудзи цукрової залежить від багатьох факторів. Основою поліпшення органолептичних властивостей продукції культури є селекція, спрямована на підвищення цукристості зерна, покращення його фізико-хімічних властивостей, збільшення розмірів качанів, тощо [65, 66, 204]. Втім, численними дослідженнями вітчизняних і закордонних авторів доведено, що суттєвий вплив на показники якості кукурудзи цукрової мають і агротехнічні фактори, зокрема: попередники, основний обробіток ґрунту, терміни сівби та збирання врожаю культури, система удобрення, застосування бактеріальних біопрепаратів і мікродобрив, спосіб вирощування (розсадний або посівний), загущення посівів, режим зрошення, тощо [19, 33, 39, 41, 54, 138, 167, 210, 221]. Дія і взаємодія елементів агротехніки має свої відмінні особливості залежно від генотипових особливостей вирощуваних сортів і гібридів культури, ґрунтово-кліматичних умов вирощування, тощо. Отже, вивчення комплексного впливу технологічних факторів на показники якості врожаю кукурудзи цукрової слід проводити окремо для кожної агрокліматичної зони, беручи до уваги сортовий склад культури.

Результатами наших лабораторних аналізів і вимірювань було встановлено, що досліджувані агротехнічні фактори мають суттєвий вплив не на всі показники якості кукурудзи цукрової.

Одним із важливих показників якості кукурудзи цукрової є товщина плодової оболонки — перикарпію. Її вимірювання можливе як у абсолютній

величині (мм, або мк), так і у відсотках до маси всієї зернівки. Зазвичай, питома вага перикарпію не перевищує 5-14% [53, 183]. Товщина перикарпію є важливою сортовою і селекційною ознакою, впливає на ніжність зерна кукурудзи цукрової, його стійкість до травмування, придатність культури до комбайнового збирання та транспортування зібраного врожаю на далекі відстані.

Лабораторні дослідження, проведені нами з зерном кукурудзи цукрової протягом 2014-2016 рр., не виявили істотної залежності товщини перикарпію від глибини полицевої оранки та фонів живлення. Вимірювання товщини перикарпію проводили на зернівках, виділених з товарних качанів, зібраних з ділянок із густотою стояння рослин культури 50 тис/га. Коливання показника за досліджуваними варіантами знаходилось у межах найменшої істотної різниці, що свідчить про їх несуттєвість. Проте, виявлено тенденцію до певного потовщення перикарпію за рахунок внесення мінеральних добрив і збільшення глибини основного обробітку ґрунту (табл. 5.8).

Таблиця 5.8

**Товщина перикарпію кукурудзи цукрової залежно від глибини основного обробітку ґрунту та доз мінеральних добрив, мм**

Середнє за 2014-2016 рр.

Глибина оранки, см (фактор А)	Фон живлення (фактор В)	Товщина перикарпію	Середнє за фактором А	Середнє за фактором В
20-22	Без добрив	0,173	0,187	0,175
	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	0,190		0,189
	N <sub>120</sub> P <sub>120</sub>	0,199		0,206
28-30	Без добрив	0,176	0,192	
	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	0,187		
	N <sub>120</sub> P <sub>120</sub>	0,213		

**Примітка.** НІР<sub>05</sub> : фактору А — 0,031 мм; фактору В — 0,043; для взаємодії факторів АВ — 0,077 мм.

Важливим показником якості кукурудзи цукрової є маса 1000 зерен. Результатами досліджень було встановлено суттєву залежність її величини від

елементів агротехніки кукурудзи цукрової (табл. 5.9).

Таблиця 5.9

**Маса 1000 зерен кукурудзи цукрової залежно від досліджуваних факторів, г**

Середнє за 2014-2016 рр.

Глибина оранки, см (фактор А)	Загущення рослин, тис/га (фактор С)	Фон живлення (фактор В)			Середнє за фактором А
		Без добрив	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	N <sub>120</sub> P <sub>120</sub>	
20-22	35	153,81	170,85	185,27	167,45
	50	152,91	168,78	184,22	
	65	151,90	166,75	182,26	
	80	150,63	161,27	180,78	
28-30	35	155,21	164,00	178,13	163,38
	50	154,52	162,18	175,78	
	65	153,28	160,57	174,07	
	80	152,48	158,40	171,99	
Середнє за фактором В		153,09	164,10	179,06	
Середнє за фактором С		167,88	166,40	164,81	162,59

**Примітка.** НР<sub>05</sub> : фактор А — 0,64 г; фактор В — 1,57; фактор С — 1,68; для комплексної дії факторів АВС — 4.52 г.

Так, максимальну масу 1000 зерен культури у сирій вазі забезпечує агротехнічний комплекс із основним обробітком ґрунту на глибину 20-22 см, фоном живлення N<sub>120</sub>P<sub>120</sub> і загущенням рослин 35 тис/га — 185,27 г. Збільшення глибини полицевої оранки до 28-30 см збільшувало масу 1000 зерен кукурудзи цукрової, в середньому, на 1,0% тільки за умов дефіциту живлення, а на удобрених агрофонах сприяло зниженню величини показника на 3,4-4,7%. Найбільший вплив на масу 1000 зерен має фон живлення: частка впливу фактора склала 83,7%. Загущення посівів кукурудзи цукрової істотно знижувало величину показника, в середньому, на 3,3%, при цьому частка впливу фактора виявилася мінімальною — лише 2,3%.

Найбільш важливим показником якості врожаю кукурудзи цукрової є вміст у зерні цукрів, оскільки саме від їх кількості залежать смак і аромат.

Статистичний аналіз даних лабораторних аналізів, виконаних в Інституті зрошувального землеробства НААН України, виявив наявність суттєвих відмінностей у вмісті цукрів за різної агротехнології (табл. 5.10).

Таблиця 5.10

**Загальний вміст цукрів у зерні кукурудзи цукрової на початку  
молочно-воскової стиглості, %**

Середнє за 2014-2016 рр.

Глибина оранки, см (фактор А)	Загушення рослин, тис/га (фактор С)	Фон живлення (фактор В)			Середнє за фактором А
		Без добрив	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	N <sub>120</sub> P <sub>120</sub>	
20-22	35	3,70	3,92	4,65	3,82
	50	3,51	3,76	4,50	
	65	3,37	3,57	4,29	
	80	3,16	3,41	4,02	
28-30	35	3,66	3,85	4,50	3,69
	50	3,48	3,60	4,26	
	65	3,34	3,45	3,97	
	80	3,14	3,35	3,72	
Середнє за фактором В		3,42	3,61	4,24	
Середнє за фактором С		4,05	3,85	3,67	3,47

**Примітка.** НР<sub>05</sub>: фактору А — 0,025%; фактору В — 0,032; фактору С — 0,029; для комплексної дії факторів АВС — 0,085%.

Найбільш вагомим фактором впливу на вміст цукрів у зерні кукурудзи є мінеральні добрива (частка впливу — 68%). За рахунок інтенсивної системи удобрення кукурудзи цукрової можливе суттєве (в середньому, в 1,24 рази) підвищення цукристості її зерна. Встановлена тенденція зниження вмісту цукрів із загушенням посівів, що пояснюється наростанням внутрішньовидової конкуренції в агрофітоценозі. Поглиблений основний обробіток ґрунту негативно вплинув на якість зерна культури.

Під час аналізу якості продукції рослинництва варто враховувати вміст у ній сухої речовини. Цей показник має особливе значення для технологів, що займаються переробкою, транспотруванням і зберіганням овочевої продукції.

Вміст сухої речовини визначає калорійність продукції, тобто кількість енергії, акумульованої в процесі фотосинтезу [164].

Результати лабораторних аналізів продукції виявили суттєвість впливу досліджуваних елементів агротехніки на вміст сухої речовини у зерні кукурудзи цукрової на початку молочно-воскової стиглості (табл. 5.11). Збільшення глибини полицевої оранки та загушення рослин культури приводить до зниження вмісту сухої речовини в продукції, а внесення мінеральних добрив, навпаки, підвищує його.

Таблиця 5.11

**Вміст сухої речовини в зерні кукурудзи цукрової на початку молочно-воскової стиглості, %**

Середнє за 2014-2016 рр.

Глибина оранки, см (фактор А)	Загушення рослин, тис/га (фактор С)	Фон живлення (фактор В)			Середнє за фактором А
		Без добрив	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	N <sub>120</sub> P <sub>120</sub>	
20-22	35	32,25	33,53	34,56	31,83
	50	31,24	32,48	33,46	
	65	30,17	31,42	32,22	
	80	29,11	30,26	31,22	
28-30	35	32,00	33,18	34,52	31,52
	50	30,85	31,99	33,40	
	65	29,73	30,73	32,14	
	80	28,76	29,76	31,15	
Середнє за фактором В		30,51	31,67	32,83	
Середнє за фактором С		33,34	32,24	31,07	30,04

**Примітка.** НІР<sub>05</sub> : фактор А — 0,21%; фактор В — 0,49; фактор С — 0,59; для комплексної дії факторів АВС — 1,27%.

Варто відзначити тісний прямий зв'язок між вмістом сухої речовини і цукрів у зерні кукурудзи цукрової: коефіцієнт кореляції R між цими ознаками становить 0,87, а коефіцієнт детермінації — 0,76. Отже, високому вмісту цукрів з високою вірогідністю відповідатиме високий вміст сухої речовини, і навпаки.

Згідно результатів дослідження показників якості продукції кукурудзи

цукрової залежно від елементів агротехніки її вирощування встановлено, що найкращу якість забезпечує такий агротехнологічний комплекс: полицева оранка на глибину 20-22 см, внесення мінеральних добрив дозою  $N_{120}P_{120}$  та загушення рослин 35 тис/га.

#### **5.4. Програмування врожаю кукурудзи цукрової**

Програмування врожаю — це науково обґрунтоване проектування майбутнього врожаю, в основу якого покладено знання законів землеробства та правильне їх використання. Воно передбачає визначення можливої величини врожаю культури за такими показниками як: надходження і використання посівами фотосинтетично активної радіації (ФАР); вологозабезпеченість посівів; забезпеченість рослин культури поживними елементами; потенційні можливості сорту або гібриду; рівень матеріально-технічної забезпеченості господарства [187].

Програмування врожаю, виконуване на основі даних польових дослідів, передбачає всебічний аналіз одержаних даних методами математичної статистики, складання науково обґрунтованої технологічної карти вирощування культури з наступною побудовою математичної моделі отримання заданого рівня врожайності з урахуванням значень по кожному із досліджуваних факторів агротехніки вирощування і їх впливу на продукційний процес.

Одним із поширених методів програмування є побудова регресійної моделі залежності врожаю сільськогосподарської культури від впливу на неї агротехнічних факторів різного ступеня інтенсивності. Регресійна модель, яку складають на основі кореляційно-регресійного аналізу даних багатфакторних дослідів, являє собою рівняння у вигляді лінійної функції, за яким проводять розрахунок ймовірного рівня врожайності культури за різної величини та інтенсивності впливу на неї конкретних антропогенних або природних факторів.

Результати кореляційно-регресійного аналізу вказують на суттєвий вплив досліджуваних елементів агротехнології на врожайність товарних качанів

кукурудзи цукрової без обгортки (табл. 5.12, 5.13).

Таблиця 5.12

**Результати кореляційного та регресійного аналізів даних  
урожайності товарних качанів кукурудзи цукрової без обгортки**

Середнє за 2014-2016 рр.

До якого $X_i$ відносяться дані	R — множинний і $r_i$ — парні коефіцієнти кореляції	D — загальний і $d_i$ — часткові коефіцієнти детермінації	$b_0$ і $b_i$ — коефіцієнти регресії	$t_{\text{факт}}$	$t_{05}$
$X_1X_2X_3$	0,947	0,897	4,0270	3,388	2,069
$X_1$	-0,166	0,028	-0,0972	-2,319	
$X_2$	0,913	0,833	0,0436	12,729	
$X_3$	0,190	0,036	0,0265	2,655	

**Примітка.**  $X_1$  — глибина оранки, см;  $X_2$  — фон живлення, кг/га;  $X_3$  — загушення рослин, тис/га.

Таблиця 5.13

**Результати кореляційного аналізу множинних зв'язків даних  
урожайності товарних качанів кукурудзи цукрової без обгортки**

Середнє за 2014-2016 рр.

До якого $X_i$ відносяться дані	Коефіцієнти кореляції	Коефіцієнти детермінації
$X_1X_2$	0,927	0,861
$X_1X_3$	0,252	0,064
$X_2X_3$	0,932	0,870

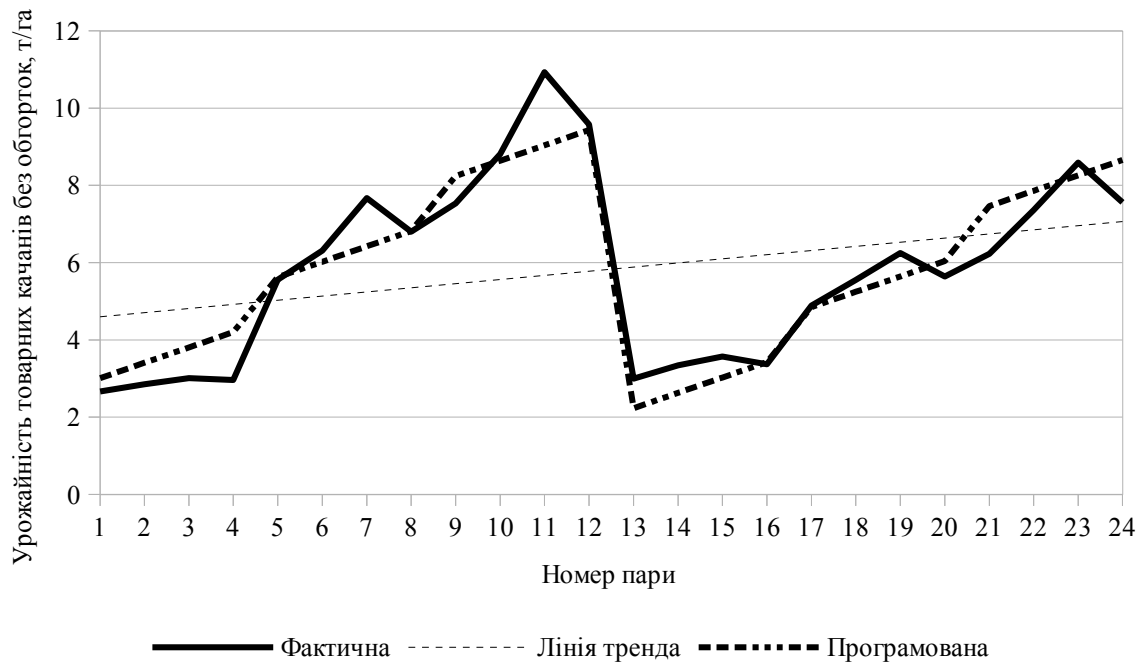
Найбільший вплив на продуктивність культури мають мінеральні добрива. Варто відзначити слабку кореляцію врожайності з глибиною основного обробітку ґрунту та загушенням, причому кореляційний зв'язок з першою є зворотнім.

Розраховані коефіцієнти регресії свідчать, що збільшення глибини основного обробітку ґрунту на 1 см веде до зниження врожайності товарних качанів кукурудзи цукрової на 97,2 кг/га; підвищення норми мінеральних добрив на 1 кг/га за діючою речовиною веде до збільшення врожайності

культури на 43,6 кг/га, а збільшення густоти стояння рослин на 1 тис./га — до зростання врожайності на 26,5 кг/га, тощо.

Згідно отриманих величин коефіцієнтів регресії та вільного члена було складено лінійну регресійну модель урожайності товарних качанів кукурудзи цукрової без обгортки залежно від досліджуваних факторів:

$$Y = 4,0270 - 0,0972X_1 + 0,0436X_2 + 0,0265X_3$$



**Рис. 5.2. Графік фактичної та програмованої врожайності товарних качанів кукурудзи цукрової без обгортки**

Графік вказує на високу достовірність і точність розробленої лінійної регресійної моделі врожайності кукурудзи цукрової (рис. 5.2). Втім, лінійна модель недостатньо точно відображає закономірності перебігу природних процесів, які є нелінійними. Отже, більш доцільним є використання експоненційної моделі врожайності, що виражається таким рівнянням:

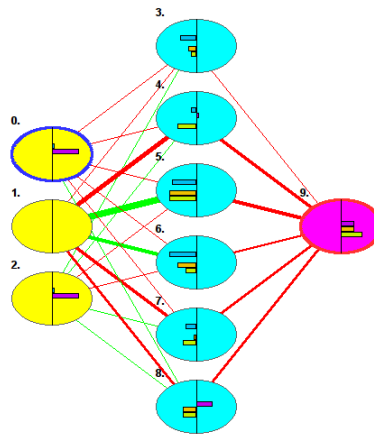
$$Y = 4,2073e^{0,0195X} \quad (R^2 = 0,10),$$

де  $e$  — основа натурального логарифма;  $X$  — незалежна факторіальна змінна.

На сучасному етапі розвитку аграрної науки все більшої популярності набирає прогнозування врожайності сільськогосподарських культур за



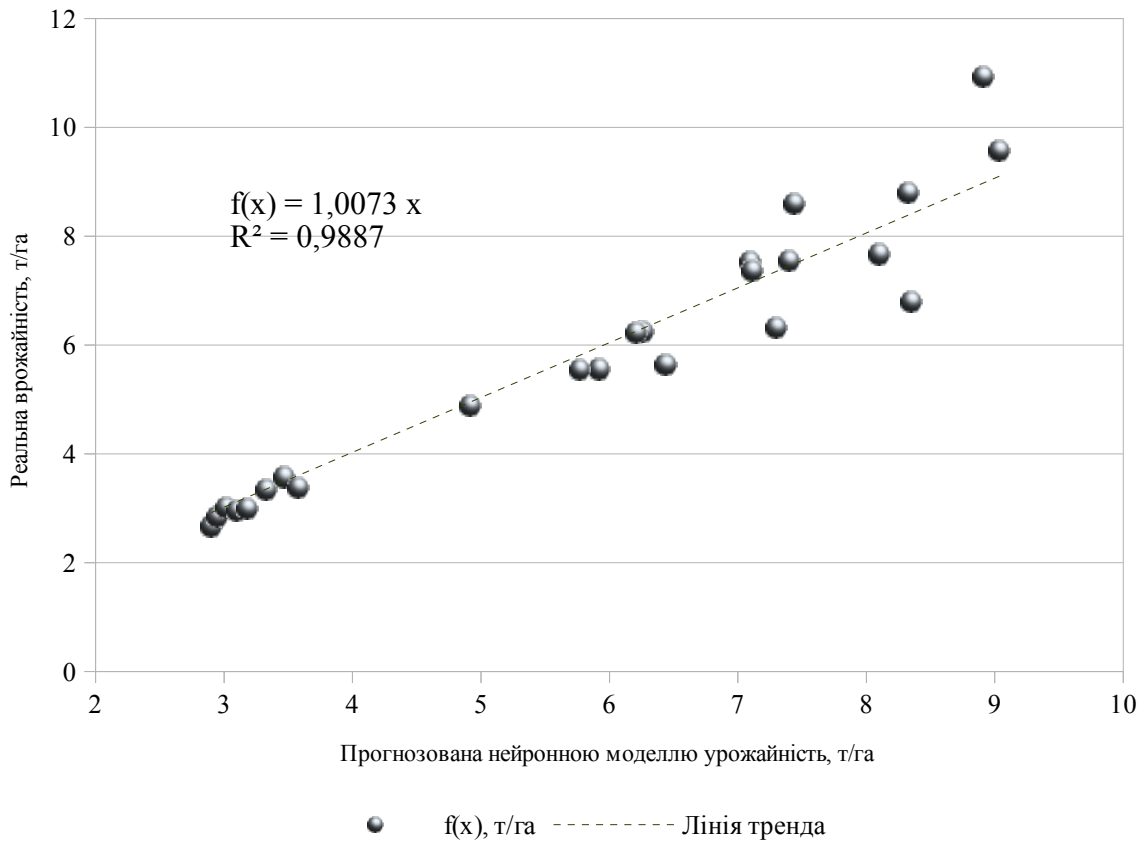
допомогою комп'ютерних нейронних мереж. Нейронні мережі — це новий і сучасний метод моделювання, що дозволяє знаходити складні залежності та прогнозувати часові ряди даних. Вони базуються на паралельній обробці інформації і мають здатність до самонавчання, тобто отримання обґрунтованих результатів на підставі даних, які не зустрічались у процесі навчання. Перевагою використання нейронних мереж як інструмента оцінки є те, що взаємовідносини між величинами попередньо не встановлюються, оскільки метод передбачає вивчення існуючих взаємозв'язків на готових моделях. Крім того, нейронні мережі можуть працювати з неповними даними. Вищезазначені властивості дозволяють нейронним мережам вирішувати складні та масштабні задачі, які на сьогодні вважаються важковирішуваними [149]. Для створення нейронних мереж використовують широкий спектр спеціалізованого програмного забезпечення, наприклад, STATISTICA Neural Networks, NeuroPro, Excel Neural Package, тощо. У нашій роботі було використано некомерційну версію програми JustNN, засобами якої було розроблено та навчено просту нейронну мережу з одним прихованим шаром нейронів формату 3-6-1 (рис. 5.3).



**Рис. 5.3. Структура розробленої нейронної мережі**

Середня похибка навчання нейронної мережі склала 0,0098, максимальна — 0,0788. Середня похибка моделі — 0,0383 т/га. Коефіцієнт кореляції розробленої на базі нейронної мережі регресійної моделі врожайності товарних качанів кукурудзи цукрової без обгорток становив 0,9602; коефіцієнт

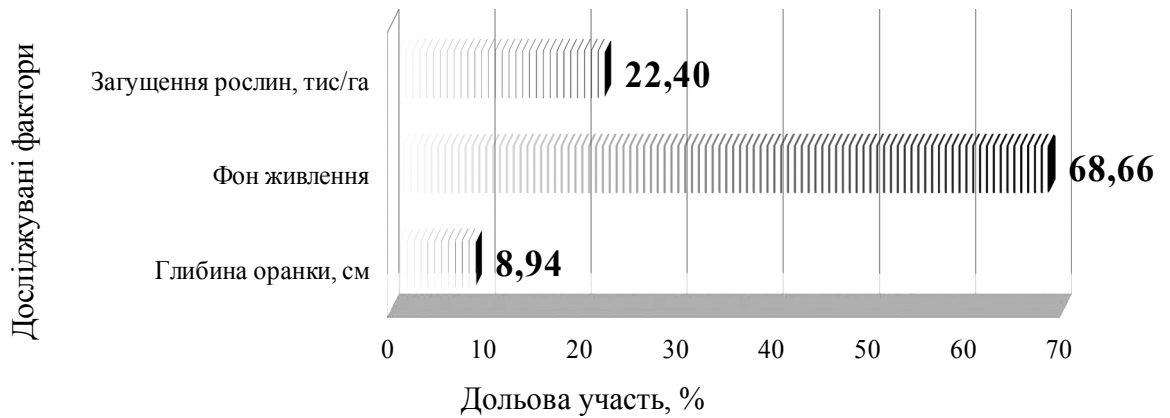
детермінації — 0,9887, що вказує на надзвичайно високу точність моделі (рис. 5.4).



**Рис. 5.4. Апроксимація нейронної моделі врожайності товарних качанів кукурудзи цукрової без обгорток**

Крім того, засобами програми JustNN було оцінено вагомість впливу досліджуваних факторів на врожайність культури у відповідності до розробленої нейронної мережі, що виражено у таких величинах, як абсолютна величина сили впливу фактора та відсоткове її вираження:

- для глибини основного обробітку ґрунту — 3,3224 або 8,94%;
- для фону живлення — 25,5231 або 68,66%;
- для загущення рослин — 8,3274 або 22,40% (рис. 5.5).



**Рис. 5.5. Дольова участь впливу досліджуваних факторів на врожайність товарних качанів кукурудзи цукрової без обгорток за оцінкою нейронної моделі**

Таким чином, розроблена нейронна модель врожайності товарних качанів кукурудзи цукрової без обгорток може бути використана у якості високоточного інструменту прогнозування продуктивності культури за різних агротехнологій її вирощування.

#### **Висновки до розділу 5:**

1. Вивчення елементів структури врожаю кукурудзи цукрової довело їх суттєву залежність від елементів агротехніки культури. Вплив окремих елементів агротехніки та їх комплексної дії на різні структурні параметри виявився неоднаковим за своєю значущістю та силою. Так, глибина основного обробітку ґрунту в багатьох випадках не мала істотного впливу на структуру врожаю, в той час як мінеральні добрива завжди виявлялися найвагомим фактором.

2. Встановлено, що найкращі показники структури врожаю забезпечили посіви кукурудзи цукрової за агротехнічного комплексу з оранкою на глибину 20-22 см, фоном живлення  $N_{120}P_{120}$  і загущенням рослин 35 тис/га, а саме:

- кількісний вихід зерна з товарного качана — 445,2 шт.;
- розміри товарного качана без обгорток — 17,6 в довжину та 4,8 см в діаметрі;

- маса товарного качана — в обгортках 229,0, без обгортки — 179,3 г;
- масовий вихід зерна з товарного качана — 82,50 г;
- кількість товарних качанів на 100 рослин — 119,83 шт.

3. Урожайність товарних качанів кукурудзи цукрової суттєво залежить від усіх досліджуваних агротехнічних елементів, причому максимальна частка впливу належить мінеральним добривам. Найвищий рівень урожайності культури було досягнуто за оранки на глибину 20-22 см, фону живлення  $N_{120}P_{120}$  і загущення рослин 65 тис/га, а саме: 14,00 т/га товарних качанів в обгортках і 10,93 т/га без них, відповідно. Крім того, було встановлено врожайність загальної силосної маси культури на початку молочно-воскової стиглості зерна, яка становила 42,25 т/га за вищезазначеного поєднання агротехнічних елементів.

4. Показники якості кукурудзи цукрової змінювалися за різного агротехнічного комплексу вирощування культури нерівнозначно. Так, товщина перикарпію зерна не залежала від досліджуваних елементів агротехніки, і коливалася в межах 0,173-0,213 мм. Маса 1000 зерен культури істотно залежала від усіх елементів технології вирощування, і була найбільшою за полицевої оранки на глибину 20-22 см, фону живлення  $N_{120}P_{120}$  і загущення рослин 35 тис/га — 185,27 г. Максимальні вміст цукрів і сухої речовини також були за вищезазначеного агротехнічного комплексу, і становили 4,65 і 34,56%, відповідно.

5. За допомогою методів кореляційного та регресійного аналізів даних було розроблено математичну модель урожайності товарних качанів кукурудзи цукрової без обгортки залежно від досліджуваних елементів агротехнології:

$$Y = 4,0270 - 0,0972X_1 + 0,0436X_2 + 0,0265X_3$$

Додатково було розроблено експоненційну (нелінійну) модель урожайності культури, яка має вигляд:

$$Y = 4,2073e^{0,0195X}$$

Математична перевірка та побудова графіку показали високу точність запропонованих моделей урожайності. Крім того, було побудовано просту

нейронну мережу з одним прихованим шаром нейронів зі структурою 3-6-1, яка дозволяє з високою точністю (98,87%) прогнозувати врожайність товарних качанів кукурудзи цукрової без обгорток залежно від різного поєднання досліджуваних агротехнічних факторів.

Основні результати розділу опубліковані у працях [93, 95, 127, 185, 186, 192—195].

## РОЗДІЛ 6

### ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ КУКУРУДЗИ ЦУКРОВОЇ

#### 6.1. Сумарне водоспоживання та ефективність використання води посівами кукурудзи цукрової

Зрошення є ефективним засобом підвищення продуктивності харчової кукурудзи, що дає 3-4-разовий приріст урожайності порівняно з богарними умовами вирощування культури [201]. Так, за вирощування кукурудзи цукрової на Півдні України без зрошення врожайність кондиційних качанів становила 0,2-2,9 т/га, у зрошуваних умовах вона коливалась в межах 7,5-11,5 т/га [160]. Комплексне застосування мінеральних добрив і зрошення збільшує не тільки врожайність, але й вихід товарних качанів, вміст білка у зерні харчової кукурудзи [77, 148].

Сумарне водоспоживання — це загальна кількість води у м<sup>3</sup>, що використовується рослинами з площі 1 га для формування врожаю. Його складовими частинами є запаси ґрунтової вологи, ефективні опади і зрошувальна вода. Зона Сухого Степу України посушлива, гідротермічний коефіцієнт коливається в межах 0,4-0,6, що визначає необхідність штучного зволоження для одержання стабільних і високих врожаїв сільськогосподарських культур.

Сумарне водоспоживання культури залежить від таких факторів як: клімат зони вирощування (температурний режим, відносна вологість повітря, роза вітрів, тощо); ґрунтовий покрив (фізико-механічні, агрохімічні властивості, родючість); технологія вирощування (обробіток ґрунту, внесення мінеральних і органічних добрив та меліорантів, строки, схеми посіву, спосіб і режим зрошення, тощо) [102, 187].

Кукурудза цукрова має відносно високе сумарне водоспоживання, яке знаходиться в межах 2200-2850 м<sup>3</sup>/га. Згідно рекомендацій Інституту водних проблем і меліорації НААН України норма водопотреби для кукурудзи цукрової

при краплинному зрошенні в Херсонській області залежно від коефіцієнту природного зволоження і забезпеченості опадами коливається в межах 1800-2500 м<sup>3</sup>/га [175]. Протягом росту і розвитку культура споживає вологу нерівномірно. Найбільшу кількість вологи кукурудза цукрова споживає у період інтенсивного росту і розвитку, випаровуючи протягом доби 2-4 літри води [80]. Так, період вегетації кукурудзи цукрової умовно поділяється на такі підперіоди за водоспоживанням: сходи — 7-8 листків культури (водоспоживання на рівні 20-25 м<sup>3</sup>/га за добу); 7-8 листків — початок викидання волоті (35 — 40 м<sup>3</sup>/га за добу); початок викидання волоті — потемніння ниток качанів (45 — 55 м<sup>3</sup>/га за добу); потемніння ниток качанів — молочно-воскова стиглість зерна (30 — 38 м<sup>3</sup>/га за добу) [207]. Тому культура вимагає диференційованого режиму зрошення за фенофазами. Варто відзначити, що кукурудза цукрова має відносно невисокий транспіраційний коефіцієнт, і не знижує врожайність за помірною зрошення [71, 77].

Ефективність використання води культурою визначають за коефіцієнтом водоспоживання — кількістю води у м<sup>3</sup>, яку витрачають рослини на формування 1 т продукції [102, 187]. Менші витрати води на одиницю сформованого урожаю вказують на вищу ефективність її використання посівами і, відповідно, вищу ефективність агротехнології в цілому. В середньому, в залежності від вирощуваного сорту або гібриду культури та агротехніки, кукурудза цукрова витрачає 120-165 м<sup>3</sup>/т качанів [207].

Провідна роль у зменшенні сумарного водоспоживання і підвищенні ефективності використання зрошувальної води, окрім впровадження сучасних інтенсивних гібридів, належить таким агротехнічним заходам, як основний обробіток ґрунту, раціональна система удобрення культури, формування оптимальної густоти стояння рослин, тощо. Відомо, що внесення мінеральних добрив нормою N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>30</sub> на чорноземах звичайних середньосуглинкових зменшувало коефіцієнт водоспоживання рослин кукурудзи цукрової на 109 м<sup>3</sup>/т, а на чорноземах звичайних супіщаних — на 122 м<sup>3</sup>/т, порівняно з неудобрюваними рослинами [201].

Сумарне водоспоживання кукурудзи цукрової під час проведення наших польових дослідів, в середньому, коливалося від 2583 до 2786 м<sup>3</sup>/га залежно від агротехнічного комплексу (табл. 6.1).

Таблиця 6.1

**Сумарне водоспоживання кукурудзи цукрової та його структура  
залежно від досліджуваних факторів, м<sup>3</sup>/га**

Середнє за 2014-2016 рр.

Фон живлення	Загушення рослин, тис/га	ΣВ, м <sup>3</sup> /га	В тому числі:					
			грунтова волога		корисні опади		зрошувальна норма	
			м <sup>3</sup> /га	%	м <sup>3</sup> /га	%	м <sup>3</sup> /га	%
Глибина оранки 20-22 см								
Без добрив	35	2583	262	10,14	820	31,75	1500	58,11
	50	2616	296	11,31	820	31,35	1500	57,34
	65	2657	337	12,68	820	30,86	1500	56,46
	80	2668	347	13,01	820	30,73	1500	56,26
N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	35	2624	303	11,55	820	31,25	1500	57,20
	50	2681	345	12,87	837	31,22	1500	55,91
	65	2714	377	13,89	837	30,84	1500	55,27
	80	2740	383	13,98	857	31,28	1500	54,74
N <sub>120</sub> P <sub>120</sub>	35	2671	334	12,50	837	31,34	1500	56,16
	50	2707	371	13,71	837	30,92	1500	55,37
	65	2771	414	14,94	857	30,93	1500	54,13
	80	2776	419	15,09	857	30,87	1500	54,04
Глибина оранки 28-30 см								
Без добрив	35	2595	275	10,60	820	31,60	1500	57,80
	50	2623	302	11,51	820	31,26	1500	57,23
	65	2662	342	12,85	820	30,80	1500	56,35
	80	2675	355	13,27	820	30,65	1500	56,08
N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	35	2633	312	11,85	820	31,14	1500	57,01
	50	2686	349	12,99	837	31,16	1500	55,85
	65	2717	380	13,99	837	30,81	1500	55,20
	80	2748	392	14,26	857	31,19	1500	54,55
N <sub>120</sub> P <sub>120</sub>	35	2676	340	12,71	837	31,28	1500	56,01
	50	2714	377	13,89	837	30,84	1500	55,27
	65	2775	418	15,06	857	30,88	1500	54,06
	80	2786	429	15,40	857	30,76	1500	53,84



Нами встановлено закономірності та характерні особливості зміни сумарного водоспоживання кукурудзи цукрової та його структури, а саме:

1) Збільшення глибини основної обробки ґрунту з 20-22 до 28-30 см приводить до несуттєвого (в середньому, на 0,3%) підвищення водоспоживання культури, в основному, за рахунок більшої кількості доступної ґрунтової вологи, використаної посівами. Так, за полицевої оранки на глибину 20-22 см частка ґрунтової вологи в структурі сумарного водоспоживання кукурудзи цукрової становила, в середньому, 12,97%, а за обробку ґрунту на глибину 28-30 см — 13,20%. Помітне поступове зниження ефективності поглибленого основної обробки ґрунту з підвищенням норми внесення мінеральних добрив: позитивний ефект на засвоєння ґрунтової вологи посівами кукурудзи цукрової за полицевої оранки на глибину 28-30 см спостерігається тільки на неудобрених варіантах дослідів, що мало свій вплив на врожайність культури. Внесення мінеральних добрив практично нівелює цю перевагу.

2) Мінеральні добрива ведуть до зростання сумарного водоспоживання кукурудзи цукрової (в середньому, на 3,8%): сприятливий агрофон забезпечує більш інтенсивний ріст і розвиток рослин культури, стимулює краще засвоєння доступної ґрунтової вологи, а також раціональне її використання посівами.

3) Максимально (в середньому, на 3,9%) сумарне водоспоживання кукурудзи цукрової зростає зі збільшенням густоти стояння рослин від 35 до 80 тис/га. Більша кількість рослин культури на одиницю площі, звичайно, сприяє зменшенню непродуктивних втрат вологи на випаровування з поверхні ґрунту, проте, неминуче веде до збільшення об'ємів використаної ґрунтової вологи.

4) Максимальну частку в структурі сумарного водоспоживання кукурудзи цукрової за краплинного зрошення, незалежно від агротехнічного комплексу, має зрошувальна норма, яка становила, в середньому, 1500 м<sup>3</sup>/га або 53,84-58,11%. На другому місці знаходяться корисні опади, які, в середньому, забезпечували культуру вологою на рівні 820-857 м<sup>3</sup>/га (30,65-31,75%). Найменшу роль за максимальної амплітуди коливання залежно від агротехнічного комплексу в забезпеченні водопотреби кукурудзи цукрової

відіграє ґрунтова волога — 262-429 м<sup>3</sup>/га, або 10,14-15,40%.

Коефіцієнт водоспоживання кукурудзи цукрової суттєво змінювався під впливом агротехніки. Максимальним його значення було за полицевої оранки на глибину 20-22 см, неудобреного агрофону та загущення рослин 35 тис/га — 717 і 967 м<sup>3</sup>/т товарних качанів кукурудзи цукрової у обгортках і без них, відповідно. Мінімальний коефіцієнт водоспоживання, а отже, найвищу ефективність використання природної вологи та зрошувальної води, забезпечує агротехнічний комплекс із основним обробітком ґрунту на глибину 20-22 см, фоном живлення N<sub>120</sub>P<sub>120</sub> і загущенням рослин 65 тис/га — 198 і 254 м<sup>3</sup>/т товарних качанів кукурудзи цукрової у обгортках і без них, відповідно (табл. 6.2).

Таблиця 6.2

**Коефіцієнт водоспоживання кукурудзи цукрової залежно від досліджуваних факторів, м<sup>3</sup>/т товарних качанів**

Середнє за 2014-2016 рр.

Глибина оранки, см	Фон живлення	Загущення рослин, тис/га			
		35	50	65	80
В обгортках					
20-22	Без добрив	717	685	656	669
	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	370	329	271	311
	N <sub>120</sub> P <sub>120</sub>	278	243	198	225
28-30	Без добрив	639	584	557	589
	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	419	371	331	376
	N <sub>120</sub> P <sub>120</sub>	328	287	251	290
Без обгортки					
20-22	Без добрив	967	918	883	901
	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	472	425	354	403
	N <sub>120</sub> P <sub>120</sub>	355	307	254	290
28-30	Без добрив	865	785	746	794
	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	538	484	435	487
	N <sub>120</sub> P <sub>120</sub>	430	369	323	369

Збільшення глибини основного обробітку ґрунту зменшує ефективність використання води кукурудзою цукровою, в середньому, на 1,5%; внесення мінеральних добрив дозою N<sub>120</sub>P<sub>120</sub> підвищує ефективність використання води

культурою на 142,7-154,5%, порівняно з неудобреними посівами. Загущення рослин від 35 до 65 тис/га сприяє вищій, в середньому, на 21,0-21,5% ефективності використання води кукурудзою цукровою. Проте, подальше збільшення густоти стояння рослин культури до 80 тис/га знижує її, в середньому, на 8,4-8,7% (величина подана в інтервальному вигляді з урахуванням коливання коефіцієнту водоспоживання кукурудзи цукрової за визначення його величини по врожайності товарних качанів культури в обгортках і без них).

Таким чином, найвищу ефективність використання води посівами кукурудзи цукрової забезпечує поєднання таких елементів агротехніки, як оранка на глибину 20-22 см, внесенням мінеральних добрив дозою  $N_{120}P_{120}$ , загущення рослин 65 тис/га.

За результатами дослідження сумарного водоспоживання кукурудзи цукрової було розроблено лінійну регресійну модель залежності його величини від агротехнічних факторів на основі кореляційно-регресійного аналізу (табл. 6.3).

Таблиця 6.3

**Результати кореляційно-регресійного аналізу сумарного водоспоживання кукурудзи цукрової**

Середнє за 2014-2016 рр.

До якого $X_i$ відносяться дані	R — множинний і $r_i$ — парні коефіцієнти кореляції	D — загальний і $d_i$ — часткові коефіцієнти детермінації	$b_0$ і $b_i$ — коефіцієнти регресії	$t_{\text{факт}}$	$t_{05}$
$X_1 X_2 X_3$	0,982	0,965	2482,810	146,292	2,069
$X_1$	0,059	0,003	0,854	1,427	
$X_2$	0,706	0,498	0,830	16,989	
$X_3$	0,680	0,462	2,336	16,361	

**Примітка.**  $X_1$  — глибина оранки, см;  $X_2$  — фон живлення, кг/га;  $X_3$  — загущення рослин, тис/га.

Розроблена лінійна регресійна модель сумарного водоспоживання кукурудзи цукрової, побудована з урахуванням усіх коефіцієнтів регресії, має

ВИГЛЯД:

$$\sum V = 2482,810 + 0,854X_1 + 0,830X_2 + 2,336X_3$$

Проте, математичний аналіз вказує, що вплив глибини основного обробітку ґрунту ( $X_1$ ) на величину сумарного водоспоживання є несуттєвим і його врахування в моделі є недоцільним: величина коефіцієнта детермінації 0,003 прагне до нуля, а величина фактичного критерія Стюдента 1,427 менше за останню для 95% достовірності (2,069). Отже, в такому випадку математично правильним є прирівнювання коефіцієнту регресії для фактора  $X_1$  до нуля, а це спрощує модель сумарного водоспоживання:

$$\sum V = 2482,810 + 0,830X_2 + 2,336X_3$$

Запропонована вище модель має високу точність, і може успішно використовуватися для програмування та передбачення величини сумарного водоспоживання кукурудзи цукрової залежно від агротехнічного комплексу вирощування культури, що доводить її графічна апроксимація (рис. 6.1).



**Рис. 6.1. Апроксимація моделі сумарного водоспоживання ( $\text{м}^3/\text{га}$ ) кукурудзи цукрової**

Розраховані коефіцієнти кореляції та детермінації вказують на суттєву залежність сумарного водоспоживання від агротехнології (коефіцієнт

детермінації — 0,965). Максимальний вплив на його величину мають мінеральні добрива (коефіцієнт детермінації — 0,498).

Лінійна модель сумарного водоспоживання кукурудзи цукрової недостатньо точно описує природний перебіг процесів. Для кращого відображення залежності сумарного водоспоживання культури від агротехнології доцільніше використовувати експоненційну функцію:

$$\Sigma_{\text{в}} = 2635,8034e^{(0,0015X)} (R^2 = 0,25),$$

де  $e$  — основа натурального логарифма;  $X$  — незалежна факторіальна змінна.

Кореляційно-регресійний аналіз урожайності товарних качанів кукурудзи цукрової без обгорток залежно від величини сумарного водоспоживання вказує на достовірний тісний прямий їх взаємозв'язок (табл. 6.4)

*Таблиця 6.4*

**Результати кореляційно-регресійного аналізу взаємозв'язку сумарного водоспоживання кукурудзи цукрової з її врожайністю**

Середнє за 2014-2016 рр.

До якого $X$ відносяться дані	Коефіцієнт кореляції	Коефіцієнт детермінації	Коефіцієнт регресії	$t_{\text{факт}}$	$t_{05}$
$X$	0,804	0,647	0,033	6,346	2,069

**Примітка.**  $X$  — величина сумарного водоспоживання,  $\text{м}^3/\text{га}$ .

Лінійна регресійна модель урожайності товарних качанів кукурудзи цукрової без обгорток залежно від величини сумарного водоспоживання культури, виходячи з розрахованих величин вільного члена та коефіцієнта регресії, матиме вигляд:

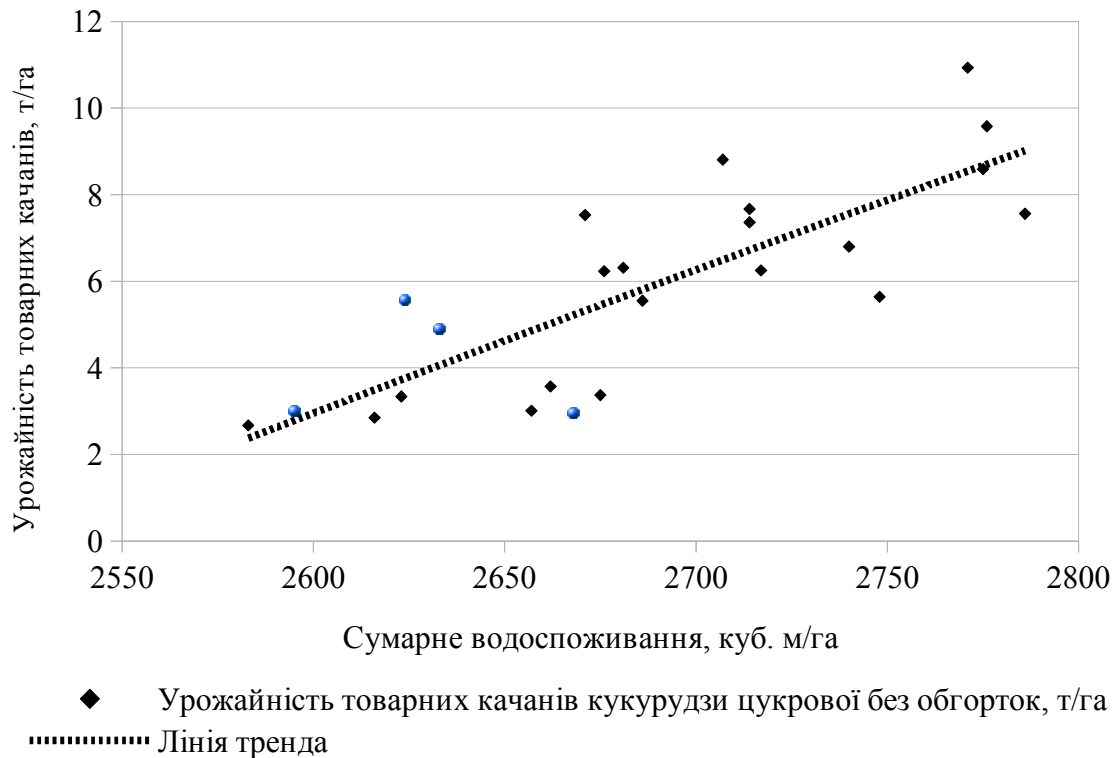
$$Y = -81,928 + 0,033X (R^2 = 0,65)$$

Головним недоліком вищевказаної моделі є її лінійність, тому краще описати функцію врожайності від сумарного водоспоживання експоненційним рівнянням:

$$Y = 5652,66 \times 10^{-10} e^{(0,00598X)} (R^2 = 0,65),$$

де  $e$  — основа натурального логарифма;  $X$  — незалежна факторіальна змінна.

Графічно залежність урожайності товарних качанів кукурудзи цукрової від її сумарного водоспоживання зображена на рисунку 6.2.



**Рис. 6.2. Модель урожайності кукурудзи цукрової залежно від величини сумарного водоспоживання посівів культури**

На жаль, фактична відсутність “варіанта загибу” по величині сумарного водоспоживання дещо знижує практичну цінність розробленої моделі, яка втрачатиме свою актуальність і достовірність зі зростанням сумарного водоспоживання культури понад 3-3,5 тис. м<sup>3</sup>/га.

Впровадження запропонованих регресійних моделей у практику виробництва покликане надати аграріям нові можливості планування та прогнозування врожайності, відстежити та наголосити на основних засадах і можливостях агротехнічного регулювання продуктивності сільськогосподарських культур завдяки математично обґрунтованому управлінню виробничим процесом.

## **6.2. Умовне споживання рухомих сполук азоту та фосфору, ефективність використання мінеральних добрив кукурудзою цукровою**

В умовах зрошення провідна роль у підвищенні врожайності сільськогосподарських культур та поліпшенні якості продукції рослинництва належить мінеральним і органічним добривам. Створення оптимального поживного режиму ґрунту є необхідною передумовою максимально повного розкриття біологічного потенціалу культури і ефективного використання нею інших природно-виробничих факторів продукційного процесу (світло, тепло, волога) [28]. Крім того, збалансоване органо-мінеральне живлення забезпечує формування здорового рослинного організму, здатного ефективно протидіяти стресовим впливам біотичного та абіотичного походження [166].

Кукурудза цукрова є вибагливою до родючості ґрунтів і живлення культурою. Для формування 1 т качанів вона потребує, в середньому, 4 кг азоту, 3 кг фосфору і 7 кг калію [165]. За іншими даними, винос поживних речовин культурою коливається в межах 6-8,5 кг азоту, 2,5-4 кг фосфору та 7-9 кг калію на 1 т врожаю [51]. При цьому засвоєння елементів живлення культурою відбувається нерівномірно: максимум споживання азоту припадає на фазу 6-7 листків, фосфору — на початкові етапи росту й розвитку, цвітіння та формування зерна, калію — на фазу 5-6 листків і цвітіння. Крім того, кукурудза цукрова для нормального росту і розвитку потребує такі мікроелементи як: кальцій, бор, магній, сірка, мідь, цинк, марганець, тощо [57, 213].

Важливо враховувати, що за різних ґрунтово-кліматичних і технологічних умов вирощування сільськогосподарські культури споживають і засвоюють елементи живлення з ґрунту і мінеральних добрив з різною інтенсивністю, що у значному ступені впливає на ефективність і окупність застосовуваних добрив. Наразі, в умовах підвищення цін на мінеральні добрива, проблема забезпечення максимальної їх віддачі врожаєм постала особливо гостро.

Результатами наших польових дослідів було встановлено, що

досліджувані елементи агротехніки впливали на умовне споживання азоту та фосфору кукурудзою цукровою (табл. 6.5).

Таблиця 6.5

**Вміст у ґрунті й умовне споживання елементів живлення посівами кукурудзи цукрової за різної глибини оранки та доз внесення мінеральних добрив, мг/кг ґрунту**

Середнє за 2014-2016 рр.

Глибина оранки, см	Фон живлення	Шар ґрунту, см	Час визначення		Умовне споживання елементів живлення
			сходи культури	після збирання врожаю культури	
<b>Лужногідролізований азот</b>					
20-22	Без добрив	0-30	72,8	67,2	5,6
		30-50	52,3	45,3	7,0
	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	0-30	88,2	78,0	10,2
		30-50	63,9	51,3	12,6
	N <sub>120</sub> P <sub>120</sub>	0-30	94,0	81,2	12,8
		30-50	78,4	61,6	16,8
28-30	Без добрив	0-30	80,3	73,2	7,1
		30-50	60,7	52,1	8,6
	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	0-30	91,5	82,3	9,2
		30-50	65,4	51,9	13,5
	N <sub>120</sub> P <sub>120</sub>	0-30	95,7	84,3	11,4
		30-50	83,3	66,2	17,1
<b>Рухомий фосфор</b>					
20-22	Без добрив	0-30	40,5	36,9	3,6
		30-50	16,9	12,6	4,3
	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	0-30	55,6	48,6	7,0
		30-50	30,7	21,2	9,5
	N <sub>120</sub> P <sub>120</sub>	0-30	70,4	59,5	10,9
		30-50	67,1	57,2	9,9
28-30	Без добрив	0-30	53,0	47,9	5,1
		30-50	27,7	20,5	7,2
	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	0-30	59,7	52,8	6,9
		30-50	33,0	21,7	11,3
	N <sub>120</sub> P <sub>120</sub>	0-30	68,0	59,4	8,6
		30-50	68,1	57,9	10,2

**Примітка.** Визначення умовного споживання елементів живлення виконували на загущенні рослин 65 тис/га.



Встановлено, що вищі дози мінеральних добрив сприяють формуванню кращого поживного режиму ґрунту на початку вегетації культури: так, вміст лужногідролізованого азоту в шарі 0-30 см зі збільшенням фону живлення порівняно з неудобреним агрофоном зростав, в середньому, на 13,3 і 18,3 мг/кг ґрунту, а рухомого фосфору — на 10,9 і 22,5 мг/кг ґрунту; в шарі 30-50 см — на 8,2 і 24,4 мг/кг ґрунту азоту та 9,6 і 45,3 мг/кг ґрунту фосфору, відповідно. Помітно кращою стартова забезпеченість елементами живлення є на варіантах із основним обробітком ґрунту на глибину 28-30 см: вміст лужногідролізованого азоту вищий, в середньому, на 4,2 і 4,9 мг/кг ґрунту в шарах 0-30 і 30-50 см, відповідно; вміст рухомого фосфору — на 4,7 мг/кг ґрунту в кожному досліджуваному шарі ґрунту.

Умовне споживання посівами кукурудзи цукрової лужногідролізованого азоту та рухомого фосфору суттєво залежало від агротехніки. Так, встановлено, що на неудобреному агрофоні значно вища інтенсивність засвоєння елементів живлення спостерігається за полицевої оранки на глибину 28-30 см (в середньому, на 1,5 і 2,6 мг/кг ґрунту азоту та 1,6 і 2,9 мг/кг ґрунту фосфору по шарах 0-30 і 30-50 см, відповідно). Крім того, за глибокого основного обробітку ґрунту інтенсивніше використовуються елементи живлення з шару ґрунту 30-50 см (на 1,0 і 1,7 мг/кг ґрунту за азотом і фосфором, відповідно), а за звичайного — з шару 0-30 см (на 0,3 мг/кг ґрунту за азотом і фосфором, відповідно). Це вказує на особливості функціонування кореневої системи рослин кукурудзи цукрової, яка відповідно реагує на створювані основним обробітком ґрунту умови живлення. Треба відзначити, що за краплинного зрошення ефективнішим є використання елементів живлення рослиною з верхніх шарів ґрунту, оскільки найбільше “працюють на врожай” саме корені, що знаходяться в орному шарі [171]. Крім того, глибоке загортання мінеральних добрив за полицевої оранки на глибину 28-30 см змушує рослини культури нести додаткові затрати енергії на формування невластивої їй глибокої кореневої системи та “підтягування” поживних елементів з нижніх шарів ґрунту.

Розрахунок усередненого умовного споживання елементів живлення кукурудзою цукровою з шару ґрунту 0-50 см дав змогу встановити загальні закономірності їх використання культурою залежно від досліджуваних факторів:

1) За основного обробітку ґрунту на глибину 28-30 см умовне споживання елементів живлення збільшується, в середньому, з 10,6 до 10,8 мг/кг ґрунту азоту, та з 7,5 до 7,9 — фосфору, відповідно.

2) Внесення мінеральних добрив збільшує умовне споживання поживних речовин з ґрунту: з 7,0 до 11,1 і 14,0 мг/кг ґрунту азоту, та з 5,0 до 8,3 і 9,9 мг/кг ґрунту фосфору, відповідно (табл. 6.6).

*Таблиця 6.6*

**Умовне споживання лужногідролізованого азоту та рухомого фосфору посівами кукурудзи цукрової з шару ґрунту 0-50 см, мг/кг ґрунту**

Середнє за 2014-2016 рр.

Глибина оранки, см	Фон живлення	Умовне споживання	
		азоту	фосфору
20-22	Без добрив	6,2	3,9
	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	11,2	8,0
	N <sub>120</sub> P <sub>120</sub>	14,4	10,5
28-30	Без добрив	7,7	6,0
	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	11,0	8,6
	N <sub>120</sub> P <sub>120</sub>	13,6	9,2

Цікавою з практичної точки зору є залежність між виносом поживних речовин з ґрунту та врожайністю культури. З метою оцінки показника було розраховано винос азоту та фосфору посівами кукурудзи цукрової з досліджуваних (0-30 і 30-50 см) шарів ґрунту в кг/т товарних качанів без обгорток. При розрахунках за шаром 0-30 см враховували різницю у щільності складення ґрунту на початку та в кінці вегетації культури; щільність складення шару 30-50 см брали за результатами агрофізичних обстежень землекористування СК “Радянська земля” (1,38 г/см<sup>3</sup>). Результати розрахунків наведено у таблиці 6.7.

**Винос азоту та фосфору з ґрунту кукурудзою цукровою з урожаєм  
товарних качанів без обгорток, кг/т**

Середнє за 2014-2016 рр.

Глибина оранки, см	Фон живлення	Урожай товарних качанів, т/га	Шар ґрунту, см	Винос, кг/га		Винос, кг/т	
				азоту	фосфору	азоту	фосфору
20-22	Без добрив	3,01	0-30	4,5	4,4	1,5	1,5
			30-50	19,3	11,9	6,4	4,0
	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	7,67	0-30	18,9	14,2	2,5	1,9
			30-50	34,8	26,2	4,5	3,4
	N <sub>120</sub> P <sub>120</sub>	10,93	0-30	27,9	25,9	2,6	2,4
			30-50	46,4	27,3	4,3	2,5
28-30	Без добрив	3,57	0-30	5,5	5,3	1,5	1,5
			30-50	23,7	19,9	6,6	5,6
	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	6,25	0-30	10,7	10,4	1,7	1,7
			30-50	37,3	31,2	6,0	5,0
	N <sub>120</sub> P <sub>120</sub>	8,59	0-30	17,8	14,7	2,1	1,7
			30-50	47,2	28,2	5,5	3,3

Результати розрахунку виносу рухомих сполук азоту та фосфору кукурудзою цукровою у кг/га підтверджують вищезазначену специфіку використання елементів живлення рослинами культури за шарами ґрунту відповідно до глибини основного обробітку та різних доз внесення мінеральних добрив.

Перерахунок виносу поживних речовин за шарами ґрунту з кг/га у кг/т товарних качанів кукурудзи цукрової без обгорток вказують на наступні закономірності використання азоту та фосфору рослинами:

1) Максимальний сумарний винос азоту та фосфору з шарів ґрунту 0-30 і 30-50 см на одиницю врожаю спостерігається на неудобренних варіантах досліду: 7,9-8,1 кг/т за азотом і 5,5-7,1 кг/т за фосфором. При цьому інтенсивність виносу елементів живлення за фонами живлення має свою специфіку: внесення мінеральних добрив стимулює їх споживання з шару ґрунту 0-30 см, поступово знижуючи цінність шару 30-50 см; на неудобренних

ділянках, навпаки, рослини культури прагнуть до виносу поживних речовин з шару ґрунту 30-50 см, що є менш ефективним в умовах краплинного зрошення.

2) Оранка на глибину 28-30 см сприяє інтенсивнішому споживанню азоту та фосфору на ділянках без внесення мінеральних добрив, у той час як за умов внесення мінеральних добрив вона виявляється фактором погіршеного засвоєння елементів живлення з верхніх шарів ґрунту, які мають визначальну роль у формуванні продуктивності культури, особливо в умовах краплинного зрошення, коли коренева система рослин не розповсюджується вглиб ґрунтового профілю для “пошуку” заораних мінеральних добрив. Глибоке загортання мінеральних добрив не сприяє оптимальному їх засвоєнню, а використання елементів живлення безпосередньо з ґрунту є менш інтенсивним і ефективним (так, коефіцієнт використання азоту та фосфору з мінеральних добрив становлять 49 і 13%, а з ґрунту — 20-25 і 8-9%, відповідно) [34]. Цей факт пояснює зниження врожайності кукурудзи цукрової за поглибленої оранки, при тому, що сумарний винос елементів живлення тут вищий, ніж за основного обробітку ґрунту на глибину 20-22 см.

3) Існує тісна зворотня кореляційна залежність між урожайністю товарних качанів кукурудзи цукрової без обгорток та сумарними показниками виносу азоту і фосфору з шарів ґрунту 0-30 і 30-50 см: чим вища врожайність, тим нижчою є інтенсивність виносу елементів живлення на одиницю врожаю, а, значить, вищою є ефективність використання елементів живлення рослинами культури (коефіцієнти кореляції:  $R_N = -0,88$ ;  $R_{P_{2O_5}} = -0,63$ ).

4) Збільшення глибини основного обробітку ґрунту підвищує сумарний винос з шарів ґрунту 0-30 і 30-50 см на одиницю врожаю азоту, в середньому, на 0,5 кг/т, фосфору — на 1,1 кг/т. Винос елементів живлення на 1 т товарних качанів без обгорток за внесення мінеральних добрив поступово знижується: азоту — на 0,7 і 0,1 кг/т; фосфору — на 0,3 і 1,1 кг/т, відповідно.

5) Сумарний винос азоту та фосфору за досліджуваними шарами ґрунту з одиниці площі (кг/га) поступово зростає із внесенням мінеральних добрив

вищою дозою (на 23,4 і 19,8 кг/га азоту та 23,4 і 4,0 кг/га фосфору) та основним обробітком ґрунту на меншу глибину (на 3,9 кг/га азоту та 2,1 кг/га фосфору).

6) Більш інтенсивно рослини кукурудзи цукрової споживають азот, який є основним елементом формування врожайності культури. Співвідношення у споживанні  $N:P_2O_5$  за варіантами дослідів коливалось у межах 1:0,7-0,9. Вцілому, за різного агротехнічного комплексу кукурудза цукрова на формування 1 т врожаю товарних качанів без обгортки сумарно споживає з шарів ґрунту 0-30 і 30-50 см 6,9-8,1 кг азоту та 4,9-7,1 кг фосфору.

7) Найбільш економне, раціональне використання посівами кукурудзи цукрової поживних речовин з ґрунту забезпечує варіант із полицевою оранкою на глибину 20-22 см, фоном живлення  $N_{120}P_{120}$ : сумарно з шарів ґрунту 0-30 і 30-50 см азоту — 6,9 кг/т, а фосфору — 4,9 кг/т.

Для оцінки ефективності використання мінеральних добрив кукурудзою цукровою було розраховано показник окупності 1 кг їх діючої речовини врожаєм товарних качанів в обгортках і без них. Результати розрахунків наведено у таблиці 6.8.

Таблиця 6.8

**Окупність 1 кг діючої речовини мінеральних добрив урожаєм товарних качанів кукурудзи цукрової залежно від досліджуваних факторів, кг**

Середнє за 2014-2016 рр.

Глибина оранки, см	Загущення рослин, тис/га	Фон живлення			
		$N_{60}P_{60}$		$N_{120}P_{120}$	
		В обгортках	Без обгортки	В обгортках	Без обгортки
20-22	35	118,17	92,67	80,17	62,75
	50	135,67	105,17	92,83	73,42
	65	167,17	127,83	116,67	91,08
	80	147,00	113,33	102,67	79,83
28-30	35	104,83	81,50	67,92	51,92
	50	120,67	92,50	78,75	61,33
	65	136,67	104,17	92,25	71,58
	80	121,67	94,00	80,17	63,00

За величиною вищезазначеного показника можна визначити, за яких агротехнологічних факторів вирощування культури віддача врожаю на кожний внесений кг діючої речовини добрив є максимальною, тобто за яких умов спостерігається найвища ефективність віддачі добрив урожаєм культури. Аналіз отриманих результатів виявив основні тенденції використання мінеральних добрив посівами кукурудзи цукрової за різних технологічних прийомів її вирощування при краплинному зрошенні. Так, збільшення глибини основного обробітку ґрунту з 20-22 до 28-30 см суттєво знижує ефективність мінеральних добрив. Окупність 1 кг діючої речовини врожаєм за поглибленого обробітку ґрунту виявилася, в середньому, нижчою на 16,6%. Внесення мінеральних добрив подвійною дозою  $N_{120}P_{120}$  приводить до зменшення віддачі 1 кг діючої речовини врожаєм порівняно з дозою  $N_{60}P_{60}$ , в середньому, на 32,0%, що вказує на поступове зниження ефективності використання мінеральних добрив зі зростанням норми їх внесення. Поступове збільшення густоти стояння рослин кукурудзи цукрової від 35 до 65 тис/га збільшує окупність мінеральних добрив, у середньому, на 27,3%, подальше загущення до 80 тис/га приводить до зниження ефективності їх використання культурою на 13,2% порівняно з густотою стояння рослин 65 тис/га. Мінімальну ефективність використання мінеральних добрив кукурудзою цукровою виявлено на варіанті з полицевою оранкою на глибину 28-30 см, фоном живлення  $N_{120}P_{120}$  та густотою стояння рослин 35 тис/га — 67,92 і 51,92 кг товарних качанів у обгортках і без них, відповідно, на 1 кг діючої речовини добрив. Найвищу ефективність використання мінеральних добрив кукурудзою цукровою отримано на варіанті з основним обробітком ґрунту на глибину 20-22 см, фоном живлення  $N_{60}P_{60}$  та загущенням рослин 65 тис/га — 167,17 і 127,83 кг товарних качанів у обгортках і без них, відповідно, на 1 кг діючої речовини добрив.

Результати наших досліджень свідчать, що в зрошуваних умовах нераціонально проводити глибокий полицевий обробіток ґрунту, оскільки це є невиправданим з точки зору ефективності виробництва. Крім того, для досягнення максимальної віддачі від мінеральних добрив важливо сформувати

оптимальне загушення рослин. Нижча ефективність подвійного фону живлення пояснюється поступовим зниженням за цих умов цінності і, відповідно, істотності впливу фактора добрив на врожайність культури згідно законів землеробства [187]. Зменшення прибавки врожаю товарних качанів кукурудзи цукрової за подвійного фону живлення порівняно з одинарним свідчить про зазначену вище особливість дії і взаємодії добрив з іншими агровиробничими умовами.

Аналіз розміру відносної прибавки врожаю товарних качанів кукурудзи цукрової від різних фонів живлення в досліді засвідчив, що максимальною вона виявилась за внесення мінеральних добрив дозою  $N_{60}P_{60}$  під основний обробіток ґрунту на глибину 20-22 см за густоти стояння рослин культури 65 тис/га, і склала 4,66-5,98 т/га порівняно з неудобреним фоном (табл. 6.9).

Таблиця 6.9

**Прибавка врожаю товарних качанів кукурудзи цукрової від мінеральних добрив відносно неудобреного фону залежно від досліджуваних факторів, т/га**

Середнє за 2014-2016 рр.

Глибина оранки, см	Загушення рослин, тис/га	Фон живлення			
		$N_{60}P_{60}$		$N_{120}P_{120}$	
		в обгортках	без обгортки	в обгортках	без обгортки
20-22	35	3,49	2,89	6,02	4,86
	50	4,32	3,46	7,32	5,97
	65	5,98	4,66	9,95	7,92
	80	4,83	3,85	8,33	6,62
28-30	35	2,23	1,89	4,09	3,23
	50	2,75	2,22	4,96	4,02
	65	3,42	2,68	6,29	5,02
	80	2,76	2,27	5,08	4,16

При цьому абсолютна прибавка врожаю виявилася найбільшою за оранки на глибину 20-22 см, загушення рослин 65 тис/га і подвійному фоні живлення, і



склала 7,92-9,95 т/га. Найменшою відносна прибавка врожаю товарних качанів виявилась за основного обробітку ґрунту на глибину 28-30 см, фону живлення  $N_{120}P_{120}$ , загущення рослин 35 тис/га, і коливалась від 1,34 до 1,86 т/га.

Прибавки врожаю підтверджують закономірності, одержані при розрахунку окупності 1 кг діючої речовини мінеральних добрив, вказуючи на суттєве зниження їх ефективності за збільшення глибини оранки, внесення подвійної дози мінеральних добрив і формування зріджених або загущених посівів кукурудзи цукрової.

### **6.3. Економічна ефективність вирощування кукурудзи цукрової**

На сучасному етапі розвитку сільськогосподарського виробництва важливим завданням аграрної науки є розробка і впровадження таких технологій вирощування сільськогосподарських культур, які здатні забезпечувати високий вихід якісної рослинницької продукції за мінімальних витрат і максимального рівня рентабельності виробництва. Сучасна інтенсивна агротехнологія обов'язково повинна мати високі показники економічної ефективності для конкурентоспроможності в умовах ринкової економіки, оскільки саме вони визначатимуть її цікавість і цінність для сільськогосподарських виробників. Економічний ефект — корисний результат економічної діяльності, що вимірюється як різниця між грошовими доходами від неї та грошовими витратами на її здійснення. Економічна ефективність — досягнення найбільших результатів за найменших витрат живої та уречевленої праці. Широко вживаним її показником є рівень рентабельності [38].

Кукурудза цукрова належить до культур з високою економічною ефективністю [19, 56, 63, 100, 240, 250]. Особливо високими рентабельність та попит на свіжу продукцію кукурудзи цукрової є в районі Причорномор'я у період літнього відпочинку (червень-вересень). Раціональна технологія вирощування покликана максимально знизити виробничі витрати та підвищити прибутковість.



З метою оцінки економічної ефективності елементів технології вирощування кукурудзи цукрової було розраховано необхідні економічні показники [38, 52, 115—122, 134, 135, 141, 173, 174, 176—180]. Результати розрахунків наведено в таблиці 6.10 (усі розрахунки велися в цінах, чинних станом на серпень 2016 р. на врожайність товарних качанів без обгортки).

Таблиця 6.10

**Економічні показники вирощування кукурудзи цукрової залежно від глибини оранки, фону живлення та загушення рослин**

Середнє за 2014-2016 рр.

Фон живлення	Загушення рослин, тис/га	Показники розрахунку			
		собівартість, тис. грн/т	витрати на 1 га, тис. грн	прибуток з 1 га, тис. грн	рівень рентабельності, %
Глибина оранки 20-22 см					
Без добрив	35	10,26	27,39	4,65	16,98
	50	9,74	27,76	6,44	23,22
	65	9,34	28,12	8,00	28,45
	80	9,57	28,33	7,19	25,36
N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	35	5,69	31,64	35,08	110,90
	50	5,14	32,42	43,30	133,58
	65	4,38	33,63	58,41	173,70
	80	4,89	33,26	48,34	145,34
N <sub>120</sub> P <sub>120</sub>	35	4,69	35,33	55,03	155,78
	50	4,13	36,40	69,32	190,41
	65	3,49	38,13	93,03	244,02
	80	3,91	37,48	77,48	206,75
Глибина оранки 28-30 см					
Без добрив	35	9,23	27,68	8,32	30,07
	50	8,43	28,15	11,93	42,37
	65	8,00	28,55	14,29	50,03
	80	8,51	28,67	11,77	41,04
N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	35	6,39	31,25	27,43	87,75
	50	5,76	31,98	34,62	108,26
	65	5,24	32,72	42,28	129,23
	80	5,77	32,52	35,16	108,12
N <sub>120</sub> P <sub>120</sub>	35	5,55	34,55	40,21	116,36
	50	4,83	35,52	52,80	148,64
	65	4,26	36,61	66,47	181,54
	80	4,78	36,13	54,59	151,12

Аналіз розрахованих економічних показників свідчить, що:

1) Максимальну економічну ефективність вирощування кукурудзи цукрової забезпечує агротехнологічний комплекс з оранкою на глибину 20-22 см, фоном живлення  $N_{120} P_{120}$  і загущенням рослин 65 тис/га, що виражається у найвищому показнику рівня рентабельності — 244,02%. Найнижчим цей показник виявився за основного обробітку ґрунту на глибину 20-22 см у варіанті без внесення мінеральних добрив за густоти стояння рослин 35 тис/га, і склав 16,98%. Аналіз економічної ефективності виробництва товарних качанів кукурудзи цукрової засвідчив, що навіть за несприятливих агровиробничих умов вирощування кукурудзи цукрової є прибутковим.

2) Збільшення глибини основного обробітку ґрунту до 28-30 см приводило до зменшення собівартості продукції на неудобрених варіантах дослідів, та до її зростання за внесення мінеральних добрив. За таких умов виробничі витрати на 1 га посівів і прибуток на неудобрених варіантах за глибокої оранки були більшими, а на удобрених — меншими, ніж за обробітку ґрунту на глибину 20-22 см.

3) Збільшення густоти стояння рослин кукурудзи цукрової від 35 до 65 тис/га знижувало собівартість товарних качанів культури, проте подальше загущення посівів приводило до незначного її зростання. Так само, загущення посівів до 80 тис/га зумовлювало зниження прибутку і рівня рентабельності, при цьому виробничі витрати на 1 га залишались практично на одному рівні з варіантами, де густота стояння рослин становила 65 тис/га. Ріст виробничих витрат, прибутковості та рівня рентабельності виробництва спостерігався за збільшення густоти рослин від 35 до 65 тис/га.

4) Внесення мінеральних добрив у всіх варіантах дослідів приводило до зменшення собівартості, зростання витрат на 1 га посівів і значного зростання прибутку та рівня рентабельності виробництва.

Таким чином, сільськогосподарським товаровиробникам для отримання максимального економічного ефекту від виробництва кукурудзи цукрової в ґрунтово-екологічних умовах Сухого Степу України при краплинному зрошенні

доцільно вирощувати культуру за оранки на глибину 20-22 см, фону живлення  $N_{120} P_{120}$  та густоти стояння рослин 65 тис/га, що забезпечило, в середньому за роки досліджень, отримання 93,03 тис. грн прибутку з 1 га посівів та рівня рентабельності 244,02%.

#### **6.4. Енергетична ефективність вирощування кукурудзи цукрової**

Інтенсифікація виробництва продукції рослинництва нерозривно пов'язана з оптимізацією використання енергетичних ресурсів завдяки впровадженню ресурсо- і енергоощадних технологій вирощування. Сукупне надходження енергії з урожаєм культури повинно виправдовувати сукупні витрати енергії на його отримання. Низька енергетична ефективність агротехнології може свідчити про ірраціональне використання природних і штучних енергетичних ресурсів виробництва.

Зазвичай, найвищу енергоефективність мають кормові культури, а найменшу — овочеві. Кукурудза цукрова, в свою чергу, належить до культур з високою енерговитратністю технології вирощування. Так, у багаторічних дослідженнях Інституту водних проблем і меліорації НААН України за різних режимів зрошення було встановлено, що коефіцієнт енергетичної ефективності для овочевої кукурудзи коливається в межах 0,64-1,15 і, в середньому, складає 0,92, що вказує на низьку енергетичну ефективність технології її вирощування [209]. Втім, за іншими даними, кукурудза цукрова є досить енергоефективною культурою, і в цьому плані навіть перевищує такі поширені на Півдні України овочеві культури як томати, огірки, капуста, тощо. Основними важелями регуляції енергомісткості технології її вирощування вважаються: перехід до мінімального та нульового обробітку ґрунту, оптимізація сортового складу, перехід на безгербіцидні технології, часткова заміна мінеральних добрив бактеріальними біопрепаратами на основі азотфіксуючих і фосформобілізуєчих бактерій, тощо [201].

З метою оцінки енергетичних ефекту та ефективності вирощування

кукурудзи цукрової за різних елементів агротехніки було розраховано поліваріантну енергетичну карту її вирощування відповідно до чинної методики та нормативів, та розраховано необхідні показники (табл. 6.11) [112, 133, 188].

Таблиця 6.11

**Енергетичні показники вирощування кукурудзи цукрової залежно від глибини оранки, фону живлення та загушення рослин**

Середнє за 2014-2016 рр.

Фон живлення	Загушення рослин, тис/га	Показники розрахунку			
		витрати енергії (МДж/га)	вихід енергії (МДж/га)	приріст енергії (МДж/га)	коефіцієнт енергетичної ефективності
Глибина оранки 20-22 см					
Без добрив	35	7295,0	9612,0	2317,0	1,32
	50	7582,3	10260,0	2677,7	1,35
	65	7869,2	10836,0	2966,8	1,38
	80	7925,5	10656,0	2730,5	1,34
N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	35	10251,9	20016,0	9764,1	1,95
	50	11190,0	22716,0	11526,0	2,03
	65	12796,1	27612,0	14815,9	2,16
	80	11941,9	24480,0	12538,1	2,05
N <sub>120</sub> P <sub>120</sub>	35	12337,0	27108,0	14771,0	2,20
	50	13704,3	31716,0	18011,7	2,31
	65	16098,5	39348,0	23249,5	2,44
	80	14829,6	34488,0	19658,4	2,33
Глибина оранки 28-30 см					
Без добрив	35	7816,9	10800,0	2983,1	1,38
	50	8273,5	12024,0	3750,5	1,45
	65	8615,9	12852,0	4236,1	1,49
	80	8523,4	12132,0	3608,6	1,42
N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	35	9746,4	17604,0	7857,6	1,81
	50	10599,8	19980,0	9380,2	1,88
	65	11470,5	22500,0	11029,5	1,96
	80	10873,1	20304,0	9430,9	1,87
N <sub>120</sub> P <sub>120</sub>	35	11256,3	22428,0	11171,7	1,99
	50	12451,5	26496,0	14044,5	2,13
	65	13862,1	30924,0	17061,9	2,23
	80	12821,1	27216,0	14394,9	2,12

Енергетичний аналіз засвідчив, що за всіх досліджуваних варіантів агротехнічного комплексу вирощування кукурудзи цукрової є енергоефективним, оскільки коефіцієнт енергетичної ефективності вищий 1, і коливається в межах 1,32-2,44. Максимально ефективним є варіант з полицевою оранкою на глибину 20-22 см, фоном живлення  $N_{120}P_{120}$  і загущенням рослин 65 тис/га: приріст енергії тут склав 23249,5 Мдж/га, а коефіцієнт енергетичної ефективності — 2,44. Встановлено, що глибокий (на 28-30 см) полицевий обробіток ґрунту підвищує енергозатратність агротехнології, і забезпечує більший вихід енергії з продукцією тільки за умов дефіциту живлення. На інших варіантах дослідження глибока (на 28-30 см) полицева оранка поступалася звичайній (на 20-22 см). В середньому, поглиблення орного шару знижувало енергетичну ефективність на 4,94%, а внесення мінеральних добрив максимальною дозою  $N_{120}P_{120}$  підвищувало її, порівняно з неудобrenим варіантом, на 59,48%. Загущення посівів від 35 до 65 тис/га підвищує ефективність використання агроценозом кукурудзи цукрової енергетичних ресурсів, в середньому, на 9,48%. Збільшення густоти стояння рослин понад 65 тис/га веде до зниження енергоефективності технології вирощування кукурудзи цукрової, в середньому, на 4,76%.

### **Висновки до розділу 6:**

1. Найбільшим сумарне водоспоживання кукурудзи цукрової було у варіантах із оранкою на глибину 28-30 см, фоном живлення  $N_{120}P_{120}$ , загущенням рослин 80 тис/га, і склало 2786 м<sup>3</sup>/га. Мінімальне споживання води посівами культури становило 2583 м<sup>3</sup>/га за оранки на глибину 20-22 см, без внесення мінеральних добрив і густоти стояння рослин 35 тис/га. Збільшення глибини основного обробітку ґрунту, дози мінеральних добрив та загущення рослин кукурудзи цукрової приводило до зростання сумарного водоспоживання культури.

2. В структурі сумарного водоспоживання кукурудзи цукрової найбільшою була частка зрошувальної норми — 53,84-58,11%; найменшою — ґрунтової вологи (10,14-15,40%). Частка використаної ґрунтової вологи

зростала у варіанті з оранкою на глибину 28-30 см.

3. Максимальна ефективність використання вологи посівами кукурудзи цукрової за сумарного водоспоживання 2771 м<sup>3</sup>/га спостерігається при поєднанні агротехнічних елементів: оранки на глибину 20-22 см, фону живлення N<sub>120</sub>P<sub>120</sub>, загушення рослин 65 тис/га, що виражається у мінімальних значеннях коефіцієнту водоспоживання — 198 і 254 м<sup>3</sup>/т товарних качанів у обгортах і без них, відповідно. Зріджені та надмірно загущені посіви культури, недостатній агрофон, глибокий основний обробіток ґрунту призводили до зниження ефективності використання води кукурудзою цукровою.

4. На основі кореляційно-регресійного аналізу даних сумарного водоспоживання було розроблено моделі його залежності від реалізації технологічних факторів ( $\Sigma v = 2635,8034e^{(0,0015X)}$ ), взаємозв'язку врожайності культури з величиною водоспоживання ( $Y = 5652,66 \times 10^{-10} e^{(0,00598X)}$ ), тощо.

5. Вивчення умовного споживання посівами кукурудзи цукрової рухомих сполук азоту та фосфору засвідчило вищу інтенсивність їх засвоєння з шару ґрунту 0-30 см за оранки на глибину 20-22 см (в середньому, на 0,3 мг/кг ґрунту за кожним елементом), а з шару 30-50 см — за оранки на глибину 28-30 см (в середньому, на 1,0 і 1,7 мг/кг ґрунту за азотом і фосфором, відповідно).

6. Максимальний сумарний винос кукурудзою цукровою рухомих сполук азоту та фосфору на одиницю врожаю з шарів ґрунту 0-30 і 30-50 см виявлено у варіантах без внесення мінеральних добрив: 7,9-8,1 і 5,5-7,1 кг/т товарних качанів азоту і фосфору, відповідно. Найбільш раціональне використання поживних речовин посівами культури забезпечив варіант із таким поєднанням агротехнічних елементів: оранка на глибину 20-22 см, фон живлення N<sub>120</sub>P<sub>120</sub>. Тут кукурудзою цукровою було використано сумарно з шарів ґрунту 0-30 і 30-50 см 6,9 і 4,9 кг/т товарних качанів азоту та фосфору, відповідно.

7. Найвищу окупність 1 кг діючої речовини мінеральних добрив урожаєм кукурудзи цукрової відзначено за оранки на глибину 20-22 см, фону живлення N<sub>60</sub>P<sub>60</sub> та загушення рослин 65 тис/га — 167,17 і 127,83 кг товарних качанів у обгортках і без них, відповідно.

8. Максимальна відносна прибавка врожаю від мінеральних добрив відзначена за їх внесення дозою  $N_{60}P_{60}$  під основний обробіток ґрунту на глибину 20-22 см за густоти стояння рослин культури 65 тис/га, і склала 4,66-5,98 т/га порівняно з варіантом без внесення мінеральних добрив. При цьому абсолютна прибавка врожаю виявилася найбільшою за оранки на глибину 20-22 см, загушення 65 тис/га і подвійному фоні живлення, і склала 7,92-9,95 т/га.

9. Максимальна економічна ефективність виробництва товарних качанів кукурудзи цукрової в дослідках була за оранки на глибину 20-22 см, фону живлення  $N_{120}P_{120}$  та густоти стояння рослин 65 тис/га, що забезпечувало 93,03 тис. грн прибутку з 1 га посівів за рівня рентабельності 244,02%.

10. Максимально ефективним з енергетичної точки зору виявився варіант із оранкою на глибину 20-22 см, фоном живлення  $N_{120}P_{120}$  і загушенням рослин 65 тис/га: приріст енергії склав 23249,5 Мдж/га, а коефіцієнт енергетичної ефективності — 2,44.

Основні результати розділу опубліковані у працях [88, 89, 96, 191].



## ВИСНОВКИ

1. Краплинне зрошення водою II класу якості негативно впливає на меліоративний стан ґрунту. Оранка на глибину 28-30 см знижує інтенсивність негативних меліоративних процесів у шарі ґрунту 0-50 см: акумуляції загальних солей — на 0,010%, токсичних — на 0,013%, катіонів натрію — на 0,21 мг-екв/100 г ґрунту, підлуження — на 0,17 одиниць рН. Вищий початковий вміст солей і токсичних катіонів натрію у ґрунті за оранки на глибину 28-30 см нівелює вищезазначені переваги.

2. Істотно кращі водно-фізичні властивості ґрунту від сходів до збирання врожаю культури формувалися за оранки на глибину 28-30 см: щільність складення орного шару 1,19-1,28 г/см<sup>3</sup>, шпаруватість 51,06-54,72%, водопроникність 3,71-2,69 мм/хв., відповідно.

3. Збільшення глибини оранки та внесення мінеральних добрив істотно зменшували інтенсивність виділення ґрунтом вуглекислоти: на 25,9 і 46,4 мг СО<sub>2</sub>/м<sup>2</sup>×год., відповідно. Крім того, мінеральні добрива пригнічували життєдіяльність целюлоторозкладаючих бактерій в 1,7 рази. Глибина оранки не впливала на їх активність.

4. Оптимальною тривалістю вегетації характеризувалися рослини кукурудзи цукрової за внесення мінеральних добрив дозою N<sub>120</sub>P<sub>120</sub> і густоти стояння рослин 65 тис/га — 78,7 і 79,6 діб за оранки на глибину 20-22 і 28-30 см, відповідно. Збільшення глибини оранки сприяло кращому росту кукурудзи цукрової у варіантах без внесення мінеральних добрив. Загущення рослин до 80 тис/га призводило до неприродного витягування рослин (понад 190 см). Оптимальну висоту рослини культури мали за густоти стояння рослин 50-65 тис/га на фоні живлення N<sub>120</sub>P<sub>120</sub>. Максимальним середньодобовим приростом характеризувалися рослини кукурудзи цукрової за оранки на глибину 20-22 см, фону живлення N<sub>120</sub>P<sub>120</sub>, загущення рослин 80 тис/га — 2,93 см.

5. Максимальна площа листової поверхні рослини кукурудзи цукрової формувалася за оранки на глибину 20-22 см, фону живлення N<sub>120</sub>P<sub>120</sub>, загущення



рослин 35 тис/га — 5690 см<sup>2</sup> на початку МВС зерна. Збільшення густоти стояння рослин і глибини оранки (крім неудобреного агрофону) зменшувало площу асиміляційного апарату. Мінеральні добрива позитивно впливали на даний показник. Максимальний листковий індекс і фотосинтетичний потенціал посівів кукурудзи цукрової забезпечували оранка на глибину 20-22 см, фон живлення N<sub>120</sub>P<sub>120</sub>, загущення рослин 80 тис/га — 3,72 і 1,08 млн м<sup>2</sup>/га за добу на початку МВС зерна культури, відповідно.

6. Найкращі показники структури врожаю культури сформувалися за оранки на глибину 20-22 см, фону живлення N<sub>120</sub>P<sub>120</sub> і загущення рослин 35 тис/га, а саме: вихід зерна з товарного качана — 445,2 шт.; розміри товарного качана без обгортки — 17,6 в довжину та 4,8 см в діаметрі; маса товарного качана в обгортці 229,0, без обгортки — 179,3 г; маса зерна з товарного качана — 82,50 г; кількість товарних качанів на 100 рослин культури — 119,83 шт., тощо. Урожайність товарних качанів кукурудзи цукрової суттєво залежала від усіх досліджуваних агротехнічних елементів, причому максимальна частка впливу належала мінеральним добривам, мінімальна — глибині оранки. Найвищу урожайність культури одержали за оранки на глибину 20-22 см, фону живлення N<sub>120</sub>P<sub>120</sub> і загущення рослин 65 тис/га, а саме: 14,00 т/га товарних качанів в обгортках і 10,93 т/га без них, відповідно. Урожайність силосної маси кукурудзи цукрової за вищезазначеної технології вирощування становила 42,25 т/га. На варіанті без внесення мінеральних добрив збільшення глибини оранки суттєво поліпшувало продуктивність культури.

7. Досліджувані агротехнічні елементи не впливали на товщину перикарпію зерна кукурудзи цукрової. Максимальні маса 1000 зерен культури, загальний вміст цукрів і сухої речовини були одержані за оранки на глибину 20-22 см, фону живлення N<sub>120</sub>P<sub>120</sub> і загущення рослин 35 тис/га: 185,27 г, 4,65% і 34,56%, відповідно. Збільшення глибини основного обробітку ґрунту, надмірне загущення посівів культури та дефіцит елементів живлення призводять до суттєвого погіршення якості продукції кукурудзи цукрової.

8. За допомогою математичних методів було розроблено моделі врожайності товарних качанів кукурудзи цукрової без обгорток залежно від досліджуваних елементів агротехнології, які характеризуються високою (понад 90%) точністю. Зокрема, лінійна регресійна модель урожайності товарних качанів кукурудзи цукрової без обгорток залежно від досліджуваних факторів:

$$Y = 4,0270 - 0,0972X_1 + 0,0436X_2 + 0,0265X_3,$$

де  $X_1$  — глибина оранки, см;  $X_2$  — фон живлення, кг/га;  $X_3$  — загущення рослин, тис/га.

9. Сумарне водоспоживання кукурудзи цукрової залежно від агротехнології коливалося в межах 2583-2786 м<sup>3</sup>/га. Збільшення глибини оранки, дози внесення мінеральних добрив і загущення рослин підвищували його величину. Мінімальний коефіцієнт водоспоживання забезпечила оранка на глибину 20-22 см, фон живлення N<sub>120</sub>P<sub>120</sub> і загущення рослин 65 тис/га — 198 і 254 м<sup>3</sup>/т товарних качанів кукурудзи цукрової у обгортках і без них, відповідно. Завдяки кореляційно-регресійному аналізу даних було розроблено математичні моделі сумарного водоспоживання кукурудзи цукрової при краплинному зрошенні.

10. Оранка на глибину 28-30 см підвищує умовне споживання азоту на 0,2, фосфору на 0,4 мг/кг ґрунту. Внесення мінеральних добрив дозою N<sub>60</sub>P<sub>60</sub> та N<sub>120</sub>P<sub>120</sub> збільшує умовне споживання з шару 0-50 см азоту на 4,1 і 7,0, та фосфору на 3,3 і 4,9 мг/кг ґрунту, відповідно. Найбільш раціональне використання кукурудзою цукровою поживних речовин з ґрунту забезпечує оранка на глибину 20-22 см, фон живлення N<sub>120</sub>P<sub>120</sub>: сумарно з шарів ґрунту 0-30 і 30-50 см азоту — 6,9, фосфору — 4,9 кг/т. Максимальна ефективність мінеральних добрив за їх окупністю та прибавкою врожаю була за оранки на глибину 20-22 см, фону живлення N<sub>120</sub>P<sub>120</sub> та загущення рослин 65 тис/га.

11. Максимальну економіко-енергетичну ефективність виробництва кукурудзи цукрової забезпечила оранка на глибину 20-22 см, фон живлення N<sub>120</sub>P<sub>120</sub> та загущення рослин 65 тис/га: рівень рентабельності 244,02%; коефіцієнт енергетичної ефективності — 2,44.

## РЕКОМЕНДАЦІ ВИРОБНИЦТВУ

З метою одержання 10-12 т/га товарних качанів кукурудзи цукрової без обгорток за високої економіко-енергетичної ефективності виробництва рекомендуємо вирощувати культуру при краплинному зрошенні (за підтримання вологості ґрунту на рівні 80% НВ в шарі ґрунту 0-30 см до фази 7-8 листків культури та в шарі 0-50 см решту періоду вегетації) в господарствах Степової зони України при дуже низькому вмісті в ґрунті рухомих сполук азоту та середньому — фосфору із застосуванням таких елементів агротехніки:

- полицева оранка на глибину 20-22 см;
- фон живлення  $N_{120}P_{120}$ ;
- загущення рослин 65 тис/га.

Рекомендований агротехнічний комплекс було впроваджено у господарствах Херсонщини, а саме: у фермерському господарстві “Рімма” Горностаївського району в 2016 р. на площі 2,0 га; фермерському господарстві “СМАРАГД ПЛЮС” Великоолександрівського району в 2016 р. на площі 1,0 га; фермерському господарстві “Зоря” Білозерського району в 2016 р. на площі 0,8 га; в установах Південного наукового центру Національної академії наук і Міністерства освіти і науки України, тощо (додатки Ш.1 — Ш.4).

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Абраменко В. Г., Малыченко Л. П. К вопросу биологического изучения сахарной кукурузы. *Сборник трудов Волгоградской опытной станции*. 1963. С. 40—46.
2. Абраменко В. Г., Малыченко Л. П. Особенности биологии и агротехники сахарной кукурузы при орошении в северной части Волго-Ахтубинской поймы. *Пищевая кукуруза*. Москва, 1966. С. 28—32.
3. Агроклиматический справочник по Херсонской области: справочное издание. Ленинград: Гидрометеиздат, 1958. 92 с.
4. Агрокліматичний довідник по Херсонській області (1986-2005 рр.) / за ред. Мельничук С. І., Адаменко Т. І. Одеса: Астропринт, 2011. 205 с.
5. Адаптивні системи землеробства / за ред. В. П. Гудзь. Київ: Центр учбової літератури, 2014. 336 с.
6. Адиняев Э. Д. Возделывание кукурузы при орошении. Москва: Агропромиздат, 1988. 173 с.
7. Андреев С. С., Куперман Ф. М. Физиология кукурузы. Москва: МГУ, 1959. 290 с.
8. Аринушкина Е. В. Руководство по химическому анализу почв. Москва: Изд-во Московского университета, 1970. 488 с.
9. Атлас почв Украинской ССР / под ред. Крупского Н. К., Полупана Н. И. Киев: Урожай, 1979. 160 с.
10. Ахтаева С. М.-Х., Ясулбутаева И. В. Биологическая активность почв северо-западного Прикаспия по градиенту засоления. *Вестник Дагестанского научного центра*. 2014. № 52. С. 40—43.
11. Базилевич Н. И., Панкова Е. И. Опыт классификации почв по содержанию токсичных солей и ионов. *Бюллетень почвенного института им. В. В. Докучаева «Генезис и мелиорация орошаемых почв»*. 1972. Вып. 4. С. 36—40.
12. Балюк С. А., Носоненко О. А., Афанасьев Ю. О. Вплив тривалого

краплинного зрошення водами різної якості на перебіг ґрунтових процесів і режимів. *Краплинне зрошення як основна складова інтенсивних агротехнологій XXI століття: матер. II наук.-практ. конф., Київ, 4 грудн. 2014 р.* Київ, 2014. С. 76—77.

13. Балюк С. А., Носоненко О. А., Захарова М. А., Воротинцева Л. І., Дрозд О. М., Афанасьєв Ю. О. Удосконалена система оцінювання якості природних поливних вод. *Вода і робочі місця: матер. Всеукраїнської наук.-практ. конф., присвяченої Всесвітньому дню води, Київ, 22 березн. 2016 р.* Київ, 2016. С. 13—14.

14. Бикін А., Тарасенко О. Фізичні властивості темно-сірого опідзоленого ґрунту і динаміка росту рослин кукурудзи за прямої сівби. *Вісник Львівського національного аграрного університету. Серія: Агронімія.* 2014. № 18. С. 47—52.

15. Бойко П. І. Кукурудза в інтенсивних сівозмінах. Київ: Урожай, 1990. 142 с.

16. Болотских А. С. Энциклопедия овощевода. Харьков: Фолио, 2005. 799 с.

17. Болотських О. С. Овочі України. Харків: Орбіта, 2001. 1088 с.

18. Больше внимания пищевой кукурузе. *Кукуруза.* 1967. № 9. С. 24—31.

19. Брижак В. В. Капельное орошение сахарной кукурузы в сухостепной зоне светло-каштановых почв Нижнего Поволжья: автореф. дис... канд. с.-х. наук: 06.01.02. Саратовский государственный аграрный университет им. Н. И. Вавилова. Саратов, 2008. 24 с.

20. Вадюнина А. Ф., Корчагина З. А. Методы исследования физических свойств почв. Москва: Агропромиздат, 1986. 416 с.

21. Воеводина Л. А. Солевой режим почв при капельном орошении водой повышенной минерализации. *Пути повышения эффективности орошаемого земледелия: научно-практический журнал.* 2010. Вып. 43. С. 22—27.

22. Волков А. А. Агрохимическая эффективность форм фосфорных удобрений при известковании с применением биопрепаратов: автореф. дис...

канд. с.-х. наук: 06.01.04. Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии им. Д. Н. Прянишникова. Москва, 2012. 21 с.

23. Володарский Н. И. Биологические основы возделывания кукурузы. Москва: Агропромиздат, 1986. 189 с.

24. Воронин А. Д. Основы физики почв. Москва: Изд-во Московского университета, 1986. 244 с.

25. Гаврилук В. М., Здольник Н. В., Гопчак В. О. Комора вітамінів. *Насінництво*. 2005. № 2. С. 18—22.

26. Галік О. І., Басюк Т. О. Довідкові дані з клімату України: методичні вказівки для виконання практичних, розрахунково-графічних, курсових робіт, дипломних проектів і магістерських робіт студентами всіх природничих напрямів підготовки та спеціальностей НУВГП денної та заочної форми навчання. Рівне: НУВГП, 2014. 158 с.

27. Гібриди цукрової кукурудзи від Сингенти. *Огородник*. 2013. №3. С. 14.

28. Городній М. М. Агрохімія: підручник. Київ: ТОВ «Арістей», 2008. 935 с.

29. Грицаєнко З. М., Грицаєнко А. О., Карпенко В. П. Методи біологічних та агрохімічних досліджень рослин і ґрунтів. Київ: Нічлава, 2003. 320 с.

30. Грушка Я. Монографія о кукурузе / пер. с чешского. Москва: Колос, 1965. 751 с.

31. Гуляев Б. И. Об измерении фотосинтетически активной радиации. *Физиология растений*. 1963. № 5, Т. 1. С. 513—524.

32. Ґрунти. Визначення рухомих сполук фосфору і калію за модифікованим методом Мачигіна: ДСТУ 4114-2002. [Чинний від 2003-01-01]. Київ: Державний комітет України з питань технічного регулювання та споживчої політики, 2002. III, 7 с.

33. Данилова Ю. В. Формування врожайності та якості продукції цукрової кукурудзи залежно від попередників, способів обробітку ґрунту та строків сівби. *Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України*. 2013. № 5. С. 73—76.

34. Довідник агронома / за ред. Л. Л. Зіневича. Київ: Урожай, 1985. 672 с.
35. Доклады ISAAA. Выпуск 36. ГМ культуры: итоги первых десяти лет — глобальные социально-экономические и экологические последствия. Нью-Йорк, 2006. 124 с.
36. Домашнев П. П., Дзюбецкий Б. В., Костюченко В. И. Селекция кукурузы. Москва: Агропромиздат, 1992. 202 с.
37. Дроздов Н. А. Температура прорастания кукурузы и сроки посева. *Труды Пушкинского сельскохозяйственного института*. Т. XIX. Ленинград, 1949. 234 с.
38. Економічна енциклопедія: у 3 т. / відп. ред. С. В. Мочерний. Київ: Академія, 2000. Т. 1. 864 с.
39. Елисеев А. С. Элементы технологии возделывания сахарной кукурузы в открытом грунте Среднего Предуралья: автореф. дис... канд. с.-х. наук: 06.01.09. Всероссийский научно-исследовательский институт овощеводства. Москва, 2013. 21 с.
40. Ефремова Е. Н. Агрофизические показатели почвы в зависимости от различных обработок почвы. *Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса*. 2013. № 2 (30). С. 1—5.
41. Євтушенко Г. О. Елементи екологічно безпечної технології вирощування цукрової кукурудзи в умовах Сходу України: автореф. дис... канд. с.-г. наук: 06.01.09. Інститут зернового господарства УААН. Дніпропетровськ, 2000. 19 с.
42. Жужукин В. И., Гудова Л. А. Интродукция сахарной (овощной) кукурузы в Нижнем Поволжье. *Бюллетень ботанического сада Саратовского государственного университета*. 2012. Вып. 10. С. 119—123.
43. Жуковский П. М. Культурные растения и их сородичи. Ленинград: Колос, 1971. 752 с.
44. Загальне землеробство / під ред. В. О. Єщенка. Київ: Вища освіта, 2004. 336 с.
45. Загинайло М., Лівандовський А., Таганцова М., Гаврилюк В. Невже



українські фермери не вміють вирощувати цукрову кукурудзу? *Агробізнес сьогодні*. 2014. №10 (281). С. 48—50.

46. Загорко Н. П., Григоренко О. В., Стручаєв М. І. Зміни фізико-хімічних і теплофізичних показників та мікроструктури зерен цукрової кукурудзи при досяганні та зберіганні. *Вісник Українського відділення Міжнародної академії аграрної освіти*. 2014. Вип. 2. С. 245—252.

47. Захарова М. А. Особливості міграції та акумуляції важких металів у зрошуваних агроландшафтах Інгулецької зрошувальної системи. *Агрохімія і ґрунтознавство*. 2015. № 84. С. 105—111.

48. Захист довкілля. Якість природної води для зрошення. Агрономічні критерії: ДСТУ 2730:2015. [Чинний від 2016-01-07]. Київ: УкрНДНЦ, 2016. III, 9 с.

49. Земледелие / Баздырев Г. И. [и др.]. Москва: Колос, 2000. 551 с.

50. Ившин Е. И. Рост, развитие и продуктивность сахарной кукурузы в условиях Алма-Атинской области: автореф. дисс... канд. биолог. наук. Объединенный ученый совет институтов почвоведения, ботаники, микробиологии и вирусологии. Алма-Ата, 1967. 32 с.

51. Инновационные технологии производства новых овощных культур в Ростовской области (салатные линии, пекинская капуста, брокколи, томат-черри, огурец корнишонного типа, сахарная кукуруза): научно-практические рекомендации. Ростов-на-Дону, 2012. 144 с.

52. Іванілов О. С. Економіка підприємства: підручник. Київ: Центр учбової літератури, 2009. 728 с.

53. Іванов І. С. Підвищення якості зерна кукурудзи. Київ: Урожай, 1975. 84 с.

54. Казакова Н. И. Урожайность гибридов сахарной кукурузы в сырьевом конвейере в условиях Северной Лесостепи Зауралья. *АПК России*. 2015. № 72/1. С. 83—86.

55. Капустин А. А. Сахарная кукуруза. *Вестник овощевода*. 2009. №3. С. 8—11.



56. Карайванов Г. П., Михайленко К. Х., Чалык Т. С. Сахарная кукуруза. *Кукуруза и сорго*. 1995. № 5. С. 18—19.
57. Карельсон А. Основные аспекты выращивания сахарной кукурузы. *Овощеводство*. 2011. № 4. С. 28—33.
58. Каталог гібридів кукурудзи Інституту рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН / за ред. Вченої ради Інституту рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН. Харків, 2013. 68 с.
59. Кашманов А. А. Свет и развитие растений. Москва: Сельхозгиз, 1963. 354 с.
60. Кивер В. Ф., Конопля Н. И., Семеняка И. Н. Сахарная кукуруза в Присивашье. *Кукуруза и сорго*. 1993. № 6. С. 12—14.
61. Кирдяйкин А. Ф., Шушенов Б. М. Густота посевов и продуктивность. *Кукуруза и сорго*. 1993. № 3. С. 15—16.
62. Кирик Н., Пиковский М. Бурая пятнистость или гельминтоспориоз кукурузы. *Овощеводство*. 2011. № 5. С. 54—56.
63. Ківер В. Х., Конопля М. І., Семеняка І. М. Біологічні особливості вирощування цукрової кукурудзи для дитячого та дієтичного харчування. *Кукурудза харчова та кормова*. Луганськ, 1999. С. 33—37.
64. Ківер В. Х., Конопля М. І., Семеняка І. М. Основні прийоми і засоби підвищення врожайності цукрової кукурудзи в умовах зрошення. *Вісник аграрної науки*. 1996. № 5. С. 99—105.
65. Клімова О. Є. Вихідний матеріал для гетерозисної селекції цукрової кукурудзи в умовах Північного Степу України: автореф. дис... канд. с.-г. наук: 06.01.05. Інститут зернового господарства УААН. Дніпропетровськ, 2005. 25 с.
66. Клімова О. Є., Тимчук С. М. Вміст цукрів в зерні цукрової кукурудзи при гібридизації джерел різних ендоспермових мутацій. *Селекція і насінництво*. 2012. Вип. 101. С. 207—213.
67. Клімова О. Є., Аргунова К. В. Врожайність та адаптивна здатність гібридів цукрової кукурудзи на суходолі та при зрошенні в Степу України. *Бюлетень Інституту зернового господарства*. 2010. № 38. С. 92—96.

68. Клімова О. Є., Плеханова Т. Ф., Аргунова К. В. Реакція гібридів кукурудзи цукрової на агроекологічні умови вирощування та їх селекційна цінність. *Агроекологічний журнал*. 2011. № 4. С. 86—91.

69. Ключко П. Ф., Руссол Н. М., Григорьев Л. Г. Кукуруза на Одесщині. Одесса: Маяк, 1972. 112 с.

70. Коваль А., Дідух Н. Господарсько-товарознавча оцінка районованих в Україні сортів кукурудзи цукрової. *Товари і ринки*. 2014. № 2. С. 61—69.

71. Кожухарь В. С. Сахарная кукуруза — ценная пищевая культура. *Кукуруза*. 1979. № 12. С. 18—19.

72. Конопля М. І., Маслійов С. В., Шевченко В. А. Агроекологічні аспекти вирощування кукурудзи на харчові потреби. *Збірник наукових праць ЛНАУ*. 2004. № 36 (48). С. 50—55.

73. Конопля Н. И., Евтушенко Г. А. Кукуруза для пищевых целей. *Вісник ЛДП*. 1997. №4. С. 44—45.

74. Конопля Н. И., Семеняка И. Н. Продуктивность сахарной кукурузы в основных и поукосных посевах и сроки её посева. *Бюллетень Института кукурузы*. 1994. № 78. С. 13—16.

75. Костяков А. Н. Основы сельскохозяйственной мелиорации. Москва: Сельхозгиз, 1960. 662 с.

76. Котенко М. Е., Гаджиева Э. М. Исследование зависимости состояния микробного сообщества от свойств засоленных почв. *Мониторинг: наука и технологии*. 2012. № 2 (11). С. 26—29.

77. Кретьова М. В. Орошение и урожай сахарной кукурузы. *Кукуруза*. 1970. № 5. С. 24.

78. Кроссон Ф., Туссен-Феррейроль Ж. Болезни кукурузы. *Зерно*. 2012. №6. С. 62—63.

79. Кузюбердін Р., Бомба М. Урожайність цукрової кукурудзи залежно від площі живлення в умовах Західного Лісостепу. *Студентська молодь і науковий прогрес в АПК: міжнар. студ. наук. форуму, 18-21 вересн. 2012 р.: тези доп.* Львів, 2012. С. 40—41.

80. Кукурудза харчова (технологічні аспекти вирощування) / Якунін О. П. [та ін.]. Вінниця, 2016. 208 с.
81. Кукурудза цукрова — гібриди, технологія вирощування, насінництво : науково—методичні рекомендації / Пащенко Ю. М. [та ін.]. Дніпропетровськ: Інститут зернового господарства НААН України, 2010. 24 с.
82. Куперман Ф. М. Закономерности индивидуального развития растений в зависимости от условий выращивания и внешней среды. Москва: МГУ, 1963. 240 с.
83. Лавренко Наталія Миколаївна. Урожайність та якість зерна нуту залежно від технологічних прийомів вирощування за різних умов зволоження: дис. ... канд. с.-г. наук: 06.01.02. Херсонський державний аграрний університет. Херсон, 2015. 223 с.
84. Ланге К. П. Сортоизучение сахарной кукурузы в Среднем Поволжье. *Кукуруза*. 1968. № 6. С. 30.
85. Литвинов С. С. Методика полевого опыта в овощеводстве. Москва: РАСХН ВНИИО, 2011. 650 с.
86. Лиховид П. В. Висота рослин і швидкість росту кукурудзи цукрової за різних технологій її вирощування. *Досягнення та концептуальні напрями розвитку сільськогосподарської науки в сучасному світі: матер. всеукраїнської наук.-практ. конф. до 80-ти річчя від дня заснування ДДС ІОБ НААН, 21 листоп. 2016 р., с. Олександрівка, Дніпропетровська область*. Вінниця: ТОВ “Нілан-ЛТД”, 2016. С. 89—91.
87. Лиховид П. Водно-фізичні властивості ґрунту на посівах кукурудзи цукрової залежно від глибини його основного обробітку. *Техніка і технології АПК*. 2017. № 1 (88). С. 26—29.
88. Лиховид П. В. Ефективність використання мінеральних добрив кукурудзою цукровою залежно від агротехніки її вирощування при зрошенні. *Таврійський науковий вісник: Науковий журнал*. 2016. Вип. 95. С. 62—66.
89. Лиховид П. Ефективність краплі. *The Ukrainian Farmer*. 2017. № 1 (85). С. 94.

90. Лиховид П. В. Индекс листовой поверхности кукурузы сахарной в зависимости от агротехнического комплекса. *Досягнення та концептуальні напрями розвитку сільськогосподарської науки в сучасному світі: матер. всеукраїнської наук.-практ. конф. до 80-ти річчя від дня заснування ДДС ІОБ НААН, 21 листоп. 2016 р., с. Олександрівка, Дніпропетровська область. Вінниця: ТОВ “Нілан-ЛТД”, 2016. С. 94—95.*

91. Лиховид П. В. Інтенсивність виділення вуглекислого газу темно-каштановим ґрунтом на посівах кукурудзи цукрової за краплинного зрошення. *Досягнення та концептуальні напрями розвитку сільськогосподарської науки в сучасному світі: матер. всеукраїнської наук.-практ. конф. до 80-ти річчя від дня заснування ДДС ІОБ НААН, 21 листоп. 2016 р., с. Олександрівка, Дніпропетровська область. Вінниця: ТОВ “Нілан-ЛТД”, 2016. С. 91—93.*

92. Лиховид П. Основний обробіток ґрунту як фактор продуктивності кукурудзи цукрової. *Інноваційні технології та інтенсифікація розвитку національного виробництва: матер. III міжнар. наук.-практ. конф., 20-21 жовтн. 2016 р., м. Тернопіль. Тернопіль: Крок, 2016. Ч. 1. С. 68—70.*

93. Лиховид П. В. Перспективы использования кукурузы сахарной в кормопроизводстве. *Пути повышения эффективности орошаемого земледелия: научно-практический журнал. 2016. Вып. 1 (61). С. 213—215.*

94. Лиховид П. В. Продолжительность вегетационного периода кукурузы сахарной в зависимости от агротехники. *Пути повышения эффективности орошаемого земледелия: научно-практический журнал. 2017. Вып. 1 (65). С. 248—251*

95. Лиховид П. В. Урожайність товарних качанів кукурудзи цукрової залежно від агротехніки в зрошуваних умовах Сухого Степу України. *Таврійський науковий вісник: Науковий журнал. 2015. Вип. 94. С. 42—48.*

96. Лиховид П. В. Энергетическая эффективность выращивания кукурузы сахарной в зависимости от агротехнического комплекса. *Успехи современной науки и образования. 2016. № 11, Т. 8. С. 22—24.*

97. Лиховид П. В., Ушкаренко В. А. Мелиоративное состояние почвы в

зависимости от глубины ее основной обработки на посевах кукурузы сахарной. *SCI-ARTICLE: электронный периодический рецензируемый научный журнал*. 2017. № 42. С. 165—170. URL: <http://sci-article.ru>

98. Лихочвор В. В., Проць Р. Р. Кукурудза. Львів: НВФ "Українські технології", 2002. 48 с.

99. Лосев А. П., Журина Л. Л. Агрометеорология. Москва: Колос, 2001. 297 с.

100. Луканев И. В. Увеличение производства кукурузы на зерно и повышение ее эффективности в хозяйствах Украины. *Кукуруза и сорго*. 1999. № 4. С. 7—10.

101. Лурье Ю. Ю. Аналитическая химия промышленных сточных вод. Москва: Химия, 1984. 448 с.

102. Лысогоров С. Д., Ушкаренко В. А. Орошаемое земледелие. Москва: Колос, 1981. 382 с.

103. Лященко А. И. Продуктивность новых гибридов кукурузы. *Бюллетень ВНИИ кукурузы*. 1993. № 76. С. 22—24.

104. МакМуллин М. Конечно кукуруза есть, да кто такую будет есть? *Зерно*. 2007. № 7. С. 87—89.

105. Малиновский Б. Любителей кукурузы пересаживают на сладкое. *Овощеводство*. 2010. № 8. С. 98—103.

106. Мамалаева А. О., Гасанов Г. Н., Мусаев М. Р. Повышение адаптивного потенциала сахарного сорго к засоленным почвам равнинного Дагестана. *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. 2007. № 1 (27). С. 21—23.

107. Марков И. Стеблевые и корневые гнили сахарной и поп-корновой кукурузы. *Овощеводство*. 2011. № 6. С. 50—55.

108. Маслиёв С. В. Влияние биопрепаратов на рост, развитие и урожайность сахарной кукурузы. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2015. № 4. С. 10—13.

109. Маслиёв С. В., Смелянская Ю. С. Влияние густоты стояния растений

на урожайність пищевих подвидов кукурузи. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. 2013. Вип. 17 (1). С. 206—209.

110. Маслиєв С. В., Курдюкова О. Н. Влияние обработки почвы на засоренность посевов и урожайность пищевых подвидов кукурузы. *Вестник Воронежского государственного аграрного университета*. 2014. № 3 (42). С. 31—34.

111. Маслиєв С. В. Урожайность и качество сахарной кукурузы в зависимости от предшественников, способов обработки почвы и сроков сева. *Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии*. 2015. № 2. С. 35—37.

112. Медведовський О. К., Іваненко П. І. Енергетичний аналіз інтенсивних технологій в сільськогосподарському виробництві. Київ: Урожай, 1988. 208 с.

113. Мелашич А. В., Мелашич Т. А., Дишлюк В. Є. Важкі метали у системі «зрошувальна вода — ґрунт — рослина» при вирощуванні цибулі-ріпки в умовах краплинного зрошення. *Зрошуване землеробство*. 2010. Вип. 53. С. 86—91.

114. Методика дослідної справи в овочівництві і баштанництві / за ред. Г. Л. Бондаренко, К. І. Яковенко. Харків: Основа, 2001. 366 с.

115. Методичні положення та норми виробітку на ручні роботи в рослинництві / Демчак І. М. [та ін.]. Київ: НДІ "Украгропромпродуктивність", 2011. 672 с.

116. Методичні положення та норми продуктивності і витрати палива на вантажно-розвантажувальні роботи / Демчак І. М. [та ін.]. Київ: НДІ "Украгропромпродуктивність", 2013. 328 с.

117. Методичні положення та норми продуктивності і витрати палива на внесенні добрив, хімічний захист сільськогосподарських культур / Вітвіцький В. В. [та ін.]. Київ: НДІ "Украгропромпродуктивність", 2009. 388 с.

118. Методичні положення та норми продуктивності і витрати палива на збиранні сільськогосподарських культур / Пивовар В. С. [та ін.]. Київ: НДІ "Украгропромпродуктивність", 2010. 264 с.

119. Методичні положення та норми продуктивності і витрати палива на збиранні сільськогосподарських культур / Демчак І. М. [та ін.]. Київ: НДІ "Укראгропромпродуктивність", 2014. 272 с.

120. Методичні положення та норми продуктивності і витрати палива на обробіток ґрунту / Демчак І. М. [та ін.]. Київ: НДІ "Укראгропромпродуктивність", 2014. 672 с.

121. Методичні положення та норми продуктивності і витрати палива на сівбі, садінні та догляді за посівами / Пивовар В. С. [та ін.]. Київ: НДІ "Укראгропромпродуктивність", 2010. 192 с.

122. Методичні положення та норми продуктивності і витрати палива на сівбі, садінні та догляді за посівами / Демчак І. М. [та ін.]. Київ: НДІ "Укראгропромпродуктивність", 2014. 184 с.

123. Методы биохимического исследования растений / под ред. А. И. Ермакова. Ленинград: Колос, 1972. 456 с.

124. Мойсейченко В. Ф., Єщенко В. О. Основи наукових досліджень в агрономії: підручник. Київ: Вища школа, 1994. 334 с.

125. Морозов В. В., Козленко Є. В., Морозов О. В. Результати впровадження нового способу покращення якості поливної води Інгулецької зрошувальної системи. *Вода і робочі місця: матер. Всеукраїнської наук.-практ. конф., присвяченої Всесвітньому дню води, Київ, 22 березн. 2016 р.* Київ, 2016. С. 90—91.

126. Назаренко І. І., Польчина С. М., Нікорич В. А. Ґрунтознавство: підручник. Чернівці: Книги-XXI, 2004. 400 с.

127. Наука в Південному регіоні України. Важливі досягнення наукових установ Південного регіону України в галузі фундаментальних, прикладних досліджень та інноваційної діяльності. Вип. XIV / під загальн. ред. ак. НАН України Андронаті С. А. Одеса, 2016. С. 82.

128. Научно обоснованная система земледелия Херсонской области. Херсон: Облполиграфиздат, 1987. 448 с.

129. Ничипорович А. А. Фотосинтез и теория получения высоких



урожаев. Москва: Изд-во АН СССР, 1956. 94 с.

130. Ничипорович А. А. Фотосинтетическая деятельность растений в посевах. Москва: Изд-во АН СССР, 1961. 136 с.

131. Новосёлов С. Мировой рынок сахарной кукурузы. *Экономика сельского хозяйства России*. 2007. № 1. С. 36.

132. Новосёлов С. Н. Анализ современного состояния рынка сахарной кукурузы в США. *Экономический вестник Ростовского государственного университета*. 2007. Т. 5., №2, Ч. 2. С. 221—225.

133. Нормативи повної енергомісткості ресурсів для вирощування основних сільськогосподарських культур / Демчак І. М. [та ін.]. Київ: НДІ "Украгпромпродуктивність", 2011. 160 с.

134. Норми продуктивності та витрати електроенергії і палива на зрошенні сільськогосподарських культур / Вітвіцький В. В. [та ін.]. Київ: НДІ "Украгпромпродуктивність", 2009. 282 с.

135. Норми продуктивності та витрати палива на вантажно-розвантажувальні роботи / Вітвіцький В. В. [та ін.]. Київ: НДІ "Украгпромпродуктивність", 2008. 453 с.

136. Овочівництво відкритого ґрунту: наукове видання / за ред. Г. Л. Бондаренко. Київ: Урожай, 1977. 309 с.

137. Овчаров К. Е. Тайны зеленого растения. Москва: Наука, 1973. 208 с.

138. Окселекно О. М. Удосконалення елементів технології вирощування кукурудзи цукрової в умовах Північної підзони Степу України: автореф. дис... канд. с.-г. наук: 06.01.09. Інститут сільського господарства степової зони НААН України. Дніпропетровськ, 2012. 20 с.

139. Определение щелочногидролизующего азота по Корнфилду. *Агрхимические методы исследования почв*. Москва: Наука, 1975. С. 98—99.

140. Основы опытного дела в растениеводстве / Ещенко В. Е. [и др.]. Москва: Колос, 2009. 268 с.

141. Петров П. В., Посполітак Т. Є., Юркевич Є. О. Агротехнологія і технологічні карти вирощування сільськогосподарських культур: навч.



посібник. Київ: Аграрна освіта, 2009. 268 с.

142. Пиковский М., Кирик Н., Ефимовский С. Защита кукурузы от пыльной головни. *Овощеводство*. 2011. № 9. С. 56—57.

143. Плеханова Т. Ф., Миронюк П. О. Новый среднестиглий сорт кукурузы цукрової Русалка. *Овочівництво і багтанництво*. 2009. Вип. 55. С. 243—247.

144. Плешков К. К., Ткаченко Н. М., Шульгина Л. М. Овощеводство открытого и закрытого грунта: учебник. Киев: Высшая школа, 1991. 351 с.

145. Попов Ф. А. Влияние способов основной обработки клеверного пласта на урожайность яровой пшеницы и ячменя, показатели плодородия дерново-подзолистой почвы: автореф. дис... канд. с.-х. наук: 06.01.01. Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарёва. Саранск, 2013. 15 с.

146. Почвы. Методы определения удельной электрической проводимости, рН и плотного остатка водной вытяжки: ГОСТ 26423-85. [Действует от 1986-01-01]. Київ: Держспоживстандарт України, 2005. 7 с.

147. Почвы. Методы определения катионно-анионного состава водной вытяжки: ГОСТ 26424-85. [Действует от 1986-01-01]. Київ: Держспоживстандарт України, 2005. 39 с.

148. Производство овощных консервов / Левинсон А. С. [и др.]. Москва: Росагропромиздат, 1991. 206 с.

149. Рекомендации по использованию систем нейронных сетей и ГИС-технологий для оценки, пространственного моделирования и прогнозирования показателей плодородия и мелиоративного режима орошаемых земель / Шадских В. А. [и др.]. Энгельс, 2016. 20 с.

150. Розов Л. П. Мелиоративное почвоведение. Москва: Сельхозгиз, 1956. 448 с.

151. Роїк В. М., Рудик О. І. Перспектива селекції сільськогосподарських культур в Україні. *Вісник аграрної науки*. 2006. № 2. С. 5—9.

152. Ромащенко М. І., Корюненко В. М., Каленіков А. Т., Сторчоус В. М.

Мікрозрошення сільськогосподарських культур. *Меліорація і водне господарство*. 2004. Вип. 90. С. 63—86.

153. Ромашенко М. І. Доценко В. І., Онопрієнко Д. М., Шевелєв О. І. Системи краплинного зрошення: навчальний посібник. Київ-Дніпропетровськ, 2007. 172 с.

154. Рослинництво: підручник / за ред. О. І Зінченка. Київ: Аграрна освіта, 2001. 591 с.

155. Русанов Б. Г., Каратаєв Е. С., Бешанов А. В. Настольная книга овощевода. Москва: Агропромиздат, 1989. С. 149—152.

156. Рычкова М. И. Режим орошения и удобрение сахарной кукурузы на обыкновенных черноземах: автореф. дис... канд. с.-х. наук: 06.01.02. Новочеркасская государственная мелиоративная академия. Новочеркасск, 2007. 23 с.

157. Рябков С., Усатая Л. Влияние разных систем удобрения на свойства почв в условиях капельного орошения. *Овощеводство*. 2014. № 6. С. 48—50.

158. Рябков С., Усатая Л. Влияние разных систем удобрения на свойства почв в условиях капельного орошения (Продолжение). *Овощеводство*. 2014. № 7. С. 60—63.

159. Санитарные правила и нормы охраны поверхностных вод от загрязнения: СанПиН № 4630-88. Москва: Министерство здравоохранения СССР. Главное санитарно-эпидемиологическое управление, 1988. 59 с.

160. Семеняка І. М. Біологічні особливості та ефективність вирощування цукрової кукурудзи на зрошуваних землях Присивашся: автореф. дис... канд. с.-г. наук: 06.01.09. УААН. Дніпропетровськ, 1996. 17 с.

161. Сидоренко С. Е., Толорая Т. Р., Ломовской Д. В. Азотные удобрения в повышении урожайности початков сахарной кукурузы на фоне мульчирования междурядий соломой. *Научный журнал КубГАУ*. 2015. № 108 (04). С. 179—189.

162. Сидоренко С. Е. Влияние комплексного водорастворимого удобрения Вермисола и мульчирования междурядий соломой на влажность почвы в посеве сахарной кукурузы. *Научный журнал КубГАУ*. 2015. № 106 (02). С. 1109—1120.

163. Симонов Н. И. Разноглубинная вспашка выщелоченных и карбонатных черноземов под кукурузу и сахарную свеклу в Башкирском Предуралье: автореф. дис... канд. с.-х. наук. Башкирский сельскохозяйственный институт. Уфа, 1963. 26 с.

164. Сич З. Д., Сич І. М. Гармонія овочевої краси та користі. Київ: Арістей, 2005. 192 с.

165. Слепцов Ю. Сахарная кукуруза. Суперсладкая. *Овощеводство*. 2013. № 10. С. 32—36.

166. Словцов Р. И., Борисова Т. Г., Голенева Л. М. Принципы, методы и технологии интегрированной защиты растений. Москва: Издательство РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева, 2008. 248 с.

167. Соколовська І. М., Дем'янова Г. В. Урожайність та якість основної й додаткової продукції харчових підвидів кукурудзи. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2011. № 1. С. 59—62.

168. Сотченко Е. Ф., Конорева Е. А. Исходный материал для создания гибридов сахарной кукурузы. *Кукуруза и сорго*. 2008. № 1. С. 12—15.

169. Спосіб вирощування цукрової кукурудзи на темно-каштановому ґрунті при зрошенні: пат. 34989 Україна. №u200804936; опубл. 26.08.2008, Бюл. № 16. 3 с.

170. Справочник кукурузовода / под ред. Д. Ф. Филева, П. П. Сусидко. Днепропетровск: Промінь, 1973. 260 с.

171. Степанов В. Н. Биологическая классификация сельскохозяйственных растений полевой культуры. Москва: Известия ТСХА, 1957. 125 с.

172. Сторчоус В. М., Сейтумеров Е. Е. Краплинному зрошенню в Криму альтернативи немає. *Краплинне зрошення як основна складова інтенсивних агротехнологій XXI століття: матер. II наук.-практ. конф., Київ, 4 грудн. 2014 р.* Київ, 2014. С. 51—52.

173. Технології та нормативи витрат на вирощування овочевих культур / за ред. П. Т. Саблука, Д. І. Мазоренка, Г. Є. Мазнева. Київ: ННЦ ІАЕ, 2009. 340 с.

174. Технологічні карти та витрати на вирощування сільськогосподарських культур з різним ресурсним забезпеченням / за ред. П. Т. Саблука, Д. І. Мазоренка, Г. Є. Мазнева. Харків: ХНТУСГ, 2006. 725 с.

175. Тимчасові норми водопотреби для краплинного зрошення сільськогосподарських культур в умовах Степу України / Ромащенко М. І. [та ін.]. Київ: ІВПіМ НААН, 2015. 20 с.

176. Типові норми продуктивності і витрат палива на сівбі, садінні та догляді за посівами / Вітвіцький В. В. [та ін.]. Київ: НДІ "Укראгропромпродуктивність", 2005. 544 с.

177. Типові норми продуктивності машин і витрат палива на передпосівному обробітку ґрунту / Вітвіцький В. В. [та ін.]. Київ: НДІ "Укראгропромпродуктивність", 2005. 672 с.

178. Типові норми продуктивності машин і витрати палива на збиранні сільськогосподарських культур / Вітвіцький В. В. [та ін.]. Київ: НДІ "Укראгропромпродуктивність", 2005. 544 с.

179. Типові норми продуктивності на кінно-ручних роботах у рослинництві / Вітвіцький В. В. [та ін.]. Київ: НДІ "Укראгропромпродуктивність", 2005. 736 с.

180. Типові норми продуктивності та витрати палива на тракторно-транспортних роботах / Вітвіцький В. В. [та ін.]. Київ: НДІ "Укראгропромпродуктивність", 2007. 605 с.

181. Ткаліч Ю. І. Оптимізація площі живлення — основа високих урожаїв кукурудзи. *Хранение и переработка зерна*. 2002. № 3 (33). С. 27—29.

182. Ткачева Н. А. Некоторые вопросы возделывания сахарной и лопающейся кукурузы в Ростовской области: автореф. дис... канд. с.-х. наук. Донской ордена Трудового красного знамени сельскохозяйственный институт. Персиановка, 1967. 20 с.

183. Уоллес Г., Брессман Е. Кукуруза и ее возделывание. Москва: Изд-во ин. лит., 1955. 255 с.

184. Ушкаренко В. А. Теоретическое обоснование и агротехнические

условия интенсивного использования орошаемых каштановых почв Юга УССР: автореф. дис... доктора с.-х. наук: 06.01.01. Кишиневский сельскохозяйственный институт им. М. В. Фрунзе. Кишинев, 1976. 44 с.

185. Ушкаренко В. А., Лиховид П. В. Нейронные сети в прогнозировании урожайности сельскохозяйственных культур на основании результатов многофакторных опытов на примере кукурузы сахарной. *Успехи современной науки и образования*. 2017. № 1, Т. 4. С. 174—176.

186. Ушкаренко В. А., Лиховид П. В. Технология выращивания кукурузы сахарной на капельном орошении в условиях Сухой Степи Украины// Современные научные исследования и инновации: электрон. науч.-практ. журнал. 2016. № 11 (67). URL: <http://web.snauka.ru/issues/2016/11/73063> (дата обращения 19.03.2017).

187. Ушкаренко В. О. Зрошуване землеробство. Київ: Урожай, 1994. 328 с.

188. Ушкаренко В. О., Лазер П. Н., Остапенко А. І., Бойко І. О. Методика оцінки біоенергетичної ефективності технології виробництва сільськогосподарських культур. Херсон, 1997. 21 с.

189. Ушкаренко В. О., Вожегова Р. А., Голобородько С. П., Коковіхін С. В. Методика польового досліджу (Зрошуване землеробство): навчальний посібник. Херсон: Грінь Д. С., 2014. 448 с.

190. Ушкаренко В. О., Вожегова Р. А., Голобородько С. П., Коковіхін С. В. Статистичний аналіз результатів польових дослідів у землеробстві. Херсон: Айлант, 2013. 378 с.

191. Ушкаренко В. О., Лиховид П. В. Економічна ефективність вирощування кукурудзи цукрової на краплинному зрошенні залежно від агротехнічного комплексу. *Краплинне зрошення як основна складова інтенсивних агротехнологій XXI століття: матер. III наук.-практ. конф., 8 грудн. 2016 р., м. Київ*. Київ, 2016. С. 9—10.

192. Ушкаренко В. О., Лиховид П. В. Загальний вміст цукрів і сухої речовини в зерні кукурудзи цукрової на початку його молочно-воскової

стиглості залежно від агротехнології. *Таврійський науковий вісник: Науковий журнал*. 2016. Вип. 96. С. 119—123.

193. Ушкаренко В. О., Лиховид П. В. Регресійна модель урожайності кукурудзи цукрової залежно від агротехнології в зрошуваних умовах Сухого Степу України. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. 2016. № 2. С. 31—35.

194. Ушкаренко В. О., Лиховид П. В. Урожайність наземної маси кукурудзи цукрової залежно від глибини основного обробітку ґрунту, фону живлення та загущення рослин при зрошенні. *Онтогенез — стан, проблеми та перспективи вивчення рослин в культурних та природних ценозах: зб. тез міжнар. конф., 10-11 червн. 2016 р., м. Херсон*. Херсон: Колос, 2016. С. 179—180.

195. Ушкаренко В., Лиховид П. Урожайність кукурудзи цукрової залежно від глибини полицевої оранки, фону живлення та густоти стояння рослин за краплинного зрошення. *Техніка і технології АПК*. 2016. № 12 (87). С. 11—14.

196. Ушкаренко В., Лиховид П. Щільність складення ґрунту на посівах кукурудзи цукрової за різної глибини його основного обробітку. *Інтеграційна система освіти, науки і виробництва в сучасному інформаційному просторі: матер. III міжнар. наук.-практ. конф., 19-20 травн. 2016 р., м. Тернопіль*. Тернопіль: Крок, 2016. С. 71—73.

197. Ушкаренко В., Лиховид П., Кіріяк Ю. Перспективи розвитку краплинного зрошення у Херсонській області. *Інноваційні технології та інтенсифікація розвитку національного виробництва : матер. II міжнар. наук.-практ. інтернет-конф., 20-21 жовтн. 2015 р.* Тернопіль, 2015. С. 48—50.

198. Філіп'єв І. Д., Грабовецький С. М. Вплив густоти стояння рослин на урожайність цукрової кукурудзи при різних фонах живлення. *Зрошуване землеробство*. 2007. Вип. 47. С. 45—47.

199. Хорешков С. А. Ефективність фертигації за краплинного зрошення кукурудзи цукрової в Південному Степу України. *Краплинне зрошення як основна складова інтенсивних агротехнологій XXI століття: матер. II наук.-*

*практ. конф., Київ, 4 грудн. 2014 р.* Київ, 2014. С. 93—95.

200. Циков В. С., Матюха Л. А. Интенсивная технология возделывания кукурузы. Москва: Агропромиздат, 1989. 173 с.

201. Циков В. С., Конопля Н. И., Маслиёв С. В. Кукуруза на пищевые и лекарственные цели: производство, использование. Луганск: изд-во «Шико», ООО «Виртуальная реальность», 2013. 232 с.

202. Циков В. С. Технология, гибриды, семена (советы кукурузоводу). Днепропетровск, 1995. 64 с.

203. Циков В. С. Кукурудза — на харчові й промислові цілі. *Пропозиція*. 1998. №7. С. 20—23.

204. Черчель В. Ю. Кукурудза. Перспективи селекції та розвитку насінництва. *Насінництво*. 2007. № 7. С. 9—10.

205. Чирков Ю. И. Агрометеорологические условия и продуктивность кукурузы. Ленинград: Гидрометеиздат, 1969. 251 с.

206. Шатковский А., Черевичный Ю., Павловский В. Технология выращивания сахарной кукурузы на капельном орошении. *Овощеводство*. 2010. № 2. С. 53—56.

207. Шатковский А., Черевичный Ю., Павловский В. Технология выращивания сахарной кукурузы на капельном орошении (Продолжение). *Овощеводство*. 2010. № 3. С. 70—74.

208. Шатковський А. П. Наукові основи інтенсивних технологій краплинного зрошення просапних культур в умовах Степу України: автореф. дис... доктора с.-г. наук: 06.01.02. Херсонський державний аграрний університет. Херсон., 2016. 45 с.

209. Шатковський Андрій Петрович. Наукові основи інтенсивних технологій краплинного зрошення просапних культур в умовах Степу України: дис... доктора с.-г. наук: 06.01.02. Київ, 2016. 496 с.

210. Шевченко В. А. Біологічні особливості та ефективність способів конвеєрного вирощування цукрової кукурудзи: автореф. дис... канд. с.-г. наук: 06.01.09. Інститут рослинництва ім. В. Я. Юр'єва УААН. Харків, 2005. 18 с.



211. Шмараев Г. Е. Кукуруза (Филогения, классификация, селекция). Москва: Колос, 1975. 303 с.
212. Шмараев Г. Е. Генофонд и селекция кукурузы. Санкт-Петербург: Наука, 1999. 390 с.
213. Шмараев Г. Е. Сахарная кукуруза. Ленинград: Колос, 1970. 52 с.
214. Эльмесов Х. С. Продуктивность новых гибридов и сортов кукурузы в условиях предгорной зоны Кабардино-Балкарии: дис... канд. с.-х. наук: 06.01.09. Кабардино-Балкарский научно-исследовательский институт сельского хозяйства. Нальчик, 2005. 153 с.
215. Энергетическая оценка технологий выращивания овощей в системе земледелия: методические рекомендации. Москва: РАСХН ВНИИО, 2003. 32 с.
216. Якість води для зрошення. Екологічні критерії: ВНД 33-5.5-02-97. Харків: Державний комітет України по водному господарству, 1998. 15 с.
217. Якість природної води для зрошення. Агрономічні критерії: ДСТУ 2730-94. [Чинний від 1995—07—01]. Київ: Держстандарт України. 15 с.
218. Якунін О. П., Окселекно О. М., Заверталюк В. Ф., Беліков Є. І. Агроекономічна ефективність вирощування гібридів кукурудзи цукрової залежно від густоти стояння рослин. *Бюлетень Інституту зернового господарства*. 2011. № 40. С. 85—87.
219. Якунін О. П., Губар О. В., Окселекно О. М. Вологозабезпеченість та врожайність гібридів кукурудзи харчової залежно від густоти стояння рослин. *Бюлетень Інституту зернового господарства*. 2011. № 1. С. 42—46.
220. Якунін О. П., Амброзян Ю. В., Ткаліч Ю. І. Ефективність елементів сортової агротехніки харчової кукурудзи. *Бюлетень Інституту зернового господарства*. 2001. № 15-16. С. 11—14.
221. Янчук А. В. Ефективні елементи технології вирощування кукурудзи цукрової у Правобережному Лісостепу України: автореф. дис. канд. с.-г. наук: 06.01.06. Національний університет біоресурсів і природокористування України. Київ, 2009. 21 с.
222. Янчук А. Конвейерное выращивание сахарной кукурузы.



*Овощеводство*. 2009. № 9. С. 56—59.

223. Ayers R. S., Westcott D. W. Water Quality for Agriculture: FAO Irrigation and Drainage Paper 29, Rev. 1. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1985. 174 p.

224. Bhatt P. S. Response of sweet corn hybrid to varying plant densities and nitrogen levels. *African Journal of Agricultural research*. 2012. No. 7 (46). P. 6158—6166.

225. Bunemann E. K., Schwenke G. D., Van Zwieten L. Impact of agricultural inputs on soil organisms — a review. *Australian Journal of Soil Research*. 2006. No. 44. P. 379—406.

226. Commercial sweet corn production in Georgia / [editor Li C.]. The University of Georgia, 2010. 48 p.

227. Corn: Vegetable crops production guide for the Atlantic provinces / [prepared by the advisory committee on vegetable crops]. 8 p.

228. Diver S., Kuepper G., Sullivan P. Organic sweet corn production: Horticulture production guide. ATTRA, 2001. 28 p.

229. Diver S., Kuepper G., Sullivan P., Adam K. Sweet corn: organic production. ATTRA, 2008. 24 p.

230. Doneen L. D. Notes on Water Quality in Agriculture. *Department of Water Science and Engineering, University of Carolina: Water Science and Engineering*. 1964. P. 400.

231. Dubas A. Znaczenie gospodarcze kukurydzy cukrowej I mozliwosci jej uprawy w Polsce. *Kukurydza. Wyd. spec. Kukurydza cukrowa*. 1996. No. 2 (7). P. 5—6.

232. Fenliang F. Mineral fertilizer alters cellulolytic community structure and suppresses soil cellobiohydrolase activity in a long-term fertilization. *Soil Biology and Biochemistry*. 2012. Vol. 55. P. 70—77.

233. Fletcher A. L. Understanding “Challenger” sweet corn yield, quality and phenology responses to phosphorus: Ph. D. Thesis. Canterbury, 2004. 276 p.

234. Gamal R. Atmosphere modification to control quality deterioration during

storage of fresh sweetcorn cobs and fresh-cut kernels: Ph. D. Thesis. Florida, 2004. 178 p.

235. Gray T. R. G., Williams S. T., Hughes D. E., Rose A. H. Microbial productivity in soil. *Microbes and biological productivity*. 1971. P. 255—280.

236. Idikut L., Arikan B. A., Kaplan M., Guven I., Atalay A. I., Kamalak A. Potential nutritive value of sweet corn as a silage crop with or without corn ear. *Journal of Animal and Veterinary Advances*. 8(4) 2009 P.734—741.

237. Joshi D. M., Kumar A., Agrawal N. Assessment of the irrigation water quality of River Ganga in Haridwar District India. *J. Chem.* 2009. No. 2 (2). P. 285 — 292.

238. Khazaei F., Agha Alikhani M., Yari L., Khandan A. Study the correlation, regression and path coefficient analysis in sweet corn under different levels of plant density and nitrogen rate. *ARPJN Journal of Agricultural and Biological Science*. 2010. Vol. 5, No. 6. P. 14—19.

239. Kruczek A. Nawozenie kukurydzy cukrowej. *Kukurydza. Wyd. spec. Kukurydza cukrowa*. 1996. No. 2 (7). P. 14—15.

240. Kwabiaha A. B. Economic Evaluation of Production Methods for Sweet Corn in a Cool Climate. *Journal of Vegetable Crop Production*. Vol. 10, Issue 2. 2004. P. 73—87.

241. Lal R., Kimble J. M., Follett R. F., Cole C. V. The Potential for US Cropland to Sequester Carbon and Mitigate the Greenhouse Effect. CRC Press, 1998. 144 p.

242. Likhovid P. V. Analysis of the Ingulets irrigation water quality by agronomical criteria. *Success of Modern Science and Education*. 2015. No. 5. P. 10—12.

243. Likhovid P.V. The new way of the irrigation water quality amelioration in the Inhulets'ka irrigation system by using water feed from the Karachuniv's'ke reservoir // Anthropogenic evaluation of modern soils and food production under changing of soil and climatic conditions: proceedings of international scientific and practical e-conference on agriculture and food security, Oct. 29-Nov. 28, 2015. P. 127

—128. DOI: <http://dx.doi.org/10.18551/rjoas.2015.e-conf> (дата звернення: 06.04.2017)

244. Michalojc Z. Wplyw nawozenia i terminu zbioru na plon kukurydzy cukrowej. *Haslo Ogrod.* 1999. No. 6. P. 46—47.

245. Modern Corn and Soybean production / Robert G. Hoelt [et al.]. USA: MCSP Publications, 2000. 353 p.

246. Mohammad A., Abdul R., Rehmat U., Muhammad R. Effect of planting methods, seed density and nitrogen phosphorus (NP) fertilizer levels on sweet corn (*Zea mays* L.). *Journal of Research (Science)*. 2006. Vol. 17, No. 2. P. 83—89.

247. Morris T. F., Hamilton G., Horney S. Optimum plant population for fresh-market sweet corn in the Northeastern United States. *HortTechnology*. 2000. No. 10 (2). P. 331—336.

248. Oktem A., Oktem A. G., Emeklier H. Y. Effect of Nitrogen on Yield and Some Quality Parameters of Sweet Corn. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*. 2010. Vol. 41, Issue 7. P. 832—847.

249. Ondrasek L., Cunderlik J. Effects of organic and mineral fertilizers on biological properties of soil under seminatural grassland. *Plant soil environ.* 2008. No. 54. P. 329—335.

250. Oplanic M., Ilak Persuric A. S., Ban D., Rozman L., Znidarcic D. Economic analysis of different sweet corn varieties production. Slovakia: Stara Lesna, 2008. 4 p.

251. Paul M. Factors affecting the biological control of *Helicoverpa zea* (Boddie) (Lepidoptera: Noctuidae) by *Coleomegilla maculata* (DeGeer) (Coleoptera: Coccinellidae) in sweet corn: Ph. D. Thesis. USA. University of Kentucky, 2006. 122 p.

252. Pearson A. J., Bloomer D. J., Grant M. Impact of tillage system on sweet corn yield and some soil properties. *Agronomy NZ*. 2000. No. 30. P. 139—142.

253. Reicosky D. C., Evans S. D., Cambardella C. A., Allmaras R. R., Wilts A. R., Huggins D. R. Continuous corn with moldboard tillage: residue and fertility effects on soil carbon. *Journal of Soil and Water Conservation*. Vol. 57, No. 5. 2002.

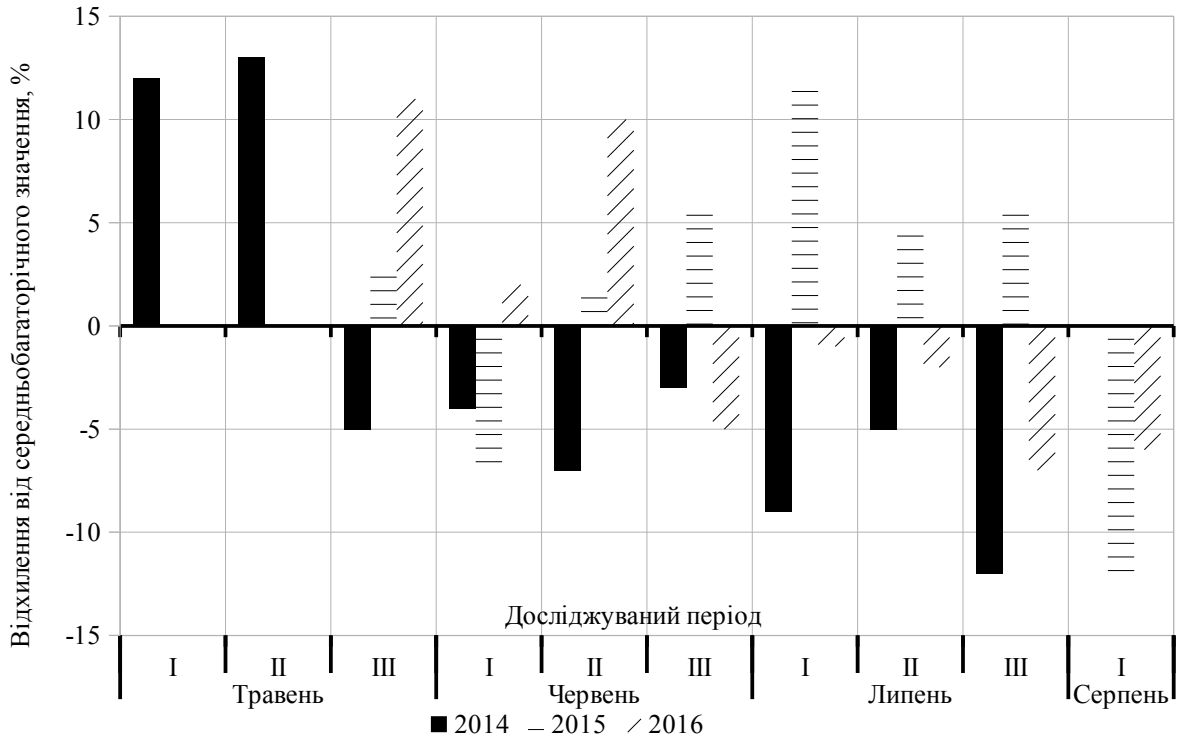
254. Soil respiration: Soil quality kit : guides for educators. USDA-NRCS. 8 p.
255. Sweet corn crop guide / [Syngenta]. 2013. 9 p.
256. Sweet corn information kit / [Queensland Government]. 2005. URL: <http://era.daf.qld.gov.au/1980/5/sweetcorn5.pdf> (дата звернення: 24.03.2017)
257. Sweet corn Nutrient management guide (Western Oregon) / Hart J. M. [et al.]. Oregon State University Extension Service, 2010. 21 p.
258. Szymanek M., Dobrzanski B., Niedziolka I., Rybczynski R. Sweet corn: Harvest and technology, physical properties and quality. Lublin: Polish Academy of Sciences, 2006. 227 p.
259. Waligora H. Agrotechnika kukurydzy cukrowej. *Kukurydza*. 1994. No. 1 (2). P. 28.
260. Waligora H. Stanowisko, roli i siew kukurydzy cukrowej. *Kukurydza. Wyd. spec. Kukurydza cukrowa*. 1996. No. 2 (7). P. 10—11.
261. Waligora H. Uprawa kukurydzy cukrowej. *Haslo Ograd*. 2001. No. 5. P. 62—64.
262. Wilcox L. V. Classification and Use of Irrigation Water. Washington: US Department of Agriculture, Circular No. 969, 1955. P. 19.
263. Yakob M. A., Alimon A. R., Hilmi A. Nutritive evaluation of sweet-corn stover silage for growing lambs. *Towards more efficient, effective and minimal production strategies: Proceedings 15<sup>th</sup> Malaysian Society of Animal Production Conference, 1992*. P. 203—206.

# ДОДАТКИ

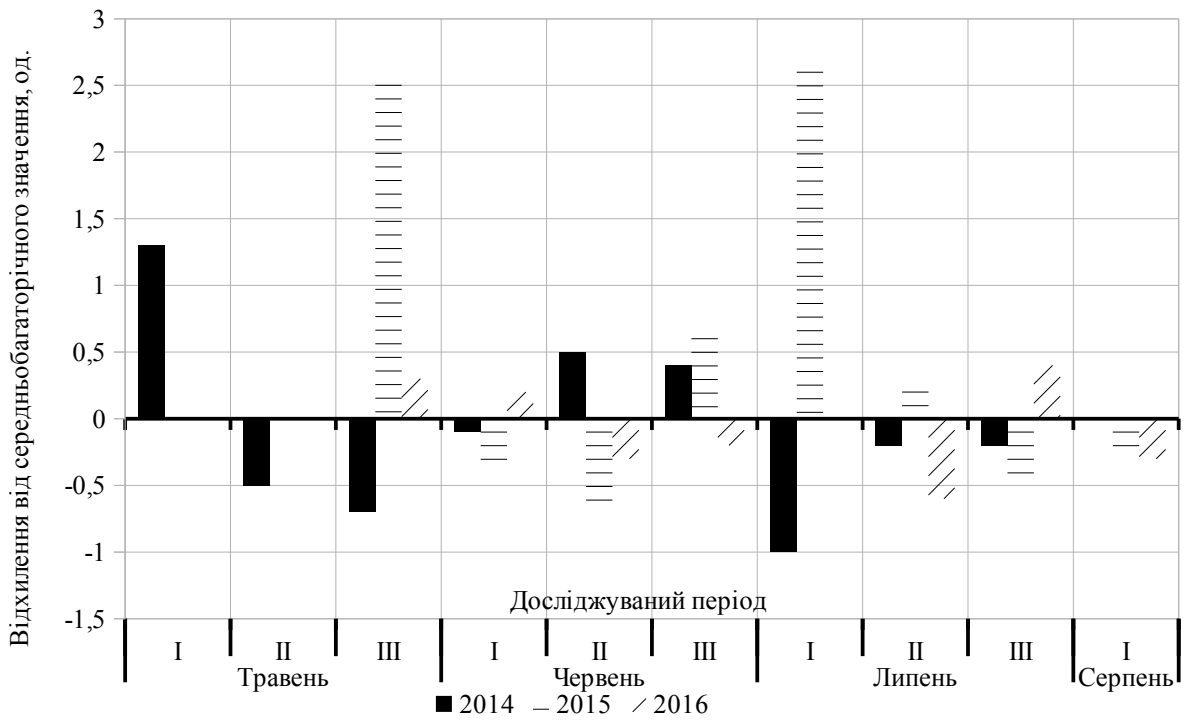
Додаток А.1  
Погодні умови в період проведення досліджень

Місяць	Декада	Температура повітря, °С	Відносна вологість повітря, %	Кількість опадів, мм	ГТК
2014 рік					
Травень	I	13,7	75	33,0	2,4
	II	17,8	75	5,2	0,3
	III	22,2	61	0,0	0,0
Червень	I	22,4	64	13,3	0,6
	II	20,0	58	28,6	1,4
	III	20,0	64	22,5	1,1
Липень	I	23,5	53	0,0	0,0
	II	25,5	56	9,4	0,4
	III	26,1	49	10,0	0,3
2015 рік					
Травень	III	19,6	69	70,7	3,3
Червень	I	21,3	61	7,1	0,3
	II	21,3	67	3,4	0,2
	III	20,0	73	27,8	1,4
Липень	I	22,8	74	84,9	3,7
	II	21,0	66	19,7	0,9
	III	26,0	67	0,0	0,0
серпень	I	26,0	49	0,0	0,0
2016 рік					
Травень	III	18,5	77	20,7	1,0
Червень	I	17,8	70	16,2	0,9
	II	21,9	75	12,8	0,6
	III	26,5	62	14,0	0,5
Липень	I	22,4	61	21,6	1,0
	II	25,8	59	0,0	0,0
	III	25,0	54	24,7	0,9
Серпень	I	26,0	55	0,6	0,0
Багаторічні дані					
Травень	I	14,1	63	15,0	1,1
	II	16,6	62	14,0	0,8
	III	17,4	66	13,0	0,7
Червень	I	19,2	68	13,0	0,7
	II	19,5	65	18,0	0,9
	III	21,2	67	14,0	0,7
Липень	I	21,3	62	22,0	1,0
	II	22,3	61	14,0	0,6
	III	22,1	61	13,0	0,5
Серпень	I	22,4	61	7,0	0,3

Додаток А.2



**Рис. А.2.1. Відхилення середньодекадної відносної вологості повітря протягом вегетації кукурудзи цукрової від середньобогаторічного значення, %**



**Рис. А.2.2. Відхилення середньодекадної величини ГТК протягом вегетації кукурудзи цукрової від середньобогаторічної, од.**



## Інформація про стан якості води Інгулецької зрошувальної системи

2014 рік

Показники якості	Період зрошення культури	Середнє за рік	ГДК
Величина рН	8,33	8,33	6,50-8,50
Завислі речовини, мг/л	37,80	41,68	30-300
Амоній сольовий, мг/л	0,17	0,21	2,00
Нітрити, мг/л	0,026	0,032	3,30
Нітрати, мг/л	1,28	1,20	45,00
Розчинений кисень, мг О <sub>2</sub> /л	9,75	11,97	>4,00
% насичення киснем	119,60	140,98	>50
ХСК, мг О <sub>2</sub> / л	28,55	28,99	15,00
БПК <sub>5</sub> , мг О <sub>2</sub> / л	4,63	4,58	10,00
Лужність, мг-екв/ л	4,30	3,94	0,50-6,50
Жорсткість, мг-екв/ л	11,48	12,14	7,00
Сухий залишок, мг/ л	1484,25	1675,60	1000,00
Сульфати, мг/ л	454,40	492,80	500,00
Хлориди, мг/ л	303,10	355,92	350,00
Кальцій, мг/ л	99,50	104,00	180,00
Магній, мг/ л	79,05	84,40	40,00
Гідрокарбонати, мг/ л	262,30	240,34	219,00
Натрій, мг/ л	233,58	277,26	200,00
Калій, мг/ л	12,27	11,44	50,00
Фосфати, мг/ л	0,015	0,015	45,00
Залізо загальне, мг/ л	0,362	0,320	0,3
Мідь, мг/ л	0,0029	0,0029	0,08-0,20
Цинк, мг/ л	0,0253	0,0234	0,5-1,0
Нікель, мг/ л	0,0338	0,0326	0,08-0,20
Марганець, мг/ л	0,0548	0,0580	0,5-1,0
Нафтопродукти, мг/ л	0,0025	0,0020	0,3
АПАР, мг/ л	0,0553	0,0442	0,1
Цезій-137, пКі/л	2,74	2,19	54,00
Стронцій-90, пКі/л	7,01	5,61	54,00

## Додаток Б.2

## Інформація про стан якості води Інгулецької зрошувальної системи

2015 рік

Показники якості	Період зрошення культури	Середнє за рік	ГДК
Величина рН	8,30	8,35	6,50-8,50
Завислі речовини, мг/л	25,08	25,52	30-300
Амоній сольовий, мг/л	0,028	0,038	2,00
Нітрити, мг/л	0,077	0,063	3,30
Нітрати, мг/л	0,73	0,797	45,00
Розчинений кисень, мг О <sub>2</sub> /л	9,97	9,87	>4,00
% насичення киснем	118,96	112,79	>50
ХСК, мг О <sub>2</sub> / л	34,90	35,77	15,00
БПК <sub>5</sub> , мг О <sub>2</sub> / л	7,02	6,72	10,00
Лужність, мг-екв/ л	3,30	3,33	0,50-6,50
Жорсткість, мг-екв/ л	12,09	12,28	7,00
Сухий залишок, мг/ л	1576,75	1565,17	1000,00
Сульфати, мг/ л	486,30	486,87	500,00
Хлориди, мг/ л	310,42	320,39	350,00
Кальцій, мг/ л	103,00	102,00	180,00
Магній, мг/ л	107,45	102,64	40,00
Гідрокарбонати, мг/ л	201,30	203,33	219,00
Натрій, мг/ л	285,80	280,38	200,00
Калій, мг/ л	13,49	12,64	50,00
Фосфати, мг/ л	0,031	0,027	45,00
Залізо загальне, мг/ л	0,200	0,22	0,3
Мідь, мг/ л	0,0048	0,0045	0,08-0,20
Цинк, мг/ л	0,0203	0,0223	0,5-1,0
Нікель, мг/ л	0,0170	0,0253	0,08-0,20
Марганець, мг/ л	0,0425	0,0532	0,5-1,0
Нафтопродукти, мг/ л	0,0038	0,0040	0,3
АПАР, мг/ л	0,0458	0,0558	0,1
Цезій-137, пКі/л	1,93	1,92	54,00
Стронцій-90, пКі/л	6,72	6,66	54,00

## Інформація про стан якості води Інгулецької зрошувальної системи

2016 рік

Показники якості	Період зрошення культури	Середнє за рік	ГДК
Величина рН	8,23	8,23	6,50-8,50
Завислі речовини, мг/л	24,00	24,00	30-300
Амоній сольовий, мг/л	0,014	0,014	2,00
Нітрити, мг/л	0,018	0,018	3,30
Нітрати, мг/л	1,79	1,79	45,00
Розчинений кисень, мг О <sub>2</sub> /л	8,53	8,53	>4,00
% насичення киснем	97,94	97,94	>50
ХСК, мг О <sub>2</sub> / л	21,53	21,53	15,00
БПК <sub>5</sub> , мг О <sub>2</sub> / л	2,90	2,90	10,00
Лужність, мг-екв/ л	3,60	3,60	0,50-6,50
Жорсткість, мг-екв/ л	12,10	12,10	7,00
Сухий залишок, мг/ л	1556,00	1556,00	1000,00
Сульфати, мг/ л	470,40	470,40	500,00
Хлориди, мг/ л	298,99	298,99	350,00
Кальцій, мг/ л	102,00	102,00	180,00
Магній, мг/ л	85,12	85,12	40,00
Гідрокарбонати, мг/ л	222,65	222,65	219,00
Натрій, мг/ л	265,60	265,60	200,00
Калій, мг/ л	11,16	11,16	50,00
Фосфати, мг/ л	0,023	0,023	45,00
Залізо загальне, мг/ л	0,100	0,100	0,3
Мідь, мг/ л	0,0025	0,0025	0,08-0,20
Цинк, мг/ л	0,0305	0,0305	0,5-1,0
Нікель, мг/ л	0,0240	0,0240	0,08-0,20
Марганець, мг/ л	0,0565	0,0565	0,5-1,0
Нафтопродукти, мг/ л	0	0	0,3
АПАР, мг/ л	0,043	0,043	0,1
Цезій-137, пКі/л	1,86	1,86	54,00
Стронцій-90, пКі/л	6,96	6,96	54,00

## Додаток Б.4

**Якість води Інгулецької зрошувальної системи впродовж всього  
періоду водокористування (агрономічні критерії)**

Показники якості	Роки досліджень				ГДК	
	2014	2015	2016	Середнє	I клас	II клас
Вміст водорозчинних солей, мг/л:					I клас	II клас
- Загальний (мініралізація)	1578	1458	1422	1486	450-1000	2000-3000
- Токсичних	1198	1085	1049	1111		
- Нетоксичних	380	373	373	375		
Концентрація токсичних іонів в еСл, мг-екв/л	12,25	10,96	10,42	11,21	<5	5-25
Відношення $(Na^+ + K^+) / (Ca^{2+} + Mg^{2+} + Na^+ + K^+)$	0,54	0,48	0,49	0,50	0,5-0,7	0,4-0,6
Відношення $Mg^{2+} / Ca^{2+}$	1,35	1,68	1,37	1,47	<1,00	
Вміст хлору, мг-екв/л	10,03	9,02	8,42	9,16	10,00	
Загальна лужність, мг-екв/л	3,94	3,33	3,60	3,62	<3,5	3,5-8,5
Токсична лужність, мг-екв/л	-1,26	-1,77	-1,45	-1,49	<2,0	5,0/7,0*
Показник рН	8,33	8,35	8,23	8,30	6,50-8,50	
Термодинамічні потенціали:						
pNa-0,5pCa	0,71	0,76	0,79	0,75	>1,2	1,2-0,5
pH-pNa	6,48	6,45	6,29	6,41	3-5	5-7
$(pH-pNa) / (pNa-0,5pCa)$	9,13	8,49	7,96	8,55	<4,2	4,2-14
Значення SAR	5,80	4,80	4,70	5,10	2,00-4,00	
Значення SAR <sub>уточнене</sub>	11,60	9,12	9,28	10,00	2,00-4,00	

**Примітка.** \* — значення показника згідно оновленого і введеного в дію у 2016 році ДСТУ 2730:2015.

## Додаток Б.5

**Якість води Інгулецької зрошувальної системи впродовж всього  
періоду водокористування (екологічні критерії)**

Показники якості	Значення показника	ГДК	
		I клас	II клас
1) Загально-екологічні та еколого-гігієнічні, в т. ч.:			
Вміст амонійного азоту, мг/л	0,09	2,0	
Вміст нітратів, мг/л	1,19	45,00	
Вміст нітритів, мг/л	0,04	3,30	
Залізо загальне, мг/л	0,21	0,30	5,00
Марганець, мг/л	0,054	0,500	1,000
Мідь, мг/л	0,004	0,080	0,200
Цинк, мг/л	0,025	0,500	1,000
БПК <sub>5</sub> , мг O <sub>2</sub> /л	4,82	10,0	
2) Еколого-токсикологічні, в т. ч.:			
Хром загальний, мг/л	0,00	0,25	0,60
Нікель, мг/л	0,025	0,080	0,200
Нафтопродукти, мг/л	0,002	0,300	
Детергенти (АПАР), мг/л	0,046	0,100	
Цезій-137, пКі/л	1,97	54,00	
Стронцій-90, пКі/л	6,42	54,00	

## Додаток В.1

**Вміст солей у ґрунті на посівах кукурудзи цукрової залежно від глибини  
його основного обробітку, %**

Глибина оранки, см	Шар ґрунту, см	Час визначення		±Δ
		сходи культури	після збирання врожаю культури	
<b>2014 рік</b>				
20-22	0-30	0,135	0,237	+0,102
	30-50	0,129	0,240	+0,111
	0-50	0,133	0,238	+0,105
28-30	0-30	0,176	0,201	+0,025
	30-50	0,156	0,328	+0,172
	0-50	0,168	0,252	+0,084
<b>2015 рік</b>				
20-22	0-30	0,115	0,126	+0,011
	30-50	0,131	0,154	+0,023
	0-50	0,121	0,137	+0,016
28-30	0-30	0,096	0,104	+0,008
	30-50	0,113	0,128	+0,015
	0-50	0,103	0,114	+0,011
<b>2016 рік</b>				
20-22	0-30	0,110	0,119	+0,009
	30-50	0,120	0,139	+0,019
	0-50	0,114	0,127	+0,013
28-30	0-30	0,122	0,130	+0,008
	30-50	0,131	0,141	+0,010
	0-50	0,126	0,134	+0,008

## Додаток В.2

**Вміст токсичних солей у ґрунті на посівах кукурудзи цукрової залежно від глибини його основного обробітку, %**

Глибина оранки, см	Шар ґрунту, см	Час визначення		±Δ
		сходи культури	після збирання врожаю культури	
<b>2014 рік</b>				
20-22	0-30	0,117	0,215	+0,098
	30-50	0,115	0,206	+0,091
	0-50	0,116	0,211	+0,095
28-30	0-30	0,162	0,179	+0,017
	30-50	0,142	0,296	+0,154
	0-50	0,154	0,226	+0,072
<b>2015 рік</b>				
20-22	0-30	0,061	0,082	+0,021
	30-50	0,093	0,090	-0,003
	0-50	0,074	0,085	+0,011
28-30	0-30	0,080	0,074	-0,006
	30-50	0,092	0,109	+0,017
	0-50	0,085	0,088	+0,003
<b>2016 рік</b>				
20-22	0-30	0,071	0,088	+0,017
	30-50	0,088	0,091	+0,003
	0-50	0,078	0,089	+0,011
28-30	0-30	0,074	0,084	+0,010
	30-50	0,103	0,095	-0,008
	0-50	0,086	0,089	+0,003

## Додаток В.3

## Склад і вміст солей на час сходів культури

Глибина оранки, см	Шар ґрунту, см	Досліджувані солі, %								
		Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	Ca(HCO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	Mg(HCO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	NaHCO <sub>3</sub>	CaSO <sub>4</sub>	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	MgSO <sub>4</sub>	NaCl	MgCl <sub>2</sub>
2014 рік										
20-22	0-30	—	0,0186	—	0,0210	—	0,0781	—	0,0175	—
	30-50	—	0,0138	0,0058	0,0101	—	0,0802	—	0,0187	—
	0-50	—	0,0167	0,0023	0,0166	—	0,0789	—	0,0180	—
28-30	0-30	—	0,0138	0,0022	0,0218	—	0,1207	—	0,0175	—
	30-50	—	0,0138	0,0095	0,0050	—	0,1015	—	0,0175	—
	0-50	—	0,0138	0,0051	0,0151	—	0,1130	—	0,0175	—
2015 рік										
20-22	0-30	—	0,0421	—	—	0,0122	0,0284	0,0192	—	0,0133
	30-50	—	0,0292	—	—	0,0095	0,0781	0,0036	—	0,0114
	0-50	—	0,0369	—	—	0,0111	0,0483	0,0130	—	0,0125
28-30	0-30	—	0,0162	0,0007	—	—	0,0745	0,0012	—	0,0033
	30-50	—	0,0170	—	—	0,0041	0,0866	0,0012	—	0,0038
	0-50	—	0,0165	0,0004	—	0,0016	0,0793	0,0012	—	0,0035
2016 рік										
20-22	0-30	—	0,0405	0,0219	0,0134	—	0,0213	—	0,0140	—
	30-50	—	0,0324	0,0292	0,0168	—	0,0284	—	0,0140	—
	0-50	—	0,0373	0,0248	0,0148	—	0,0241	—	0,0140	—
28-30	0-30	—	0,0486	0,0219	0,0050	—	0,0355	—	0,0117	—
	30-50	—	0,0486	0,0146	0,0101	—	0,0639	—	0,0140	—
	0-50	—	0,0486	0,0190	0,0070	—	0,0469	—	0,0126	—



## Додаток В.4

## Склад і вміст солей після збирання врожаю культури

Глибина оранки, см	Шар ґрунту, см	Досліджувані солі, %								
		Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	Ca(HCO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	Mg(HCO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	NaHCO <sub>3</sub>	CaSO <sub>4</sub>	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	MgSO <sub>4</sub>	NaCl	MgCl <sub>2</sub>
2014 рік										
20-22	0-30	—	0,0219	0,0168	0,0067	—	0,1739	—	0,0175	—
	30-50	0,0042	0,0348	0,0124	0,0370	—	0,1278	—	0,0240	—
	0-50	0,0017	0,0271	0,0150	0,0188	—	0,1555	—	0,0201	—
28-30	0-30	—	0,0219	0,0190	0,0176	—	0,1186	—	0,0234	—
	30-50	—	0,0316	—	—	0,0007	0,2613	—	0,0117	0,0166
	0-50	—	0,0258	0,0114	0,0106	0,0003	0,1757	—	0,0187	0,0066
2015 рік										
20-22	0-30	—	0,0405	0,0124	—	—	0,0490	—	0,0164	0,0038
	30-50	—	0,0567	0,0161	—	—	0,0440	—	0,0257	0,0038
	0-50	—	0,0470	0,0139	—	—	0,0470	—	0,0201	0,0038
28-30	0-30	—	0,0300	0,0073	—	—	0,0497	—	0,0152	0,0014
	30-50	—	0,0186	0,0029	0,0008	—	0,0994	—	0,0064	—
	0-50	—	0,0254	0,0055	0,0003	—	0,0696	—	0,0117	0,0008
2016 рік										
20-22	0-30	—	0,0324	0,0365	0,0017	—	0,0355	—	0,0140	—
	30-50	—	0,0486	0,0292	—	—	0,0426	—	0,0187	—
	0-50	—	0,0389	0,0336	0,0010	—	0,0383	—	0,0159	—
28-30	0-30	—	0,0364	0,0029	—	—	0,0625	0,0072	—	0,0114
	30-50	—	0,0648	0,0087	—	—	0,0639	—	0,0094	0,0133
	0-50	—	0,0478	0,0052	—	—	0,0631	0,0043	0,0038	0,0122

## Додаток В.5

**Катіонно-аніонний склад водної витяжки на час сходів культури,  
мг-екв/100 г ґрунту**

Глибина оранки, см	Шар ґрунту, см	Аніони				Катіони		
		CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>
2014 рік								
20-22	0-30	—	0,48	0,30	1,10	0,23	—	1,65
	30-50	—	0,37	0,32	1,13	0,17	0,08	1,57
	0-50	—	0,44	0,31	1,11	0,21	0,03	1,62
28-30	0-30	—	0,46	0,30	1,70	0,17	0,03	2,26
	30-50	—	0,46	0,30	1,43	0,17	0,13	1,89
	0-50	—	0,46	0,30	1,59	0,17	0,07	2,11
2015 рік								
20-22	0-30	—	0,52	0,28	0,90	0,70	0,60	0,40
	30-50	—	0,36	0,24	1,30	0,50	0,30	1,10
	0-50	—	0,46	0,26	1,06	0,62	0,48	0,68
28-30	0-30	—	0,21	0,07	1,07	0,20	0,10	1,05
	30-50	—	0,21	0,08	1,30	0,27	0,10	1,22
	0-50	—	0,21	0,07	1,16	0,23	0,10	1,12
2016 рік								
20-22	0-30	—	0,96	0,24	0,30	0,50	0,30	0,70
	30-50	—	1,00	0,24	0,40	0,40	0,40	0,84
	0-50	—	0,98	0,24	0,34	0,46	0,34	0,76
28-30	0-30	—	0,96	0,20	0,50	0,60	0,30	0,76
	30-50	—	0,92	0,24	0,90	0,60	0,20	1,26
	0-50	—	0,94	0,22	0,66	0,60	0,26	0,96

## Додаток В.6

**Катіонно-аніонний склад водної витяжки після збирання врожаю  
культури, мг-екв/100 г ґрунту**

Глибина оранки, см	Шар ґрунту, см	Аніони				Катіони		
		CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>
2014 рік								
20-22	0-30	—	0,58	0,30	2,45	0,27	0,23	2,83
	30-50	0,08	1,04	0,41	1,80	0,43	0,17	2,73
	0-50	0,03	0,76	0,34	2,19	0,33	0,21	2,79
28-30	0-30	—	0,74	0,40	1,67	0,27	0,26	2,28
	30-50	—	0,39	0,56	3,77	0,40	0,35	3,97
	0-50	—	0,60	0,46	2,51	0,32	0,30	2,96
2015 рік								
20-22	0-30	—	0,67	0,36	0,69	0,50	0,25	0,97
	30-50	—	0,92	0,52	0,62	0,70	0,30	1,06
	0-50	—	0,77	0,42	0,66	0,58	0,27	1,01
28-30	0-30	—	0,47	0,29	0,70	0,37	0,13	0,96
	30-50	—	0,28	0,11	1,40	0,23	0,04	1,52
	0-50	—	0,39	0,22	0,98	0,31	0,09	1,18
2016 рік								
20-22	0-30	—	0,92	0,24	0,50	0,40	0,50	0,76
	30-50	—	1,00	0,32	0,60	0,60	0,40	0,92
	0-50	—	0,95	0,27	0,54	0,48	0,46	0,82
28-30	0-30	—	0,49	0,24	1,00	0,45	0,40	0,88
	30-50	—	0,92	0,44	0,90	0,80	0,40	1,06
	0-50	—	0,66	0,32	0,96	0,59	0,40	0,95

## Додаток В.7

**Водневий показник рідкої фази ґрунту (рН)**

Глибина оранки, см	Шар ґрунту, см	Час визначення		±Δ
		сходи культури	після збирання врожаю культури	
<b>2014 рік</b>				
20-22	0-30	7,77	8,30	+0,53
	30-50	7,69	8,52	+0,83
	0-50	7,74	8,39	+0,65
28-30	0-30	7,65	8,15	+0,50
	30-50	7,83	7,84	+0,01
	0-50	7,72	8,03	+0,31
<b>2015 рік</b>				
20-22	0-30	7,10	7,42	+0,32
	30-50	7,20	7,65	+0,45
	0-50	7,14	7,51	+0,37
28-30	0-30	7,41	7,65	+0,24
	30-50	7,32	7,29	-0,03
	0-50	7,37	7,51	+0,14
<b>2016 рік</b>				
20-22	0-30	7,90	7,80	-0,10
	30-50	7,90	7,90	0
	0-50	7,90	7,84	-0,06
28-30	0-30	7,90	8,00	+0,10
	30-50	7,90	7,80	-0,10
	0-50	7,90	7,92	+0,02

## Додаток Д.1

**Щільність складення ґрунту на посівах кукурудзи цукрової залежно  
від глибини його основного обробітку, г/см<sup>3</sup>**

Глибина оранки, см (фактор А)	Шар ґрунту, см (фактор В)	Строк визначення (фактор С)	
		сходи культури	після збирання врожаю культури
2014 рік			
20-22	0-10	1,19	1,25
	10-20	1,23	1,32
	20-30	1,28	1,40
	0-30	1,23	1,32
28-30	0-10	1,18	1,25
	10-20	1,22	1,30
	20-30	1,26	1,36
	0-30	1,22	1,30
НІР <sub>05</sub> : факторів А, С — 0,017 г/см <sup>3</sup> ; фактора В — 0,021; комплексної дії факторів АВС — 0,041 г/см <sup>3</sup> .			
2015 рік			
20-22	0-10	1,20	1,26
	10-20	1,24	1,32
	20-30	1,28	1,41
	0-30	1,24	1,33
28-30	0-10	1,19	1,25
	10-20	1,23	1,31
	20-30	1,26	1,38
	0-30	1,23	1,31
НІР <sub>05</sub> : факторів А, С — 0,013 г/см <sup>3</sup> ; фактора В — 0,016; комплексної дії факторів АВС — 0,031 г/см <sup>3</sup> .			
2016 рік			
20-22	0-10	1,10	1,24
	10-20	1,22	1,28
	20-30	1,30	1,34
	0-30	1,21	1,29
28-30	0-10	1,03	1,17
	10-20	1,13	1,24
	20-30	1,23	1,32
	0-30	1,13	1,24
НІР <sub>05</sub> : факторів А, С — 0,031 г/см <sup>3</sup> ; фактора В — 0,038; комплексної дії факторів АВС — 0,086 г/см <sup>3</sup> .			

## Додаток Д.2

**Шпаруватість ґрунту на посівах кукурудзи цукрової залежно від  
глибини його основного обробітку, %**

Глибина оранки, см (фактор А)	Шар ґрунту, см (фактор В)	Строк визначення (фактор С)	
		сходи культури	після збирання врожаю культури
2014 рік			
20-22	0-10	54,73	52,44
	10-20	53,23	49,73
	20-30	51,44	46,89
	0-30	53,13	49,69
28-30	0-10	54,89	52,14
	10-20	53,76	50,49
	20-30	52,35	48,33
	0-30	53,67	50,32
НІР <sub>05</sub> : факторів А, С — 0,59%; фактора В — 0,72; комплексної дії факторів АВС — 1,61%.			
2015 рік			
20-22	0-10	54,27	51,98
	10-20	53,00	49,81
	20-30	51,67	46,67
	0-30	52,98	49,49
28-30	0-10	54,73	52,37
	10-20	53,15	50,19
	20-30	52,35	47,57
	0-30	53,41	50,04
НІР <sub>05</sub> : факторів А, С — 0,47%; фактора В — 0,57; комплексної дії факторів АВС — 1,28%.			
2016 рік			
20-22	0-10	58,02	52,02
	10-20	53,76	51,25
	20-30	50,68	49,40
	0-30	54,15	50,89
28-30	0-10	60,76	55,50
	10-20	57,18	53,00
	20-30	53,34	49,92
	0-30	57,09	52,81
НІР <sub>05</sub> : факторів А, С — 1,17%; фактора В — 1,43; комплексної дії факторів АВС — 3,19%.			

## Додаток Д.3

**Водопроникність ґрунту на посівах кукурудзи цукрової залежно від його обробітку**

2014 рік

Глибина оранки, см	На період сходів культури	Наприкінці вегетації культури
Кількість води, поглинутої ґрунтом за першу годину визначення, м <sup>3</sup> /га		
20-22	2064	1422
28-30	2232	1608
Водопроникність у першу годину визначення, мм/хв.		
20-22	3,44	2,37
28-30	3,72	2,68

**Примітка.** НІР<sub>05</sub>: для періоду сходів культури: 157 м<sup>3</sup>/га; 0,26 мм/хв.; для періоду збирання врожаю: 99 м<sup>3</sup>/га; 0,16 мм/хв.

2015 рік

Глибина оранки, см	На період сходів культури	Наприкінці вегетації культури
Кількість води, поглинутої ґрунтом за першу годину визначення, м <sup>3</sup> /га		
20-22	2046	1410
28-30	2208	1578
Водопроникність у першу годину визначення, мм/хв.		
20-22	3,41	2,35
28-30	3,68	2,63

**Примітка.** НІР<sub>05</sub>: для періоду сходів культури: 128 м<sup>3</sup>/га; 0,22 мм/хв.; для періоду збирання врожаю: 159 м<sup>3</sup>/га; 0,27 мм/хв.

2016 рік

Глибина оранки, см	На період сходів культури	Наприкінці вегетації культури
Кількість води, поглинутої ґрунтом за першу годину визначення, м <sup>3</sup> /га		
20-22	2124	1458
28-30	2238	1650
Водопроникність у першу годину визначення, мм/хв.		
20-22	3,54	2,43
28-30	3,73	2,75

**Примітка.** НІР<sub>05</sub>: для періоду сходів культури: 60 м<sup>3</sup>/га; 0,10 мм/хв.; для періоду збирання врожаю: 99 м<sup>3</sup>/га; 0,17 мм/хв.

## Додаток Е.1

**Інтенсивність дихання ґрунту на посівах кукурудзи цукрової залежно від глибини його обробітку та фону живлення, мг CO<sub>2</sub>/м<sup>2</sup>×год.**

2014 рік

Глибина оранки, см	Фон живлення		
	Без добрив	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	N <sub>120</sub> P <sub>120</sub>
20-22	228,9	214,1	186,5
28-30	192,9	192,9	168,6

**Примітка.** НІР<sub>05</sub>: фактор А — 7,0 мг CO<sub>2</sub>/м<sup>2</sup>×год.; фактор В — 10,6; взаємодія факторів АВ — 15,5 мг CO<sub>2</sub>/м<sup>2</sup>×год.

2015 рік

Глибина оранки, см	Фон живлення		
	Без добрив	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	N <sub>120</sub> P <sub>120</sub>
20-22	287,5	241,6	196,7
28-30	248,0	196,2	178,0

**Примітка.** НІР<sub>05</sub>: фактор А — 9,8 мг CO<sub>2</sub>/м<sup>2</sup>×год.; фактор В — 11,9; взаємодія факторів АВ — 17,8 мг CO<sub>2</sub>/м<sup>2</sup>×год.

2016 рік

Глибина оранки, см	Фон живлення		
	Без добрив	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	N <sub>120</sub> P <sub>120</sub>
20-22	233,5	204,5	194,9
28-30	200,3	190,2	188,4

**Примітка.** НІР<sub>05</sub>: фактор А — 5,8 мг CO<sub>2</sub>/м<sup>2</sup>×год.; фактор В — 6,1; взаємодія факторів АВ — 9,3 мг CO<sub>2</sub>/м<sup>2</sup>×год.



**Ступінь розкладу лляного полотна на посівах кукурудзи цукрової залежно від глибини основного обробітку ґрунту та фону живлення, %**

2014 рік

Глибина оранки, см	Фон живлення		
	Без добрив	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	N <sub>120</sub> P <sub>120</sub>
20-22	55,2	44,5	33,0
28-30	56,6	46,7	34,1

**Примітка.** НІР<sub>05</sub>: фактор А — 7,7%; фактор В — 7,7; взаємодія факторів АВ — 11,8%.

2015 рік

Глибина оранки, см	Фон живлення		
	Без добрив	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	N <sub>120</sub> P <sub>120</sub>
20-22	58,7	46,6	33,5
28-30	60,2	49,3	33,7

**Примітка.** НІР<sub>05</sub>: фактор А — 13,8%; фактор В — 4,9; взаємодія факторів АВ — 10,8%.

2016 рік

Глибина оранки, см	Фон живлення		
	Без добрив	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	N <sub>120</sub> P <sub>120</sub>
20-22	59,5	47,2	33,8
28-30	58,0	49,8	35,1

**Примітка.** НІР<sub>05</sub>: фактор А — 4,4%; фактор В — 4,0; взаємодія факторів АВ — 6,2%.

## Додаток Ж.1

## Дати настання основних фаз росту і розвитку кукурудзи цукрової

2014 рік

Фон живлення	Загушення рослин, тис./га	Фаза росту і розвитку культури			
		3-5 листків	викидання волоті	цвітіння волоті	початок МВС зерна
Глибина оранки 20-22 см					
Без добрив	35	27.05	21.06	25.06	15.07
	50	27.05	21.06	25.06	15.07
	65	27.05	22.06	26.06	17.07
	80	27.05	23.06	27.06	18.07
N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	35	27.05	24.06	28.06	19.07
	50	27.05	24.06	28.06	20.07
	65	27.05	25.06	29.06	22.07
	80	27.05	25.06	29.06	23.07
N <sub>120</sub> P <sub>120</sub>	35	27.05	25.06	29.06	21.07
	50	27.05	25.06	29.06	22.07
	65	27.05	26.06	30.06	23.07
	80	27.05	27.06	01.07	25.07
Глибина оранки 28-30 см					
Без добрив	35	27.05	21.06	25.06	15.07
	50	27.05	21.06	25.06	15.07
	65	27.05	22.06	26.06	17.07
	80	27.05	23.06	27.06	18.07
N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	35	27.05	24.06	28.06	19.07
	50	27.05	24.06	28.06	20.07
	65	27.05	25.06	29.06	22.07
	80	27.05	25.06	29.06	23.07
N <sub>120</sub> P <sub>120</sub>	35	27.05	25.06	29.06	21.07
	50	27.05	25.06	29.06	22.07
	65	27.05	26.06	30.06	23.07
	80	27.05	27.06	01.07	25.07

**Примітка.** Сівбу було проведено 01.05; поява сходів культури відмічалась 14.05

## Додаток Ж.2

## Дати настання основних фаз росту і розвитку кукурудзи цукрової

2015 рік

Фон живлення	Загущення рослин, тис./га	Фаза росту і розвитку культури			
		3-5 листків	викидання вологі	цвітіння вологі	початок МВС зерна
Глибина оранки 20-22 см					
Без добрив	35	15.06	08.07	12.07	31.07
	50	15.06	09.07	13.07	01.08
	65	15.06	09.07	13.07	01.08
	80	15.06	10.07	14.07	03.08
N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	35	15.06	10.07	14.07	03.08
	50	15.06	11.07	15.07	04.08
	65	16.06	13.07	17.07	07.08
	80	16.06	13.07	18.07	08.08
N <sub>120</sub> P <sub>120</sub>	35	15.06	11.07	15.07	05.08
	50	16.06	13.07	17.07	07.08
	65	16.06	13.07	18.07	08.08
	80	16.06	14.07	19.07	10.08
Глибина оранки 28-30 см					
Без добрив	35	15.06	08.07	12.07	31.07
	50	15.06	09.07	13.07	01.08
	65	15.06	09.07	13.07	01.08
	80	15.06	10.07	14.07	03.08
N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	35	15.06	10.07	14.07	03.08
	50	15.06	11.07	15.07	04.08
	65	16.06	13.07	17.07	07.08
	80	16.06	13.07	18.07	08.08
N <sub>120</sub> P <sub>120</sub>	35	15.06	11.07	15.07	05.08
	50	16.06	13.07	17.07	07.08
	65	16.06	13.07	18.07	08.08
	80	16.06	14.07	19.07	10.08

**Примітка.** Сівбу було проведено 22.05; поява сходів культури відмічалась 03.06

## Додаток Ж.3

## Дати настання основних фаз росту і розвитку кукурудзи цукрової

2016 рік

Фон живлення	Загущення рослин, тис./га	Фаза росту і розвитку культури			
		3-5 листків	викидання вологі	цвітіння вологі	початок МВС зерна
Глибина оранки 20-22 см					
Без добрив	35	06.06	05.07	09.07	01.08
	50	08.06	06.07	10.07	02.08
	65	08.06	06.07	10.07	02.08
	80	08.06	07.07	11.07	03.08
N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	35	08.06	09.07	13.07	04.08
	50	08.06	09.07	13.07	04.08
	65	08.06	09.07	13.07	04.08
	80	08.06	10.07	14.07	04.08
N <sub>120</sub> P <sub>120</sub>	35	08.06	10.07	14.07	04.08
	50	08.06	10.07	14.07	04.08
	65	08.06	10.07	14.07	04.08
	80	09.06	11.07	15.07	05.08
Глибина оранки 28-30 см					
Без добрив	35	08.06	09.07	13.07	04.08
	50	08.06	09.07	13.07	04.08
	65	08.06	09.07	13.07	04.08
	80	08.06	10.07	14.07	04.08
N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	35	08.06	10.07	14.07	05.08
	50	08.06	10.07	14.07	05.08
	65	08.06	10.07	14.07	05.08
	80	08.06	11.07	15.07	06.08
N <sub>120</sub> P <sub>120</sub>	35	08.06	11.07	15.07	06.08
	50	08.06	12.07	16.07	06.08
	65	08.06	12.07	16.07	07.08
	80	08.06	13.07	17.07	07.08

**Примітка.** Сівбу було проведено 21.05; поява сходів культури відмічалась 29.05

## Додаток 3.1

**Висота рослин кукурудзи цукрової у фазу 3-5 листків залежно від досліджуваних факторів, см**

Глибина оранки, см (фактор А)	Загущення рослин, тис/га (фактор С)	Фон живлення (фактор В)		
		Без добрив	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	N <sub>120</sub> P <sub>120</sub>
2014 рік				
20-22	35	20,0	22,3	25,6
	50	20,8	22,7	26,1
	65	21,1	23,5	28,4
	80	21,8	24,8	30,0
28-30	35	21,0	22,4	24,9
	50	21,1	23,1	26,0
	65	21,3	24,0	27,9
	80	21,9	25,2	29,8
НІР <sub>05</sub> : фактор А — 1,5 см; фактор В — 0,7; фактор С — 0,7; комплексна дія факторів АВС — 1,9 см.				
2015 рік				
20-22	35	20,2	22,1	24,0
	50	20,3	22,7	25,5
	65	21,3	23,5	25,8
	80	21,7	24,7	26,2
28-30	35	20,9	21,2	24,5
	50	21,0	24,3	25,5
	65	21,2	24,3	26,6
	80	21,7	25,2	27,1
НІР <sub>05</sub> : фактор А — 0,7 см; фактор В — 0,5; фактор С — 0,4; комплексна дія факторів АВС — 1,2 см.				
2016 рік				
20-22	35	25,0	28,0	31,2
	50	25,2	30,0	33,5
	65	26,0	32,0	34,0
	80	29,0	34,0	34,1
28-30	35	25,0	30,0	31,0
	50	25,5	31,0	33,5
	65	26,0	34,0	35,0
	80	30,0	35,0	36,0
НІР <sub>05</sub> : фактор А — 0,4 см; фактор В — 0,6; фактор С — 0,5; комплексна дія факторів АВС — 1,3 см.				

## Додаток 3.2

**Висота рослин кукурудзи цукрової у фазу викидання волоті залежно  
від досліджуваних факторів, см**

Глибина оранки, см (фактор А)	Загушення рослин, тис/га (фактор С)	Фон живлення (фактор В)		
		Без добрив	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	N <sub>120</sub> P <sub>120</sub>
2014 рік				
20-22	35	112,0	130,0	138,8
	50	115,3	133,3	143,2
	65	121,9	137,2	149,9
	80	125,3	142,0	156,3
28-30	35	116,8	130,3	134,6
	50	121,2	131,4	138,2
	65	127,5	135,3	145,0
	80	130,0	140,0	152,2
НІР <sub>05</sub> : фактор А — 2,0 см; фактор В — 1,9; фактор С — 1,4; комплексна дія факторів АВС — 4,0 см.				
2015 рік				
20-22	35	113,7	127,0	139,7
	50	118,5	129,7	144,0
	65	122,5	135,5	149,0
	80	125,0	137,0	151,0
28-30	35	118,0	124,8	134,4
	50	124,0	128,6	139,6
	65	127,0	131,9	142,7
	80	130,0	135,4	147,5
НІР <sub>05</sub> : фактор А — 1,4 см; фактор В — 2,3; фактор С — 1,4; комплексна дія факторів АВС — 4,1 см.				
2016 рік				
20-22	35	108,0	137,8	144,2
	50	112,2	142,2	148,7
	65	116,6	144,3	155,2
	80	122,9	147,2	161,1
28-30	35	125,0	130,9	132,0
	50	127,9	136,3	137,3
	65	129,7	138,6	142,2
	80	132,9	140,5	148,5
НІР <sub>05</sub> : фактор А — 2,3; фактор В — 1,5; фактор С — 1,2; комплексна дія факторів АВС — 3,6 см.				

## Додаток 3.3

**Висота рослин кукурудзи цукрової на початку МВС зерна залежно від досліджуваних факторів, см**

Глибина оранки, см (фактор А)	Загущення рослин, тис/га (фактор С)	Фон живлення (фактор В)		
		Без добрив	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	N <sub>120</sub> P <sub>120</sub>
2014 рік				
20-22	35	140,0	162,5	173,9
	50	144,4	166,4	179,1
	65	147,9	170,7	188,4
	80	154,8	177,9	195,0
28-30	35	146,2	162,1	167,8
	50	151,6	165,5	172,7
	65	159,9	169,0	180,2
	80	164,4	175,0	190,1
НІР <sub>05</sub> : фактор А — 2,0 см; фактор В — 1,3; фактор С — 1,4; комплексна дія факторів АВС — 3,9 см.				
2015 рік				
20-22	35	142,9	160,0	174,3
	50	147,7	161,5	180,2
	65	150,2	174,7	185,0
	80	156,0	178,0	193,5
28-30	35	148,1	156,0	168,0
	50	154,4	160,0	174,5
	65	158,8	169,8	179,6
	80	167,9	173,8	186,0
НІР <sub>05</sub> : фактор А — 0,9 см; фактор В — 1,3; фактор С — 1,4; комплексна дія факторів АВС — 3,8 см.				
2016 рік				
20-22	35	135,0	172,0	180,0
	50	140,0	177,8	187,3
	65	145,9	180,8	194,5
	80	153,2	184,0	202,0
28-30	35	156,0	163,8	165,0
	50	159,1	170,1	171,7
	65	162,0	173,3	178,4
	80	164,8	175,0	185,0
НІР <sub>05</sub> : фактор А — 1,0 см; фактор В — 1,3; фактор С — 1,5; комплексна дія факторів АВС — 4,0 см.				

## Додаток И.1

Площа листкової поверхні однієї рослини кукурудзи цукрової, см<sup>2</sup>

2014 рік

Фон живлення (фактор В)	Загущення рослин, тис/га (фактор С)	Фенологічна фаза		
		3-5 листків	викидання волоті	початок МВС зерна
Глибина оранки 20-22 см (фактор А)				
Без добрив	35	59	2341	3885
	50	59	2277	3620
	65	58	2215	3478
	80	56	2196	3248
N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	35	74	3169	4457
	50	70	2947	3898
	65	72	2903	3831
	80	70	2788	3463
N <sub>120</sub> P <sub>120</sub>	35	90	3827	5664
	50	88	3541	5223
	65	86	3340	4892
	80	85	2996	4374
Глибина оранки 28-30 см (фактор А)				
Без добрив	35	62	2818	3943
	50	60	2728	3677
	65	59	2613	3525
	80	58	2576	3275
N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	35	70	2940	4055
	50	69	2829	3819
	65	69	2784	3754
	80	66	2703	3388
N <sub>120</sub> P <sub>120</sub>	35	86	3434	4914
	50	83	3237	4497
	65	82	3080	4460
	80	81	2921	4312
NIP <sub>05</sub> , см	А	2,6	21,6	31,9
	В	3,2	26,5	39,1
	С	3,7	30,6	45,1
	ABC	9,0	74,9	110,5



Площа листової поверхні однієї рослини кукурудзи цукрової, см<sup>2</sup>

2015 рік

Фон живлення (фактор В)	Загущення рослин, тис/га (фактор С)	Фенологічна фаза		
		3-5 листків	викидання волоті	початок МВС зерна
Глибина оранки 20-22 см (фактор А)				
Без добрив	35	51	2024	3482
	50	50	2015	3381
	65	49	1956	3270
	80	48	1908	3112
N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	35	64	2741	3929
	50	62	2503	3560
	65	61	2477	3468
	80	60	2390	3293
N <sub>120</sub> P <sub>120</sub>	35	78	3284	4927
	50	76	3045	4534
	65	74	2889	4237
	80	73	2644	3877
Глибина оранки 28-30 см (фактор А)				
Без добрив	35	48	2318	3522
	50	47	2273	3400
	65	46	2170	3298
	80	45	2132	3146
N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	35	60	2503	3559
	50	58	2470	3479
	65	57	2465	3431
	80	57	2334	3216
N <sub>120</sub> P <sub>120</sub>	35	74	2955	4287
	50	71	2634	3922
	65	70	2629	3827
	80	69	2488	3731
НІР <sub>05</sub> , см	А	2,2	7,8	10,7
	В	2,7	9,5	13,0
	С	3,2	11,0	15,1
	АВС	7,7	26,9	36,9

## Додаток И.3

Площа листкової поверхні однієї рослини кукурудзи цукрової, см<sup>2</sup>

2016 рік

Фон живлення (фактор В)	Загущення рослин, тис/га (фактор С)	Фенологічна фаза		
		3-5 листків	викидання волоті	початок МВС зерна
Глибина оранки 20-22 см (фактор А)				
Без добрив	35	85	2330	3733
	50	75	2256	3627
	65	67	2190	3517
	80	61	2094	3409
N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	35	101	3150	4580
	50	99	3046	4378
	65	95	2998	4182
	80	89	2905	3983
N <sub>120</sub> P <sub>120</sub>	35	121	4438	6479
	50	119	4311	6215
	65	110	4208	5944
	80	92	4097	5684
Глибина оранки 28-30 см (фактор А)				
Без добрив	35	90	2390	3800
	50	85	2305	3688
	65	82	2250	3575
	80	79	2175	3441
N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	35	95	2625	3938
	50	92	2558	3739
	65	89	2493	3586
	80	86	2402	3474
N <sub>120</sub> P <sub>120</sub>	35	121	3335	4461
	50	114	3258	4288
	65	96	3100	4120
	80	81	2994	3949
НІР <sub>05</sub> , см	А	2,5	6,7	10,3
	В	3,1	8,2	12,6
	С	3,6	9,5	14,5
	ABC	8,8	23,3	35,6

## Додаток І

## Листковий індекс посівів кукурудзи цукрової

Фон живлення (фактор В)	Загущення рослин, тис/га (фактор С)	Рік дослідження		
		2014	2015	2016
Глибина оранки 20-22 см (фактор А)				
Без добрив	35	1,36	1,22	1,31
	50	1,81	1,69	1,81
	65	2,26	2,13	2,29
	80	2,60	2,49	2,73
N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	35	1,56	1,38	1,60
	50	1,95	1,78	2,19
	65	2,49	2,25	2,72
	80	2,77	2,63	3,19
N <sub>120</sub> P <sub>120</sub>	35	1,98	1,72	2,27
	50	2,61	2,27	3,11
	65	3,18	2,75	3,86
	80	3,50	3,10	4,55
Глибина оранки 28-30 см (фактор А)				
Без добрив	35	1,38	1,23	1,32
	50	1,84	1,70	1,84
	65	2,29	2,14	2,32
	80	2,62	2,52	2,75
N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	35	1,42	1,25	1,38
	50	1,91	1,74	1,87
	65	2,44	2,23	2,33
	80	2,71	2,57	2,78
N <sub>120</sub> P <sub>120</sub>	35	1,72	1,50	1,56
	50	2,25	1,96	2,14
	65	2,90	2,49	2,68
	80	3,45	2,99	3,16
NIP <sub>05</sub>	A	0,014	0,006	0,005
	B	0,018	0,008	0,006
	C	0,020	0,009	0,008
	ABC	0,050	0,022	0,018

## Додаток К.1

**Міжфазний фотосинтетичний потенціал посівів кукурудзи цукрової,  
млн м<sup>2</sup>/га за добу**

2014 рік

Фон живлення	Загущення рослин, тис/га	Міжфазний період		
		3-5 листків — викидання волоті	викидання волоті — початок МВС зерна	3-5 листків — початок МВС зерна
Глибина оранки 20-22 см				
Без добрив	35	0,11	0,26	0,34
	50	0,15	0,35	0,45
	65	0,19	0,46	0,59
	80	0,24	0,54	0,69
N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	35	0,16	0,34	0,42
	50	0,21	0,44	0,54
	65	0,28	0,59	0,71
	80	0,33	0,70	0,81
N <sub>120</sub> P <sub>120</sub>	35	0,20	0,43	0,55
	50	0,26	0,59	0,74
	65	0,33	0,72	0,92
	80	0,38	0,83	1,05
Глибина оранки 28-30 см				
Без добрив	35	0,13	0,28	0,34
	50	0,17	0,38	0,46
	65	0,23	0,50	0,59
	80	0,28	0,59	0,69
N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	35	0,15	0,31	0,38
	50	0,20	0,43	0,52
	65	0,27	0,57	0,70
	80	0,32	0,68	0,79
N <sub>120</sub> P <sub>120</sub>	35	0,18	0,38	0,48
	50	0,24	0,52	0,64
	65	0,31	0,66	0,84
	80	0,37	0,81	1,04

## Додаток К.2

**Міжфазний фотосинтетичний потенціал посівів кукурудзи цукрової,  
млн м<sup>2</sup>/га за добу**

2015 рік

Фон живлення	Загущення рослин, тис/га	Міжфазний період		
		3-5 листків — викидання волоті	викидання волоті — початок МВС зерна	3-5 листків — початок МВС зерна
Глибина оранки 20-22 см				
Без добрив	35	0,08	0,22	0,28
	50	0,12	0,31	0,40
	65	0,16	0,39	0,51
	80	0,20	0,48	0,62
N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	35	0,12	0,28	0,34
	50	0,17	0,36	0,45
	65	0,22	0,48	0,60
	80	0,26	0,59	0,71
N <sub>120</sub> P <sub>120</sub>	35	0,15	0,36	0,45
	50	0,21	0,47	0,60
	65	0,26	0,60	0,74
	80	0,30	0,70	0,87
Глибина оранки 28-30 см				
Без добрив	35	0,10	0,24	0,29
	50	0,14	0,33	0,41
	65	0,17	0,41	0,51
	80	0,22	0,51	0,63
N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	35	0,11	0,25	0,31
	50	0,16	0,36	0,44
	65	0,22	0,48	0,59
	80	0,26	0,58	0,69
N <sub>120</sub> P <sub>120</sub>	35	0,14	0,32	0,39
	50	0,18	0,41	0,52
	65	0,24	0,55	0,67
	80	0,29	0,67	0,84

## Додаток К.3

**Міжфазний фотосинтетичний потенціал посівів кукурудзи цукрової,  
млн м<sup>2</sup>/га за добу**

2016 рік

Фон живлення	Загушення рослин, тис/га	Міжфазний період		
		3-5 листків — викидання волоті	викидання волоті — початок МВС зерна	3-5 листків — початок МВС зерна
Глибина оранки 20-22 см				
Без добрив	35	0,12	0,29	0,37
	50	0,16	0,40	0,51
	65	0,21	0,50	0,64
	80	0,25	0,59	0,78
N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	35	0,18	0,35	0,47
	50	0,24	0,48	0,64
	65	0,31	0,61	0,79
	80	0,38	0,69	0,93
N <sub>120</sub> P <sub>120</sub>	35	0,26	0,48	0,66
	50	0,35	0,66	0,90
	65	0,45	0,82	1,12
	80	0,54	0,98	1,32
Глибина оранки 28-30 см				
Без добрив	35	0,13	0,28	0,39
	50	0,19	0,39	0,54
	65	0,23	0,49	0,68
	80	0,29	0,56	0,80
N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	35	0,15	0,30	0,41
	50	0,21	0,41	0,56
	65	0,27	0,51	0,68
	80	0,33	0,60	0,83
N <sub>120</sub> P <sub>120</sub>	35	0,20	0,35	0,47
	50	0,29	0,47	0,65
	65	0,35	0,61	0,82
	80	0,43	0,69	0,97

**Кількість рядів зерен, зерен у ряду та їх вихід з товарного качана  
кукурудзи цукрової, шт.**

2014 рік

Глибина оранки, см (фактор А)	Фон живлення (фактор В)	Загушення рослин, тис/га (фактор С)	Кількість		
			рядів	зерен у ряду	зерен на качані
20-22	Без добрив	35	14,2	25,8	365,2
		50	13,9	25,6	355,6
		65	13,8	24,7	341,7
		80	13,5	24,6	333,0
	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	35	14,5	28,3	410,2
		50	14,4	27,1	390,5
		65	14,3	26,9	383,9
		80	14,2	26,7	379,8
	N <sub>120</sub> P <sub>120</sub>	35	14,9	31,8	473,0
		50	14,6	29,5	431,5
		65	14,4	29,3	421,3
		80	14,3	27,2	388,8
28-30	Без добрив	35	14,3	25,9	369,0
		50	14,2	25,7	364,7
		65	14,0	25,1	351,3
		80	13,9	24,8	344,0
	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	35	14,5	28,0	404,6
		50	14,3	27,8	395,4
		65	14,2	27,1	384,0
		80	14,1	26,7	375,0
	N <sub>120</sub> P <sub>120</sub>	35	14,5	29,5	427,3
		50	14,4	29,2	419,6
		65	14,2	29,1	412,8
		80	14,1	28,2	396,4

**Примітка.** НІР<sub>05</sub> (для кількості зерен на качані): фактора А — 10,98 шт.; фактора В — 13,45; фактора С — 15,53; комплексної дії факторів АВС — 38,05 шт.

## Додаток Л.2

**Кількість рядів зерен, зерен у ряду та їх вихід з товарного качана  
кукурудзи цукрової, шт.**

2015 рік

Глибина оранки, см (фактор А)	Фон живлення (фактор В)	Загущення рослин, тис/га (фактор С)	Кількість		
			рядів	зерен у ряду	зерен на качані
20-22	Без добрив	35	14,0	25,1	352,4
		50	13,5	24,9	334,3
		65	13,4	24,6	329,6
		80	13,4	24,0	319,3
	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	35	14,3	27,8	396,6
		50	13,9	27,6	379,8
		65	13,9	26,4	365,3
		80	14,0	26,4	366,9
	N <sub>120</sub> P <sub>120</sub>	35	14,6	28,9	422,8
		50	14,6	27,1	397,9
		65	14,6	26,8	388,5
		80	14,2	26,3	370,8
28-30	Без добрив	35	14,1	24,6	345,8
		50	14,0	24,0	334,0
		65	13,7	23,8	325,7
		80	13,4	23,7	316,3
	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	35	14,2	27,2	385,5
		50	14,0	26,8	376,2
		65	13,9	26,7	371,0
		80	13,5	26,2	352,9
	N <sub>120</sub> P <sub>120</sub>	35	14,6	28,2	410,1
		50	14,1	27,9	390,7
		65	14,1	27,6	389,5
		80	13,8	27,1	373,4

**Примітка.** НІР<sub>05</sub> (для кількості зерен на качані): фактора А — 17,31 шт.; фактора В — 21,20; фактора С — 24,48; комплексної дії факторів АВС — 59,96 шт.



**Кількість рядів зерен, зерен у ряду та їх вихід з товарного качана  
кукурудзи цукрової, шт.**

2016 рік

Глибина оранки, см (фактор А)	Фон живлення (фактор В)	Загушення рослин, тис/га (фактор С)	Кількість		
			рядів	зерен у ряду	зерен на качані
20-22	Без добрив	35	14,0	25,5	357,0
		50	13,9	25,0	348,4
		65	13,9	24,9	345,6
		80	13,6	24,4	328,8
	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	35	14,4	28,3	408,0
		50	14,2	27,8	394,2
		65	14,0	27,5	384,5
		80	13,6	27,2	366,7
	N <sub>120</sub> P <sub>120</sub>	35	14,8	29,7	439,9
		50	14,7	29,2	428,0
		65	14,6	29,2	425,9
		80	14,1	28,5	402,2
28-30	Без добрив	35	14,1	26,2	368,9
		50	14,0	26,1	363,5
		65	13,9	25,7	356,9
		80	13,9	25,1	347,3
	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	35	14,1	27,4	386,7
		50	14,0	27,0	377,4
		65	14,0	26,8	374,3
		80	13,6	26,7	361,2
	N <sub>120</sub> P <sub>120</sub>	35	14,6	29,1	425,1
		50	14,5	28,6	413,6
		65	14,3	28,1	402,4
		80	13,9	27,8	386,9

**Примітка.** НІР<sub>05</sub> (для кількості зерен на качані): фактора А — 12,35 шт.; фактора В — 15,12; фактора С — 17,46; комплексної дії факторів АВС — 42,77 шт.

## Додаток М.1

**Фізичні розміри товарних качанів кукурудзи цукрової без обгорток  
залежно від технології вирощування**

2014 рік

Глибина оранки, см (фактор А)	Фон живлення (фактор В)	Загущення рослин, тис/га (фактор С)	Параметри розмірів	
			діаметр, см	довжина, см
20-22	Без добрив	35	4,5	16,4
		50	4,4	16,2
		65	4,3	16,1
		80	4,2	15,8
	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	35	4,7	17,1
		50	4,6	16,8
		65	4,6	16,6
		80	4,5	16,6
	N <sub>120</sub> P <sub>120</sub>	35	5,0	17,8
		50	4,8	17,7
		65	4,7	17,5
		80	4,6	16,9
28-30	Без добрив	35	4,4	16,5
		50	4,4	16,4
		65	4,3	16,3
		80	4,2	16,2
	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	35	4,5	16,8
		50	4,4	16,4
		65	4,3	16,2
		80	4,2	16,2
	N <sub>120</sub> P <sub>120</sub>	35	4,6	17,4
		50	4,6	17,1
		65	4,5	16,9
		80	4,4	16,8
НІР <sub>05</sub> , см		А	0,15	0,16
		В	0,18	0,20
		С	0,21	0,23
		АВС	0,50	0,56

**Фізичні розміри товарних качанів кукурудзи цукрової без обгорток  
залежно від технології вирощування**

2015 рік

Глибина оранки, см (фактор А)	Фон живлення (фактор В)	Загушення рослин, тис/га (фактор С)	Параметри розмірів	
			діаметр, см	довжина, см
20-22	Без добрив	35	4,1	16,0
		50	4,0	15,8
		65	4,0	15,7
		80	3,9	15,5
	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	35	4,4	16,7
		50	4,3	16,4
		65	4,2	16,1
		80	4,1	15,9
	N <sub>120</sub> P <sub>120</sub>	35	4,6	17,4
		50	4,6	17,1
		65	4,4	16,9
		80	4,2	16,4
28-30	Без добрив	35	4,2	16,1
		50	4,2	16,0
		65	4,1	15,7
		80	4,0	15,5
	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	35	4,3	16,3
		50	4,2	16,2
		65	4,1	16,0
		80	4,0	15,7
	N <sub>120</sub> P <sub>120</sub>	35	4,4	16,9
		50	4,4	16,7
		65	4,3	16,4
		80	4,2	16,3
НІР <sub>05</sub> , см		А	0,13	0,17
		В	0,16	0,21
		С	0,19	0,25
		АВС	0,46	0,60

## Додаток М.3

**Фізичні розміри товарних качанів кукурудзи цукрової без обгорток  
залежно від технології вирощування**

2016 рік

Глибина оранки, см (фактор А)	Фон живлення (фактор В)	Загущення рослин, тис/га (фактор С)	Параметри розмірів	
			діаметр, см	довжина, см
20-22	Без добрив	35	4,3	16,2
		50	4,2	16,0
		65	4,3	15,9
		80	4,2	15,8
	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	35	4,4	16,9
		50	4,3	16,6
		65	4,4	16,5
		80	4,3	16,4
	N <sub>120</sub> P <sub>120</sub>	35	4,8	17,6
		50	4,7	17,4
		65	4,7	17,2
		80	4,4	16,5
28-30	Без добрив	35	4,3	16,3
		50	4,3	16,2
		65	4,2	16,0
		80	4,1	15,7
	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	35	4,4	16,4
		50	4,3	16,3
		65	4,2	16,1
		80	4,1	15,8
	N <sub>120</sub> P <sub>120</sub>	35	4,5	17,0
		50	4,5	16,9
		65	4,4	16,5
		80	4,3	16,4
НІР <sub>05</sub> см		А	0,13	0,19
		В	0,16	0,23
		С	0,18	0,26
		АВС	0,45	0,65

## Додаток Н.1

## Маса товарних качанів кукурудзи цукрової та зерна з них, г

2014 рік

Глибина оранки, см (фактор А)	Фон живлення (фактор В)	Загушення рослин, тис/га (фактор С)	Маса		
			в обгортках	без обгортки	зерна
20-22	Без добрив	35	187,4	140,0	56,55
		50	182,7	136,9	54,81
		65	179,6	133,0	52,19
		80	167,4	124,2	50,06
	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	35	205,8	160,0	72,19
		50	193,4	149,3	67,97
		65	190,2	144,8	66,23
		80	182,4	140,0	64,65
	N <sub>120</sub> P <sub>120</sub>	35	230,6	181,0	88,13
		50	220,5	174,2	80,05
		65	216,8	169,7	77,74
		80	207,2	161,0	71,49
28-30	Без добрив	35	192,2	141,6	57,84
		50	184,2	137,1	57,00
		65	181,3	135,0	54,27
		80	167,0	124,3	52,87
	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	35	195,3	152,0	66,53
		50	187,3	143,3	64,33
		65	183,3	139,5	62,06
		80	171,2	132,0	59,95
	N <sub>120</sub> P <sub>120</sub>	35	222,7	170,3	77,15
		50	215,9	167,9	74,49
		65	214,0	166,3	72,91
		80	202,1	159,0	69,22
НІР <sub>05</sub> , Г		А	2,14	1,64	1,99
		В	2,62	2,00	2,44
		С	3,03	2,32	2,81
		АВС	7,41	5,68	6,89

## Додаток Н.2

## Маса товарних качанів кукурудзи цукрової та зерна з них, г

2015 рік

Глибина оранки, см (фактор А)	Фон живлення (фактор В)	Загушення рослин, тис/га (фактор С)	Маса		
			в обгортках	без обгортки	зерна
20-22	Без добрив	35	186,4	136,8	53,89
		50	180,0	133,1	50,72
		65	174,8	131,1	49,59
		80	165,5	122,0	47,89
	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	35	198,4	157,7	65,77
		50	188,2	148,0	62,30
		65	185,7	142,9	58,75
		80	178,6	138,7	58,21
	N <sub>120</sub> P <sub>120</sub>	35	227,3	177,8	77,69
		50	215,3	170,7	72,79
		65	214,0	166,1	70,08
		80	203,2	158,8	66,01
28-30	Без добрив	35	187,6	139,0	52,92
		50	181,0	134,4	50,91
		65	178,2	133,3	49,26
		80	166,5	122,9	47,69
	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	35	190,5	148,3	62,83
		50	184,4	140,6	60,60
		65	181,1	138,5	59,47
		80	167,7	129,3	55,47
	N <sub>120</sub> P <sub>120</sub>	35	220,2	168,3	71,69
		50	213,1	166,3	67,71
		65	211,8	164,1	66,73
		80	199,2	156,3	63,08
НІР <sub>05</sub> , г		А	2,16	1,67	3,01
		В	2,65	2,05	3,69
		С	3,06	2,36	4,26
		АВС	7,49	5,79	10,44

## Додаток Н.3

## Маса товарних качанів кукурудзи цукрової та зерна з них, г

2016 рік

Глибина оранки, см (фактор А)	Фон живлення (фактор В)	Загушення рослин, тис/га (фактор С)	Маса		
			в обгортках	без обгортки	зерна
20-22	Без добрив	35	187,2	139,3	54,87
		50	183,0	137,1	53,27
		65	179,6	132,8	52,51
		80	166,0	123,7	49,95
	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	35	203,6	159,0	69,63
		50	192,9	148,2	66,22
		65	188,7	144,0	64,13
		80	181,1	139,2	60,52
	N <sub>120</sub> P <sub>120</sub>	35	229,1	179,1	81,68
		50	219,4	173,2	78,84
		65	215,4	168,8	77,66
		80	205,5	159,3	72,39
28-30	Без добрив	35	190,8	140,9	57,53
		50	184,7	137,4	56,26
		65	178,7	133,7	54,90
		80	167,2	124,5	53,20
	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	35	193,8	150,3	63,54
		50	185,1	143,0	61,46
		65	184,0	140,2	60,09
		80	168,1	130,5	57,10
	N <sub>120</sub> P <sub>120</sub>	35	222,5	169,9	76,04
		50	215,4	167,4	73,05
		65	212,9	165,2	70,12
		80	199,9	157,2	66,63
НІР <sub>05</sub> , г		А	2,18	1,68	2,15
		В	2,67	2,05	2,63
		С	3,08	2,37	3,04
		ABC	7,55	5,81	7,44

## Додаток II

## Кількість товарних качанів на 100 рослин кукурудзи цукрової, шт.

Глибина оранки, см (фактор А)	Фон живлення (фактор В)	Загущення рослин, тис/га (фактор С)			
		35	50	65	80
2014 рік					
20-22	Без добрив	58,00	43,75	37,00	32,00
	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	104,75	84,50	86,00	67,50
	N <sub>120</sub> P <sub>120</sub>	128,50	105,50	106,25	79,50
28-30	Без добрив	64,50	51,75	43,75	36,00
	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	93,50	82,50	73,50	56,25
	N <sub>120</sub> P <sub>120</sub>	108,50	94,50	85,25	63,75
НІР <sub>05</sub> : фактор А — 2,20 шт.; фактор В — 2,70; фактор С — 3,11; комплексна дія факторів АВС — 7,63 шт.					
2015 рік					
20-22	Без добрив	48,50	37,75	30,75	26,00
	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	88,75	71,25	73,25	49,25
	N <sub>120</sub> P <sub>120</sub>	104,75	86,25	87,25	66,00
28-30	Без добрив	53,75	43,25	35,50	29,75
	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	83,00	70,25	60,50	47,75
	N <sub>120</sub> P <sub>120</sub>	89,75	76,50	69,50	52,00
НІР <sub>05</sub> : фактор А — 1,59 шт.; фактор В — 1,95; фактор С — 2,25; комплексна дія факторів АВС — 5,52 шт.					
2016 рік					
20-22	Без добрив	58,50	44,00	37,25	31,75
	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	106,50	99,00	86,50	66,25
	N <sub>120</sub> P <sub>120</sub>	126,25	114,25	106,25	79,25
28-30	Без добрив	64,75	52,00	43,75	36,25
	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	102,75	81,50	72,75	58,00
	N <sub>120</sub> P <sub>120</sub>	117,00	93,00	85,25	64,25
НІР <sub>05</sub> : фактор А — 2,56 шт.; фактор В — 3,14; фактор С — 3,52; комплексна дія факторів АВС — 8,87 шт.					



## Додаток Р.1

## Урожайність товарних качанів кукурудзи цукрової в обгортках, т/га

Глибина оранки, см (фактор А)	Загущення рослин, тис/га (фактор С)	Фон живлення (фактор В)		
		Без добрив	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	N <sub>120</sub> P <sub>120</sub>
2014 рік				
20-22	35	3,83	7,56	10,34
	50	4,02	8,20	11,66
	65	4,29	10,53	15,01
	80	4,28	9,90	13,12
28-30	35	4,32	6,36	8,27
	50	4,74	7,62	10,16
	65	5,13	8,67	11,89
	80	4,83	7,65	10,34
НІР <sub>05</sub> : фактор А — 0,21 т/га; фактор В — 0,26; фактор С — 0,29; комплексна дія факторів АВС — 0,72 т/га.				
2015 рік				
20-22	35	3,13	6,37	8,28
	50	3,40	6,85	9,42
	65	3,56	8,89	12,04
	80	3,44	7,18	10,74
28-30	35	3,54	5,55	6,81
	50	3,92	6,41	8,08
	65	4,11	7,14	9,47
	80	3,94	6,48	8,26
НІР <sub>05</sub> : фактор А — 0,18 т/га; фактор В — 0,22; фактор С — 0,25; комплексна дія факторів АВС — 0,62 т/га.				
2016 рік				
20-22	35	3,83	7,34	10,24
	50	4,04	9,36	12,33
	65	4,30	10,68	14,95
	80	4,25	9,38	13,09
28-30	35	4,33	6,97	9,37
	50	4,81	7,69	10,10
	65	5,11	8,78	11,85
	80	4,84	7,78	10,25
НІР <sub>05</sub> : фактор А — 0,21 т/га; фактор В — 0,25; фактор С — 0,29; комплексна дія факторів АВС — 0,71 т/га.				

## Додаток Р.2

## Урожайність товарних качанів кукурудзи цукрової без обгорток, т/га

Глибина оранки, см (фактор А)	Загущення рослин, тис/га (фактор С)	Фон живлення (фактор В)		
		Без добрив	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	N <sub>120</sub> P <sub>120</sub>
2014 рік				
20-22	35	2,84	5,86	8,14
	50	3,00	6,31	9,18
	65	3,20	8,10	11,73
	80	3,17	7,56	10,25
28-30	35	3,20	4,97	6,46
	50	3,54	5,91	7,94
	65	3,83	6,67	9,22
	80	3,58	5,93	8,10
НІР <sub>05</sub> : фактор А — 0,14 т/га; фактор В — 0,17; фактор С — 0,20; комплексна дія факторів АВС — 0,48 т/га.				
2015 рік				
20-22	35	2,32	4,90	6,52
	50	2,52	5,27	7,36
	65	2,62	6,80	9,41
	80	2,55	5,48	8,39
28-30	35	2,62	4,31	5,28
	50	2,90	4,93	6,36
	65	3,07	5,45	7,40
	80	2,92	4,95	6,50
НІР <sub>05</sub> : фактор А — 0,09 т/га; фактор В — 0,11; фактор С — 0,13; комплексна дія факторів АВС — 0,32 т/га.				
2016 рік				
20-22	35	2,85	5,92	7,92
	50	3,02	7,34	9,90
	65	3,21	8,11	11,65
	80	3,15	7,37	10,10
28-30	35	3,19	5,40	6,96
	50	3,57	5,82	7,79
	65	3,81	6,64	9,14
	80	3,61	6,04	8,09
НІР <sub>05</sub> : фактор А — 0,18 т/га; фактор В — 0,21; фактор С — 0,25; комплексна дія факторів АВС — 0,61 т/га.				

## Додаток Р.3

## Урожайність силосної маси кукурудзи цукрової, т/га

Глибина оранки, см (фактор А)	Загущення рослин, тис/га (фактор С)	Фон живлення (фактор В)		
		Без добрив	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	N <sub>120</sub> P <sub>120</sub>
2014 рік				
20-22	35	12,76	24,78	32,31
	50	14,62	27,89	37,02
	65	16,50	32,39	45,42
	80	16,48	31,55	43,53
28-30	35	14,40	19,09	22,99
	50	16,91	24,98	31,78
	65	19,33	29,00	35,98
	80	19,38	28,62	35,30
НІР <sub>05</sub> : фактор А — 0,23 т/га; фактор В — 0,29; фактор С — 0,33; комплексна дія факторів АВС — 0,81 т/га.				
2015 рік				
20-22	35	10,43	21,23	26,29
	50	12,36	23,15	29,95
	65	13,96	26,57	36,86
	80	13,77	26,49	34,92
28-30	35	11,70	16,85	21,42
	50	14,25	21,55	25,98
	65	16,12	25,00	30,87
	80	15,88	24,65	29,88
НІР <sub>05</sub> : фактор А — 0,21 т/га; фактор В — 0,26; фактор С — 0,30; комплексна дія факторів АВС — 0,74 т/га.				
2016 рік				
20-22	35	12,39	22,66	30,07
	50	14,05	29,77	37,45
	65	15,29	34,05	44,46
	80	15,31	33,25	41,99
28-30	35	14,50	21,16	25,84
	50	15,38	22,28	27,16
	65	19,05	25,96	32,08
	80	19,00	25,30	31,17
НІР <sub>05</sub> : фактор А — 0,37 т/га; фактор В — 0,45; фактор С — 0,52; комплексна дія факторів АВС — 1,27 т/га.				

## Додаток С

**Товщина перикарпію кукурудзи цукрової залежно від глибини  
основного обробітку ґрунту та мінеральних добрив, мм**

Глибина оранки, см (фактор А)	Фон живлення (фактор В)		
	Без добрив	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	N <sub>120</sub> P <sub>120</sub>
2014 рік			
20-22	0,145	0,160	0,176
28-30	0,156	0,155	0,203
НІР <sub>05</sub> : фактор А — 0,060 мм; фактор В — 0,074; взаємодія факторів АВ — 0,105 мм.			
2015 рік			
20-22	0,210	0,220	0,213
28-30	0,228	0,230	0,258
НІР <sub>05</sub> : фактор А — 0,060 мм; фактор В — 0,074; взаємодія факторів АВ — 0,105 мм.			
2016 рік			
20-22	0,165	0,190	0,209
28-30	0,143	0,176	0,175
НІР <sub>05</sub> : фактор А — 0,060 мм; фактор В — 0,074; взаємодія факторів АВ — 0,105 мм.			

**Примітка.** Вимірювання товщини перикарпію проводилося на варіантах з густиною рослин 50 тис/га.

## Додаток Т

**Маса 1000 зерен кукурудзи цукрової залежно від досліджуваних факторів, г**

Глибина оранки, см (фактор А)	Загушення рослин, тис/га (фактор С)	Фон живлення (фактор В)		
		Без добрив	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	N <sub>120</sub> P <sub>120</sub>
2014 рік				
20-22	35	154,85	175,92	186,42
	50	154,21	174,27	185,40
	65	152,82	172,47	184,74
	80	150,31	170,26	184,11
28-30	35	156,57	164,54	180,63
	50	156,17	162,64	177,42
	65	154,54	161,63	176,64
	80	153,68	159,78	174,66
НІР <sub>05</sub> : фактор А — 1,94 г; фактор В — 2,37; фактор С — 2,74; комплексна дія факторів АВС — 6,71 г.				
2015 рік				
20-22	35	152,94	165,78	183,77
	50	151,68	163,92	182,96
	65	150,85	160,87	179,84
	80	149,97	158,96	178,18
28-30	35	153,09	163,12	174,89
	50	152,39	161,08	173,44
	65	151,47	159,42	171,26
	80	150,61	157,18	169,11
НІР <sub>05</sub> : фактор А — 1,71 г; фактор В — 2,09; фактор С — 2,41; комплексна дія факторів АВС — 5,91 г.				
2016 рік				
20-22	35	153,65	170,84	185,62
	50	152,84	168,15	184,31
	65	152,02	166,91	182,19
	80	151,62	165,08	180,06
28-30	35	155,98	164,34	178,88
	50	155,00	162,83	176,47
	65	153,84	160,67	174,32
	80	153,16	158,24	172,19
НІР <sub>05</sub> : фактор А — 1,66 г; фактор В — 2,04; фактор С — 2,35; комплексна дія факторів АВС — 5,76 г.				

## Додаток У

**Загальний вміст цукрів у зерні кукурудзи цукрової на початку МВС  
залежно від досліджуваних факторів, %**

Глибина оранки, см (фактор А)	Загущення рослин, тис/га (фактор С)	Фон живлення (фактор В)		
		Без добрив	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	N <sub>120</sub> P <sub>120</sub>
2014 рік				
20-22	35	3,51	3,72	4,68
	50	3,30	3,56	4,50
	65	3,17	3,37	4,28
	80	3,02	3,21	3,98
28-30	35	3,46	3,64	4,44
	50	3,27	3,40	4,17
	65	3,11	3,24	3,89
	80	3,00	3,15	3,62
НІР <sub>05</sub> : фактор А — 0,036%; фактор В — 0,045; фактор С — 0,051; комплексна дія факторів АВС — 0,125%.				
2015 рік				
20-22	35	3,74	3,97	4,32
	50	3,57	3,82	4,13
	65	3,42	3,61	3,92
	80	3,10	3,48	3,77
28-30	35	3,70	3,92	4,25
	50	3,54	3,66	4,09
	65	3,41	3,54	3,74
	80	3,07	3,41	3,56
НІР <sub>05</sub> : фактор А — 0,040%; фактор В — 0,050; фактор С — 0,057; комплексна дія факторів АВС — 0,140%.				
2016 рік				
20-22	35	3,86	4,08	4,96
	50	3,66	3,90	4,86
	65	3,52	3,73	4,68
	80	3,37	3,53	4,32
28-30	35	3,82	4,00	4,80
	50	3,63	3,75	4,51
	65	3,50	3,58	4,27
	80	3,36	3,50	3,98
НІР <sub>05</sub> : фактор А — 0,042%; фактор В — 0,052; фактор С — 0,060; комплексна дія факторів АВС — 0,147%.				

## Додаток Ф

**Вміст сухої речовини в зерні кукурудзи цукрової на початку МВС  
залежно від досліджуваних факторів, %**

Глибина оранки, см (фактор А)	Загушення рослин, тис/га (фактор С)	Фон живлення (фактор В)		
		Без добрив	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	N <sub>120</sub> P <sub>120</sub>
2014 рік				
20-22	35	33,02	34,27	35,90
	50	31,90	33,09	34,62
	65	30,75	31,94	33,44
	80	29,62	30,74	32,19
28-30	35	33,35	34,83	35,87
	50	32,40	33,75	34,76
	65	31,35	32,68	33,63
	80	30,36	31,57	32,53
НІР <sub>05</sub> : фактор А — 0,42%; фактор В — 0,52; фактор С — 0,60; комплексна дія факторів АВС — 1,47%.				
2015 рік				
20-22	35	29,87	30,88	31,75
	50	28,64	29,71	30,88
	65	27,56	28,18	29,37
	80	26,92	27,64	28,92
28-30	35	29,95	30,77	31,72
	50	28,81	29,68	30,65
	65	27,66	28,79	29,28
	80	26,54	27,51	28,47
НІР <sub>05</sub> : фактор А — 0,67%; фактор В — 0,82; фактор С — 0,95; комплексна дія факторів АВС — 2,32%.				
2016 рік				
20-22	35	33,12	34,40	35,91
	50	32,01	33,18	34,70
	65	30,88	32,07	33,60
	80	29,74	30,91	32,33
28-30	35	33,46	35,00	36,09
	50	32,50	34,02	34,97
	65	31,49	32,80	33,76
	80	30,42	31,69	32,66
НІР <sub>05</sub> : фактор А — 0,58%; фактор В — 0,71; фактор С — 0,83; комплексна дія факторів АВС — 2,02%.				

## Додаток Х.1

**Сумарне водоспоживання кукурудзи цукрової та його структура  
залежно від досліджуваних факторів, м<sup>3</sup>/га**

2014 рік

Фон живлення	Загушення рослин, тис/га	Σв, м <sup>3</sup> /га	В тому числі:					
			грунтова волога		корисні опади		зрошувальна норма	
			м <sup>3</sup> /га	%	м <sup>3</sup> /га	%	м <sup>3</sup> /га	%
<b>Глибина оранки 20-22 см</b>								
Без добрив	35	2595	279	10,75	616	23,74	1700	65,51
	50	2641	325	12,31	616	23,32	1700	64,37
	65	2706	390	14,41	616	22,76	1700	62,83
	80	2724	408	14,98	616	22,61	1700	62,41
N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	35	2647	331	12,50	616	23,27	1700	64,23
	50	2751	386	14,03	665	24,17	1700	61,80
	65	2794	429	15,35	665	23,80	1700	60,85
	80	2864	439	15,33	725	25,31	1700	59,36
N <sub>120</sub> P <sub>120</sub>	35	2735	370	13,53	665	24,31	1700	62,16
	50	2775	410	14,77	665	23,96	1700	61,27
	65	2872	447	15,56	725	25,24	1700	59,20
	80	2875	450	15,65	725	25,22	1700	59,13
<b>Глибина оранки 28-30 см</b>								
Без добрив	35	2609	293	11,23	616	23,61	1700	65,16
	50	2654	338	12,74	616	23,21	1700	64,05
	65	2717	401	14,76	616	22,67	1700	62,57
	80	2733	417	15,26	616	22,54	1700	62,20
N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	35	2649	333	12,57	616	23,25	1700	64,18
	50	2730	365	13,37	665	24,36	1700	62,27
	65	2763	398	14,40	665	24,07	1700	61,53
	80	2833	408	14,40	725	25,59	1700	60,01
N <sub>120</sub> P <sub>120</sub>	35	2731	366	13,40	665	24,35	1700	62,25
	50	2765	400	14,47	665	24,05	1700	61,48
	65	2853	428	15,00	725	25,41	1700	59,59
	80	2862	437	15,27	725	25,33	1700	59,40

**Примітка.** Режим зрошення кукурудзи цукрової: 10 поливів по 50 м<sup>3</sup>/га до фази 7-8 листків і 12 поливів по 100 м<sup>3</sup>/га до збирання врожаю культури.



## Додаток Х.2

**Сумарне водоспоживання кукурудзи цукрової та його структура  
залежно від досліджуваних факторів, м<sup>3</sup>/га**

2015 рік

Фон живлення	Загущення рослин, тис/га	Σв, м <sup>3</sup> /га	В тому числі:					
			грунтова волога		корисні опади		зрошувальна норма	
			м <sup>3</sup> /га	%	м <sup>3</sup> /га	%	м <sup>3</sup> /га	%
<b>Глибина оранки 20-22 см</b>								
Без добрив	35	2609	224	8,59	1185	45,42	1200	45,99
	50	2629	244	9,28	1185	45,07	1200	45,65
	65	2654	269	10,14	1185	44,65	1200	45,21
	80	2658	273	10,27	1185	44,58	1200	45,15
N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	35	2652	267	10,07	1185	44,68	1200	45,25
	50	2678	293	10,94	1185	44,25	1200	44,81
	65	2697	312	11,57	1185	43,94	1200	44,49
	80	2698	313	11,60	1185	43,92	1200	44,48
N <sub>120</sub> P <sub>120</sub>	35	2673	288	10,77	1185	44,33	1200	44,90
	50	2697	312	11,57	1185	43,94	1200	44,49
	65	2751	366	13,30	1185	43,08	1200	43,62
	80	2754	369	13,40	1185	43,03	1200	43,57
<b>Глибина оранки 28-30 см</b>								
Без добрив	35	2617	232	8,87	1185	45,28	1200	45,85
	50	2635	250	9,49	1185	44,97	1200	45,54
	65	2655	270	10,17	1185	44,63	1200	45,20
	80	2666	281	10,54	1185	44,45	1200	45,01
N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	35	2658	273	10,27	1185	44,58	1200	45,15
	50	2683	298	11,11	1185	44,17	1200	44,72
	65	2709	324	11,96	1185	43,74	1200	44,30
	80	2721	336	12,35	1185	43,55	1200	44,10
N <sub>120</sub> P <sub>120</sub>	35	2679	294	10,97	1185	44,23	1200	44,80
	50	2720	335	12,32	1185	43,57	1200	44,11
	65	2767	382	13,81	1185	42,83	1200	43,36
	80	2777	392	14,12	1185	42,67	1200	43,21

**Примітка.** Режим зрошення кукурудзи цукрової: 6 поливів по 50 м<sup>3</sup>/га до фази 7-8 листків і 9 поливів по 100 м<sup>3</sup>/га до збирання врожаю культури.

## Додаток Х.3

**Сумарне водоспоживання кукурудзи цукрової та його структура  
залежно від досліджуваних факторів, м<sup>3</sup>/га**

2016 рік

Фон живлення	Загушення рослин, тис/га	ΣВ, м <sup>3</sup> /га	В тому числі:					
			грунтова волога		корисні опади		зрошувальна норма	
			м <sup>3</sup> /га	%	м <sup>3</sup> /га	%	м <sup>3</sup> /га	%
<b>Глибина оранки 20-22 см</b>								
Без добрив	35	2544	284	11,16	660	25,94	1600	62,90
	50	2577	317	12,30	660	25,61	1600	62,09
	65	2612	352	13,48	660	25,27	1600	61,25
	80	2622	362	13,81	660	25,17	1600	61,02
N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	35	2572	312	12,13	660	25,66	1600	62,21
	50	2615	355	13,58	660	25,24	1600	61,18
	65	2650	390	14,72	660	24,91	1600	60,37
	80	2657	397	14,94	660	24,84	1600	60,22
N <sub>120</sub> P <sub>120</sub>	35	2606	346	13,28	660	25,33	1600	61,39
	50	2650	390	14,72	660	24,91	1600	60,37
	65	2691	431	16,02	660	24,53	1600	59,45
	80	2699	439	16,27	660	24,45	1600	59,28
<b>Глибина оранки 28-30 см</b>								
Без добрив	35	2558	298	11,65	660	25,80	1600	62,55
	50	2580	320	12,40	660	25,58	1600	62,02
	65	2615	355	13,58	660	25,24	1600	61,18
	80	2627	367	13,97	660	25,12	1600	60,91
N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	35	2591	331	12,77	660	25,47	1600	61,76
	50	2645	385	14,56	660	24,95	1600	60,49
	65	2679	419	15,64	660	24,64	1600	59,72
	80	2691	431	16,02	660	24,53	1600	59,45
N <sub>120</sub> P <sub>120</sub>	35	2619	359	13,71	660	25,20	1600	61,09
	50	2657	397	14,94	660	24,84	1600	60,22
	65	2704	444	16,42	660	24,41	1600	59,17
	80	2719	459	16,88	660	24,27	1600	58,85

**Примітка.** Режим зрошення кукурудзи цукрової: 8 поливів по 50 м<sup>3</sup>/га до фази 7-8 листків і 12 поливів по 100 м<sup>3</sup>/га до збирання врожаю культури.

## Додаток Х.4

**Коефіцієнт водоспоживання кукурудзи цукрової на 1 т товарних качанів, м<sup>3</sup>**

Фон живлення	Загущення рослин, тис/га	Коефіцієнт водоспоживання в роки досліджень, м <sup>3</sup> /т					
		в обгортках			без обгортки		
		2014	2015	2016	2014	2015	2016
Глибина оранки 20-22 см							
Без добрив	35	678	834	664	914	1125	892
	50	657	773	638	880	1043	853
	65	631	745	608	846	1013	814
	80	636	773	617	859	1042	832
N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	35	350	416	350	452	541	434
	50	336	391	279	436	508	356
	65	265	303	248	345	397	327
	80	289	376	283	379	492	361
N <sub>120</sub> P <sub>120</sub>	35	264	323	254	336	410	329
	50	238	286	215	302	366	268
	65	191	228	180	245	292	231
	80	219	256	206	280	328	267
Глибина оранки 28-30 см							
Без добрив	35	604	739	591	815	999	802
	50	560	672	536	750	909	723
	65	530	646	512	709	865	686
	80	566	677	543	763	913	728
N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	35	417	479	372	533	617	480
	50	358	419	344	462	544	454
	65	319	379	305	414	497	403
	80	370	420	346	478	550	445
N <sub>120</sub> P <sub>120</sub>	35	330	393	280	423	507	376
	50	272	337	263	348	428	341
	65	240	292	228	309	374	296
	80	277	336	265	353	427	336

## Додаток Ц.1

**Вміст і умовне споживання лужногідролізованого азоту на посівах  
кукурудзи цукрової, мг/кг ґрунту**

2014 рік

Глибина оранки, см	Фон живлення	Шар ґрунту, см	Час визначення		Умовне споживання азоту
			сходи культури	після збирання врожаю культури	
20-22	Без добрив	0-30	79,8	74,2	5,6
		30-50	65,8	59,0	6,8
		0-50	74,2	68,1	6,1
	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	0-30	91,0	77,0	14,0
		30-50	79,8	61,2	18,6
		0-50	86,5	70,7	15,8
	N <sub>120</sub> P <sub>120</sub>	0-30	86,1	74,2	11,9
		30-50	74,2	56,0	18,2
		0-50	81,3	66,9	14,4
28-30	Без добрив	0-30	77,0	72,0	5,0
		30-50	77,0	69,0	8,0
		0-50	77,0	70,8	6,2
	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	0-30	105,0	93,8	11,2
		30-50	79,8	63,0	16,8
		0-50	94,9	81,5	13,4
	N <sub>120</sub> P <sub>120</sub>	0-30	98,0	84,0	14,0
		30-50	77,0	64,0	13,0
		0-50	89,6	76,0	13,6

## Додаток Ц.2

**Вміст і умовне споживання лужногідролізованого азоту на посівах  
кукурудзи цукрової, мг/кг ґрунту**

2015 рік

Глибина оранки, см	Фон живлення	Шар ґрунту, см	Час визначення		Умовне споживання азоту
			сходи культури	після збирання врожаю культури	
20-22	Без добрив	0-30	93,8	86,8	7,0
		30-50	61,6	53,7	7,9
		0-50	80,9	73,6	7,3
	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	0-30	98,0	92,6	5,4
		30-50	68,6	59,8	8,8
		0-50	86,2	79,5	6,7
	N <sub>120</sub> P <sub>120</sub>	0-30	106,4	94,3	12,1
		30-50	75,6	60,1	15,5
		0-50	94,1	80,6	13,5
28-30	Без добрив	0-30	84,0	74,2	9,8
		30-50	42,0	32,2	9,8
		0-50	67,2	57,4	9,8
	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	0-30	84,0	77,0	7,0
		30-50	56,0	43,0	13,0
		0-50	72,8	63,4	9,4
	N <sub>120</sub> P <sub>120</sub>	0-30	91,0	81,1	9,9
		30-50	52,5	31,5	21,0
		0-50	75,6	61,3	14,3

## Додаток Ц.3

**Вміст і умовне споживання лужногідролізованого азоту на посівах  
кукурудзи цукрової, мг/кг ґрунту**

2016 рік

Глибина оранки, см	Фон живлення	Шар ґрунту, см	Час визначення		Умовне споживання азоту
			сходи культури	після збирання врожаю культури	
20-22	Без добрив	0-30	44,8	40,6	4,2
		30-50	29,4	23,2	6,2
		0-50	38,6	33,6	5,0
	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	0-30	75,6	64,4	11,2
		30-50	43,4	33,0	10,4
		0-50	62,7	51,8	10,9
	N <sub>120</sub> P <sub>120</sub>	0-30	89,6	75,1	14,5
		30-50	85,4	68,8	16,6
		0-50	87,9	72,6	15,3
28-30	Без добрив	0-30	79,8	74,0	5,8
		30-50	63,0	55,2	7,8
		0-50	73,1	66,5	6,6
	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	0-30	85,6	76,1	9,5
		30-50	60,4	49,7	10,7
		0-50	75,5	65,5	10,0
	N <sub>120</sub> P <sub>120</sub>	0-30	98,0	87,8	10,2
		30-50	120,4	103,2	17,2
		0-50	107,0	94,0	13,0

## Додаток Ц.4

**Вміст і умовне споживання рухомого фосфору на посівах кукурудзи  
цукрової, мг/кг ґрунту**

2014 рік

Глибина оранки, см	Фон живлення	Шар ґрунту, см	Час визначення		Умовне споживання фосфору
			сходи культури	після збирання врожаю культури	
20-22	Без добрив	0-30	29,6	26,9	2,7
		30-50	17,7	14,6	3,1
		0-50	24,8	21,9	2,9
	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	0-30	35,1	28,4	6,7
		30-50	31,3	16,1	15,2
		0-50	33,6	23,5	10,1
	N <sub>120</sub> P <sub>120</sub>	0-30	39,6	27,8	11,8
		30-50	23,4	12,8	10,6
		0-50	33,1	21,8	11,3
28-30	Без добрив	0-30	31,4	25,6	5,8
		30-50	24,7	17,4	7,3
		0-50	28,7	22,3	6,4
	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	0-30	35,8	29,3	6,5
		30-50	19,7	12,7	7,0
		0-50	29,4	22,7	6,7
	N <sub>120</sub> P <sub>120</sub>	0-30	40,4	36,1	4,3
		30-50	20,3	12,9	7,4
		0-50	32,4	26,8	5,6

## Додаток Ц.5

**Вміст і умовне споживання рухомого фосфору на посівах кукурудзи  
цукрової, мг/кг ґрунту**

2015 рік

Глибина оранки, см	Фон живлення	Шар ґрунту, см	Час визначення		Умовне споживання фосфору
			сходи культури	після збирання врожаю культури	
20-22	Без добрив	0-30	30,9	27,4	3,5
		30-50	12,2	7,4	4,8
		0-50	23,4	19,4	4,0
	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	0-30	40,9	37,0	3,9
		30-50	18,6	11,5	7,1
		0-50	32,0	26,8	5,2
	N <sub>120</sub> P <sub>120</sub>	0-30	49,5	38,3	11,2
		30-50	18,0	9,7	8,3
		0-50	36,9	26,9	10,0
28-30	Без добрив	0-30	42,2	35,6	6,6
		30-50	19,0	10,6	8,4
		0-50	32,9	25,6	7,3
	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	0-30	45,3	34,6	10,7
		30-50	21,2	5,3	15,9
		0-50	35,7	22,9	12,8
	N <sub>120</sub> P <sub>120</sub>	0-30	52,6	40,1	12,5
		30-50	24,1	12,2	11,9
		0-50	41,2	28,9	12,3



## Додаток Ц.6

**Вміст і умовне споживання рухомого фосфору на посівах кукурудзи  
цукрової, мг/кг ґрунту**

2016 рік

Глибина оранки, см	Фон живлення	Шар ґрунту, см	Час визначення		Умовне споживання фосфору
			сходи культури	після збирання врожаю культури	
20-22	Без добрив	0-30	61,0	56,4	4,6
		30-50	20,8	15,8	5,0
		0-50	44,9	40,2	4,7
	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	0-30	90,9	80,4	10,5
		30-50	42,3	36,0	6,3
		0-50	71,5	62,6	8,9
	N <sub>120</sub> P <sub>120</sub>	0-30	122,0	112,4	9,6
		30-50	160,0	149,0	11,0
		0-50	137,2	127,0	10,2
28-30	Без добрив	0-30	85,3	82,5	2,8
		30-50	39,5	33,5	6,0
		0-50	67,0	62,9	4,1
	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	0-30	97,9	94,5	3,4
		30-50	58,1	47,0	11,1
		0-50	82,0	75,5	6,5
	N <sub>120</sub> P <sub>120</sub>	0-30	111,0	102,0	9,0
		30-50	160,0	148,5	11,5
		0-50	130,6	120,6	10,0

## Додаток Ш.1

## ДОВІДКА

про впровадження наукових результатів, отриманих у дисертаційній роботі  
Лиховида Павла Володимировича «Урожайність та якість кукурудзи цукрової залежно від обробітку ґрунту, мінеральних добрив, загущення  
рослин при зрошенні»

Назва впроваджуваної пропозиції	Місце та об'єм впровадження	Шляхи впровадження	Результати впровадження
Технологія вирощування кукурудзи цукрової за краплинного зрошення в зоні Сухого Степу України	ФГ «Рімма» Горностаївського району Херсонської області у 2016 році на площі 2 га	Застосування рекомендованого агротехнічного комплексу вирощування культури: норма мінеральних добрив N <sub>120</sub> P <sub>120</sub> , основний полицевий обробіток ґрунту на глибину 20-22 см, загущення рослин 65 тис/га.	При впровадженні рекомендованого агротехнічного комплексу врожайність товарних качанів кукурудзи цукрової без обгорток склала 10,0 т/га; рентабельність виробництва — 185 %.

Директор ФГ «Рімма»

Головний бухгалтер ФГ «Рімма»



Капуза Л. Д.

Архіпова Ж. І.

## ДОВІДКА

про впровадження наукових результатів, отриманих у дисертаційній роботі  
Лиховида Павла Володимировича «Урожайність та якість кукурудзи цукрової залежно від обробітку ґрунту, мінеральних добрив, загущення  
рослин при зрошенні»

Назва впроваджуваної пропозиції	Місце та об'єм впровадження	Шляхи впровадження	Результати впровадження
Технологія вирощування кукурудзи цукрової за краплинного зрошення в зоні Сухого Степу України	ФГ «СМАРАГД ПЛЮС» Великоолександрівського району Херсонської області у 2016 р. на площі 1,0 га	Застосування рекомендованого агротехнічного комплексу вирощування культури: норма мінеральних добрив N <sub>120</sub> P <sub>120</sub> , основний полицевий обробіток ґрунту на глибину 20-22 см, загущення рослин 65 тис/га.	При впровадженні рекомендованого агротехнічного комплексу врожайність товарних качанів кукурудзи цукрової без обгортки склала 9,2 т/га; рентабельність виробництва — 153 %.

Директор

Головний бухгалтер



Калашніков С.В.

Калашніков С.В.

## Додаток Ш.3

## ДОВІДКА

про впровадження наукових результатів, отриманих у дисертаційній роботі  
Лиховида Павла Володимировича «Урожайність та якість кукурудзи цукрової залежно від обробітку ґрунту, мінеральних добрив, загущення  
рослин при зрошенні»

Назва впроваджуваної пропозиції	Місце та об'єм впровадження	Шляхи впровадження	Результати впровадження
Технологія вирощування кукурудзи цукрової за краплинного зрошення в зоні Сухого Степу України	ФГ «Зоря» Білозерського району Херсонської області у 2016 р. на площі 0,8 га	Застосування рекомендованого агротехнічного комплексу вирощування культури: норма мінеральних добрив N <sub>120</sub> P <sub>120</sub> , основний полицевий обробіток ґрунту на глибину 20-22 см, загущення рослин 65 тис/га.	При впровадженні рекомендованого агротехнічного комплексу врожайність товарних качанів кукурудзи цукрової в обгортках склала 13,0 т/га; рівень рентабельності виробництва продукції — 172 %.

Директор

Головний бухгалтер





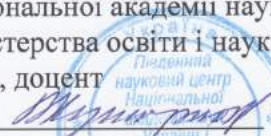
## Додаток Ш.4

**АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ**  
від 03 лютого 2017 року

Матеріали Державного вищого навчального закладу «Херсонський державний аграрний університет» згідно до наукової теми Південного наукового центру Національної академії наук і Міністерства освіти і науки України «Вивчення стану наукових досліджень в Південному регіоні України, їх інноваційної складової та відповідності пріоритетним напрямкам науки і техніки», які представлені в вигляді Збірника «Наука в Південного регіоні України (важливі досягнення наукових установ Південного регіону України в галузі фундаментальних, прикладних досліджень та інноваційної діяльності у 2015 році), випуск XIV, Одеса, 2016, 317 с. доведені до Голови Одеської, Миколаївської, Херсонської облдержадміністрацій, мерій міст Одеси, Миколаєва і Херсону, Голові Українського союзу промисловців і підприємців та всім його регіональним відділенням (21-му виконавчому директору), регіональним центрам інвестицій та розвитку, сектору інформаційного забезпечення трансферу технологій УкрІНТЕІ.

Назва впровадженого результату	Досягнутий ефект	
	Науковий, соціальний, науково-організаційний та інші	Економічний ефект
Збірник «Наука в Південного регіоні України (важливі досягнення наукових установ Південного регіону України в галузі фундаментальних, прикладних досліджень та інноваційної діяльності у 2015 році), випуск XIV, Одеса, 2016, 317 с.	<p>Збірник використовується як критерій оцінки передових науково-технічних проектів і технологій</p> <p>Збірник служить довідником при трансфері проектів нової техніки і технологій до інших регіонів України.</p>	Підрахувати не можливо

Директор Південного наукового центру  
Національної академії наук і  
Міністерства освіти і науки України,  
к.х.н., доцент

 О.М. Хуторной



## Додаток Щ.1

## Список публікацій за темою дисертації

1. Лиховид П. В. Урожайність товарних качанів кукурудзи цукрової залежно від агротехніки в зрошуваних умовах Сухого Степу України. *Таврійський науковий вісник: Науковий журнал*. 2015. Вип. 94. С. 42—48.

2. Лиховид П. В. Ефективність використання мінеральних добрив кукурудзою цукровою залежно від агротехніки її вирощування при зрошенні. *Таврійський науковий вісник: Науковий журнал*. 2016. Вип. 95. С. 62—66.

3. Ушкаренко В. О., Лиховид П. В. Загальний вміст цукрів і сухої речовини в зерні кукурудзи цукрової на початку його молочно-воскової стиглості залежно від агротехнології. *Таврійський науковий вісник: Науковий журнал*. 2016. Вип. 96. С. 119—123.

*Автором дисертації проведено лабораторні аналізи, їх математичну обробку й узагальнення, аналіз літературних джерел.*

4. Ушкаренко В., Лиховид П. Урожайність кукурудзи цукрової залежно від глибини полицевої оранки, фону живлення та густоти стояння рослин за краплинного зрошення. *Техніка і технології АПК*. 2016. № 12 (87). С. 11—14.

*Автором дисертації проведено польові дослідження, визначення врожайності, математичну обробку й узагальнення одержаних даних, аналіз літературних джерел.*

5. Ушкаренко В. О., Лиховид П. В. Регресійна модель урожайності кукурудзи цукрової залежно від агротехнології в зрошуваних умовах Сухого Степу України. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. 2016. № 2. С. 31—35. (видання входить до міжнародних наукометричних баз, репозиторіїв та баз даних Ulrich's Periodicals Directory, РИНЦ, Google Scholar, BASE, OpenDOAR, Соционет, WorldCat, CyberLeninka).

*Автором дисертації проведено аналіз літературних джерел і побудову регресійної моделі.*

6. Лиховид П. Водно-фізичні властивості ґрунту на посівах кукурудзи

цукрової залежно від глибини його основної обробки. *Техніка і технології АПК*. 2017. № 1 (88). С. 26—29.

7. Likhovid P. V. Analysis of the Ingulets irrigation water quality by agronomical criteria. *Success of Modern Science and Education*. 2015. No. 5. P. 10—12. (видання входить до міжнародних наукометричних і бібліографічних баз РИНЦ, AGRIS, ERIN PLUS).

8. Лиховид П. В. Перспективы использования кукурузы сахарной в кормопроизводстве. *Пути повышения эффективности орошаемого земледелия: научно-практический журнал*. 2016. Вып. 1 (61). С. 213—215. (видання входить до міжнародної наукометричної бази РИНЦ).

9. Лиховид П. В. Энергетическая эффективность выращивания кукурузы сахарной в зависимости от агротехнического комплекса. *Успехи современной науки и образования*. 2016. № 11, Т. 8. С. 22—24. (видання входить до міжнародних наукометричних і бібліографічних баз РИНЦ, AGRIS, ERIN PLUS).

10. Ушкаренко В. А., Лиховид П. В. Технология выращивания кукурузы сахарной на капельном орошении в условиях Сухой Степи Украины// *Современные научные исследования и инновации: электрон. науч.-практ. журнал*. 2016. № 11 (67). URL: <http://web.snauka.ru/issues/2016/11/73063> (дата обращения 19.03.2017). (видання входить до міжнародних наукометричних баз РИНЦ, Google Scholar).

*Автором дисертації проведено польові та лабораторні дослідження, їх математичну обробку й узагальнення одержаних даних, економіко-енергетичні розрахунки, аналіз літературних джерел.*

11. Ушкаренко В. А., Лиховид П. В. Нейронные сети в прогнозировании урожайности сельскохозяйственных культур на основании результатов многофакторных опытов на примере кукурузы сахарной. *Успехи современной науки и образования*. 2017. № 1, Т. 4. С. 174—176. (видання входить до міжнародних наукометричних і бібліографічних баз РИНЦ, AGRIS, ERIN PLUS).

*Автором дисертації проведено польові дослідження, математичну обробку, узагальнення одержаних даних і побудовано нейронну модель, проаналізовано літературні джерела.*

12. Лиховид П. В. Продолжительность вегетационного периода кукурузы сахарной в зависимости от агротехники. *Пути повышения эффективности орошаемого земледелия: научно-практический журнал*. 2017. Вып. 1 (65). С. 248—251. (видання входить до міжнародної наукометричної бази РИНЦ).

13. Лиховид П. В., Ушкаренко В. А. Мелиоративное состояние почвы в зависимости от глубины ее основной обработки на посевах кукурузы сахарной. *SCI-ARTICLE: электронный периодический рецензируемый научный журнал*. 2017. № 42. С. 165—170. URL: <http://sci-article.ru>

*Автором дисертації проведено польові дослідження, математичну обробку, узагальнення одержаних даних, зроблено висновки, проаналізовано літературні джерела.*

14. Ушкаренко В., Лиховид П., Кіріяк Ю. Перспективи розвитку краплинного зрошення у Херсонській області. *Інноваційні технології та інтенсифікація розвитку національного виробництва : матер. II міжнар. наук.-практ. інтернет-конф., 20-21 жовтн. 2015 р.* Тернопіль, 2015. С. 48—50. (видання входить до міжнародної наукометричної бази РИНЦ).

*Автором дисертації проведено аналіз літературних джерел, кліматичних умов і стану якості зрошувальної води.*

15. Likhovid P.V. The new way of the irrigation water quality amelioration in the Inhulets'ka irrigation system by using water feed from the Karachuniv's'ke reservoir // Anthropogenic evaluation of modern soils and food production under changing of soil and climatic conditions: proceedings of international scientific and practical e-conference on agriculture and food security, Oct. 29-Nov. 28, 2015. P. 127—128. DOI: <http://dx.doi.org/10.18551/rjoas.2015.e-conf> (дата обращения 19.03.2017).

16. Ушкаренко В., Лиховид П. Щільність складення ґрунту на посівах кукурудзи цукрової за різної глибини його основної обробки. *Інтеграційна*



*система освіти, науки і виробництва в сучасному інформаційному просторі: матер. III міжнар. наук.-практ. конф., 19-20 травн. 2016 р., м. Тернопіль. Тернопіль: Крок, 2016. С. 71—73. (видання входить до міжнародної наукометричної бази РИНЦ).*

*Автором дисертації проведено польові дослідження, математичну обробку їх результатів, узагальнення та систематизацію, аналіз літературних джерел.*

17. Ушкаренко В. О., Лиховид П. В. Урожайність наземної маси кукурудзи цукрової залежно від глибини основного обробітку ґрунту, фону живлення та загущення рослин при зрошенні. *Онтогенез — стан, проблеми та перспективи вивчення рослин в культурних та природних ценозах: зб. тез міжнар. конф., 10-11 червн. 2016 р., м. Херсон. Херсон: Колос, 2016. С. 179—180.*

18. Лиховид П. Основний обробіток ґрунту як фактор продуктивності кукурудзи цукрової. *Інноваційні технології та інтенсифікація розвитку національного виробництва: матер. III міжнар. наук.-практ. конф., 20-21 жовтн. 2016 р., м. Тернопіль. Тернопіль: Крок, 2016. Ч. 1. С. 68—70. (видання входить до міжнародної наукометричної бази РИНЦ).*

19. Лиховид П. В. Висота рослин і швидкість росту кукурудзи цукрової за різних технологій її вирощування. *Досягнення та концептуальні напрями розвитку сільськогосподарської науки в сучасному світі: матер. всеукраїнської наук.-практ. конф. до 80-ти річчя від дня заснування ДДС ІОБ НААН, 21 листоп. 2016 р., с. Олександрівка, Дніпропетровська область. Вінниця: ТОВ “Нілан-ЛТД”, 2016. С. 89—91.*

20. Лиховид П. В. Інтенсивність виділення вуглекислого газу темно-каштановим ґрунтом на посівах кукурудзи цукрової за краплинного зрошення. *Досягнення та концептуальні напрями розвитку сільськогосподарської науки в сучасному світі: матер. всеукраїнської наук.-практ. конф. до 80-ти річчя від дня заснування ДДС ІОБ НААН, 21 листоп. 2016 р., с. Олександрівка, Дніпропетровська область. Вінниця: ТОВ “Нілан-ЛТД”, 2016. С. 91—93.*

21. Лиховид П. В. Индекс листовой поверхности кукурузы сахарной в зависимости от агротехнического комплекса. *Досягнення та концептуальні напрями розвитку сільськогосподарської науки в сучасному світі: матер. всеукраїнської наук.-практ. конф. до 80-ти річчя від дня заснування ДДС ІОБ НААН, 21 листоп. 2016 р., с. Олександрівка, Дніпропетровська область. Вінниця: ТОВ “Нілан-ЛТД”, 2016. С. 94—95.*

22. Ушкаренко В. О., Лиховид П. В. Економічна ефективність вирощування кукурудзи цукрової на краплинному зрошенні залежно від агротехнічного комплексу. *Краплинне зрошення як основна складова інтенсивних агротехнологій XXI століття: матер. III наук.-практ. конф., 8 грудн. 2016 р., м. Київ. Київ, 2016. С. 9—10.*

*Автором дисертації проведено польові дослідни, аналіз одержаних результатів і економічні розрахунки ефективності технології вирощування.*

23. Наука в Південному регіоні України. Важливі досягнення наукових установ Південного регіону України в галузі фундаментальних, прикладних досліджень та інноваційної діяльності. Вип. XIV / під загальн. ред. ак. НАН України Андронаті С. А. Одеса, 2016. С. 82.

24. Лиховид П. Ефективність краплі. *The Ukrainian Farmer*. 2017. № 1 (85). С. 94.

**Відомості про апробацію результатів дисертації**

Основні та проміжні результати досліджень доповідалися, обговорювалися й отримали позитивну оцінку на науково-практичних конференціях, зокрема: щорічних наукових конференціях викладачів і аспірантів агрономічного факультету ХДАУ (м. Херсон, 2014-2017 рр., очна участь); Міжнародній науково-практичній інтернет-конференції “Інноваційні технології та інтенсифікація розвитку національного виробництва” (м. Тернопіль, 20-21 жовтня 2015 р., заочна участь); Міжнародній науково-практичній інтернет-конференції “Anthropogenic evaluation of modern soils and food production under changing of soil and climatic conditions” (Orel State Agrarian University, All-Russian Institute of Phytopathology, Gorsky State Agrarian University, Russia, October 29 — November 28, 2015, internet-conference); Міжнародній науково-практичній конференції “Інтеграційна система освіти, науки і виробництва в сучасному інформаційному просторі” (м. Тернопіль, 19-20 травня 2016 р., заочна участь); Міжнародній конференції “Онтогенез — стан, проблеми та перспективи вивчення рослин в культурних та природних ценозах” (м. Херсон, 10-11 червня 2016 р., заочна участь); Міжнародній науково-практичній конференції “Інноваційні технології та інтенсифікація розвитку національного виробництва” (м. Тернопіль, 20-21 жовтня 2016 р., заочна участь); Всеукраїнській науково-практичній конференції до 80-ти річчя від дня заснування ДДС ІОБ НААН “Досягнення та концептуальні напрями розвитку сільськогосподарської науки в сучасному світі” (с. Олександрівка, Дніпропетровська область, 21 листопада 2016 р., заочна участь); Науково-практичній конференції “Краплинне зрошення як основна складова інтенсивних агротехнологій XXI століття” (м. Київ, Інститут водних проблем і меліорації НААН України, 8 грудня 2016 р., заочна участь).