

ХЕРСОНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ  
МІНІСТЕРСТВА ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Кваліфікаційна наукова  
праця на правах рукопису

ЧАБАН ВІКТОР ОЛЕКСАНДРОВИЧ

УДК 633.8011.631.674.6:58.05

ДИСЕРТАЦІЯ  
**АГРОТЕХНОЛОГІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ  
ВИРОЩУВАННЯ ШАВЛІЇ МУСКАТНОЇ ЗА КРАПЛИННОГО  
ЗРОШЕННЯ В УМОВАХ ПІВДЕННОГО СТЕПУ УКРАЇНИ**

06.01.02 «Сільськогосподарські меліорації»  
(сільськогосподарські науки)

Подається на здобуття наукового  
ступеня доктора сільськогосподарських наук

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

\_\_\_\_\_ В. О. Чабан

Науковий консультант: УШКАРЕНКО ВІКТОР ОЛЕКСАНДРОВИЧ,  
доктор сільськогосподарських наук, професор,  
академік НААНУ, Заслужений працівник вищої школи України

Херсон – 2021

## АНОТАЦІЯ

**Чабан В. О. Агротехнологічне обґрунтування технології вирощування шавлії мускатної за краплинного зрошення в умовах Південного Степу України. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.**

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора сільськогосподарських наук за спеціальністю 06.01.02 «Сільськогосподарські меліорації». – Херсонський державний аграрно-економічний університет, Херсон, 2021.

У дисертаційній роботі представлено результати досліджень з агротехнологічного обґрунтування та розробки технології вирощування шавлії мускатної з використанням наступних елементів: роки використання посівів культури, дози мінеральних добрив, глибина основного обробітку ґрунту, строки посіву культури, ширина міжрядь та ін.

Оптимальні значення водно-фізичних показників орного шару ґрунту: щільність, шпаруватість та водопроникність були отримані у перший рік використання посіву культури підзимового строку, під який провели оранку на 28-30 см. Вирощування шавлії мускатної в наступні роки (другий-четвертий) призводило до погіршення водно-фізичних показників орного шару ґрунту. Так, максимальна водопроникність темно-каштанового ґрунту під посівами шавлії мускатної спостерігалась у перший рік використання на варіантах глибокої оранки 28-30 см і становила 3,7 мм/хв. на початку вегетації та 3,0 мм/хв. наприкінці вегетації культури. Не дивлячись на проведення міжрядних культивувань, водопроникність ґрунту дослідного поля в подальші роки використання посівів культури погіршувалась. Так, на другий рік використання посіву водопроникність впала на 15,6-31,8% до 2,2-3,2 мм/хв. Мінімальні значення водопроникності ґрунту в нашому досліді – 1,5-2,0 мм/хв. спостерігали на четвертий рік використання посіву культури.

В умовах Південного Степу України головним питанням – це збереження вологи у верхньому шарі ґрунту 0-30 см, тому нами було

поставлене питання, яким чином зберегти вологу при посіві дрібнонасінневої культури шавлії мускатної, традиційна культивуація посіву КПС 4,2 приводила до втрати вологи – 65% НВ, що не давало можливість отримати повноцінні сходи рослин, тому нами був запропонований метод передпосівного обробітку ґрунту під посів шавлії мускатної, агрегат БК-1, який робочими органами вичісував бур'яни у фазі шильця, що швидко гинули при даному обробітку, дана борона не підіймала вологу з нижніх шарів ґрунту та створювала ложе для насіння на глибині 3-5 см, дана волога тривалий час трималась на рівні 70-75% НВ, що сприяло рівномірній появі сходів.

Сумарне водоспоживання посівів культури знаходилось у межах 4811 – 6014 м<sup>3</sup>/га. У сумарному водоспоживанні шавлії мускатної найменшу частку складала зрошувальна норма (14,9% залежно від волого- й теплозабезпеченості досліджуваних років). З ґрунту витрачено 37,6 %, доля атмосферних опадів 47,%. Максимальні його значення були отримані у варіантах першого року використання посіву культури, який був проведений у першу декаду грудня (підзимовий строк) з міжряддям 70 см. При цьому доза внесення мінеральних добрив під оранку на 28-30 см складала N<sub>60</sub>P<sub>90</sub>. Подальше використання посівів шавлії мускатної призводило до зменшення витрат вологи. Внесення мінеральних добрив дозою N<sub>60</sub>P<sub>90</sub> призводило до суттєвого зменшення (майже у 2 рази) витрат вологи на отримання 1 тони суцвіть шавлії мускатної: з 812 до 362 м<sup>3</sup>/т. Використання посівів культури на протязі чотирьох років призводило до стрімкого зростання коефіцієнта водоспоживання шавлії мускатної: від 362 м<sup>3</sup>/т у перший рік до 2426 м<sup>3</sup>/т на четвертий рік.

Проведені фенологічні спостереження за посівами культури дали нам можливість визначити, що суттєвий вплив на тривалість міжфазних періодів мали строки посіву та дози внесених мінеральних добрив. Так, при посіві у першу декаду грудня міжфазний період посів-сходи культури був максимальним і складав 109-111 діб, при перенесенні посіву культури на весну цей міжфазний період зменшувався до 22-41 діб. Внесення мінеральних добрив у дозі N<sub>60</sub>P<sub>90</sub> призводило до подовження досліджуваного показника.

Шавлія мускатна – дворічна культура, яка в нашому досліді використовувалась упродовж чотирьох років, і тому результати визначення зміни забур'яненості посівів культури є актуальними. Так, застосування для передпосівного обробітку ґрунту борони – культиватора БК-1,0 дало змогу зменшити забур'яненість сходів культури на 2-5 шт./м<sup>2</sup> порівняно з варіантом застосування культиватора КПС-4. Максимальна забур'яненість посівів шавлії мускатної спостерігалась на другий рік вегетації – 11-19 шт./м<sup>2</sup>. В подальші роки використання культури кількість бур'янів у посівах шавлії мускатної знижувалась. Так, в кінцевому результаті на четвертому році використання посіву треба відмітити зникнення мишію зеленого та мишію сизого, проте було відмічено появу у посівах культури щиріці запрокинутої у кількості 3 шт./м<sup>2</sup>.

Аналізуючи показники збереженості рослин першого року використання, треба відмітити, що вона знижувалась відповідно до років використання посіву шавлії мускатної. При внесенні мінеральних добрив дозою N<sub>60</sub>P<sub>60</sub> у перший рік життя посіву збереженість рослин на початку вегетації становила 96, у другий – 79, третій – 72%. На четвертому році життя шавлії мускатної збереженість суттєво знизилась до 55 та на п'ятому до 12%.

За впливом на врожайність культури перевагу мали роки використання. Так, рівень врожайності шавлії мускатної був стабільним на протязі трьох років використання і максимальна урожайність суцвіть була отримана у варіанті першого строку посіву, при глибині основного обробітку ґрунту 28-30 см, на фоні живлення N<sub>60</sub>P<sub>90</sub> з шириною міжрядь 45 см – середня врожайність склала 14,71 т/га. На четвертий рік використання посіву урожайність суцвіть різко знизилась до 0,80-2,16 т/га. Частка впливу факторів на формування урожаю шавлії мускатної третього року використання були наступними: фон живлення – 30,4, строки посіву 43,9, ширина міжрядь 5,3 та глибина оранки – 2,1%, від загального урожаю. На четвертому році використання посіву відбулось різке зменшення урожаю шавлії мускатної, однією з головних причин – це старіння листя та відмирання

рослин на площі посіву.

Шавлія мускатна – цінна ефіроолійна культура. Так, максимальну кількість ефірної олії в зібраних суцвіттях шавлії мускатної отримали при скошуванні їх в період з 6 години ранку до 11 години дня або з 19 до 22 години вечора. У період скошування суцвіть культури з 11 до 19 години дня умовний збір ефірної олії знижується на 1,26-14,6 кг/га або 25,0-88,4%. Внесення мінеральних добрив під основний обробіток ґрунту призводило до збільшення умовного збору ефірної олії з посівів шавлії мускатної. Так, внесення мінеральних добрив максимальною, в нашому досліді, у дозі  $N_{60}P_{90}$  дало можливість отримати максимальний умовний збір ефірної олії, який, залежно від часу скошування суцвіть шавлії мускатної, склав 36,5-51,1 кг/га, що на 32,71-47,31 кг/га більше, ніж на природному фоні живлення.

Аналіз економічних показників показав, що найвищий умовний чистий прибуток розробленої технології вирощування шавлії мускатної з 1 га отримали у варіанті другого року використання у перший строк посіву (підзимовий) на фоні живлення  $N_{60}P_{90}$  – 165,7 тис. грн/га, на третій рік на цьому варіанті було отримано 166,3 тис. грн./га. У варіанті четвертого року використання посіву умовний чистий прибуток був мінімальним і склав лише 1993 грн/га.

Максимальні значення коефіцієнта енергетичної ефективності вирощування шавлії мускатної були отримані у перший рік використання та посіву у першу декаду грудня на фоні внесення  $N_{60}P_{90}$  – 3,25. При перенесенні посіву культури на першу декаду квітня цей показник знижувався в два рази – до 1,59. Мінімальні значення енергетичного коефіцієнту технології вирощування шавлії мускатної в нашому досліді були отримані на четвертий рік використання плантації культури. При визначенні енергоємності 1 кг зібраних суцвіть шавлії мускатної у перший рік використання мінімальним він був у варіанті з глибиною основного обробітку ґрунту 28-30 см на фоні живлення  $N_{60}P_{90}$  у перший строк посіву – 2,02 ГДж.

**Ключові слова:** шавлія мускатна, краплинне зрошення, удобрення,

глибина оранки, строк сівби, ширина міжряддя, водоспоживання, врожайність, економічна ефективність, енергетична оцінка.

## SUMMARY

***Chaban V. O. Agrotechnological substantiation of the technology of growing *Salvia sclarea* L. under drip irrigation in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine. - Qualifying scientific work on the rights of the manuscript.***

The dissertation on competition of a scientific degree of the doctor of agricultural sciences on a specialty 06.01.02 "Agricultural reclamation". - Kherson State Agrarian and Economic University, Kherson, 2021.

The dissertation presents the results of research on agrotechnological substantiation and development of technology for growing *Salvia sclarea* L. using the following elements: years of crop use, doses of mineral fertilizers, depth of main tillage, sowing dates, row spacing, etc.

Optimal values of water-physical indicators of the arable layer of the soil: density, porosity and water permeability were obtained in the first year of sowing of winter crops, under which plowing was carried out for 28-30 cm. Growing *Salvia sclarea* L. in subsequent years (second-fourth) led to deterioration water-physical indicators of the arable soil layer. Thus, the maximum water permeability of dark chestnut soil under crops of *Salvia sclarea* L. was observed in the first year of use on the options of deep plowing 28-30 cm and was 3.7 mm/min. at the beginning of the growing season and 3.0 mm/min. at the end of the growing season. Despite the inter-row cultivation, the water permeability of the soil of the experimental field in the subsequent years of crop use deteriorated. Thus, for the second year of sowing use, the water permeability fell by 15.6-31.8% to 2.2-3.2 mm/min. The minimum values of soil water permeability in our experiment are 1.5-2.0 mm/min. observed for the fourth year of crop use.

In the conditions of the Southern Steppe of Ukraine the main issue is the preservation of moisture in the upper layer of soil 0-30 cm, so we asked how to

retain moisture when sowing small-seeded culture of *Salvia sclarea* L., traditional cultivation of KPS 4.2 led to moisture loss - 65 % HB, which did not allow to obtain full-fledged seedlings of plants, so we proposed a method of pre-sowing tillage for sowing nutmeg, unit BK -1, which the working bodies combed weeds in the spike phase, which quickly died during this treatment, this harrow did not lift moisture from the lower layers of the soil and created a bed for seeds at a depth of 3-5 cm, this moisture was kept for a long time at the level of 70-75% HB, which contributed to the uniform emergence of seedlings.

The total water consumption of crops was in the range of 4811-6014 m<sup>3</sup>/h. In the total water consumption of *Salvia sclarea* L., the largest share was the irrigation rate (14.9% depending on the moisture and heat supply of the studied years). From the soil spent 37.6%, the share of precipitation 47.%. Its maximum values were obtained in the variants of the first year of sowing, which was carried out in the first decade of December (winter period) with a row spacing of 70 cm with a dose of mineral fertilizers for plowing at 28-30 cm was N<sub>60</sub>P<sub>90</sub>. Subsequent use of crops of *Salvia sclarea* L. led to a decrease in moisture consumption. Application of mineral fertilizers at a dose of N<sub>60</sub>P<sub>90</sub> led to a significant reduction (almost 2 times) of moisture consumption to obtain 1 ton of *Salvia sclarea* L. inflorescences: from 812 to 362 m<sup>3</sup>/t. The use of crops for four years led to a rapid increase in the water consumption ratio of *Salvia sclarea* L.: from 362 m<sup>3</sup>/t in the first year to 2426 m<sup>3</sup>/t in the fourth year.

Phenological observations of crops gave us the opportunity to determine that a significant impact on the duration of the interphase periods had the timing of sowing and doses of mineral fertilizers. Thus, when sowing in the first decade of December, the interphase period of sowing-seedlings of the culture was maximum and amounted to 109-111 days, when transferring the sowing of the crop to the spring, this interphase period decreased to 22-41 days. The application of mineral fertilizers at a dose of N<sub>60</sub>P<sub>90</sub> led to a prolongation of the studied indicator.

*Salvia sclarea* L. is a biennial crop that has been used in our experiment for four years, and therefore the results of determining the change in weediness of

crops are relevant. Thus, the use of BK-1,0 harrow cultivator for pre-sowing tillage made it possible to reduce the weediness of crop seedlings by 2-5 units/m<sup>2</sup> compared to the option of using KPS-4 cultivator. The maximum weediness of *Salvia sclarea* L. - crops was observed in the second year of the growing season – 11-19 pieces/m<sup>2</sup>. In subsequent years of crop use, the number of weeds in nutmeg crops decreased. Thus, in the final result, in the fourth year of crop use, the disappearance of the green mouse and the gray mouse should be noted, but the appearance of 3-pound/m<sup>2</sup> squirrel in the crops was noted.

Analyzing the indicators of preservation of plants in the first year of use, it should be noted that it decreased according to the years of use of *Salvia sclarea* L. When applying mineral fertilizers dose N<sub>60</sub>P<sub>60</sub> in the first year of life of the crop, the survival of plants at the beginning of the growing season was 96, in the second - 79, the third - 72%. In the fourth year of life of *Salvia sclarea* L., the survival rate dropped significantly to 55% and in the fifth to 12%.

In terms of impact on crop yields, years of use prevailed. Thus, the yield of *Salvia sclarea* L. was stable for three years of use and the maximum yield of inflorescences was obtained in the first sowing period, at a depth of main tillage 28-30 cm, against the background of feeding N<sub>60</sub>P<sub>90</sub> with a row spacing of 45 cm - average yield was 14, 71 t/ha, In the fourth year of sowing the yield of inflorescences dropped sharply to 0.80-2.16 t/ha. The share of factors influencing the formation of the yield of *Salvia sclarea* L. in the third year of use were as follows: feeding background - 30.4, sowing dates 43.9, row spacing 5.3 and plowing depth - 2.1% of the total harvest. In the fourth year of sowing use, there was a sharp decrease in the yield of nutmeg; one of the main reasons is the aging of leaves and the death of plants in the sown area.

*Salvia sclarea* L. - is a valuable essential oil culture. Thus, the maximum amount of essential oil in the collected inflorescences of *Salvia sclarea* L. was obtained by mowing them in the period from 6 am to 11 pm or from 19 to 22 pm. During the period of mowing the inflorescences of the culture from 11 to 19 o'clock in the afternoon the conditional collection of essential oil is reduced by 1.26-14.6



kg/ha or 25.0-88.4%. The application of mineral fertilizers under the main tillage led to an increase in the conditional collection of essential oil from crops of *Salvia sclarea* L. Thus, the application of mineral fertilizers by the maximum rate of  $N_{60}P_{90}$  in our experiment made it possible to obtain the maximum conditional collection of essential oil, which, depending on the mowing time of *Salvia sclarea* L. inflorescences, could be 36.5-51.1 kg/ha, which is 32.71-47.31 kg/ha more than on a natural background of food.

The analysis of economic indicators showed that the highest conditional net profit of the developed technology of growing *Salvia sclarea* L. from 1 ha was obtained in the second year of use in the first sowing period (winter) on the background of nutrition  $N_{60}P_{90}$  – 165.7 thousand UAH/ha, for the third year variant 166.3 thousand UAH/ha were received. In the variant of the fourth year of crop use, the net language income was minimal and amounted to only 1993 UAH/ha.

The maximum values of the energy efficiency of growing *Salvia sclarea* L. were obtained in the first year of use and sowing in the first decade of December against the background of  $N_{60}P_{90}$  – 3.25. When the sowing of the crop was postponed to the first decade of April, this indicator decreased twice – to 1.59. The minimum values of the energy factor of the technology of growing *Salvia sclarea* L. in our experiment were obtained for the fourth year of use of the crop plantation. When determining the energy consumption of 1 kg of collected *Salvia sclarea* L. inflorescences in the first year of use, it was minimal in the version with a depth of the main tillage of 28-30 cm on the background of feeding  $N_{60}P_{90}$  in the first sowing period – 2.02 GJ.

**Key words:** *Salvia sclarea* L., drip irrigation, fertilizer, plowing depth, sowing period, row spacing, water consumption, yield, economic efficiency, energy assessment

## СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

### *Монографії*

1. **Чабан В. О.** Сучасні методи очищення суднових стічних та лляльних скидних вод різного походження для зрошення сільськогосподарських культур: монографія. –Херсон: ХДМА, 2020. –130 с.

2. **Чабан В. О.,** Ушкаренко В. О. Наукове обґрунтування вирощування шавлії мускатної в умовах краплинного зрошення південного степу України: монографія. –Херсон: ХДМА, 2021.– 147 с. (*Проведення польових дослідів з шавлією мускатною, узагальнення результатів досліджень, формулювання висновків і рекомендацій*).

### *Статті у наукових фахових виданнях України*

3. **Чабан В. О.** Фактори забруднення світового океану та шляхи зниження екологічного лиха *Наукові праці*. Серія «Екологія». – 2012. Вип. 194, Том 206. – Миколаїв: Чорноморський державний університет ім. Петра Могили. – С. 23-25.

4. **Чабан В. О.** Нові перспективи біологічного очищення стічних промислових відходів за допомогою ейхорнії товстонижкової. *Наукові праці*. Серія «Екологія». – 2012. Вип. 220. Том 232. – Миколаїв: ЧДУ ім. Петра Могили. – С. 89-91.

5. **Чабан В. О.** Біологічне очищення природних водоймищ від шкідливих речовин за допомогою водних рослин для зрошення лікарських трав. *Наукові праці*. – 2014. Серія «Екологія». Вип. 240. Том 248. – Миколаїв : ЧДУ ім. Петра Могили. – С. 80–89.

6. **Чабан В. О.** Очищення водного середовища за допомогою ейхорнії товстонижкової. *Таврійський науковий вісник: наук. журнал*. –2014. Вип. 88. – С. 315–319.

7. **Чабан В. О.** Оцінка забруднення водоймищ морським транспортом та біологічний метод очищення водного середовища за допомогою ейхорнії

товстоніжкової. *Науковий журнал Вісник аграрної науки Причорномор'я*. – Миколаїв: Видавництво ВНЗ МНАУ, 2014. Вип. 2 (78). – С. 112–114.

8. **Чабан В. О.**, Круглий Д. Г., Камаєв О. Ю. Енергозберігаюча технологія очистки стічних лляльних вод. *Наукові праці*. Серія «Екологія». – 2015. Вип. 244, Том 256. – Миколаїв: Чорноморський державний університет ім. Петра Могили. С. 86–90 (*Проведення дослідів з очищення поливної води для краплинного зрошення шавлії мускатної, узагальнення результатів досліджень, формулювання висновків і рекомендацій*).

9. **Чабан В. О.** Наукове обґрунтування фітомеліоративних заходів з покращення якості поливної води для здійснення краплинного зрошення шавлії мускатної. *Зрошуване землеробство: збірник наукових праць*. – 2016. Вип. 66. – С. 132–137.

10. **Чабан В. О.** Динаміка поживного режиму ґрунту при вирощуванні шавлії мускатної при краплинному зрошенні в умовах Південного Степу України. *Зрошуване землеробство: збірник наукових праць*. – 2017. Вип. 67. – С. 150–155.

11. **Чабан В. О.** Продуктивність та якість шавлії мускатної залежно від впливу агрозаходів за вирощування при краплинному зрошенні на півдні України. *Зрошуване землеробство: збірник наукових праць*. – 2017. Вип. 68. – С. 199–205.

12. Ушкаренко В. О., **Чабан В. О.**, Коковіхін С. В., Шепель А. В. Урожайності суцвіть шавлії мускатної, раціональність внесення добрив та роль строків сівби за вирощування культури при краплинному зрошенні. *Зрошуване землеробство: збірник наукових праць*. – 2018. Вип. 69. – С. 100–105 (*Проведення польових дослідів з шавлією мускатною, узагальнення результатів досліджень, формулювання висновків і рекомендацій*).

13. Ушкаренко В. О., **Чабан В. О.**, Коковіхін С. В., Шепель А. В., Коваленко В. П. Економічна та енергетична ефективність технології вирощування шавлії мускатної за краплинного зрошення в умовах Південного Степу України. *Зрошуване землеробство: збірник наукових праць*. – 2018.

Вип. 70. – С. 104–108 (*Проведення польових дослідів з шавлією мускатною, узагальнення результатів досліджень, формулювання висновків і рекомендацій*).

14. **Чабан В. О.** Біологічне очищення природних водоймищ від шкідливих речовин за допомогою водних рослин для зрошення лікарських рослин. *Наукові праці*. Серія «Екологія». – 2018. Вип. 306, Том 318. – Миколаїв: Чорноморський державний університет ім. Петра Могили. – С. 77 – 80.

15. Ушкаренко В. О., Шепель А. В., Коковіхін С. В., **Чабан В. О.** Умовне споживання поживних речовин рослинами шавлії мускатної за вирощування в умовах Південного Степу України за краплинного зрошення. *Зрошуване землеробство: збірник наукових праць*. – 2019. Вип. 71. – С. 100–104 (*Проведення польових дослідів з шавлією мускатною, узагальнення результатів досліджень, формулювання висновків і рекомендацій*).

16. Ушкаренко В. О., **Чабан В. О.**, Чабан О. В. Аналіз формування урожаю та ефірної олії на посівах шавлії мускатної в умовах півдня України. *Журнал Агробіологія*. – 2019. Вип. 1(146). Білоцерківський національний аграрний університет. – С. 38–46 (*Проведення польових дослідів з шавлією мускатною, узагальнення результатів досліджень, формулювання висновків і рекомендацій*).

17. Ушкаренко В. О., Шепель А. В., Коковіхін С. В., **Чабан В. О.** Рациональність використання вологи в посівах шавлії мускатної при краплинному зрошенні на Півдні України. *Зрошуване землеробство: збірник наукових праць*. – 2019. Вип. 72. – С. 143–150 (*Проведення польових дослідів з шавлією мускатною, узагальнення результатів досліджень, формулювання висновків і рекомендацій*).

18. Ушкаренко В. О., **Чабан В. О.**, Лавренко С. О. Агротехнологічна ефективність вирощування суцвіть шавлії мускатної в умовах південного степу України. *Agrology*. 2020. Vol. 3. Issue 3. – С. 181–187 (*Проведення польових дослідів з шавлією мускатною, узагальнення результатів*

*досліджень, формулювання висновків і рекомендацій).*

19. Ушкаренко В. О., Шепель А. В., Коковіхін С. В., **Чабан В. О.** Густота стояння рослин та забур'яненість посівів шавлії мускатної залежно від впливу агрозаходів та років використання культури в умовах півдня України. *Зрошуване землеробство.* – 2020. Вип. 73.– С. 116–119 (*Проведення польових дослідів з шавлією мускатною, узагальнення результатів досліджень, формулювання висновків і рекомендацій).*

20. Ушкаренко В. О., Коковіхін С. В., **Чабан В. О.**, Лавренко С. О., Шепель А. В. Продуктивність шавлії мускатної залежно від водно-фізичних властивостей ґрунту за краплинного зрошення. *Збірник наукових праць Уманського НУС.* – 2020. Вип. 96 (Ч. 1).– С. 621–635 (*Проведення польових дослідів з шавлією мускатною, узагальнення результатів досліджень, формулювання висновків і рекомендацій).*

21. Ушкаренко В. О., Коковіхін С. В., **Чабан В. О.**, Шепель А. В. Енергетична та економічна ефективність вирощування шавлії мускатної в південному степу України при краплинному зрошенні. *Сільське господарство та лісівництво: збірник наукових праць.* – 2020. № 19. – С. 29–38 (*Проведення польових дослідів з шавлією мускатною, узагальнення результатів досліджень, формулювання висновків і рекомендацій).*

22. Ушкаренко В. О., **Чабан В. О.** Застосування мінеральних добрив під час вирощування шавлії мускатної в умовах крапельного зрошення південного степу України. *Наукові доповіді НУБіП України.* – 2020. №1(83). URL: <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/download/dopovidi/2020.01.009/12061>(дата доступу: 05.03.2020) (*Проведення польових дослідів з шавлією мускатною, узагальнення результатів досліджень, формулювання висновків і рекомендацій).*

23. Ушкаренко В. О., Шепель А. В., **Чабан В. О.**, Приймак В. В. Вплив добрив, обробітку ґрунту, строків та способів посіву на урожайність шавлії мускатної в зрошувальних умовах південного степу України. *Наукові доповіді НУБіП України.* – 2020. Вип. 2 (84). Агрономія. URL:

<http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/14025/12220> (дата доступу: 08.01.2021) (*Проведення польових дослідів з шавлією мускатною, узагальнення результатів досліджень, формулювання висновків і рекомендацій*).

24. Ушкаренко В. О., **Чабан В. О.**, Аверчев О. В., Лавренко С. О. Вплив обробітку ґрунту на забур'яненість посівів та урожайність шавлії мускатної різних років вегетації в умовах краплинного зрошення півдня України. *Таврійський науковий вісник*. Серія: сільськогосподарські науки: ДВНЗ «Херсонський державний аграрний університет». – 2020. Вип 114. – С. 140 – 147 (*Проведення польових дослідів з шавлією мускатною, узагальнення результатів досліджень, формулювання висновків і рекомендацій*)..

25. Ушкаренко В. О., **Чабан В. О.**, Коковіхін С. В., Шепель А. В. Коваленко В.П. Економічна ефективність технології вирощування шавлії мускатної за краплинного зрошення в умовах півдня України. *Аграрні інновації*. – 2020. Вип. 4. – С. 84 – 89 (*Проведення польових дослідів з шавлією мускатною, узагальнення результатів досліджень, формулювання висновків і рекомендацій*)..

26. Ушкаренко В. О., Вожегова Р. А., Коковіхін С. В., Шепель А. В., **Чабан В. О.** Урожайність шавлії мускатної та вихід ефірної олії залежно від досліджуваних агротехнічних факторів. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. – 2020. № 2. – С. 57–64 (*Проведення польових дослідів з шавлією мускатною, узагальнення результатів досліджень, формулювання висновків і рекомендацій*).

27. Ушкаренко В. О., **Чабан В. О.**, Коковіхін С. В., Шепель А. В., Коваленко В. П. Енергетична оцінка технології вирощування шавлії мускатної залежно від удобрення, обробітку ґрунту, строку сівби та ширини міжряддя. *Аграрні інновації*. – 2021. Вип. 5. – С. 75–80 (*Проведення польових дослідів з шавлією мускатною, узагальнення результатів досліджень, формулювання висновків і рекомендацій*).

### *Статті в інших виданнях*

26. Величко М. Г., Скрипников О. И., **Чабан В. О.** Устройство для определения площади поверхности листа и параметров растений. *Селекция и семеноводство*. – Москва: ВАСХНИЛ. 1990. №1.– С. 57–59 (*Проведення польових дослідів з шавлією мускатною, розробка методики для встановлення листкової площі шавлії мускатної та інших с.-г. культур*)..

27. Ушкаренко В. О., **Чабан В. О.** Формування урожайності шавлії мускатної залежно від фону живлення, глибини основного обробітку та передпосівної підготовки ґрунту, строків сівби на продуктивність культури по роках використання. Міжнародний електронний науково-практичний журнал «WayScience». – 2020. №1 (5). – С. 143 – 156 (*Проведення польових дослідів з шавлією мускатною, узагальнення результатів досліджень, формулювання висновків і рекомендацій*).

### *Тези і матеріали наукових конференцій*

28. **Чабан В. О.** Особливості технології вирощування лікарських трав в умовах зрошення Південного Степу України. *Лікарські рослини: традиції та перспективи досліджень*: матер. Міжнар. наук. конф. – Київ. 2006. – С. 219.

29. Леонов В. Е., **Чабан В. О.** Вплив синтезованих речовин та солей важких металів на життєдіяльність людини. *Сучасні інформаційні технології на транспорті*: матер. Міжнар. наук.-практ. конф. – Херсон: Видавництво Херсонського державного морського інституту. 2009. Т. 5. – С. 28–30 (*Проведення польових дослідів з шавлією мускатною, встановлення екологічних параметрів агротехнології для виготовлення лікарської сировини, формулювання висновків*).

30. **Чабан В. О.** Правила обробки баластних вод. *Современные проблемы гидробиологии. Перспективы, пути и методы решений*: матер. третьей Междунар. науч. конф. (17–19 мая 2012 г.). – Херсон, 2012. – С 368 – 371.

31. **Чабан В. О.**, Безкровний В. А., Камаев О. Ю. Влияние человеческого фактора на окружающую среду. *Сучасні енергетичні установки на*

*транспорті, технології та обладнання для їх обслуговування: збірник матеріалів 9 Міжнародної науково-практичної конференції (м. Херсон, 13–14 вересня 2018 р.). – Херсон: Херсонська державна морська академія, 2018. – С. 196–199.*

32. Ушкаренко В. О., **Чабан В. О.**, Чабан О. В. Вплив температури на формування врожаю шавлії мускатної. *Лікарські рослини. Традиції та перспективи досліджень: наукове видання. Матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої 140-річчю з дня народження П.І. Гавсевича (Березоточа, 13–14 червня 2019 р.). – С. 78 – 82 (Проведення польових дослідів з шавлією мускатною, узагальнення результатів досліджень, формулювання висновків і рекомендацій).*

33. Ушкаренко В. О., **Чабан В. О.** Вплив температурного режиму повітря на формування врожаю та ефірної олії на посівах шавлії мускатної. *Перспективні напрями та інноваційні досягнення аграрної науки: Матеріали Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції, присвяченої 145-річчю від дня заснування кафедри ботаніки та захисту рослин (м. Херсон, 24 травня 2019 р.). ДВНЗ «Херсонський державний аграрний університет». – С. 209 – 213 (Проведення польових дослідів з шавлією мускатною, узагальнення результатів досліджень, формулювання висновків і рекомендацій).*

34. Ушкаренко В. О., **Чабан В. О.** Забруднення пониззя Дніпра стічними водами та біологічний метод очищення вод для зрошення сільськогосподарських культур. *Безпека життєдіяльності на транспорті та виробництві – освіта, наука, практика: Матеріали VI Міжнародної науково-практичної конференції. – Херсон: ХДМА, 2019. – С. 209–293 (Проведення польових дослідів з шавлією мускатною, узагальнення результатів досліджень, формулювання висновків і рекомендацій).*

### **Патенти**

35. Ушкаренко В. О., Федорчук М. І., **Чабан В. О.** Спосіб вирощування



лікарських рослин. Деклараційний патент на винахід від 15.07.2007 року, бюл. №7. Державний департамент інтелектуальної власності, м. Київ *(Проведення польових дослідів з шавлією мускатною, узагальнення результатів досліджень, формулювання висновків)*.

36. Ушкаренко В. О., Федорчук М. І., **Чабан В. О.** Спосіб вирощування ехінацеї пурпурової на зрошувальних землях. Деклараційний патент на винахід від 15.05.2002 року, бюл. №5. Державний департамент інтелектуальної власності, м. Київ *(Проведення польових дослідів, узагальнення результатів досліджень, формулювання висновків)*.

37. Настасенко В. О., **Чабан В. О.**, Безкровний В. О. Спосіб очищення стоків води від токсикантів у водоймах із використанням рослини ейхорнії. Патент на корисну модель № 139980. Публікація відомостей: 10.02.2020, бюл. № 3. Власник: Херсонська державна морська академія, м. Київ *(Проведення дослідів з ейхорнією, узагальнення результатів досліджень, формулювання висновків)*.

## ЗМІСТ

	Стор.
АНОТАЦІЯ .....	2
SUMMARY .....	6
СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ НАУКОВИХ ПРАЦЬ.....	10
ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ.....	21
ВСТУП.....	22
<b>РОЗДІЛ 1   СТАН ВИВЧЕННЯ ПИТАНЬ З ОПТИМІЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЙ ВИРОЩУВАННЯ ШАВЛІЇ МУСКАТНОЇ НА ЗРОШУВАНИХ ЗЕМЛЯХ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ).....</b>	<b>29</b>
1.1   Господарсько-економічні та біолого-екологічні особливості шавлії мускатної, які необхідно враховувати при формуванні технологій виросування на зрошуваних землях.....	30
1.2   Екологія, біологія шавлії мускатної та наукове обґрунтування можливості вирощування її в умовах зрошення на півдні України .....	38
1.3   Оптимізація агротехнічних заходів вирощування шавлії мускатної за вирощування в різних ґрунтово- кліматичних зонах .....	52
1.4   Еколого-меліоративні аспекти організації штучного зволоження при вирощуванні шавлії мускатної .....	64
Висновки до розділу 1.....	74
<b>РОЗДІЛ 2   УМОВИ І МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ.....</b>	<b>76</b>
2.1   Рельєф, ґрунти та кліматичні умови зони досліджень..	76
2.2   Погодні умови в роки проведення досліджень.....	84
2.3   Методика проведення досліджень .....	95
2.4   Агротехніка вирощування шавлії мускатної у дослідах .....	101
Висновки до розділу 2.....	102

РОЗДІЛ 3	ВПЛИВ ГЛИБИНИ ОРАНКИ, МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ НА АГРОФІЗИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ҐРУНТУ ТА ЗАБУР'ЯНЕНІСТЬ ПОСІВІВ ШАВЛІЇ МУСКАТНОЇ..	103
3.1	Щільність складення орного шару ґрунту залежно від його обробітку .....	103
3.2	Шпаруватість ґрунту залежно від досліджуваних факторів .....	111
3.3	Водопроникність ґрунту залежно від його обробітку..	114
3.4	Забур'яненість посівів шавлії мускатної залежно від досліджуваних факторів та тривалості вирощування культури .....	120
Висновки до розділу 3.....		123
РОЗДІЛ 4	ВОДНИЙ І ПОЖИВНИЙ РЕЖИМИ ҐРУНТУ, УМОВНЕ СПОЖИВАННЯ ПОЖИВНИХ РЕЧОВИН ТА ЇХ ВПЛИВ НА РОЗВИТОК РОСЛИН ШАВЛІЇ МУСКАТНОЇ.....	125
4.1	Сумарне водоспоживання рослин шавлії мускатної залежно від досліджуваних факторів в умовах краплинного зрошення .....	125
4.2	Поживний режим ґрунту та вплив його на розвиток шавлії мускатної.....	134
4.3	Умовне споживання поживних речовин рослинами шавлії мускатної та біологічна активність ґрунту залежно від впливу досліджуваних факторів .....	144
4.4	Ріст та розвиток рослин шавлії мускатної залежно від досліджуваних факторів .....	152
4.5	Збереження рослин шавлії мускатної у посівах .....	161
Висновки до розділу 4.....		167
РОЗДІЛ 5	РОЗРОБЛЕННЯ ФОТОМЕЛІОРАТИВНИХ ЗАХОДІВ З ПОКРАЩЕННЯ ЯКОСТІ ПОЛИВНОЇ ВОДИ ДЛЯ ЗДІЙСНЕННЯ КРАПЛИННОГО ЗРОШЕННЯ ШАВЛІЇ МУСКАТНОЇ .....	171
5.1	Якість поливної води та вимоги до міжнародних стандартів до лікарських рослин.....	171

5.2	Біологічне очищення зрошувальної води від вмісту солей важких металів за допомогою ейхорнії товстонижкової.....	177
	Висновки до розділу 5.....	185
РОЗДІЛ 6	ПРОДУКТИВНІСТЬ ТА ЯКІСТЬ ВРОЖАЮ ШАВЛІЇ МУСКАТНОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД ДОСЛІДЖУВАНИХ ФАКТОРІВ .....	187
6.1	Продуктивність шавлії мускатної в роки її використання залежно від досліджуваних чинників....	187
6.2	Порівняльна характеристика урожайності суцвіть шавлії мускатної у роки використання, раціональність внесення добрив та роль строків сівби культури .....	198
6.3	Вплив досліджуваних чинників та природних умов на вміст ефірної олії в рослинах шавлії мускатної у різні роки життя .....	208
	Висновки до розділу 6.....	215
РОЗДІЛ 7	ЕКОНОМІКО-БІОЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ШАВЛІЇ МУСКАТНОЇ ТА ПРОГРАМУВАННЯ РІВНІВ УРОЖАЮ ДОСЛІДЖУВАНОЇ КУЛЬТУРИ.....	219
7.1	Економічна ефективність розробленої технології вирощування шавлії мускатної залежно від років використання та досліджуваних агрозаходів.....	219
7.2	Біоенергетична ефективність елементів технології вирощування шавлії мускатної.....	242
7.3	Програмування врожаю та економіко-енергетичних показників вирощування шавлії мускатної залежно від впливу досліджуваних факторів.....	263
	Висновки до розділу 7.....	270
	ВИСНОВКИ .....	273
	РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ.....	280
	СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ .....	281
	ДОДАТКИ.....	318

**ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ ТА СКОРОЧЕНЬ**

ДП – Державне підприємство

ДСТУ – державний стандарт України

ДУ – Державна установа

МТА – машино-тракторні агрегати

НААН – Національна академія аграрних наук України

НАН – Національна академія наук

НВ – найменша вологоємність ґрунту

ОЦГ – обласний центр з гідрометеорології

с.-г. – сільськогосподарських

ФАР – фотосинтетично-активна радіація

ФГ – фермерське господарство

*Salvia sclarea* L. – шавлія мускатна (*лат.*)

## ВСТУП

**Обґрунтування вибору теми дослідження.** Одним із важливих елементів організації екологічно орієнтованого виробництва лікарської рослинної сировини є розробка та впровадження у виробництво інноваційних технологій вирощування лікарських культур, що базуються на біологізованих підходах, нормуванні ресурсів та мінімізації антропогенного тиску на довкілля. Крім того, механізація виробництва дає змогу оптимізувати витрати ручної праці, підвищити продуктивність, а також скорочувати терміни збирання сировини, а отже, і раніше починати випуск готової продукції [24].

Винятково важливе значення мають соціальні чинники, що враховуються під час організації виробництва лікарської рослинної сировини, а саме: комплекс показників, які характеризують структуру та динаміку міграційних процесів, а також щільність населення; стан соціальної інфраструктури на виробничих територіях; мінімізація використання ручної праці в технологічних процесах вирощування культур та під час перероблення сировини; забезпечення відповідного рівня оплати, матеріального стимулювання праці для забезпечення мотиваційної функції; сучасна система логістики; відповідне забезпечення водопостачанням. До екологічних чинників, що впливають на виробництво лікарської рослинної сировини, слід віднести продуктивні й територіальні властивості землі та природні умови, зокрема природні ресурси і їх родючість, геологічні, просторові, гідрологічні, гідрографічні, геоботанічні, природно-кліматичні умови, а також рельєф [195, 248, 319].

До основних природно-кліматичних чинників, що визначають можливість розміщення галузі лікарського рослинництва, належать: якість ґрунтів, сума активних температур, сумарна сонячна радіація, тривалість безморозного періоду, умови зволоження, кількість опадів, забезпеченість водними ресурсами, рельєф тощо. Слід зауважити, що особливості рельєфу є важливішими за розміщення системи ефіроолійних та лікарських сівозмін на

території сільськогосподарських організацій, до того ж рельєф і родючість виступають як чинники просторової організації виробництва. Результати дослідження факторів, що впливають на організацію виробництва та переробку лікарських рослин, підтверджує, що саме екологічні чинники є важливою умовою розвитку вітчизняного органічного землеробства. У зв'язку з цим важливе наукове й практичне значення має розробка основних технологічних операцій при вирощуванні шавлії мускатної (*Salvia sclarea* L.), які забезпечують формування сталих, якісних та економічно вигідних урожаїв з високим вмістом ефірної олії. Тому дослідження з агротехнологічного обґрунтування технології вирощування шавлії мускатної за краплинного зрошення в умовах південного степу України є актуальним.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Дослідження за темою дисертаційної роботи були складовою частиною тематичного плану Херсонського державного аграрно-економічного університету за завданням «Теоретичне обґрунтування агроекологічних систем вирощування лікарських та ефіроолійних культур в умовах півдня України» (номер державної реєстрації 00199U003599). Під час виконання завдання автор був відповідальним виконавцем.

**Мета і завдання дослідження.** Мета дисертаційного дослідження – розробити та удосконалити технологічні заходи вирощування високих і якісних урожаїв шавлії мускатної за умов краплинного зрошення, враховуючи еколого-меліоративні властивості темно-каштанового ґрунту, водоспоживання, врожайність та якість лікарської сировини залежно від погодних умов, системи удобрення, глибини основного обробітку ґрунту, строків сівби та ширини міжрядь в умовах недостатнього природного зволоження південного степу України.

У зв'язку з цим передбачалося вирішення наступних задач:

- дослідити динаміку водного режиму ґрунту, встановити вплив глибини оранки та мінеральних добрив на агрофізичні властивості ґрунту;
- встановити вплив досходового обробітку ґрунту на його вологість та

забур'яненість посівів шавлії мускатної;

– визначити динаміку водного та поживного режимів ґрунту, умовне споживання поживних речовин та їх вплив на розвиток досліджуваної культури;

– дослідити ефективність застосування краплинного зрошення при вирощуванні шавлії мускатної та розробити заходи з біологічного очищення зрошувальної води від вмісту солей важких металів за допомогою ейхорнії товстонижкової;

– визначити рівні продуктивності та якості врожаю шавлії мускатної залежно від впливу досліджуваних факторів;

– дати економічну та енергетичну оцінку заходів, рекомендованих для вирощування шавлії мускатної в умовах південного степу України за використання краплинного зрошення;

– встановити закономірності продукційного процесу рослин та здійснити програмування рівнів урожаю суцвіть досліджуваної культури залежно від впливу природних та агротехнічних чинників.

*Об'єкт дослідження.* Особливості росту, розвитку, водоспоживання, формування врожайності та якості лікарської сировини шавлії мускатної залежно від удобрення, обробітку ґрунту, строків сівби та ширини міжрядь.

*Предмет дослідження.* Агротехнологічне обґрунтування заходів вирощування шавлії мускатної за умов краплинного зрошення; теоретичні та методологічні основи сталого виробництва лікарської сировини; показники родючості ґрунту, водоспоживання, біометричні показники рослин, удобрення, обробіток ґрунту, строк сівби, ширина міжрядь, урожайність, якість, економічна та енергетична ефективність.

**Методи дослідження.** Польовий та лабораторний – для встановлення водоспоживання, особливостей росту й розвитку рослин, формування врожайності суцвіть шавлії мускатної залежно від удобрення, обробітку ґрунту, строків сівби та ширини міжрядь, визначення біометричних і якісних показників рослин та врожайності суцвіть досліджуваної культури;



математично-статистичний – для моделювання взаємодії біометричних показників рослин, установлення на основі дисперсійного та кореляційно-регресійного аналізу достовірності отриманих результатів; розрахунково-порівняльний – для визначення економічної та енергетичної ефективності вирощування шавлії мускатної.

**Наукова новизна одержаних результатів.** *Уперше* комплексно обґрунтовані теоретичні положення та практичні рекомендації з підвищення продуктивності шавлії мускатної завдяки розробці нових та удосконалення наявних агрозаходів. За умов краплинного зрошення встановлено динаміку водного й поживного режимів ґрунту, визначено вплив природних і антропогенних факторів на ріст і розвиток досліджуваної культури, формування врожайності та якості лікарської сировини. Встановлено вплив добрив, глибини оранки, строків сівби та ширини міжрядь на водоспоживання, продуктивність, забур'яненість посівів шавлії мускатної. Теоретично обґрунтовані, узагальнені, оптимізовані підходи до нормування ресурсів з урахуванням збереження родючості, раціонального використання продуктивної вологи й одержання високих урожаїв суцвіть шавлії мускатної. Визначено оптимальні строки сівби та найбільш ефективні схеми розміщення рослин у посівах. Розроблено моделі продуктивності культури, встановлено закономірності економічних та енергетичних показників.

*Удосконалено* елементи технології вирощування (системи удобрення, основного обробітку ґрунту, строків та способів сівби), доведено високу ефективність вирощування шавлії мускатної за краплинного зрошення.

*Набули подальшого розвитку* наукові положення про динаміку ростових процесів досліджуваної культури, ефективність використання вологи та поживних речовин з ґрунту. Розроблено математичні моделі для програмування врожайності суцвіть залежно від елементів технології вирощування культури. Здійснено економічну та енергетичну оцінку розроблених елементів технології вирощування шавлії мускатної за краплинного зрошення.

**Практичне значення одержаних результатів.** Розроблено й рекомендовано для виробництва нові та вдосконалено наявні технологічні заходи вирощування шавлії мускатної за використання краплинного зрошення, що охоплюють удобрення, глибину основного обробітку ґрунту, строки сівби та ширину міжрядь. Розробки, наведені в дисертації, ввійшли до зональних рекомендацій з оптимізації технології вирощування шавлії мускатної за використання краплинного зрошення (2018–2020 рр.) та впроваджено в господарствах Херсонської області на площі 92 га (додатки А.2-А.4).

**Особистий внесок здобувача.** Автор брав безпосередню участь у розробці програм досліджень, формуванні схеми польового досліду та проведенні експериментів, обробці, узагальненні та інтерпретації результатів, установленні закономірностей та створенні моделей, написанні наукових праць, звітів, рекомендацій, дисертації, а також пропаганді та впровадженні результатів досліджень у виробництво.

**Апробація результатів дисертації.** Основні результати наукових досліджень доповідалися та обговорювалися на Міжнародній науковій конференції «Лікарські рослини: традиції та перспективи досліджень», м. Київ, 2006; Міжнародній науково-практичній конференції «Сучасні інформаційні технології на транспорті», м. Херсон, 2009; Міжнародній науково-практичній конференції «Вплив синтезованих речовин та солей важких металів на життєдіяльність людини», м. Херсон, 2012; третій Міжнародній науковій конференції «Сучасні проблеми гідробіології. Перспективи, шляхи та методи рішень», м. Херсон, 2012; дев'ятій Міжнародній науково-практичній конференції «Сучасні енергетичні установки на транспорті, технології та обладнання для їх обслуговування», м. Херсон, 2018; IV Міжнародній науково-практичній конференції, присвяченій 140-річчю з дня народження П. І. Гавсевича, м. Березоточа, 2019; Всеукраїнській науково-практичній інтернет-конференції, присвяченій 145-річчю від дня заснування кафедри ботаніки та захисту рослин, м. Херсон,

2019; Всеукраїнській науково-практичній конференції «Перспективні напрями та інноваційні досягнення аграрної науки», м. Херсон, 2019; VI Міжнародній науково-практичній конференції «Безпека життєдіяльності на транспорті та виробництві – освіта, наука, практика», 2019. Положення дисертації, які винесено на публічний захист, щорічно доповідалися та затверджувалися на засіданнях вченої ради та методичної комісії Херсонського державного аграрно-економічного університету. Розробки автора використовувалися під час читання лекцій, проведення курсів підвищення кваліфікації фахівців аграрної галузі.

**Публікації.** Основні результати дисертаційної роботи опубліковано у 37 наукових працях, у тому числі: монографіях – 2, наукових фахових виданнях України – 25, зокрема, які входять до міжнародних наукометричних баз даних – 7, в інших виданнях – 2, тезах і матеріалах наукових конференцій – 7. Отримано 3 патенти.

**Практичне значення одержаних результатів.** Розроблено і рекомендовано виробництву нові та вдосконалено існуючі технологічні заходи вирощування шавлії мускатної за використання краплинного зрошення, що включають удобрення, глибину основної обробки ґрунту, строків сівби та ширини міжрядь. Розробки, наведені в дисертації, включено до зональних рекомендацій з оптимізації технології вирощування шавлії мускатної за використання краплинного зрошення (2018-2020 рр.) та впроваджені в господарствах Херсонської області на площі 500 га .

**Особистий внесок здобувача.** Автор брав безпосередню участь у розробці програм досліджень, формуванні схеми польового дослідження та проведенні експериментів, обробці, узагальненні та інтерпретації результатів, встановленні закономірностей та створенні моделей, написанні наукових праць, звітів, рекомендацій, дисертації, а також пропаганді та впровадженні результатів досліджень у виробництво.

**Апробація результатів дисертації.** Основні результати наукових досліджень доповідалися та обговорювалися на: Міжнародній науковій

конференції «Лікарські рослини: традиції та перспективи досліджень», м. Київ, 2006; Міжнародній науково-практичній конференції «Сучасні інформаційні технології на транспорті», м. Херсон 2009; Міжнародній науково-практичній конференції «Вплив синтезованих речовин та солей важких металів на життєдіяльність людини», м. Херсон, 2012; Третій Міжнародній науковій конференції «Сучасні проблеми гідробіології. Перспективи, шляхи та методи рішень», м. Херсон, 2012; 9 Міжнародній науково-практичній конференції «Сучасні енергетичні установки на транспорті, технології та обладнання для їх обслуговування», м. Херсон, 2018; IV Міжнародної науково-практичної конференції присвяченої 140-річчю з дня народження П.І. Гавсевича, м. Березоточа, 2019; Всеукраїнській науково-практичній інтернет-конференції, присвяченої 145-річчю від заснування кафедри ботаніки та захисту рослин, м. Херсон, 2019; Всеукраїнській науково-практичній конференції «Перспективні напрями та інноваційні досягнення аграрної науки», м. Херсон, 2019; VI Міжнародній науково-практичній конференції «Безпека життєдіяльності на транспорті та виробництві – освіта, наука, практика», 2019. Положення дисертації, які винесено на публічний захист, щорічно доповідалися та затверджувалися на засіданнях вченої ради та методичної комісії Херсонського державного аграрно-економічного університету. Розробки автора використовувалися під час читання лекцій, проведення курсів підвищення кваліфікації фахівців аграрної галузі.

**Публікації.** Основні результати дисертаційної роботи опубліковано у 37 наукових працях, у тому числі монографій – 2, наукових фахових виданнях України – 23, у тому числі, які входять до міжнародних наукометричних баз даних – 7, в інших виданнях – 2, тезах і матеріалах наукових конференцій – 10. Отримано 3 патенти.

## РОЗДІЛ 1

### СТАН ВИВЧЕННЯ ПИТАНЬ З ОПТИМІЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЙ ВИРОЩУВАННЯ ШАВЛІЇ МУСКАТНОЇ НА ЗРОШУВАНИХ ЗЕМЛЯХ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)

В Україні є великі природні ресурси цінних видів рослин, зокрема й лікарських, проте їх біологічний потенціал обмежений, тому виявлення сировинних резервів та оцінка фіторесурсів, розробка наукового обґрунтування їх невиснажливого використання має загальнонаціональне значення [26]. Виснаження природних цінних видів рослин, що зростають в Україні, значною мірою спричинене відсутністю координації між основними міністерствами та іншими центральними органами законодавчої та виконавчої влади, у віданні яких знаходяться відповідні ресурси, заготівельними організаціями та фармацевтичною промисловістю.

Відсутність скоординованих дій між установами, що займаються вивченням, виявленням, відтворенням та заготівлею лікарських рослин призводить до ускладнень у процесі розробки та впровадження заходів щодо забезпечення національного виробництва медичних препаратів з рослинної сировини, невиснажливого використання природних фіторесурсів, тим більше їх відтворення. Лікарське рослинництво в Україні зараз переживає повний занепад [24]. Науково-дослідні станції не фінансуються, багато наукових проектів, чекаючи інвестицій, припадають пилом на полицях. Втрачаються кадри, втрачаються технології, зруйнована селекційна робота та насінництво. Різко знизилося виробництво лікарської рослинної сировини на полях і заготівля дикоросів. Лікарське рослинництво відкинуто на багато років назад [25]. На сторінках наукових видань багатьма авторами неодноразово розглядалися питання розвитку наукових досліджень у лікарському рослинництві [27]. Усі сходяться на тому, що необхідно відновлювати втрачені позиції і досягати нових успіхів. Частка лікарських препаратів на основі рослинних інгредієнтів у загальному обсязі

медикаментів становить значний інтерес на світовому фармацевтичному ринку, що зумовлено двома чинниками: відносно невеликими розмірами первісних інвестицій і популярністю тренду «екологічності та натуральності», який охоплює всі сфери життя.

### **1.1 Господарсько-економічні та біолого-екологічні особливості шавлії мускатної, які необхідно враховувати при формуванні технологій вирощування на зрошуваних землях**

У більшості розвинених країн, і Україна не є винятком, сировинна база лікарської рослинної сировини формується переважно з трьох джерел: заготівлі дикорослих лікарських рослин; культивування лікарських рослин; імпорту лікарської рослинної сировини. У різних країнах співвідношення обсягів сировини, заготовленої у той чи інший спосіб, є різним, що пов'язано з природно-кліматичними умовами, розвитком агропромислового комплексу і сформованими традиціями [127].

Однак унаслідок низки екологічних проблем збір дикорослих рослин не завжди забезпечує отримання сировини відповідної екологічної якості і в необхідній кількості, що також визначає доцільність створення промислових виробництв. Культивування лікарських рослин здійснюється на спеціально відведених для цього територіях, що дає змогу отримувати високоякісну та екологічно безпечну сировину. Окрім того, істотною є також роль лікарського рослинництва як відтворювальної діяльності, що надає можливість знизити експлуатаційне навантаження з відновлюваних природних ресурсів і підтримує екологічну рівновагу [190].

Поряд із тим таке сільськогосподарське виробництво сприятиме зниженню надлишкової експлуатації дикорослих запасів лікарських рослин. У промислових масштабах переробку лікарської рослинної сировини в Україні здійснюють спеціалізовані аграрні підприємства (багато з них є

складовою частиною фармацевтичних підприємств), серед найбільших можна відокремити ТОВ «Сумифітофармація», ДП «Ліктрави», ВАТ «Лубнифарм», ТОВ «Фітосвіт ЛТД», ТОВ «Чиста Флора», ПОСП «Зоря», Дослідна станція лікарських рослин ІАП НААН та ін. Однак номенклатура, обсяги і якість вітчизняної продукції не задовольняють щораз більші потреби медицини та населення. Однією з причин такого становища є недостатній розвиток власної промислової сировинної бази. Адже в умовах планової економіки в колишній Українській РСР була доволі потужна база з вирощування та заготівлі лікарських трав, що за нинішньої економічної кризи в новій Україні прийшла в занепад [29].

З 14 радгоспів-заводів, що входили в державну структуру з виробництва лікарських трав «Укрфітотерапія», залишилося всього чотири (у Полтавській, Сумській, Львівській та Тернопільській областях). Більшість державних спеціалізованих господарств у період економічних трансформацій були перепрофільовані та з часом збанкрутували, а матеріально-технічний та фінансовий стан решти господарств характеризується як украй незадовільний [125]. Слід наголосити, що фермерські господарства й досі не виявляють інтересу до лікарських трав, незважаючи на високу прибутковість їхнього культивування, наприклад, вирощування ромашки, валеріани вдвічі перевищує рентабельність вирощування пшениці [300].

Це пояснюється відсутністю можливості отримання комерційної вигоди в короткі терміни, оскільки дохід від посівів більшості лікарських трав забезпечується через два-три роки, а отримати кредити на умовах дво-трирічного очікування економічної віддачі в Україні доволі складно. Тому, на нашу думку, необхідним у сучасних умовах є переведення підгалузі лікарського рослинництва на промислову основу, що передбачає створення мережі спеціалізованих господарств, оснащення їх сучасними засобами механізації і обладнанням, а також забезпечення організації первинної переробки сировини [325].

Окрім вище наведених перешкод у розвитку лікарського рослинництва,

важливим аспектом є організаційне забезпечення екологічно орієнтованого виробництва лікарської рослинної сировини. Як відомо, експерти називають багато чинників, що зумовлюють підвищення споживчого попиту на екологічно безпечні лікарські рослинні засоби, насамперед: відносна безпека дії, незначна кількість побічних ефектів, можливість раціонального поєднання лікарських рослин між собою та із синтетичними лікарськими препаратами, цінова доступність [253]. Крім того, позитивне ставлення споживачів до лікарських засобів з рослинної сировини сформувалося завдяки багатовіковим традиціям і колосальному досвіду народної медицини. Тому необхідною умовою розвитку лікарського рослинництва є врахування чинників впливу на організацію культивування лікарських рослин.

Передумовою такого розвитку було заснування у 1993 році у м. Женева неурядової організації Міжнародної ради з питань лікарських і ароматичних рослин (ICMAP). Мета організації полягає у сприянні взаєморозумінню та співробітництву у сфері використання лікарських і ароматичних рослин; для покращення обміну інформацією. У 2008 р. під егідою FairWild Foundation, BfN, TRAFFIC (контроль і регулювання міжнародної торгівлі), WWF (сприяння розвитку освіти та регулювання виробництва і споживання), IUCN, SIPPO (Швейцарська програма заохочення імпорту) був створений Міжнародний стандарт щодо збирання дикорослих лікарських та ароматичних рослин (ISSC-MAP), основна ідея сталого використання якого полягає в тому, що біологічні ресурси повинні бути зібрані в обсягах можливого, що забезпечує їх самовідновлення.

Основною метою ISSC-MAP є потреба зупинити надмірну експлуатацію, незаконний збір та несанкціоновану торгівлю дикорослими лікарськими рослинами через створення ефективною системи сприяння невиснажливому збору сировини в дикій природі, особливо в країнах, що розвиваються [99]. За фінансової підтримки Федерального міністерства економічного співробітництва та розвитку Німеччини засновники фонду приступили до здійснення ISSC-MAP – проєктів у всьому світі через спільні



ініціативи [168]. Наразі вони діють у Бразилії, Камбоджі, Індії, Лесото, Непалі, Китаї, Боснії і Герцеговині. Теоретичні і практичні аспекти розвитку лікарського рослинництва висвітлено у працях таких вітчизняних і зарубіжних учених, як Б. Семак, Л. Демкевич, Т. Мірзоєва, Н. Куценко, О. Губаньов, О. Тихонов та ін. Збереження та стале використання лікарських рослин вивчали також зарубіжні вчені (J. Small, J. Chamberlain, K. Appiah, H. Mardani, A. Osivand, R. Kumar, S. Dobhal, B. Maan, Z. Munzbergova, T. Dostalek) [230].

В Україні з 2012 року впроваджена належна практика культивування і збору лікарських рослин (GACP), що уможливорює використання лікарської рослинної сировини гарантованої якості, а також принципи та правила належної практики виробництва лікарських засобів рослинного походження (GMP), в яких висвітлено вимоги стандартизації до лікарської рослинної сировини та основні показники її якості [344].

Важливою складовою цих чинників, на нашу думку, повинна бути система екологічного контролю, що визначає відповідність виробництва екологічним вимогам, установленим технічними регламентами та іншими нормативами, зокрема й міжнародними. До економічних чинників, що впливають на організацію виробництва лікарської рослинної сировини, відносяться [152]: розмір основного й обігового капіталів; доступ до вільних грошових коштів, що реалізується через можливість залучення інвестицій або кредитів; структура земельних відносин, форма власності на землю, форма господарювання; кількісно якісні показники, що характеризують земельні угіддя в аспекті можливості інтенсифікації виробництва, освоєння невикористовуваних земель та меліорації; обсяги виробництва основної та побічної продукції; форма організаційно-виробничої структури господарства; рівень забезпечення трудовими ресурсами; також не менш важливою групою чинників є комплекс, що визначає спеціалізацію господарства, тобто: структура внутрішньогосподарських галузей, структура виробничих угідь, посівних площ і насаджень багаторічних ефіроолійних і лікарських рослин;

система спеціальних сівозмін, зумовлених потребами галузі.

Збільшення виробництва високоякісних медичних препаратів з лікарської сировини один із стратегічних напрямів розвитку фармацевтичної промисловості України, підвищення їх конкурентної здатності знайшли своє відображення в основних напрямках з охорони здоров'я населення на період до 2025 року. Рослинна сировина, що використовується при виготовленні лікарських препаратів в нашій країні, в переважній більшості отримується шляхом збору дикорослих лікарських рослин або імпорту рослинної лікарської сировини із-за кордону. При цьому Україна має всі умови для культивування лікарських рослин, оскільки не тільки кліматично є придатною для даного різновиду сільськогосподарської діяльності, а й має багатий досвід минулих поколінь із організованого вирощування лікарських рослин [84].

За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я за останні десятиліття глобальний та національний ринки лікарських рослин суттєво зросли; розвивається організоване вирощування лікарських рослин порівняно із збиранням дикорослої лікарської сировини. У той саме час, Україна залишається країною, в якій все ще переважає збір лікарських рослин; організоване вирощування даного різновиду сільськогосподарської продукції є порівняно незначним. У зв'язку з цим Україна не тільки втрачає один із способів покращення економічних показників, підтримання українського аграрного товаровиробника, а й ризикує використовувати при виготовленні ліків не завжди якісні лікарські рослини іноземного походження.

Враховуючи ж потенціал України у сфері вирощування лікарських рослин, можна також з упевненістю говорити про те, що наша країна втрачає можливість експортувати відповідну лікарську сировину.

Однією з причин неналежного рівня вирощування лікарських рослин в Україні є відсутність спеціального правового регулювання відносин в цій сфері. На сьогодні відносини з вирощування та реалізації лікарських рослин сільськогосподарськими товаровиробниками регулюються загальним законодавством, наприклад, Законом України від 30 червня 1993 року №

3348-ХІІ «Про карантин рослин», Законом України від 26 грудня 2002 року № 411-ІV «Про насіння і садивний матеріал» та іншими законами та підзаконними нормативно-правовими актами. Крім того, держава не забезпечує підтримку даної галузі сільського господарства шляхом встановлення пільг у оподаткуванні, створення системи пільгового кредитування, а також запровадження інших заходів державної підтримки [100].

Важливо вказати, що аптечна справа на території сучасної України виникла значно раніше за створення Російської Імперії. Одними із перших документальних історичних даних є хроніки Києво-Печерського монастиря, які свідчать про те, що вже у ХІ ст. серед його монахів були люди, що присвячували своє життя наданню медичної допомоги іншим. Згодом при монастирі навіть було створено лікарню, в якій пацієнти могли безкоштовно отримати терапевтичну, хірургічну та психоневрологічну допомогу. Монастирські цілителі готували порошки, мазі, настоянки та відвари. Відтак виготовлення простих форм лікарських засобів вже тоді мало системний та організований характер [195]. У зв'язку із тим, що інших інгредієнтів для створення ліків, ніж природні компоненти, на той час не існувало, вирощування лікарських рослин стало невід'ємною складовою господарського життя монастирів. Основою для цього стала, крім іншого, й наявність у власності монастирів на той час значної кількості земель, а також та обставина, що монастирі мали доступ до видань з таких питань латиною та грецькою мовою [328].

Варто відзначити, що діяльність з вирощування та реалізації лікарських рослин координувалася, зокрема, товариствами сільського господарства – товариствами, які створювалися на території Російської Імперії із 1765 року для розповсюдження серед народу корисних для землеробства знань [82]. Так, за підтримки Лубенського товариства сільського господарства проводилася робота з організації збуту та поліпшення культури лікарських рослин [103].

Створене в дорадянський період підґрунтя для розвитку організованого

вирощування лікарських рослин як різновиду сільськогосподарської діяльності було використано в радянський період. А Україна була зарекомендована як територія із належними для провадження подібної діяльності кліматичними умовами. В контексті організованого вирощування лікарських рослин вказаний період української історії був значно більш насичений порівняно із попереднім. Поряд із створенням розгалуженої системи науково-дослідних установ, що займалися вивченням та вирощуванням лікарських рослин, діяла самостійна система організацій із культивування лікарських рослин в промислових масштабах [101].

У 1925 році було проведено Першу Всесоюзну Наряду із лікарських та технічних рослин та лікарської сировини [193]. Дана Наряду стосувалася висвітлення технічних та організаційних питань вирощування, збирання та реалізації лікарських рослин. Варто відзначити, що значна кількість пропозицій, які були викладені на Першій Всесоюзній Наряду, пізніше, так чи інакше, були реалізовані в життя. Зокрема, вже у 1931 році було створено Всесоюзний науково-дослідницький інститут лікарських та ароматичних рослин із системою зональних дослідницьких станцій у різних природно-кліматичних регіонах країни [120].

Станом на момент здобуття Україною незалежності ситуацію із культивуванням лікарських рослин можна охарактеризувати наступним чином:

По-перше, координація роботи із культивування лікарських рослин здійснювалася Міністерством охорони здоров'я;

По-друге, співвідношення культивування та збирання лікарських рослин приблизно було рівним, проте все одно не задовольняло всіх потреб фармацевтичної промисловості країни;

По-третє, спеціалізоване правове регулювання вирощування лікарських рослин обмежувалося виключно окремими стандартами, які встановлювали особливості вирощування лікарських рослин, вимоги до садивного матеріалу, процедури збирання тощо (наприклад, Насіння сільськогосподарських

культур.

Методи встановлення схожості ГОСТ 12038-84 [39], а також методиками перевірки якості лікарських рослин та садивного матеріалу (наприклад, Методичні вказівки із встановлення байлетона в картоплі, огірках, томатах, яблуках, персиках, винограді, цитрусових (лимонах, апельсинах, мандаринах), зерні, зеленій масі рослин, сировині лікарських культур, воді та ґрунті методами газорідної та тонкошарової хроматографії. Уніфікована методика встановлення фосфорорганічних пестицидів в продуктах рослинного та тваринного походження, лікарських рослинах, кормах, воді, ґрунті хроматографічними методами) [24; 46].

По-четверте, організованим чином відбувалася реалізація лікарських рослин, зокрема на державному рівні встановлювалися закупівельні ціни на культивовані лікарські рослини [75].

У теперішній час, крім сільськогосподарських підприємств, що раніше входили до консорціуму, вирощуванням лікарських рослин займаються й інші товаровиробники, наприклад, Приватне акціонерне товариство «Ліктрави» (Житомирська область), Товариство з обмеженою відповідальністю «Лікарські трави Херсонщини» (Херсонська область), Приватне підприємство «Жовківські трави» (Львівська область) [104]. Окрім того, вирощуванням лікарських рослин та їх подальшою переробкою в лікарські препарати займаються й окремі фармацевтичні компанії, такі як, наприклад, ПАТ «Галичфарм» (м. Львів), ПрАТ ФФ «Віола» (м. Запоріжжя), ТОВ «Фармацевтична компанія «Здоров'я» (м. Харків), ТОВ «Житомирська фармацевтична фабрика» (м. Житомир), ТОВ «Тернофарм» (м. Тернопіль), ПАТ «Фітофарм» (м. Артемівськ), ВАТ «Лубнифарм» (Полтавська область) [205].

На сьогодні вирощування лікарських рослин здійснюється неорганізовано. Як уже зазначалося, саме через відсутність державної підтримки даного різновиду сільськогосподарської діяльності аграрні товаровиробники (сільськогосподарські кооперативи, підприємства

корпоративного типу, фермерські господарства) не зацікавлені у вирощуванні лікарських рослин [253].

На сьогодні правове регулювання відносин з вирощування та реалізації лікарських рослин обмежується виключно окремими державними стандартами в сфері рослинництва: ДСТУ 3121-95 (ГОСТ 20456-95) «Насіння шавлії мускатної. Сортові та посівні якості» [98], ДСТУ 3658-97 (ГОСТ 3579-98) «Саджанці лаванди вузьколистої. Технічні умови» [196], ДСТУ 4775:2007 «Насіння стевії медової (*steviarebaudianabertoni*). Вимоги до заготовляння» [97], ДСТУ 4776:2007 «Лист стевії медової (*stevia rebaudiana bertoni*). Заготовляння для промислового переробляння» [90] та деякі інші. В процесі вирощування лікарських рослин особливо важливе значення має якість отриманої продукції, а саме: наявність у вирощених лікарських рослинах необхідної кількості діючих речовин (алкалоїдів, вітамінів, глікозидів та ін.) [145]. На вміст таких речовин в лікарських рослинах в значній мірі впливають умови їх вирощування, технології обробки, догляду, первинної переробки та зберігання [363]. Не менш важливе значення має й відсутність шкідливих показників в лікарській сировині.

## **1.2 Екологія, біологія шавлії мускатної та наукове обґрунтування можливості вирощування її в умовах зрошення на півдні України**

Шавлія (*Salvia* L.), найбільший рід сімейства ясноткові (Lamiaceae) включає багато господарсько-цінних рослин – лікарські, ефіроолійні, жиролійні, медоносні та декоративні. Рід *Salvia* налічує понад 500 видів. Представники роду поширені в тепло-помірних, субтропічних і тропічних областях. Центром видового різноманіття є гірські області Мексики і Південної Америки, Середземномор'я, Передньої і Східної Азії. У «Флорі СРСР» рід *Salvia* представлений 75 видами [55].

Вид шавлія мускатна входить до роду Шавлія (*Salvia*) підродини

Котовнікові (*Nepetoideae*) родини Ясноткові (*Lamiaceae*) порядку губоцвіті (*Lamiales*).

Згідно ботанічного опису [82] шавлія мускатна – це напівкущ висотою 100-120 см. Стебло пряме, просте, довге, суцвіття, опушені курчачими волосками з сумішню стеблових залоз. Нижні й середні стеблові листя довжиною 5,5-32,0 см, шириною 5-22 см, яйцевидні або яйцевидно-подовжені, гострі або туповаті, по краю вигризенно-зубчасті, морщинисті, довговаточерешкові; прикорневі мільчі, рано згортаються та засихають; верхні стеблові листя менші середніх, на скорочених черешках; прицвітні – широкояйцевидні, сидячі, стеблеоб'ємисті, коротко загострені з 2-6-квітковими колотівками; чашечка довжиною 10-12 мм; віночок у два-три рази довше за чашечку, рожевий, білий або бузковий, верхня губа серповидна, нижня – з широко оберненояйцевидної середньою лопаттю та продовгуватими, зазвичай скрученими бічними лопаттями.

Горішки бурі, еліпсоїдальної, завдовжки 2-3 мм, сітчасто-зморшкуваті. Рослина цвіте в червні - вересні. Плоди дозрівають у серпні - вересні.

У надземної частини шавлії мускатної міститься ефірна олія, вихід якої з суцвітть 0,1-0,3% (на сиру масу). Ефірна олія являє собою безбарвну або злегка жовтувату рідину з дуже своєрідним приємним запахом, що нагадує запах амбри, апельсина або бергамота. Головною складовою частиною ефірної олії є складні ефіри (50-77%), серед яких провідне місце займає ліналілацетат. Крім того, в олії містяться ліналоол, ліналілфорнісат,  $\alpha$ - і  $\beta$ -пінен, камфен, мирцен, лімонен,  $\beta$ -оцімен, п-цимол, алооцімен, вільні органічні кислоти – мурашина, оцтова та ін.; виявлені також ді- та тритерпенові вуглеводи.

У плодах міститься до 31% (на абсолютно суху масу) швидковисихаючої жирної олії, основним компонентом якої є лінолева кислота; за якістю олія близька до тунгової олії. У коренях містяться кумарини. У суцвіттях і листі є ароматичні смоли, органічні кислоти (мурашина, оцтова), сапоніни, флавоноїди. Рослина має антибактеріальні

властивості, містить фітонциди. Кумарини з коренів мають протипухлинну дію [96].

У харчовій промисловості ефірну олію шавлії мускатної використовують при виготовленні лікєро-горілочаних та кондитерських виробів для надання їм аромату мускату. У тютюновій промисловості вона застосовується для ароматизації дорогих сортів тютюну. Відходи після відгону ефірної олії містять значну кількість склареолу, який може використовуватися для синтезу запашних речовин із запахом амбри.

Висихаюча жирна олія використовується для виготовлення оліфи високої якості. Крім того, олія шавлії мускатної відноситься до афродизіаків. Маючи антистресову дію допомагає вирішувати проблеми сексуального характеру, підвищує дітородну функцію як чоловіків, так і жінок.

Свіжі і сухі суцвіття і листя вживаються як приправа для кулінарних виробів, для підсилення аромату сиру, чаю та інших продуктів. У деяких країнах з квіток шавлії одержують ароматний хмільний напій. У Мексиці, Чилі з коренів і молодих стебел готують ароматні прохолодні напої, їх подрібнюють до стану борошна для використання при виготовленні кондитерських виробів. Надземну частину рослини додають до пива й вина, що надає їм мускатного смаку та запаху.

Досліджувана культура має високий вміст цінної ефірної олії у надземній частині в період цвітіння, тому широко використовується в медицині для ванн і аплікацій при поліартриті, остеомієліті, деформуючому артрозі, трофічних виразках. Сировина, яка залишається після екстракції олії, використовується для лікувальних протиревматичних ванн. У народній медицині шавлію мускатну використовують при сечокам'яній хворобі, ревматизмі, тахікардії, відвар надземної частини на молоці застосовували як протизапальний засіб, а також ароматичний і поліпшуючий травлення напій. Маючи зігріваючу й розслаблюючу дію олія досліджуваної культури послаблює нервову напругу, що дуже важливо при гарячковому і панічному стані. При цьому покращується концентрація уваги, пам'ять, стимулюється



мозкова діяльність, підвищується креативність та пробуджується інтуїція. Клінічні випробування показали ефективність мазі, що містить 5-20% екстракту шавлії мускатної, яка мала високу ефективність при лікуванні псоріазу.

Назва роду походить від латинського слова «salveo», що означає «лікувати, добре себе почувати», так як багато видів цього роду вживаються як лікарські. Зокрема, в офіційній медицині використовуються листя шавлії лікарської – *Salvia officinalis* L. [23].

Рослини роду *Salvia* є багаторічні трави або напівчагарники з цілим, рідше перисторозсіченим листям й верхівковими колосоподібними або волотяним суцвіттям. Листя за формою та характером розчленування дуже різноманітні, більш-менш густо опушені, дуже рідко зовсім голі. Чашечка, двогуба, з 3-зубчастою верхньою губою і 2-зубчастої нижньої. Верхня губа віночка шоломоподібна, майже завжди здавлена з боків, нижня-3-лопатева, з більшою середньою лопаттю. Трубка віночка з волосиста кільцем або без нього. Тичинки дві, передні, задні скорочені або їх немає. Стовпчик ниткоподібний, рильце дволопатево. Горішки яйцевидні, округлі або іноді майже тригранні, гладкі: В залежності від виду, рослини роду *Salvia* можна побачити зростаючими на кам'янистих, глинистих, піщаних, вапнякових схилах, в степах, лісах, луках, чагарниках, лісових галявинах, нерідко як сміттєві на ріллі, в садах серед культурних рослин [155, 257].

Незважаючи на приналежність *Salvia sclarea* L. і *Salvia officinalis* L. до одного сімейства і роду, ці рослини мають багато відмінностей у ботанічному описі [77, 88, 92]. *Salvia officinalis* L. – зустрічається виключно в культурі. У дикому вигляді *Salvia sclarea* L. зустрічається в країнах Південної Європи, Середньої Азії, Причорномор'я і на Північному Кавказі. Росте на кам'янистих глинистих і піщаних схилах, серед чагарників, до середнього пояса. Як бур'ян зустрічається у садах, на ріллі. Суцільних заростей ця рослина у природних умовах ніде не утворює, від чого й доводиться вирощувати її у культурі. Шавлію вирощують в Росії (Краснодарський край), Україні, Казахстані,

Молдові, Киргизії, Франції, Італії, Болгарії. Культивують шавлію мускатну з метою отримання з суцвіть ефірного масла і дітерпенового спирту склареолу, використовуваного для синтезу запашних речовин із запахом амбри [205].

Шавлія мускатна вимагає додаткового критичного вивчення і спостережень за нею у природних умовах. За такої великої площі поширення досліджувана культура має певні морфологічні відмінності, оскільки розвивається в неоднакових екологічних умовах. Рослини різних ареалів вирощування відрізняються за несуттєво, наприклад за більшим або меншим ступенем залозистого, довгими гострим кінцем зубців чашечки, великими квітками, їх забарвленням тощо. В Криму звертає на себе увагу більш ксерофітна форма, яка тут зустрічається поряд з типовою формою з меншими розмірами надземних органів, значно більшим, часто пластівчастим опушенням стебла та листя, дрібнішими, нерідко вниз відігнутим приквітковим листям [191].

Рослини роду *Salvia* в якості основних груп біологічно активних речовин накопичують компоненти ефірної олії, фенольних сполук, дітерпенові, тритерпенові та стероїдні сполуки, хінони [64, 166, 287].

Склад ефірної олії у представників роду *Salvia* представлений широким спектром речовин. В літературі є відомості про якісний та кількісний склад ефірної олії понад 15 видів шавлії. Джумаєв Х. К. з співавторами досліджували компонентний склад олії з суцвіть і листя шавлії мускатної, що росте в Узбекистані. В ефірній олії з суцвіть було виявлено методом газорідинної хроматографії до 17 компонентів, головними з яких були ліналоол (до 35%), ліналілацетат (до 51%), нерол і гераніол (6-12%). Ефірна олія з листя шавлії мускатної складалась з ліналоола (38%), каріофілену (14%) та неідентифікованих сесквитерпеноїдів [48].

Pitarokili P. з співавторами за допомогою методу хромато-оліє-спектроскопії встановили, що головними компонентами ефірної олії дикорослої шавлії мускатної з Греції, є ліналілацетат (19,8-31,1%), ліналоол (18,5-30,4%), геранілацетат (4,5-12,1%) і терпінеол (5,1-7,6%) [108].

На півдні України важливе значення мають культури стійкі до стресових умов (підвищена температура, знижена відносна вологість повітря), які мають високу продуктивність та підвищені якісні характеристики сировини. Для даної зони такими можуть стати лікарські та ефіроолійні культури. Зміни клімату, які ми спостерігаємо в останні роки, привертають велику увагу суспільства і тому постійно перебувають у центрі уваги. У ході досліджень нами встановлено, що в останні роки суми активних та ефективних температур на території південного степу України мають стійку тенденцію до зростання. Так, у 2012 р. сума активних температур  $+15^{\circ}\text{C}$  була на 40 % вища за багаторічну. Так само опади мають нестабільний характер, значно коливаються із року в рік і не задовольняють потреб рослин у волозі [9].

Генетичні умови природнього розповсюдження шавлії мускатної дозволяють вважати її світлостійкою та світлолюбною рослиною, здатною виносити значні високі температури. В районах природного проростання вона росте на щербенистих ґрунтах, що дозволяє вважати цю рослину невибагливою до ґрунтів (С. Н. Кудряшов, 1932; О. О. Хотин, 1968; Л. П. Савчук, 1977).

Шавлія мускатна поширена в Європі (Причорномор'я, Крим, Кавказ); Середній Азії – (гірський Туркменістан, Киргизія, Тянь-Шань); Північній Африці. Звичайно вона росте в посушливих умовах, гірських і передгірських районах на кам'янистому ґрунті, глинистих і піщаних схилах, серед кущів, При переселенні шавлії мускатної з гірських місцевостей у долину спостерігалась тенденція до зменшення вегетаційного періоду і в посівах появились однолітні форми, які відмирили після вегетації.

Пояснюється, це тим, що потрапляючи в більш сприятливі умови для розвитку, багаторічні форми шавлії мускатної встигають протягом одного року пройти всі етапи онтогенетичного розвитку і після плодоношення відмирають, як ярові культури відносять шавлію мускатну до багаторічних рослин і вказують на вирощування її в умовах Криму та Північного Кавказу. Для Середньої Азії, де шавлія вирощувалась на богарі в зрівняно бідних ґрунтах, вони знаходили можливим отримання повного врожаю на третій рік

її культивування [223].

Уперше її почали вирощувати у Франції в 1909 році [26]. В Україні культивують з 1929 р. Середній урожай суцвіть шавлії мускатної в Україні становить 35–40 ц/га [12]. Хоча Петриченко В. Ф., Лихочвор В. В. [17] зазначають, що урожайність суцвіть шавлії коливається від 30 до 85 ц/га. Вихід ефірної олії 15–23 кг/га.

Дослідження Вознесенської дослідної станції ВНІМК в передгірній зоні Краснодарського краю показали, що продовження життя шавлії мускатної значною мірою залежить від умов росту та розвитку в початковий період онтогенезу (І. О. Лук'янов, 1953). Установлено, що при нормальній густоті стояння рослин шавлії мускатної дворічної плантації часто добре перезимовують і дають добрий урожай і на третій рік життя.

Отже, останнім часом актуальними є питання з удосконалення та розробки для конкретних ґрунтово-кліматичних умов регіону основних аспектів технології вирощування шавлії мускатної, яка б забезпечила збільшення продуктивності культури та отримання з неї максимально можливого врожаю екологічно чистої та якісної сировини. У перший рік життя шавлія утворює прикореневу розетку листя, на другий рік у неї утворюються стебла, суцвіття і плоди. На посівах другого року життя у південних районах України цвітіння починається на початку липня і закінчується у серпні [157].

В умовах Криму проведені дослідження з вивчення розвитку кореневої системи шавлії мускатної (Н. Я. Іванченко, 1964). Установлено, що насіння шавлії проростає одним корінцем з добре вираженими зонами: ділення (довжиною 2–3 мм), зростання (3–4 мм) і всмоктування, довжина якої значно коливається. На кінчику корінця чітко виражений чохлак. Зона поділу має гладку, без опушення, поверхню, зона всмоктування густо покрита тонкими кореневими волосками, кількість яких досягає 150–200 штук на 1 мм. Це свідчить про те, що рослина пристосована до умов недостатнього зволоження і низької забезпеченості ґрунту елементами живлення. Довжина корневих волосків досягає 2,0–2,5 мм. До появи сім'ядоль на поверхні ґрунту корінець поглиблюється на 10–16 см. Добовий приріст корінця в довжину складає 10–

25 мм, водночас чітко виражена періодичність його зростання.

Загальний вигляд рослини шавлії мускатної другого – четвертого років життя показано на рисунку 1.1.



**Рис. 1.1 Загальний вигляд рослини шавлії мускатної другого-четвертого років життя**

Так, у період інтенсивного розвитку листя темпи зростання корінця знижуються, а в період повільного розвитку листя зростання його посилюється. Від фази сім'ядоль до фази утворення розетки зростає головним чином стрижневий корінь, який проникає на глибину 50–60 см, а потім починають зростати бічні корені, темпи зростання яких вище, ніж головного кореня. Радіус поширення і глибина проникнення бічних коренів шавлії в перший рік вегетації становить у фазі шести пар листя (липень) 10–12 і 20 см, а у фазі 18 пар (жовтень) – 30 і 30–35 см відповідно. У фазі шести пар листя до 72 % бічних коренів зосереджені в орному шарі радіусом до 15 см, а решта

можуть проникати і в середину міжрядь. Водночас до 4 % всмоктувальних корінців розвивається біля поверхні ґрунту, під розеткою листя, на глибині 3–5 см, де підтримується достатня вологість ґрунту (Покрищенко В. Н., 1986).

Шавлія мускатна (*Salvia sclarea* L.) – трав'яниста рослина сімейства ясноквіткові (Lamiaceae), що має стержневий, розгалужений корінь, що, проникає в ґрунт на глибину до 2 м. Стебло чотиригранне, згори волотисто-гіллясте, завтовшки 1–2 см, висотою 30–100 см. Стебло та гілки закінчуються довгою розлогою волоттю. Листя черешкові, великі, яйцевидні, двоякозубчаті, опушені. До верхівки стебла вони зменшуються, переходячи у безчерешкові, сидячі. Квітки двостатеві, великі, рожевувато-фіолетові, світло-сині, рідше білі. Корінь стрижневий, дерев'янистий, проникає в ґрунт у перший рік на 90–120 см, у другий – на 130–150 см, що дозволяє рослинам використовувати вологу з глибоких шарів ґрунту та формувати врожай у посушливі роки. Насіння дрібне(завдовжки до 2,5 мм), округле, темно-коричневе. Маса 1000 насінин 3,5–5,0 г [307].

Шавлія мускатна має ярі, озимі та дворічні форми. У виробництві більше поширені сорти озимого типу. У неї виділяють такі фази: сходи, розетка, стеблуння, цвітіння, технічна стиглість сировини, дозрівання насіння. Шавлія мускатна не пред'являє високих вимог до тепла. Її насіння починає проростати при 10–12 °С. Сходи переносять заморозки мінус 6–8 °С, а дорослі рослини – морози мінус 28 °С. Звичайно чим вища температура під час цвітіння, тим більша олійність сировини [39].

Стебло однорічне, трав'янисте, прямостояче, чотиригранне, гіллясте, висотою 30–100 см. Стебло та гілки закінчуються довгою розлогою мітілкою. Листя супротивне, довгочерешкове. велике, овально-серцеподібної форми, сильно зморшкувате. Вгорі вони переходять в дрібні рожеві приквітки. Квітки зібрані в мутовки. У кожній з полумутовок по 3 квітки. Квітка двостатева. Вона складається із сірувато-смолистої чашечки та блідо-блакитного віночка, чотирьох тичинок, з яких дві добре розвинені, а дві– зародкові. Зав'язь верхня, чотиригніздова. Плід – дрібний яйцевидний темно-коричневий горішок.

Шавлія вибаглива до світла, особливо на початку розвитку. Молоді рослини погано витримують затінення. Краще розвиваються при тривалості світлового дня 14–16 год. Шавлія – перехреснозапильна рослина. Запиляються вона переважно джмелями та бджолами.

Досліджувану культуру розміщують у спеціальних сівозмінах. Кращі попередники – озима пшениця, однорічні трави на зелений корм, які рано збирають. Щоб знищити сходи падалиці розрив між посівами шавлії повинен становити 2–3 роки.

Шавлія світлолюбна. У разі недостатньої кількості світла рослина сильно витягується і, зазвичай, у перший рік не дає суцвіть. Це рослина довгого дня. Також вона належить до посухостійких культур. Водночас вона відкликається на вологу. Особливо високі вимоги до вологи пред'являє в період проростання насіння. Вона поглинає води в 3,5, а плодова оболонка в 40 раз більше своєї маси. У фазі розетки шавлія стійка до посухи. В період стеблуння витрати вологи різко збільшуються. Дефіцит її в цей час негативно впливає на врожай, велика вологість у ґрунті впливає на розвиток грибних хвороб [124].

Так звана абсолютна ефірна олія, що отримується шляхом екстракції, і містить до 22 % з'єднань, складається на 80 % з ліналоолацетата й на 20 % – з вільного ліналоола. Головною складовою частиною цієї олії (до 42 %) є спирт – склареол.

Вирощувати цю рослину економічно вигідно. Особливо високий результат отримують у роки із засушливим літнім періодом. Навіть в умовах сильної посухи шавлія дає досить високі врожаї суцвіть [53]. Шавлія мускатна порівняно молода культура. Вперше її почали вирощувати у Франції [188]. В Україні вирощують з 1929 р. Основні посіви розміщені в Криму, Запорізькій та Херсонській областях.

У потомстві однієї і тієї ж рослини можуть траплятися дворічники, яких, зазвичай, більшість, однорічники і порівняно нечисленні багаторічники. Чим північніше вирощується ця рослина, тим більшу ставку треба робити на

однорічні [322].

Насіння шавлії мускатної починає проростати при температурі верхнього шару ґрунту 8–10 градусів. Після утворення добре розвинутої розетки листя, потреба шавлії у волозі поступово знижується. Найбільш помітне зниження водоспоживання спостерігається до моменту викидання квітконосів. До цього часу шавлія встигає утворити близько 80 % усієї надземної частини рослини. Завдяки сильному приросту листя і стебел, добре розвинутою кореневою системою транспірація води рослиною зменшується, в результаті чого добре розвинена шавлія порівняно легко переносить ґрунтову та повітряну засуху. Водночас шавлія позитивно реагує на опади, що випадають навесні й у першій половині літа [378].

Шавлія – теплолюбна рослина. У перший рік вегетації їй необхідна сума температур 3260–3300 градусів, у другий – 1500–1550 °С. Молоді сходи шавлії легко переносять короткочасні заморозки до мінус 6–8 °С. На першому році використання посіву листя до весни відмирає, зберігаються лише точки зростання, вкриті густим повстяним опушенням і прикриті відмерлим листям. Шавлія позитивно відгукується на вологу.

Характеризується порівняно високою холодо- й морозостійкістю. Сходи витримують заморозки до мінус 6 °С. Узимку за достатнього снігового покриву шавлія витримує морози до 30°С. Температурні умови впливають не тільки на врожай, але і на якість ефірної олії, особливо під час цвітіння. Оптимальні умови для росту та розвитку шавлії складаються при температурі 23–30 °С. Сума ефективних температур для забезпечення формування насіння повинна бути не нижче 35 °С [304].

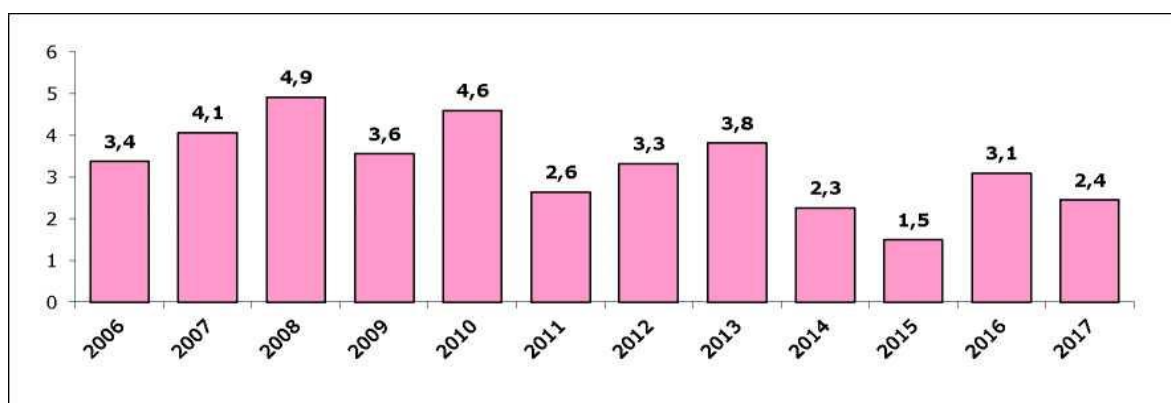
Станом на кінець 2018 р. фахівці оцінювали український ринок лікарських трав у 500–600 млн грн. Під час дослідження виявлено, що український ринок виробництва лікарських рослин та переробки лікарської рослинної сировини (ЛРС) називають замкненим простором. Л. Степанушко зазначає, що на цьому майданчику більшість гравців знайомі між собою, знають, хто скільки виробляє та споживає, яку репутацію має. Відповідно, в



Україні ніша вирощування лікарських трав та ефіроолійних культур дуже вузька. Перелік культур залежить винятково від кон'юнктури ринку. Водночас посівні площі скоротились на 36%. Найбільше падіння зборів дикорослих лікарських рослин в Україні за 2006–2017 рр. зафіксовано у 2014 р., коли воно склало 3,6 тис. т [136] (рис. 1.2).

Наступні роки характеризуються тенденцією до збільшення обсягів зборів дикорослої лікарської сировини. Так, станом на 2017 р. досягнуто показник у 5,3 тис. т, що на 47% більше, ніж у 2014 р., та на 43% більше, ніж у 2006 р. [136].

У 2018 році Україна експортувала до 4 тис. т лікарської сировини, внутрішній ринок склав до 1,5 тис. т.



**Рис. 1.2 Валовий збір лікарської сировини 2006 – 2017 рр. в Україні**

Для порівняння: обсяг світового ринку складає 600 тис. т. Щодо безпосереднього виробництва лікарських рослин, то варто зазначити, що після подій 2014 р. Україна втратила найбільшого виробника, що розташований у Криму, а саме Фіторадгосп «Райдуга». Крім того, останніми роками суттєво вплинув на обсяги виробництва лікарських рослин початок антитерористичної операції на сході України. Результати цієї ситуації негативно позначились на динаміці виробництва лікарських рослин. У 2015–2016 рр. ситуація почала поступово вирівнюватися. Водночас ґрунтово-кліматичні умови України є досить сприятливими для вирощування багатьох видів продукції рослинництва. саме тому продовольча комісія FAO відносить

Україну до тих держав, які в недалекому майбутньому стануть провідними в галузі вирощування та переробки лікарських препаратів в Європі [221].

В Україні з 2012 року впроваджена належна практика культивування і збору лікарських рослин (GACP), що уможливило використання лікарської рослинної сировини гарантованої якості, а також принципи та правила належної практики виробництва лікарських засобів рослинного походження (GMP), в яких висвітлено вимоги стандартизації до лікарської рослинної сировини та основні показники її якості.

Експерти зазначають, що в умовах сьогодення ринок лікарських рослин є дуже нестабільним. Мається на увазі, що попит на відповідну сировину постійно змінюється. Так, Є. Ткачова зазначає, що це залежить не тільки від запиту компаній-закупівельників, але й від терміну зберігання сировини. Річ в тім, що спосіб використання лікарських рослин залежить від особливостей біологічно активних речовин, які знаходяться в рослинах. Вміст біологічно активних речовин у рослинах та їх органах непостійний, залежить від умов місця вирощування, часу доби, погодних умов та низки інших факторів, що є не менш важливими. Окрім того, потрібно враховувати, що більшість біологічно активних речовин дуже легко руйнується [262].

Багато активних речовин рослин дуже непостійні, адже вони швидко випаровуються, розкладаються за підвищеної температури та під дією сонячного проміння. Атмосферні опади навіть у такій невеликій кількості, як роса, вимивають розчинні речовини з надземних органів рослин. Неврахування якогось фактору може призвести до того, що в заготовленій лікарській сировині буде мало біологічно активних речовин, що відобразиться на реалізації, тому потрібно ретельно дотримуватись правил заготівлі, щоб уникнути цих утрат [317].

В умовах сьогодення одним із найбільших у світі комерційних ринків лікарських рослин і лікарських засобів рослинного походження вважається європейський ринок. Європейські країни не тільки імпортують, але й у великому асортименті вирощують лікарські рослини та виготовляють

лікарські засоби рослинного походження. Європейські споживачі, наприклад, у Франції, Німеччині, Італії, Швеції, Швейцарії та Англії часто застосовують лікарські рослини як доповнення до лікування традиційними лікарськими засобами. У багатьох країнах Євросоюзу вже існують сформовані належним чином національна політика й програми регулювання стосовно лікарських засобів рослинного походження. Державна підтримка є надзвичайно актуальною, враховуючи, що ця галузь Західної Європи переживає нині не найкращі часи через різке скорочення природних ресурсів.

Дедалі більшого розповсюдження набуває культивування лікарських рослин, тоді як на світових ринках більшим попитом користується продукція природного походження як біологічно чистіший продукт [126]. Галузь лікарського рослинництва в усьому світі є високодохідною, враховуючи наявний і щораз більший попит. Наприклад, у невеликій Угорщині дохід від реалізації лікарської сировини й продукції на основі лікарських рослин становить до 35 млн дол. США на рік. У цій країні під лікарські культури відведено близько 42 тис. га, на яких заготовляють близько 40 тис. т сировини.

Упродовж останніх десятиліть використання лікарських засобів на основі лікарських рослин характеризується тенденцією до зростання в усьому світі. Якщо в минулому лікарські рослини застосовувались, переважно, для лікування у відсталих країнах, де народна медицина часто є єдиною доступною для більшості населення, то нині інтерес до лікарських рослин зростає у більшості розвинених країн світу. За даними Food Agricultural Organisation (Всесвітньої продовольчої організації при ООН), наприкінці минулого століття обсяг продажу лікарських рослин перевищив \$1 млрд доларів.

Незважаючи на низку негативних тенденцій у сфері вітчизняного лікарського рослинництва, певна робота все ж таки здійснюється.

Низка питань, які пов'язані з культивуванням і вивченням біологічних особливостей ароматичних рослин родини *Lamiaceae*, досліджено

вітчизняними та зарубіжними ученими (Г. М. Рибак, В. І. Жарінов, А. І. Остапенко, 1994; Ю. А. Утеуш, 1997; В. Д. Работягов, Н. Н. Бакова та Л. А. Хлипенко, 1998; V. Mitic, 2000; С. В. Овечко, 2002; Д. Б. Рахметов, О. А. Корабльова, 2003; Л. В. Свиденко, 2003; В. М. Мінарченко, 2005; Л. Д. Юрчак, 2006; Е. Л. Маланкіна, 2007; С. П. Кутько, 2009; V. Cvijovic, 2010; Б. А. Виноградов, 2010; А. С. Нікітіна, О. І. Попова, 2011; А. Мого, 2011; А. М. Шибко, 2012; V. Pandey, 2014; С. М. Ковтун-Водяницька, 2014; Н. Я. Левчик, 2015 та ін.).

Відсутні дані про біолого-морфологічні та онтоморфогенетичні особливості одно- й багаторічних ароматичних рослин та впливу екологічних чинників на їх ріст і розвиток, не здійснено оцінку успішності та перспективності їх інтродукції, не вивчено особливості продукційного процесу та закономірності накопичення первинних і вторинних метаболітів у рослин, не розроблено наукові основи введення в культуру, розмноження та використання нових інтродуцентів.

Сучасний стан ефіроолійної галузі потребує розширення площ під ефіроноси, зокрема у зоні Південного Степу України. Актуальність розширення зон вирощування ефіроолійних культур зумовлена попитом на натуральні ефірні олії на міжнародному ринку, їх протимікробними властивостями, а також змінами клімату [24].

### **1.3 Оптимізація агротехнічних заходів вирощування шавлії мускатної за вирощування в різних ґрунтово-кліматичних зонах**

На дуже забур'яненних ділянках під шавлію застосовують пошаровий обробіток, багаторазові безполицеві й полицеві розпушування на різну глибину. Щоб знищити багаторічні кореневищні бур'яни (гумай, пирій повзучий), поле дискують уздовж і впоперек на глибину 10–12 см для подрібнення кореневищ. Після проростання кореневищ бур'яни загортають глибоко у ґрунт плугом з передплужником. Передпосівну культивування

проводять на глибину 5–6 см з одночасним боронуванням шлейф-боронами [85, 93, 111, 160].

Кращий термін сівби шавлії – підзимовий, коли температура ґрунту знизиться до 12–10°C, що зазвичай збігається з кінцем жовтня – початком листопада. За цих умов восени насіння не сходить, але ослизнюється, набухає і тільки навесні дає сходи [34].

В Україні до районуваних сортів шавлії мускатної належать: Вознесенська 24, Однорічна, С-785, С-1112, Кримська пізня та ін. У південних районах під шавлію мускатну обов'язково вносять азот ( $N_{60-90}$ ) і фосфор ( $P_{60-90}$ ).

Норма висіву насіння шавлії мускатної 8–12 кг/га. Густота стояння в перший рік вегетації 300–400 тис. рослин на 1 га, на другий рік 150–200 тис. У Краснодарському краю, наприклад, кращий результат дає підзимовий посів у кінці жовтня на початку листопада. Сіють на глибину 3–4 см з міжряддями шириною 70 см. Сходи з'являються весною [274].

Догляд за посівами шавлії починають з досходового боронування легкими боролами за 8–10 днів до сходів. У фазі 1–2 пар листя проводять перше розпушування міжрядь на глибину 6–8 см. Наступні міжрядні культивування здійснюють у разі потреби, а після змикання рядків їх припиняють. Густотою стояння слід уважати 25–28 рослин на 1 м<sup>2</sup>, а на бідних малогумусних ґрунтах – 15–20. Щільність стояння рослин значною мірою впливає на розвиток суцвіття шавлії мускатної. У густих посівах (40 шт./м<sup>2</sup> і більше) формуються прості голівчасті суцвіття у верхній частині стебла. Вони відрізняються малим розгалуженням, тому швидко відцвітають і втрачають ефіромаслянистість. У разі рідкого стояння (7–8 рослин на 1 м<sup>2</sup>) шавлія сильно кущиться, бокові пагони вилягають. Якщо в зимовий час немає критичних мінусових температур, дворічні форми не гинуть, а плодоносять на третьому й навіть на четвертому роках життя [286].

Шавлія мускатна порівняно невибаглива до ґрунтів, але для доброго цвітіння і формування потужних запашних квітконосів потрібні родючі

грунти й достатнє зволоження. Вважається посухостійкою рослиною. Але все таки краще росте та розвивається за достатньої вологозабезпеченості. На багатих ґрунтах маса суцвіть більша, але на бідних і сухих ґрунтах у разі низького урожаю аромат олії виходить сильнішим завдяки більш високому вмісту найголовнішого компонента – ліналілацетата [394].

У фазі 10 – 12 пар листя розетки шавлії витримують морози до мінус 28-30<sup>0</sup>С. Морозостійкість значною мірою залежить від фізіологічної зрілості рослин, що пішли в зиму. Не любить вона чергування відлиги з лютими морозами, це значно знижує зимостійкість. Інтенсивне зростання надземної маси та репродуктивних органів краще проходить за середньодобової температури +19+21<sup>0</sup> С. а олія краще накопичується в жару. Чим жаркіше літо, тим сильніше пахнуть рослини. І, звичайно, для активного пишного цвітіння потрібні найбільш освітлені й сонячні місця [126].

Висока вологість ґрунту необхідна в період проростання насіння. У цей час плодова оболонка поглинає води в 42,5 рази більше власної маси. Вода міцно утримується слизом оболонки, що забезпечує проростання насіння. У разі зниження вологості ґрунту у цей період слиз плодової оболонки, швидко висихаючи, перетворюється у водонепроникну плівку, яка перешкоджає надходженню вологи з повітря в насіння. Це спостерігається найчастіше під час весняного посіву, коли забезпеченість вологою верхнього шару ґрунту та насіння в ній нестабільна.

Ось чому, за такого терміну посіву сходи шавлії з'являються нерівномірно й дуже зріджені або зовсім не з'являються. Тому головне завдання у зоні південного регіону України – це збереження вологи у верхньому шарі ґрунту [24].

Л. Д. Юрчак [27] доклала зусиль до підтвердження наукових уявлень про алелопатію. У своїх дослідженнях вона акцентувала увагу на екологічних основах хімічної взаємодії рослин у різних типах фітоценозів, визначила роль мікроорганізмів ґрунтовтоми у посівах під різними типами сільськогосподарських культур, що на сьогодні є особливо актуальним і

сприяє підвищенню рівня родючості ґрунту та збільшенню обсягів виробництва високоякісної продукції рослинництва. Вченою розроблено та введено у практику наукові агроекологічні основи альтернативного землеробства – сільськогосподарської алелопатії [39].

На прикладі ароматичних культур дослідниця комплексно обґрунтувала екологічний підхід у вирішенні актуальних завдань сільського господарства, а саме: формування ефективних сівозмін, підбір толерантних культур у сумісних посівах, зменшення дії ґрунтовтоми, керування структурою та функціями ґрунтового мікробіоценозу тощо. Запропонувала та експериментально підтвердила оптимальну агротехніку вирощування провідних ароматичних культур в умовах лісостепу України впродовж онтогенезу з метою отримання екологічно чистої продукції. У результаті проведення комплексних досліджень під керівництвом Л. Д. Юрчак, в яких як основна культура використовувалася шавлія мускатна [72].

Особливості клімату південного степу України (короткий весняний період, швидке наростання температур) вимагають проведення весняних робіт у гранично стислі терміни, адже в таких умовах тільки за одну добу з ґрунту втрачається до 30–40 т/га вологи. Під час боронування на поверхні поля утворюється пухкий шар, що припиняє капілярне надходження вологи з нижніх шарів ґрунту [36].

В умовах зрошувального землеробства всі агротехнічні заходи мають бути спрямовані на максимальне збереження наявних запасів вологи. Ранньовесняне боронування треба починати з моменту настання фізичної стиглості ґрунту. Найкращими знаряддями для закриття вологи на фоні безполицевого основного обробітку ґрунту є голчасті борони, дискові луцильники з плоскими дисками, а на фоні полицевого обробітку – звичайні зубові борони БЗСС-1,0.

На парових полях і площах, оброблених восени поверхнево, за осіннього полицевого обробітку ґрунту закриття вологи проводиться зубовими боронами, зчепленими у два ряди. У такому положенні борони

добре розпушують ґрунт, сприяють вирівнюванню його поверхні, що забезпечує збереження вологи. На необроблених з осені масивах по стерні закриття вологи проводиться знаряддями роторного типу, а за їх відсутності – дисковими луцильниками з кутом атаки  $15^\circ$  на найменшу глибину (3–4 см) з метою укладення стерні на поверхню поля, що створить додаткову мульчу й збереже вологу [377].

Щоб не допустити пересихання розпушеного верхнього шару після заходів закриття вологи за її дефіциту, треба обов'язково, особливо по стерньовому фоні, провести прикочування кільчастими котками. Цей спосіб забезпечує вирівнювання поверхні поля й зменшує випаровування вологи. Чим сухіша поверхня ґрунту, і чим вища її брилистість, тим більшою є потреба в його прикочуванні [236].

За весняного обробітку полів треба добиватися максимального вирівнювання поверхні ґрунту й створення дрібногрудкуватого поверхневого шару. Ці заходи дозволять зберегти в ґрунті більше вологи, одержати сильні своєчасні сходи й раціональніше використовувати вологу весняних і літніх опадів [42].

Дослідженнями Б. І. Тарасенко (1960) та І. А. Кузнецова (1964), які надавали великого значення «стигlostі» ґрунту при його обробітку, встановлено, що оптимальний інтервал вологості ґрунту для чорноземів Краснодарського краю дуже вузький і становить 24–25 %. Рихлість ґрунту з вологістю від 22 до 26 % не дуже розпорошує ґрунт. За більш низької вологості доброго розпушування ґрунту не досягається, а за більш високої – утворюються нестійкі агрегати великої величини (більше 1–3 см), підвищеної щільності та шпаруватості [186]. Проблемою є основний обробіток площ під ярі культури, попередньо не оброблені на зяб. Оранка таких площ навесні недоцільна, плоскорізні знаряддя малопридатні для роботи за підвищеної вологості. Найбільш раціональним буде застосування важких культиваторів з пружинними чи підпружинними стояками робочих органів різної жорсткості залежно від ґрунтових і погодних умов з максимальною глибиною обробітку



до 12–18 см.

Унесення та концентрація мінеральних добрив у верхньому, до 10 см, шарі ґрунту, особливо фізіологічно кислих форм, призводить до його підкислення. Водночас за безполицевого обробітку ґрунту у верхньому його шарі підвищується кількість целюлозоруйнівних мікроорганізмів, що посилює розклад клітковини, разом з мінеральними добривами посилюється процес мінералізації, підвищується здатність ґрунтів до амоніфікації і нітрифікації. Ці процеси не сприяють гумусонакопиченню, здійснення його можливе тільки за аеробних умов і вологості ґрунту, вищої за вологість розриву капілярів.

Спосіб і система основного обробітку ґрунту в сівозміні залежать від:

- ґрунтово-кліматичних умов розташування господарства;
- біологічних особливостей вирощуваних культур:
- попередника;
- забур'яненості полів сівозміни.

Цьому найбільше відповідає комбінована система основного обробітку, тобто поєднання полицевого, безполицевого та поверхневого обробітків ґрунту на різну глибину. Інтервал між оранками у 4–5 років зменшує негативні властивості систематичного полицевого або безполицевого способів обробітку і посилює їх позитивні ознаки. За комбінованої системи обробітку ґрунту покращуються водно-фізичні властивості, особливо будова оброблюваного шару ґрунту; усувається диференціація орного шару за родючістю; підвищується біологічна активність, що поліпшує поживний режим; покращується фітосанітарний стан полів та гумусонакопичення [180].

При мінімалізації обробітку ґрунту здебільшого одержують такі ж урожаї як і при традиційному обробіткові, але позитивно вирішується ряд важливих завдань, а саме:

- економія робочої сили, техніки та пального;
- забезпечується висока оперативність польових робіт, особливо в умовах обмеженого часу та стислих строків;

- поліпшення ґрунтових умов і зменшення ризику розвитку водної і вітрової ерозій [298].

Для успішного застосування мінімізації обробітку ґрунту, визначення її агротехнологічних меж, необхідні глибокі знання умов, за яких можливий такий обробіток. Мінімізація обробітку ґрунту зумовлюється як постійними факторами, так і тимчасовими причинами. До першої групи відносять фактори, які впливають на будову ґрунту, а саме: гранулометричний склад, структура, склад вбирних основ, вміст гумусу тощо. До тимчасових причин відносяться наявність відповідних і- машин і знарядь, якість обробітку ґрунту, його засміченість насінням і вегетативними органами розмноження бур'янів, розповсюдження хвороб і шкідників, наявність засобів боротьби з ними тощо [159]. Дослідження, проведені в Англії на Ротамстедській дослідницькій станції (Аллен Х. П., 1985) понад 50 років тому, показали, що найбільш істотними вимогами, які ставляться до будь-якої системи обробітку ґрунту, є ефективна боротьба з бур'янами.

Основою більшості класифікацій ґрунтів за придатністю до мінімізації обробітку та прямої сівби є фізичні властивості й насамперед ступінь дренованості ґрунту і його стійкість до ущільнення. Важливе значення мають водотривкість ґрунтових агрегатів, глибина орного шару та вміст гумусу, схильність ґрунтів до фрагментації (розтріскування внаслідок набухання і усадки глинистих мінералів).

Знання рівноважної і критичної щільності може слугувати основою для прогнозування можливості мінімізації обробітку ґрунту. Так, рівноважна щільність чорноземів південних карбонатних ґрунтів Криму в шарі 0-10 см знаходиться в межах 1,17–1,19 г/см<sup>3</sup>, у шарі 10–20 см – 1,24–1,26 і в шарі 20–30 см – 1,26–1,28 г/см<sup>3</sup>, тобто не виходить за межі оптимальної, що свідчить про можливість мінімізації їх обробітку [280].

При використанні об'ємної маси ґрунту як діагностичного показника необхідності його обробітку слід враховувати, що в умовах різного зволоження на ґрунтах одного і того ж типу параметри оптимальної щільності

дещо зміщуються. Так, у роки з нормальним і недостатнім зволоженням на дерново-підзолистому середньосуглинковому ґрунті оптимальна об'ємна маса орного шару для ячменю дорівнювала 1,2–1,25 г/см, а в умовах підвищеного зволоження – 1,1–1,2 г/см. Це пов'язано зі складним впливом на урожай водно-повітряного режиму, який, залежно від метеорологічних факторів, може бути оптимальним при різних значеннях. Є також дані, що при високій забезпеченості рослин елементами живлення зменшується несприятливий вплив високої об'ємної маси ґрунту на урожайність сільськогосподарських культур [255].

При вирішенні питання про мінімалізацію обробітку ґрунту слід враховувати біологічні властивості вирощуваних рослин. За позитивною реакцією на мінімалізацію обробітку ґрунту польові культури можна розташувати в такий низхідний ряд: озимі зернові, ярі зернові, соняшник, цукрові буряки, зернобобові, картопля, льон, ріпак [373].

Отже, насамперед, мінімальний обробіток ґрунту необхідно застосовувати на чорноземних, каштанових та інших типах добре окультурених ґрунтів зі сприятливими для рослин агрофізичними, властивостями, а також на полях, чистих від бур'янів, або за систематичного використання гербіцидів. Найбільш важливими й загальними для всіх зон умовами ефективного застосування мінімального обробітку ґрунту є високий рівень агротехніки, чітка технологічна дисципліна на полях, виконання механізованих робіт в оптимальні строки при високій якості [203].

Слід зазначити, що межа раціональної мінімалізації обробітку тих чи інших ґрунтів не є постійною, а змінюється зі зміною багатьох обставин. Так придатність ґрунтів для мінімалізації їх обробітку можна поліпшити шляхом осушення, щілювання, гіпсування і вапнування, збільшення вмісту гумусу та покращання структури. Значно зростає можливість мінімалізації обробітку ґрунту з ростом культури землеробства [314].

В останні роки в нашій країні намітилися такі основні напрями мінімалізації обробітку ґрунту:

- зменшення кількості глибоких обробітків ґрунту в сівозміні і запровадження поверхневих та мілких обробітків замість оранки, особливо при підготовці полів під озимі культури;
- скорочення кількості і глибини обробітків ґрунту перед сівбою і при догляді за посівами;
- використання широкозахватних плоскорізів, важких дискових борін, лушпильників, фрез та інших знарядь, які забезпечують високоякісний обробіток за один прохід агрегату й зменшують кількість проходів ґрунтообробної техніки по полю;
- поєднання декількох технологічних операцій і заходів в одному робочому процесі шляхом застосування комбінованих ґрунтообробних і посівних агрегатів – повне відмовлення від механічних обробітків ґрунту (пряма сівба) – No-till технологія [192].

Для якісного передпосівного обробітку ґрунту за один прохід використовують комбіновані агрегати типу АКП- 2,5, АКП-5, РВК-3,6, РВК-5,4, АКР-3,6, КФГ-3,6, ВИП-5,6 тощо. Для кращого кришіння ґрунту й вирівнювання поверхні ріллі плуги обладнують пристроями ПВР-2,3, ПВР-3,5 та ін. [115].

Для поєднання передпосівного обробітку ґрунту, внесення добрив, сівби зернових культур і коткування ґрунту використовують комбіновані ґрунтообробні посівні агрегати типу КА-3,6, КФС-3,6, а також стерньові сівалки СЗС-2ДМ, СЗС-2ДЛА. Тому на таких полях треба створити умови для збереження ґрунтової вологи та вільного проникнення в ґрунт опадів, а для поліпшення повітряного режиму ґрунту необхідно загорнути в ґрунт післяжнивні рештки й створити умови для розкладу органічної речовини та перетворення її в доступні для рослин форми, знищити бур'яни, які вегетують для того, щоб не дати їм осім'янитися, перервати нагромадження багаторічними бур'янами запасних поживних речовин і виснажити ті, що накопилися [86].

Вивчення глибокої обробки, зокрема оранки, показало, що не всі

сільськогосподарські культури однаково на неї реагують. Найбільш вимогливі до глибокої оранки просапні, зернобобові, багаторічні трави, менш – зернові. Тому цілком можливо проводити під зернові культури прийоми мінімалізації основного обробітку ґрунту шляхом зменшення її глибини та заміни оранки мінімальною та безвідвальною обробками. Слід зазначити, що застосування оранки у своїй основі базується на інтенсивній експлуатації ріллі з недостатнім урахуванням біології оброблюваних до природних і техногенних ресурсів, що вимагають диференціації її глибини в полях зернопарових сівозмін. Така обробка є екологічно незбалансованою і необґрунтованою з погляду проблем ресурсозбереження. Ґрунти піддаються деградації внаслідок порушень принципів адаптації систем основного обробітку ґрунту до ґрунтово-кліматичних умов, вимог біології культур, екології виробництва та ринку [33].

На чорноземах при заміні оранки плоскорізною обробкою в початковий період вегетації ярих культур стерня й органічні залишки стримують темпи накопичення нітратного азоту, уповільнюють процес детоксикації верхнього шару ґрунту, погіршують його біологічний стан. У зерно-парових сівозмінах основна обробка, обмежена тільки плоскорізною обробкою, не може вирішити всіх тих завдань, які ставляться перед нею в умовах посушливого чорноземного степу Поволжя, і її позитивні сторони не втрачають своє агротехнічне значення. В умовах зрошення особливе значення має раціональний обробіток ґрунту [239].

Застосування мінеральних добрив, використання зрошувальної води призводить до поліпшення водно-повітряного режиму та підвищення врожайності лікарських культур [70]. Система обробітку ґрунту повинна бути диференційована відповідно до біологічних вимог даної культури, особливостей ґрунтового покриття, ступеня окультурення ґрунту, характеру забур'яненості полів, кліматичних та інших умов [185].

За останні 100–120 років особливо зросла роль сільськогосподарської науки у підвищенні родючості ґрунту й отриманні високих урожаїв. У зв'язку

з цим вирішальне значення має створення таких систем землеробства, які б цілком відповідали місцевим природним умовам та особливостям. Для збереження глибокого орного шару зовсім не обов'язково всюди й кожного року орати глибоко, а втрата структурності верхнього шару – не єдина і не головна причина необхідності перевертання скиб ґрунту [78].

За даними авторів [162], довгострокове зрошення зумовлює вплив на фізичні властивості ґрунту: збільшується щільність орного шару, знижується загальна пористість, погіршується повітряний обмін унаслідок ущільнення ґрунту і утворення кірки на його поверхні.

У разі збільшення щільності різко погіршується використання рослинами води з ґрунту. Як стверджує вчений [139], при підвищенні щільності чорнозему з 1,1 до 1,6 г/см<sup>3</sup> мертвий запас вологи зростав з 11 до 19 % маси абсолютно сухого ґрунту, а при щільності до 2,0 г/см<sup>3</sup> уся волога була недоступною для рослин.

За даними авторів [54], було встановлено, що чим довше ґрунт знаходиться під рослинним покривом, і чим вищий їх урожай, тим більше створюється структурних агрегатів і, навпаки, якщо ґрунт без рослин і піддається руйнівній дії води та значному механічному обробітку, то його структура гіршає. Так, досліді вченого свідчать, що коренева система с.-г. культур і рештки інших рослин підвищують вміст водотривких агрегатів на 6,9%.

Ходові системи засобів механізації у землеробстві мають неоднакові конструктивні параметри, а тому ущільнюють ґрунт по-різному: гусеничні трактори менше ущільнюють ґрунт, ніж колісні. Ходові системи тракторів, у яких гусениці мають менший крок, а опірні котки – меншу віддаль один від одного, здатні меншою мірою ущільнювати ґрунт. Від конструкції шин залежать питомі навантаження на ґрунт, деформація його під час буксування, що впливає на ущільнення ґрунту [203].

Внаслідок випадання великої кількості опадів ущільнення ґрунту збільшується через збільшення його маси або запливання. Зрошення

ущільнених ґрунтів неефективне, оскільки нерідко призводить до цементації поверхні. Після підсихання на ній утворюються величезні тріщини [282].

Найбільше зазнають ущільнення староорні ґрунти. У них утворюються плужні підшви, затримання води на яких призводить навіть до оглеєння. Водночас активізується анаеробна мікрофлора, посилюються відновні процеси, в результаті чого утворюються сірководень і аміак, що є токсичними для рослин. Найчастіше оцінку щільності ґрунту дають за Н. А. Качинським.

Консервувальний обробіток ґрунту передбачає відмову від застосування плуга. В результаті цього на поверхні ріллі залишаються речовини від попередника або проміжної культури. Характерні особливості такого способу обробітку: зниження звичайної інтенсивності основного обробітку ґрунту за видом, глибиною та частотою механічного втручання; безвідвальне спусування забезпечує створення стабільної структури ґрунту для запобігання ущільненню в результаті проїзду машин; рослинні рештки зберігаються на поверхні ґрунту або відбувається їх неглибоке закладання; структура ґрунту зберігається непошкодженою, тим самим зменшується запливання й ерозія; посів здійснюється в мульчований ґрунт спеціальними або пристосованими сівалками [56].

Крім того аеробні та анаеробні бактерії залишаються на своїх місцях, що сприяє їх розвитку та підвищенню врожайності. Водночас вдається досягти значної економії палива, адже не потрібно переміщувати колосальний обсяг ґрунту.

Однак значна кількість полів обробляється традиційно – оранкою. Найважливішою характеристикою такого обробітку ґрунту є щорічне спусування орного шару полицевим плугом. При цьому бур'яни та рослинні рештки закладаються в ґрунт, значна частина заораного насіння гине. Створюється рихле орне поле без рослинних решток, яке дає змогу безперешкодно застосовувати традиційну посівну техніку. В цілому все має гарний вигляд, однак при оранці спусується лише верхній шар. За такої умови леміш, рухаючись як клин, не тільки переміщує відрізану частину

грунту до полиці, а й штовхає іншу його частину вглиб, утворюючи «плужну підшву» [21]. Утворення занадто ущільненого ґрунту під шаром орного призводить до перешкоджання вільному проникненню вологи у підорні шари. Таким чином, волога випаровується з нижніх горизонтів, а земля залишається пересушеною. Крім того, «плужна підшва» сприяє виникненню не тільки так званих мокрих «блюдець» на рівнинній і низинній місцевостях, а й значної водної ерозії – на схилах. У результаті спостерігається розширення ареалу водної ерозії та деградація родючих земельних ділянок [347].

Потужність орного шару ґрунту – один із показників його родючості та окультуреності. Чим вона більша, тим вища родючість ґрунту й урожайність сільськогосподарських культур [196].

Одним із шляхів профілактики агрофізичної деградації є мінімізація обробітку ґрунту. Проте досить поширеною є думка, що зниження інтенсивності обробітку ґрунту призведе до ущільнення орного шару. Науковою підставою щодо вибору глибини обробітку є різниця між фактичними й оптимальними (встановленими для конкретної культури) параметрами щільності посівного та підпосівного шарів ґрунту. Якщо ці показники збігаються або є близькими – є підстава для зменшення глибини основного обробітку ґрунту.

#### **1.4 Еколого-меліоративні аспекти організації штучного зволоження при вирощуванні шавлії мускатної**

На сьогодні існує багато заходів, які направлені на мінімізацію негативного впливу посух, проте найефективнішим та кардинальним вирішенням проблеми, як показує практика, є зрошувальні меліорації. У часи бурхливого їх розвитку (1966-1990 рр.) площі зрошуваних земель в Україні було доведено до 2,62 млн. га, т. б. зрошували кожен п'ятий гектар ріллі півдня. У період економічної кризи 1990-2000 рр. площі фактичного поливу



різко скоротились - до 580-690 тис га, що відповідає показникам 1966-1968 рр., а у 2015 р. - до 467 тис. га. Проте, зазначимо, що це скорочення стосується так званого «великого зрошення» - дощування. Натомість, площі під краплинним зрошенням зросли із 6,5 тис. га (2000 р.) до 68,5 тис. га (2015 р.), з них 46,5 тис. га знаходиться під просапними культурами [280, 328].

Разом з тим, констатуємо, що виробники, застосовуючи інтенсивні технології вирощування просапних культур на базі краплинного зрошення, не завжди отримують позитивний результат. Адже краплинне зрошення передбачає докорінні зміни основних складових «класичної» агротехнології: режимів зрошення, систем удобрення і захисту рослин, схем сівби (а разом із ними - техніки і технології посіву і збирання). На разі ці елементи є ще не до кінця відпрацьованими та науково обґрунтованими саме для умов Степу України, що і обумовлює актуальність проведених досліджень [188, 272, 280].

Термін «мікрозрошення» вперше було введено у практику в ході дискусії учасників Міжнародної конференції МКІД у 1986 р. в м. Будапешті [370]. Головними конструктивними ознаками способів мікрозрошення є дозоване, дискретне, з мінімальними непродуктивними втратами, під відносно низьким тиском та з малою інтенсивністю подавання поливної води. Із розчиненими в ній елементами живлення, хімреагентами, засобами захисту, стимуляторами чи регуляторами росту рослин у зону найінтенсивнішого розвитку кореневої системи рослин [118, 294, 286].

Перелічені основні конструктивні ознаки можуть бути повністю або частково реалізовані на системах: краплинного зрошення із наземним і підґрунтовым розміщенням ПТ, мікродощування, краплинно-ін'єкційного та краплинно-імпульсного поливу, підкоронового та надкоронового дощування, мікроструминного та дрібнодисперсного (аерозольного) зрошення [219, 285, 382].

Найпрогресивнішим на сьогодні способом поливу просапних сільськогосподарських культур є краплинне зрошення, ефективність якого становить 90-98%. В цьому важливому аспекті згадана ефективність

обумовлюється отриманням високих рівнів врожайності нормативної якості за рахунок підтримання оптимальних водного, поживного і повітряного режимів ґрунту за одночасної економії питомих витрат води на формування одиниці врожаю та мінімізації непродуктивних втрат вологи [295,316, 380].

За даними американської фірми «Siris International» ідея локального зволоження ґрунту виникла у Німеччині, де у 1880 р. (за іншими даними – 1860 р. [253]) було проведено перші дослідження з використанням коротких керамічних труб із відгалуженнями. Цю концептуальну Ідею розвинув на початку 30-х років ХХ ст. ізраїльський Інженер-гідротехнік Сімха Бласс (Simha Blass, 1897-1982 рр), якого фахівці вважають винахідником краплинного зрошення. Свою першу експериментальну систему він розробив у 1959 р., а в 1963 р. він сконструював і запатентував першу промислову систему поверхневого краплинного зрошення [231, 235]. Аналогічна система з'явилась в США у 1964 р. [393]. В 1965 р. Сімхою Блассом на базі та спільно із кібуцом Хацерім (Hatzetim) створено приватну інженерно-технологічну компанію «NETAFIM™», яка й донині є одним із світових лідерів у сфері краплинного зрошення [235].

Передумовою широкого промислового впровадження систем краплинного зрошення стало відкриття поліетилену низького тиску і поліетилену високого тиску та розвиток на цій основі виробництва пластмас [165, 378].

В колишньому СРСР, не зважаючи на існування умовної «залізної завіси», розробки у сфері мікрозрошення виконувались нашими вченими практично паралельно із зарубіжними колегами. Встановлено, що піонерні дослідження із вивчення підґрунтового локального зрошення (за допомогою гончарних труб) було проведено у 1927-1929 рр. в тодішній Кримській АССР. В Україні дослідження впливу краплинного зрошення на систему «ґрунт-рослина-навколишнє середовище» було розпочато в кінці 60-х - на початку 70-х років ХХ ст.

Сьогодні є світовий досвід (Ізраїль, США, Іспанія, Австралія), коли для

підйому і подачі води в напірну систему краплинного зрошення використовують альтернативні джерела енергії (геліо- й вітроелектростанції). Цей напрям є перспективним також і для України, особливо для зони Степу, де є вітри та багато сонячної енергії. Для промислового впровадження таких систем необхідне проведення детального техніко-економічного обґрунтування проєктів. Попередні розрахунки показують, що окупність цих проєктів становить від 6 до 9 років. У свій час - у 1992-1993 рр., такий новаторський проєкт було реалізовано на базі ДП «ДГ «Херсонської селекційної дослідної станції баштанництва У А АН» (с. Великі Клини Голопристанського району Херсонської області) [197].

Зростатиме роль екологічної складової технологій краплинного зрошення (цей аспект в основному стосується впливу краплинного зрошення на властивості ґрунтів та якість сільськогосподарської продукції):

- пошук технічно та економічно ефективних способів утилізації поливних трубопроводів, які відпрацювали свій нормативний термін експлуатації;

- введення у зрошувану сівозміну цінних агро меліоративних культур, вирощування яких є рентабельним на краплинному зрошенні: сої на насіння, бобових овочевих культур, «баштанний пар» - кавун, диня, гарбуз голонасінний, кабачок ранній), люцерни на насіннєві цілі тощо;

- використання систем краплинного зрошення для проведення хімічних меліорацій;

- запровадження системи контролю якості продукції на етапі реалізації технологій вирощування сільськогосподарських культур;

- застосування краплинного зрошення в технологіях органічного землеробства [46].

Розширення видового і сортового складу сільськогосподарських культур. Сорти та гібриди постійно вдосконалюють, у т. ч. методами генної інженерії. Як показує практика високопродуктивні гібриди, які краще реагують на зрошення, є більш стійкими проти хвороб і шкідників саме в

умовах зрошення [48].

Використання краплинного зрошення у технологіях вирощування енергетичних культур.

За результатами досліджень Інституту водних проблем і меліорації НААН технологія краплинного зрошення буряка цукрового в умовах Степу Північного забезпечує отримання від 200 до 260 т/га біомаси [385]. Розробка та застосування нових матеріалів на основі біосировини для трубопроводів систем краплинного зрошення, які в перспективі мають замінити екологічно шкідливі матеріали.

Сьогодні в світі приділяється багато уваги створенню таких матеріалів, які під впливом абіотичних природних факторів відносно швидко розкладаються (від 50 днів до 1 року) і не забруднюють навколишнє природне середовище [280].

Результати досліджень підтверджують різноплановий вплив краплинного зрошення на зміни водного, повітряного, окисно-відновного режимів, активізацію газохімічних процесів, інтенсифікацію біологічних процесів, посилення рухомості сполук і речовин, що входять до складу рідкої та твердої фаз ґрунту, підвищення мінливості деяких фізичних ґрунтових параметрів (щільність, твердість, липкість, структурність, водопроникність тощо), у деяких випадках перерозподілення гранулометричних часток різного розміру в межах ґрунтового профілю [75].

Поряд із генетичними особливостями ґрунтів визначальну роль у їхній стійкості до дії краплинного зрошення відіграють і природно-кліматичні умови території їхнього місце знаходження, а саме: посушливість клімату, ґрунтоутворні породи, дренажність території, природний рівень зволоження, глибина залягання ґрунтових вод тощо. Безперечно, всі ці та інші фактори слід враховувати під час проектування систем краплинного зрошення. Наприклад, норми поливання культур мають унеможливити втрати вологи у нижні горизонти й цим самим зменшувати ймовірність підняття рівнів ґрунтових вод, а також можливість розмивання агрономічно-цінних

агрегатів до найменших фракцій тощо. За відомих рівнів засолення чи осолонцювання ґрунтів і якості поливної води передбачають заходи із попереднього поліпшення їхніх властивостей шляхом хімічної меліорації [189].

Шляхом правильного вибору меліорантів і добрив впливають на ступінь лужності та кислотності ґрунтів. Агрономічні критерії поливної води визначають із метою запобігання процесам самозасолення, осолонцювання, підлуження ґрунтів та унеможливлення токсичного впливу на рослини, а екологічні критерії для попередження негативного впливу на компоненти довкілля та здоров'я населення, а саме: зміни стійкості ландшафтів, санітарно-гігієнічного стану та харчової якості сільськогосподарської продукції, характеристик санітарно-гігієнічного стану поверхневих та підземних вод, захищеності горизонтів питних вод від забруднення тощо [153].

Що стосується впливу краплинного зрошення на структурно-агрегатний склад, то вміст цінних в агрономічному плані агрегатів у дослідних ґрунтах під впливом води 1 й 2-го класів підвищується, а їхня водостійкість знижується, особливо під впливом води 2-го класу [77].

Краплинне зрошення дає змогу управляти поживним режимом ґрунтів у будь-який період поливання, а отже, й підтримувати рівень їхньої родючості та продуктивності сільськогосподарських культур завдяки збалансованому надходженню елементів із добрив. Результатами досліджень встановлено підвищення вмісту рухомих фосфору та калію шляхом диференційованого внесення органо-мінеральних, мінеральних та органічних добрив у зони зволоження, розміри яких означені обсягами кореневої системи культур [26].

Вторинне засолення як процес накопичення водорозчинних солей у ґрунтах під час зрошення спричинюється надходженням солей у разі використання для поливання води із підвищеною мінералізацією. Водночас максимальна кількість усіх водорозчинних та токсичних солей зосереджується у межах зони зволоження ґрунту, нижня частини якої у

деяких ґрунтах менше засолена, що пов'язано зі сприятливими умовами вимивання солей атмосферними опадами в осінньо-зимово-весняний періоди [106, 184, 239].

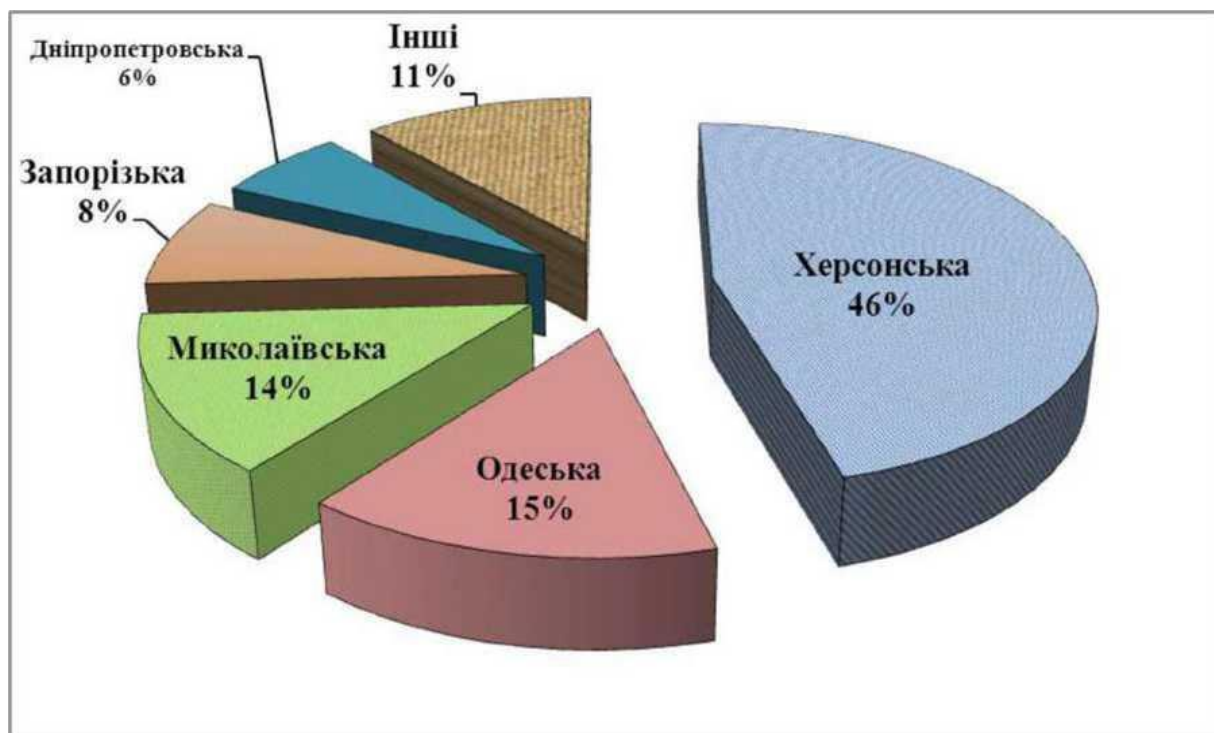
Дослідження, проведені різними авторами у різних природно-кліматичних умовах, мали подібні результати, що дає змогу стверджувати, що за краплинного зрошення межі зон соленонакопичення у ґрунтах практично збігаються із межами зон зволоження, а максимальна кількість солей концентрується у центральній частині зон зволоження або на периферії [163]. Із підвищенням засоленості ґрунту частка солей, що міститься у ґрунтовому розчині, зменшується, а саме: за 0,1–0,2% засоленості у ньому міститься близько 70 % загальної кількості водорозчинних солей, за 1,0–1,1 % засоленості знижується до 10–20 % [277].

Найнебезпечнішим процесом у зрошуваних ґрунтах є осолонцювання, як наслідок заміщення поглинутого кальцію натрієм, магнієм і калієм у складі ґрунтового поглинального комплексу. Саме перевага цих іонів над іонами кальцію сприяє пептизації мулу, гідрофільності, трансформації і деградації мінеральної й органічної складових ґрунту [328]. Встановлено, що цей процес повільно розвивається в автоморфних ґрунтах і посилюється за вторинного гідроморфізму.

Підвищений попит аграріїв до використання краплинного зрошення для вирощування сільськогосподарських культур (площі цього способу поливання у 2018 р. досягли 85 тис. га) все частіше спонукає науковців шукати доказів його екологічної безпеки для ґрунтів, родючість яких залишається під державним контролем. Найбільші площі краплинного зрошення просапних культур знаходяться у Херсонській області – 56 % усіх наявних в Україні. Широко застосовують КЗ просапних культур також у Миколаївській, Одеській, Дніпропетровській і Запорізькій областях (рис. 1.4).

Важливим фактором у популяризації краплинного зрошення просапних культур відіграють, безумовно, дослідження вітчизняних учених установ НААН з розробки та наукового обґрунтування різних елементів технологій

вирощування цих культур. Лише за останні 10–15 років з цих питань було закладено та проведено десятки польових стаціонарних дослідів. Більшість розробок отримали реальне впровадження у виробництві, на їх основі захищено дисертаційні роботи, підготовлено численні науково-практичні рекомендації, посібники та нормативні документи [385].



**Рис. 1.4 Розподіл площ краплинного зрошення просапних сільськогосподарських культур у різних регіонах України (2018 р.)**

За умови суворого дотримання технології краплинного зрошення та інших технологічних прийомів вирощування сільськогосподарських культур можна уникнути незначних недоліків подібного зрошення, таких, як імовірність засмічення (у разі неефективності роботи фільтрувальних елементів), деформації поливних стрічок та інших частин системи (сонячні промені, високі температури), пошкодження окремих частин гризунами та іншими шкідниками, вилуговування ґрунтів (у разі застосування води з підвищеною солоністю). Одним із відчутних недоліків систем краплинного зрошення, порівняно з підвісними системами, є більш висока вартість його обладнання [182].

Однак правильно встановлені системи краплинного поливу, за умови належного управління та дотримання експлуатаційних вимог, можуть дати змогу використовувати високовартісну систему близько 20 років, а термін окупності обладнання становить тільки два роки. При вживанні препаратів з лікарської рослинної сировини в організм людини надходить цілий комплекс біологічно активних речовин, зокрема й мікро- та макроелементи, які надають комплексний вплив на організм людини. Але водночас в організм людини можуть надходити потенційно небезпечні хімічні сполуки техногенного походження, небезпечні для здоров'я людей [119]. Найбільш небезпечними є важкі метали й радіонукліди через їх здатність до міграції по біологічних ланцюгах. Кожен з хімічних елементів, що поглинається рослинами, виконує у фізіологічних процесах певні функції.

Свинець. Хоча в природних умовах свинець присутній у всіх рослинах, виявити яку-небудь його роль у метаболізмі не вдалося. Останнім часом свинець привертає велику увагу як один з головних компонентів хімічних забруднень середовища і як елемент, токсичний для рослин. У рослини свинець надходить двома шляхами; поглинається корінням і листям. В огляді статті О. А. Ельчінінової наводяться концентрації свинцю в рослинах, прийняті за нормальні – 0,1-0,5 мг/кг повітряно-сухої маси, а максимальні – 10 мг/кг. Звичайний вміст свинцю в сільськогосподарських культурах, які використовуються в їжу, знаходиться в межах 1-5 мг/кг сухої речовини [241]. У досліджених лікарських рослинах Північного Прикаспію концентрація свинцю варіювала від 0,06 до 2,5 (0,24) мг/кг. У літературі нами не знайдено допустимі рівні токсичних елементів безпосередньо для лікарських рослин.

Кадмій – елемент надзвичайно високої токсичності. Іони кадмію володіють великою рухливістю в ґрунтах, легко транслюються в рослини й по харчових ланцюгах надходять в організми тварин і людей. Солі кадмію характеризуються мутагенними та канцерогенними властивостями й становлять потенційну генетичну небезпеку. У харчуванні людей і тварин кадмій є кумулятивною отрутою. Нормальний вміст кадмію в рослинах 0,05-



0,20 мг/кг повітряно-сухої маси, імовірно максимальне – 3 мг/кг. Питання про максимально допустиму межу вмісту кадмію в рослинних харчових продуктах є предметом широкої дискусії. В основній масі досліджених зразків вміст кадмію коливався від 0,073 до 0,175 мг/кг, що не перевищує допустимий рівень, 1,0 мг/кг ґрунту [232].

Ртуть у невеликих кількостях завжди присутня в рослинах. Фізіологічна роль мікрокількості ртуті, що фіксується в тканинах рослин, ще недостатньо вивчена. Рослини істотно розрізняються за здатністю поглинати і накопичувати ртуть. Концентрація ртуті в рослинах на незабруднених ґрунтах коливається від 0,005 до 0,050 мг/кг. У рослинах, які ростуть у забруднених районах, може накопичуватися набагато більше ртуті, ніж у нормальних умовах. У досліджених нами рослинах концентрація ртуті варіювала від 0,033 до 0,058 мг/кг.

Миш'як входить до складу рослин, але його біохімічна роль практично не вивчена. Передбачається, що миш'як поглинається рослинами разом з водою, проте можливе й активне поглинання. Концентрація миш'яку в рослинах, які ростуть на незабруднених ґрунтах, змінюється в межах 0,001-1,500 мг/кг сухої маси. В умовах забруднення рослини можуть накопичувати екстремальна велику кількість миш'яку, понад 6000 мг/кг сухої маси [104]. Концентрація миш'яку в досліджених нами рослинах варіювала в межах від 0,007 до 0,012 мг/га. Гранично допустима концентрація – 0,5 мг/кг [234].

Окисляє, розщеплює, не вдаючись до допомоги ґрунтових мікроорганізмів, які для більшості вищих рослин проводять первинну переробку. В науковій діяльності широко відомий ефект евтрофікації або доступ до чистої води міського (А) і сільського (Б) населення окремих регіонів (евтрофірування) річок та озер від дії забруднення їх вуглеводнями [170]. Вивчено поглинання іонів міді, свинцю, кадмію та цинку з водних розчинів водним гіацинтом у модельних умовах. Зазначено, що рослини витримують перевищення ГДК даних елементів у воді, зберігають життєздатність і успішно розмножуються. За десять днів модельного

експерименту концентрація металів знижується більше ніж у 5 разів для цинку, в 6 разів для кадмію, в 4 рази для свинцю, у 8,5 разів для міді [136].

### **Висновки до розділу 1**

1. За результатами огляду літературних джерел й аналізу експериментальних даних вітчизняних і закордонних вчених доведено, що основним лімітуючим фактором, який стримує реалізацію агроресурсного потенціалу у зонах недостатнього та нестійкого зволоження є несприятливий водний режим ґрунту. Відчутно загострюють цю проблему зміни клімату, зокрема зростання середньорічної температури повітря на 2°C, що, у свою чергу, зумовило зростання дефіциту вологозабезпечення та розширення території з дефіцитом природного вологозабезпечення і, в підсумку - зростання посушливості клімату.

2. В Україні краплинне зрошення застосовують для поливання на різних типах ґрунтів, які за своїми характеристиками є засоленими, солонцюватими, лужними, кислими, із відповідним вмістом гумусу, карбонатів, водорозчинних солей, що мають певну ємність катіонного обміну, насиченість основами, найменшу вологоємність, гранулометричний склад тощо. Зрошують навіть ті ґрунти, що за своїми характеристиками непридатні для цього. До властивостей ґрунтів завжди додається вплив поливної води, якість якої для краплинного зрошення оцінюють за нормативними документами та ДСТУ.

3. В Південному регіоні України проведено недостатньо досліджень системного характеру щодо агроєкологічних (забезпеченість вологою, температурний та поживний режими, едафічні фактори ґрунту тощо) та біотехнологічних (глибина обробітку ґрунту, удобрення, строки сівби, ширина міжрядь тощо) умов вирощування шавлії мускатної.

4. Недостатньо приділена увага підвищенню врожайності шавлії лікарської шляхом застосування зрошення та підбору оптимальних попередників, а також обґрунтуванню можливості вирощування її в

монокультурі. Зважаючи на велику цінність шавлії лікарської як сировини для хіміко-фармацевтичної промисловості, а також на зменшення площ територій, придатних для одержання органічної продукції, питання її якості в літературі висвітлено недостатньо.

5. Виходячи з вищезазначеного видно, що шавлія мускатна в зоні Південного Степу України не вивчалась, тому виникла необхідність провести дослідження, щодо питань про вплив природних та агротехнічних умов на розвиток рослини у цій зоні з визначенням оптимальних строків сівби, біологічних особливостей розвитку даної культури за краплинного способу штучного зволоження, що є інструментом реалізації водоресурсо- й енергозберігаючих підходів у сільськогосподарському виробництві. Ефективне використання ресурсного потенціалу в зрошуваному землеробстві України дозволить за науково-методичного обґрунтування системи нормування, розробити та вдосконалити агротехніку вирощування досліджуваної культури.

Вирішенню зазначених питань були присвячені польові і лабораторні дослідження, результати яких наведено в дисертаційній роботі.

## РОЗДІЛ 2

### УМОВИ І МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

#### 2.1 Рельєф, ґрунти та кліматичні умови зони досліджень

Рельєф області рівнинний, з невеликим ухилом із півночі на південь і з північного сходу на південний захід, розчленований долинами річок, балками і ярами [7]. На півночі Херсонської області переважають південні чорноземи з лесовим підґрунтом. На півдні області вони переходять у темно-каштанові й каштанові ґрунти, які іноді мають підвищений вміст солей.

Метеорологічні спостереження представляють собою визначення характеристик стану і розвитку фізичних процесів в атмосфері при взаємодії її з підстилаючою поверхнею, і включають вимірювання метеорологічних величин, які характеризують ці процеси, та визначення основних характеристик найбільш важливих атмосферних явищ (початок, кінець, інтенсивність та небезпека для сільського господарства).

У ґрунтово-кліматичному відношенні ПП «Агрофірма–Додола» Бериславського району Херсонської області відноситься до зони південного степу України. Воно розташоване в зоні Інгулецького зрошуваного масиву. Рельєф дослідного масиву – рівнинний. Ґрунтові води залягають на глибині понад 10 м.

Ґрунти дослідного масиву – темно-каштанові слабкосолонцюваті, середньо-суглинкові за гранулометричним складом. Агрофізичні властивості метрового шару ґрунту характеризуються такими показниками: щільність складення  $1,43 \text{ г/см}^3$ , загальна шпаруватість – 45,0%, найменша вологоємність – 21,5%, вологість в'янення 9,1%.

Основні агрохімічні властивості темно-каштанового середньо-суглинкового ґрунту дослідного масиву наведено в таблиці 2.1. Відсотковий вміст гумусу, загального азоту та фосфору у верхніх шарах ґрунту середній і з

глибиною поступово зменшується. Гумусовий горизонт складає 30-40 см, перехідний – 16-22 см. Це говорить про те, що дані зрошувані ґрунти потребують внесення підвищених доз мінеральних добрив. Вміст обмінного калію в орному шарі складає 343 мг/на 1 кг ґрунту [1]. Це достатньо для нормального живлення рослин без застосування калійних добрив.

Таблиця 2.1

**Агрохімічні показники ґрунту дослідної ділянки за даними лабораторії  
меліорації ґрунтів Інституту зрошуваного землеробства НААН**

Шар ґрунту, см	Гумус, %	Загальний азот, %	Загальний фосфор, %	Обмінний калій, мг/кг
0-25	2,27	0,185	0,099	343
25-40	1,82	0,163	0,086	256
40-60	1,16	0,135	0,057	214
60-80	0,36	0,098	0,051	213
80-100	0,64	0,094	0,049	206
100-150	0,62	0,056	0,054	224

Сума водорозчинних солей (%) у шарі ґрунту 0-25 см – 0,103; у 25-40 см-0,092; у 40-60 см - 0,114; у 60-80 см - 0,154; у 80-100 см - 0,152; у 100-150 см - 0,151.

Сума обмінних основ у шарі ґрунту 0-90 см – 21,13, а в шарі 20-30 см - 19,37 мг-еквівалентів. Поглинаючі основи представлені  $\text{Ca}^2$ ,  $\text{Mg}^2$ . У шарі 0-20 см Са знайдено 80-99%, Mg -19,01% від суми поглинутих основ, у шарі 20-30 см, відповідно - 80,1 та 19%.

Білоглазка починається з глибини 60-64 см і досягає 85-86 см. Відмічено кипіння ґрунту від 10% соляної кислоти на глибині 53-55 см.

Невисокий вміст гумусу в орному шарі – 2,18%, великий вміст пилу, низький вміст водотривких агрегатів, вузьке співвідношення Са і Mg (2,6) обумовлює високу в'язкість ґрунту, набряклість і погану водопроникність високим потенціалом родючості ґрунту, що при належному застосуванні

агротехнічних прийомів дозволить отримувати високі і стабільні врожаї всіх сільськогосподарських культур, в тому числі й шавлії мускатної (табл. 2.2).

Таблиця 2.2

**Гранулометричний склад ґрунту дослідної ділянки за даними лабораторії меліорації ґрунтів Інституту зрошуваного землеробства НААН**

Шар ґрунту, см	Втрати при обробітку 0,05 моль HCL	Фракції в мм, %						Сума часток розміром
		0,25	0,25-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	0,005-0,001	< 0,001	< 0,01
0- 20	2,12	0,29	17,83	39,62	9,60	7,47	25,21	42,28
20- 40	1,68	0,36	16,65	38,20	12,72	6,06	26,09	44,80
40- 60	4,68	0,23	10,36	36,44	16,78	8,72	27,49	52,92
60- 80	16,00	0,28	7,14	32,43	14,10	12,41	33,69	60,20
80-100	15,95	0,37	6,5	30,70	14,60	13,10	34,80	62,50

Представлені ґрунтові відміни темно-каштанового ґрунту мають безструктурний верхній горизонт, та велику щільність. Тому при надлишку вологи, яка інколи спостерігається навесні, виникає антагонізм між водою та ґрунтом. Заповнені водою капіляри стають недоступними для проникнення повітря, а це створює несприятливі умови для життєдіяльності аеробних мікроорганізмів. В таких умовах спостерігається зниження процесу нітрифікації і активності роботи ґрунтового едафону. Весною озимі та ярі культури відчують нестачу основних елементів живлення і особливо азоту.

Несприятливі водно-фізичні властивості солонцюватих південних чорноземів та каштанових ґрунтів вкрай негативно впливають на ріст і розвиток польових культур, особливо в період посух. Нестача вологи у верхніх шарах особливо весною завдає великі ускладнення при сівбі як ранніх, так і пізніх сільськогосподарських культур. Тому, в цих умовах особливу увагу слід приділяти строкам сівби.

Несприятливі водно-фізичні і фізико-хімічні властивості основних типів ґрунтів негативно впливають і на процес підготовки ґрунту до сівби. Зважаючи на зазначене, розробка основних агротехнічних прийомів для вирощування шавлії мускатної є актуальною задачею і повинна враховувати ґрунтово-кліматичні і водно-фізичні особливості основних типів ґрунтів, що зустрічаються на півдні України.

Одна з причин, яка гальмує розвиток вирощування лікарських трав – це кліматичні зміни, наслідком яких є глобальний дефіцит водних ресурсів, зростання вартості енергоресурсів та зростання обсягів альтернативних нетрадиційних джерел енергії [25]. За даними NASA, у 2016–2019 роках температура поверхні Землі були найгарячіша з моменту ведення спостережень у 1880 році.

Глобально середня температура у 2016 році була на 0,99 градусів за Цельсієм вища, ніж у середині 20-го століття. Якщо спостерігати більший відрізок часу, середня температура поверхні планети піднялася приблизно на 1,1°C з кінця XIX століття. Вчені вже не сумніваються [12], що ця зміна зумовлена в основному збільшенням концентрації вуглекислого газу та інших антропогенних викидів в атмосфері. В такій ситуації прогноз для України може бути наступним: у разі бездіяльності, за даними Світового банку, якщо не відбудеться кардинальних змін в економіці, способах виробництва та рівні споживання, середньорічна температура в Україні до 2100 року може підвищитись на 3,0–4,5°C [125]. У такому разі на Україну чекатимуть значні негативні наслідки, насамперед для сільського господарства через збільшення посух, зменшення рівня опадів у літній період, більш різкі пікові температури (мінусової взимку та плюсової влітку), що негативно позначатиметься на кількості врожаю, буде вимагати значних інвестицій у заходи з адаптації до змін клімату (наприклад, у технології зрошування, роботу щодо створення стійких до перепадів температури сортів і гібридів тощо).

В цілому, можуть спостерігатись значні зміни сезонних явищ, наприклад, ранній початок цвітіння рослин, а потім різке похолодання, що

негативно впливатиме як на господарські культури, так і на всі екосистеми в цілому. Посухи й повені, інші екстремальні погодні явища, такі, як урагани, не тільки почастишають, але й збільшиться їх руйнівний вплив. Такі явища стануть постійними, завдаючи значних збитків економіці країни та загрожуючи продовольчій безпеці. Посухи та спека, зменшення кількості опадів улітку також сприятимуть збільшенню частоти лісових пожеж та опустелюванню південних і південно-східних регіонів України [12].

Згідно з висновками Національної академії наук України, Української академії аграрних наук та Держкомгідромету України, глобальне потепління в Україні відгукнеться незворотною деградацією степів Причорномор'я, Приазов'я та степової частини Криму, а також зниженням продуктивності лісу на всій території України, зокрема внаслідок поширення інфекційних хвороб рослин та шкідників. За ще більш песимістичним сценарієм, можлива загроза міграції населення з країн південно-східних регіонів, де буде спостерігатися значене погіршення умов проживання внаслідок стрімкої зміни природно-кліматичних умов та загроза поширення інфекційних захворювань, непритаманних Україні (малярія, лихоманка Денге тощо). А за даними Національного інституту стратегічних досліджень [12], загрози для біологічного різноманіття через зміни клімату проявлятимуться у вигляді зменшення кількості корисних видів, зміни складу лісу та фауни, деградації ґрунтів та зміну видового складу ґрунтової флори і фауни [12].

На вирішення цього питання націлена якраз Паризька кліматична угода, яку Україна підписала й ратифікувала у 2016 році. Але в той час, коли ця угода стала закликком до дій для всіх країн світу, Україна вирішила проігнорувати основну ідею цього договору – взяття на себе зобов'язань зі скорочення викидів парникових газів. Згідно з національно-визначеним внеском зі скорочення викидів, поданого до Секретаріату Конвенції ООН з питань зміни клімату, Україна планує збільшувати викиди до 2030 року. Нині офіційна ціль України – скорочення викидів на 40% [9] відносно рівня викидів парникових газів 1990 року, що насправді означає збільшення



викидів на 40,7% до 2030 року, порівнюючи з рівнем викидів у 2018 році, адже зараз у повітря викидається вже приблизно на 60% менше, ніж у 1990 році [192].

Найбільш важливими факторами, що впливають на технології вирощування сільськогосподарських культур, є глобальні зміни клімату, ресурсний потенціал ґрунтів та еколого-економічні умови. У сучасних умовах головними наслідками кліматичних змін для сільського господарства є збільшення вегетаційного періоду рослин, екстремальні умови зимового та ранньовесняного періодів, засухи в південному регіоні [164].

В Україні за останні 30-40 років спостерігається підвищення середньої регіональної температури повітря на 1,1°C. Із підвищенням середньої річної температури повітря на 1°C вегетаційний період збільшується до 10 днів. За останні роки підвищення середньорічної температури повітря становить 0,7–0,9 °C. Спостерігається значна посушливість клімату у південних областях, відсутність опадів може тривати 60–80 і більше днів. Потепління клімату чітко проявляється у холодні періоди року. Підвищення середньої місячної температури повітря спостерігали на 2–3° у січні й на 1,5–2°C – у лютому. Водночас спостерігається раннє настання весни. За такої умови не збільшується період активної вегетації, який починається з переходом середньої добової температури через +5° та + 10°C, а збільшується лише період 379 між датами переходу температури через 0° та 5°C – навесні. За таких умов спостерігається небезпека виникнення весняних заморозків [273].

У вказаних агрокліматичних умовах проводилося дослідження з інтродукції та розробка технологій вирощування нових культур із високим адаптаційним потенціалом зокрема. Зміни клімату, які ми спостерігаємо в останні роки, привертають велику увагу суспільства і тому постійно перебувають у центрі уваги.

Встановлено, що за останні роки суми активних та ефективних температур на території південного степу України мають стійку тенденцію до зростання. Так, у 2012 р. сума активних температур +15°C була на 40% вища

за багаторічну [130]. Також опади мають нестабільний характер, значно коливаються із року в рік і не задовольняють потреб рослин у волозі. Враховуючи, що теплий період року зазнає значних кліматичних змін, ми вирішили звернути увагу на не менш важливий період – зиму. Для всіх живих організмів і рослин без винятку, зима є досить небезпечним періодом року і дуже велика кількість небезпечних природних явищ, які призводять до загибелі, або ж пошкодження також і пшениці озимої, основної продовольчої культури нашого регіону, припадають саме на цей час. Зима на території південного степу України, за класифікацією Д.І. Шашко, характеризується як помірно м'яка, тобто середня температура повітря найхолоднішого місяця зими коливається в межах від 0°C до 13°C морозу. Для аналізу кліматичних змін холодного періоду року (листопад – березень) на території Південного Степу України нами були взяті кліматичні дані агрометеорологічної станції Херсон за період 1882–2015 рр. [172].

Аналізуючи декадні середні температури повітря, ми можемо стверджувати, що температура нижче 10°C морозу, в середньому на нашій території Південного Степу України, тримається не більше 20 днів. Водночас зафіксований мінімум становить 16,0–16,5°C морозу протягом 20 днів у 1911 році, а максимальна тривалість із температурою 10°C морозу протягом 50 днів у 1954 році. Максимальні середньомісячні значення температури мали місце у грудні – 1886 рік (+7,1°C), у січні – 1895 рік (+4,1°C) та у лютому 2002 рік (+4,3°C). Досліджуючи тривалість холодного періоду в попередні роки, нами було встановлено, що 100 років тому, а саме в період з 1882 по 1931 рік середня тривалість зимового періоду, тобто часу від стійкого переходу середньої температури повітря через 0°C в бік зниження до стійкого переходу через 0°C в бік підвищення, становила 131 день. За даними дослідження, з 1981 по 2014 р. середня тривалість зимового періоду склала 59 днів, тобто на 74 дні менше ніж 100 років тому. Крім того, за останні 10 років середня тривалість зими зменшилась до 40 днів і нині існують усі підстави стверджувати, що тенденція щодо зменшення зимових днів буде

продовжуватись і надалі. Потепління у південній частині України, як і в цілому на земній поверхні, відбувається внаслідок накопичення в атмосфері вуглекислого газу, що утворюється при спалюванні органічного палива.

Дані були оприлюднені ще у першій половині ХХ століття, однак тоді вони не були підтвержені емпіричними даними й не привертали уваги наукової громадськості, були проведені моніторинги щодо визначення ролі поєднання діяльності людини з кліматом, яка змінилася на початку 70-х років минулого століття, коли був представлений кількісний прогноз майбутнього антропогенного потепління [39], який у подальшому видався досить реалістичним. У монографіях М. І. Будико [43], а також у сумісних монографіях цього автора та Ю. А. Ізраеля, що вийшла наприкінці 80-х років минулого століття, було детально розглянуто механізми впливу сучасної господарської діяльності на клімат.

На основі комплексного аналізу даних за основними компонентами кліматологічної системи експерти МГЕЗК зробили висновки, що реакція клімату на вплив антропогенних факторів відбувається на фоні природних коливань клімату, часові масштаби яких тривають від декількох тижнів до декількох століть. Важливим є те, що глобальна кліматична система буде продовжувати змінюватися зі зростанням температури на  $0,1^{\circ}\text{C}$  кожні 10 років.

За останні 100–120 років особливо зросла роль сільськогосподарської науки у підвищенні родючості ґрунту й отриманні високих урожаїв. У зв'язку з цим вирішальне значення має створення таких систем землеробства, які б цілком відповідали місцевим природним умовам та особливостям кліматичної зони вирощування ефіроолійних культур, а передумови для цього існують [152].

Сучасний стан ефіроолійної галузі потребує розширення площ під ефіроноси, зокрема у зоні південного степу України. Актуальність розширення зон вирощування ефіроолійних культур зумовлена попитом на натуральні ефірні олії на міжнародному ринку, їх протимікробними

властивостями, а також змінами клімату. Тому у вказаних агрокліматичних умовах дослідження з інтродукції та розробка технологій вирощування нових культур із високим адаптаційним потенціалом, зокрема ефіроолійних культур (шавлії мускатної та ін.), є актуальними. Водночас значна частка ефіроолійних культур є дво- або багаторічними рослинами, що має важливе ґрунтозахисне значення, оскільки рослинний покрив протистоїть вітровій і водній ерозіям, пригнічує проростання бур'янів, активізує ґрунтову мікрофлору.

## 2.2 Погодні умови в роки проведення досліджень

Зима, порівняно, м'яка, з частими відлигами та нестійкими морозами, період яких незначний – до 20-25 днів. Абсолютний температурний мінімум сягає мінус 32-35°C і буває один раз на 15-20 років. Сніговий покрив району досліджень, як правило, нестійкий і досягає 2-5 см, рідше – 10-15 см. Останні заморозки бувають у III-й декаді квітня, рідко – у I-й травня.

Весняний період характеризується початком активної вегетації рослин. Перехід середньодобової температури через +5°C буває в середині II декади квітня. Найактивніша пора росту овочевих культур розпочинається в літні місяці, коли середньодобова температура повітря складає +20-+23°C.

Тривалість вегетаційного періоду становить 210-225 днів. Сума середньодобових температур вище +10°C дорівнює 3000-3300°C.

Територія району досліджень є однією з найбільш посушливих. В травні настає перший мінімум вологості повітря – 40-50 %. Дефіцит вологості досягає 14-16 мбар. Посушливих днів буває до 35-45, Влітку вологість повітря знижується до 35-45% і дефіцит її становить 18-20 мбар. Коли низька відносна вологість поєднується з високим температурним режимом і вітрами, процеси росту овочевих культур сповільнюються, а інколи припиняються взагалі.

Середньомісячна вологість повітря в холодний період (листопад - березень) становить 86-88%. Близьке розташування Каховського водосховища (близько 6,5 км) дещо підвищує вологість повітря.

Переважаючий напрямок вітрів – східний та північно-східний, часто спостерігаються суховії (до 20-25 днів на рік).

За рік випадає близько 380-460 мм опадів, в теплий період їх кількість становить 260-310 мм або 65-70%. Опади випадають нерівномірно, в основному, у вигляді злив. Бездощовий період становить 25- 30 і більше днів, що призводить до ґрунтової посухи (один раз на два-три роки). Середньобагаторічне випаровування з водної поверхні складає 900- 1000 мм, що перевищує кількість атмосферних опадів у 2-2,6 рази.

Клімат Південного Степу України помірно континентальний. Середньорічна температура  $+10^{\circ}\text{C}$ , максимальна  $+40^{\circ}\text{C}$ , мінімальна може доходити до мінус  $32^{\circ}\text{C}$ . Зими теплі, з нестійким сніговим покривом, частою відлигою. Морозний період у середньому триває близько 100 днів. Перехід середньодобових температур за  $0^{\circ}\text{C}$  спостерігається в першій декаді березня. Вегетаційний період рослин триває 216-230 днів. Область знаходиться в зоні недостатнього зволоження. Протягом року випадає 300-400 мм опадів, найбільша їх кількість припадає на весну і літо (близько 200 мм). Високі позитивні температури, часті східні і південно-східні вітри, влітку низька відносна вологість повітря нерідко приводять до виникнення засухи. Загальною кліматичною особливістю степових регіонів є велика кількість тепла та світла і недостача вологи. У цілому за рік сумарне випаровування перевищує річну кількість атмосферних опадів у 1,5-2,5 рази. Річна кількість атмосферних опадів у сприятливі роки не перевищує 360-420 мм. Протягом року вони розподіляються дуже нерівномірно за періодами. Тривалість посухи або вегетаційних періодів без опадів досягає 90-100 днів і спостерігається досить часто, за статистичними даними не рідше одного разу на три роки [1].

За даними спостережень за кліматом із 1799 по 1856 роки посухи в

Херсонській губернії повторювались 21 раз, або частіше одного разу на три роки. Спостереження з 1953 по 1999 роки показали, що 18 з них були посушливі.

У такі роки палюче сонце, гарячі вітри, низька відносна вологість повітря, чорні бурі спалювали і губили посіви та луки. Посухи інколи тривали два-три місяці. Все це завдавало значних збитків сільськогосподарському виробництву. Обсяги сільськогосподарської продукції значно скорочувались. Боротьба з такими явищами на півдні України і забезпечення подальшого росту обсягів сільськогосподарської продукції можлива тільки за рахунок інтенсифікації усіх галузей сільського господарства і збільшення родючості кожного гектару землі в умовах зрошення. У досягненні цієї мети вирішальна роль належить гідромеліорації ґрунтів і ландшафтів у цілому, як вагомому засобу підвищення ефективності землеробства. Можливо стверджувати, що зрошуване землеробство у Таврійських степах було зароджене з терміну освоєння земель для виробництва сільськогосподарської продукції.

Територія Херсонської області розташована в межах двох зон: степової посушливої і сухостепової. Клімат області континентальний, жаркий, посушливий. Річна сумарна радіація складає 115-116 ккал/см<sup>2</sup>, з яких 94-95 ккал надходить упродовж вегетаційного періоду. Фотосинтетично активна радіація за вегетаційний період становить 45-50 ккал/см<sup>2</sup>. Середньорічна температура повітря +9,0-10,5°. Середня температура липня +22,8-23,8°C, січня – від мінус 2,2 до мінус 4,3°C. Абсолютний максимум температури становить 37-40°C; абсолютний мінімум мінус 29-33°C [10]. Тривалість вегетаційного періоду 210-245 днів, а безморозного, від останнього заморозку весною до першого восени, від 165 до 220 днів.

Період із середньодобовими температурами вище +10°C за кількістю днів близький до безморозного, зазвичай накопичується 3200-3500°C позитивних (активних) температур. Річна сума опадів коливається в межах 350-470 мм зі зміною по роках від 140-160 до 600-660 мм. Найбільша кількість опадів випадає в липні (35-60 мм), найбільш сухий місяць-березень

(20-29 мм). Основна кількість опадів (60-70%) припадає на теплий період року переважно у вигляді злив. Добовий максимум опадів досягає 50-60 мм, а в деяких випадках –150-180 мм і більше. Характерний період без опадів триває 50-60 днів і більше.

Сніговий покрив невисокий і нестійкий [10]. Суховії спостерігаються щорічно. На основній частині території області 47 відносна вологість повітря протягом 40-60 днів, частіше всього в денні години знижується до 30% і менше. При сильних суховіях вологість повітря знижується до 10-15%, а в деяких випадках і нижче. Ймовірність інтенсивних суховіїв в травні-серпні - 80-100%. Гідротермічний коефіцієнт (ГТК) - відношення кількості опадів, що випали, до випаровування за вегетаційний період - дорівнює 0,6-0,7, тоді як в зоні достатнього зволоження - 1,0, а в зоні напівпустелі - 0,5. Висока температура і низька вологість повітря обумовлюють інтенсивне випаровування з поверхні ґрунту і транспірацію. Випаровування з добре обробленого чорного пару (квітень-вересень) становить 200-220 мм. Випаровуваність за теплий період року (квітень-жовтень) становить 900-1100 мм, що в 3-3,5 рази перевищує річну суму опадів.

Добові величини випаровуваності нерідко досягають 8-10 мм або 80-100 м<sup>3</sup>/га, а максимум випаровуваності за добу-14-15 мм [10]. За рік буває 15-20 днів з сильним вітром, швидкість якого 14 м/с, в приморських районах таких днів значно більше від 20 до 40. Максимальна швидкість вітру може досягати 35-40 м/с. Сильні вітри завдають шкоди сільськогосподарському виробництву і викликають вітрову ерозію ґрунту. Херсонська область розташована в зоні неповного весняного зволоження. Максимальні запаси продуктивної вологи в поверхневому шарі ґрунту спостерігаються навесні і зазвичай у 0-100 см становлять 90-110 мм. У посушливі роки запаси складають всього 50-70 мм., а глибина зволоження становить 40-60 см. У роки з високою зволоженістю ця глибина перевищує 150- 170 см, а вологість ґрунту в 0-100 см сягає найменшої вологоємності (НВ) [126].

Весна – період, обмежений стійкими переходами середньодобової

температури повітря через  $0^{\circ}$  і  $15^{\circ}\text{C}$ , коротка, не більше 2-х місяців, з різким наростанням тепла. Перехід через  $0^{\circ}$  відмічається на початку березня, а в кінці березня середньодобова температура повітря сягає  $+5^{\circ}\text{C}$ . В кінці 2 - початку 3 декади квітня середньодобова температура повітря переходить через  $+10^{\circ}\text{C}$ , вдень вона перевищує  $+20-24^{\circ}\text{C}$ , а ґрунт на глибині 10 см прогрівається до  $8-10^{\circ}\text{C}$ .

Останні заморозки в повітрі в 30% років закінчуються в кінці першої декади травня. В окремі роки, в пониззях, заморозки можуть спостерігатися до 20-25 травня. Літо продовжується в межах середньодобових температур вище  $+15^{\circ}\text{C}$ , 53 звичайно його початок настає в кінці першої - середині другої декад травня.

Літо зазвичай жарке, посушливе. Тривалість його приблизно 5 місяців. Добра забезпеченість теплом дає змогу вирощувати ряд таких теплолюбних культур як рис, рицина, бавовник та ін. Після жнив озимих зернових і ранніх ярих культур до перших осінніх заморозків накопичується  $1500-2000^{\circ}\text{C}$  позитивних температур, що дозволяє в зоні зрошення широко впроваджувати повторні посіви зернових, технічних та кормових культур. Вдень літнього періоду, на протязі 25-35 днів, температура повітря підвищується до  $+30^{\circ}\text{C}$  і більше [318]. Оподи випадають, в основному, у вигляді злив. Бездощові періоди в окремих випадках сягають 100-110 днів. Вдень, як правило, вологість повітря різко знижується. В третій декаді вересня, коли середньодобова температура повітря переходить через  $15^{\circ}\text{C}$ , літо закінчується.

Осінь - період, обмежений стійкими переходами середньодобової температури повітря через  $15^{\circ}\text{C}$  та  $0^{\circ}\text{C}$ . Тривалість осені—2,5 місяця. В середині жовтня починаються перші осінні заморозки, котрі, як правило, відмічаються 2- 3 ночі підряд. У 10-20% років вони настають наприкінці вересня. Перші заморозки звичайно закінчують вегетацію пізніх теплолюбних культур. Після перших заморозків звичайні довготривалі повернення тепла при ясній і сонячній погоді. Зима - період з середньодобовою температурою



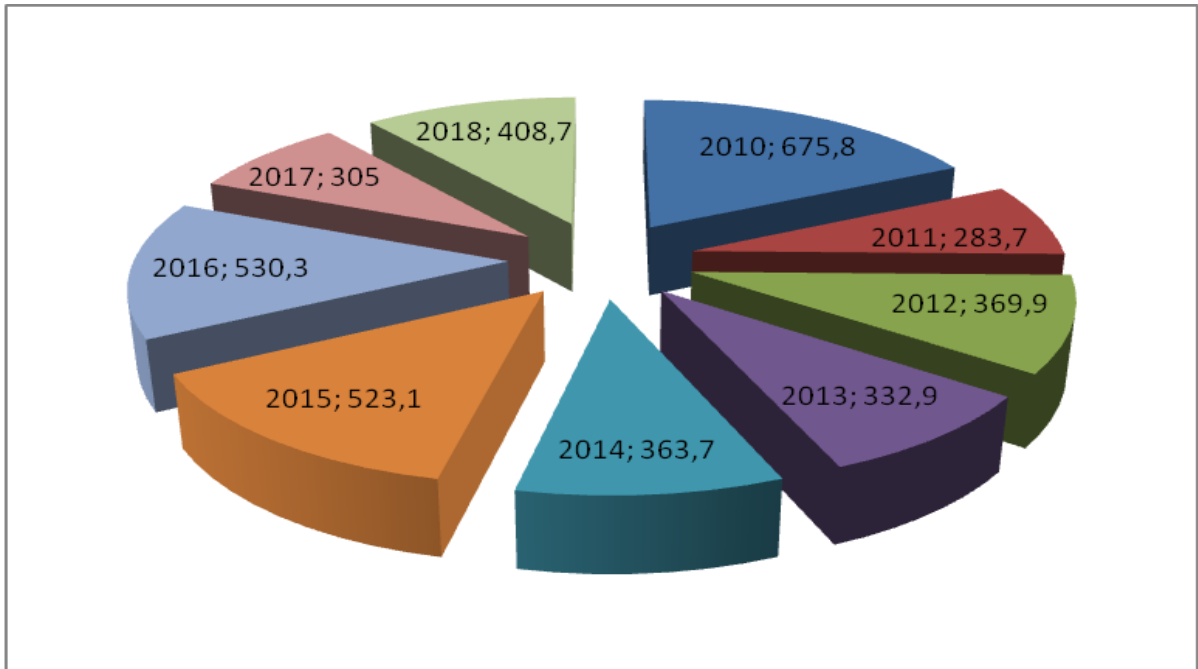
повітря нижче 0°C. Тривалість зими біля 3-х місяців. У південних районах області в 5-10% років не спостерігається стабільного переходу температури повітря через 0°C, а стійкий перехід температур через мінус 5° не відмічається на всій території області [257].

Очевидною характерною властивістю зими є крайня нестійкість температурного режиму. Типові глибокі довготривалі відлиги, під час яких температура повітря може зростати до +10-15°C, і різні непередбачувані похолодання до мінус 25-33°C, що спричиняє пошкодження або загибель озимих, бруньок плодових і виноградної лози. Вірогідність зниження температури повітря до мінус 25°C складає 70-75%, а до мінус 25°C і нижче – 30-40% років. Основні запаси вологи в ґрунті закладаються в осінньо-зимовий період. Середня глибина промерзання 40-50 см. Однак, в 20-30% років ґрунт промерзає на глибину 100-120 см, а максимальна глибина промерзання досягає 150-170 см. Ґрунт повністю відмерзає звичайно в третій декаді березня [152].

У більшості добові максимуми опадів становлять 110-150 мм (рис. 2.1). Кількість днів з опадами 1 мм і більше, в середньому за рік, дорівнює 70 на півночі зони і 50 на півдні, а з опадами 5 мм і більше – відповідно, 30 і 20 днів, бездощові періоди, в середньому, продовжуються 20-25 днів. У північній частині південного Степу раз у два роки бездощові періоди тривають до 35 днів, а на крайньому півдні – більше 40 днів. Така тривалість бездощового періоду призводить ґрунтову посуху [358]. Впродовж вегетаційного періоду середньодобова температура повітря була вища середньобагаторічної. У результаті перевищення цього показника склало +3,25°C за вегетацію. Основні опади випали в середині квітня, травня та на початку червня. Всього за вегетацію випало на 99,4 мм опадів більше за середньобагаторічний показник за цей періоду року, проте дощі мали, в основному, зливовий характер.

Особливо гостропосушливими були I-II декади липня і, особливо, серпня, коли на тлі мінімальної кількості опадів температури досягали +37,5-

+38,5°C (рис. 2.2). Загалом, деякі не значні відхилення погодних умов від середньобогаторічних показників не мали істотного впливу на ріст і розвиток рослин. Можна констатувати, що в цілому, погодні умови були відносно сприятливими для формування врожайності просапних с.-г. культур польової сівозміни.

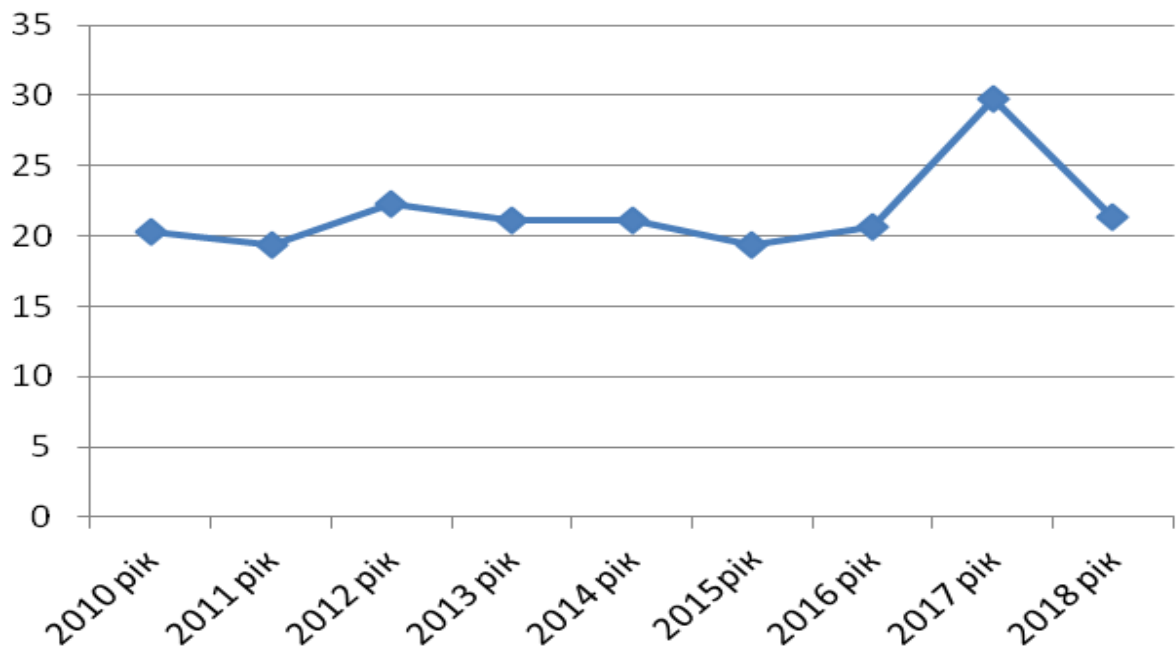


**Рис. 2. 1 Річна кількість атмосферних опадів за період з 2010 по 2018 рр. за даними Херсонської агрометеорологічної станції**

Нижче наводимо стислу характеристику погодних умов у роки проведення досліджень з шавлією мускатною за даними Херсонської метеорологічної станції:

**2011 р.:** Порівняно із середньобогаторічними показниками був більш посушливим. Так, дефіцит вологи за вегетацію склав 28,2 мм, а середньодобова температура повітря перевищувала середньобогаторічну температуру на +1,46°C. Найбільш посушливим видався серпень - продуктивних опадів не було, середньомісячна температура повітря +22,4°C (вища на 1,2°C за норму). Важливою особливістю погодних умов 2011 року є низька кількість опадів, яка, в свою чергу спровокувала ґрунтову та повітряну посухи. Зокрема, загальна кількість опадів за вегетацію (з травня по вересень)

була 133,8 мм, за середньобогаторічного показника 232,2 мм. У розрізі місяців особливо посушливими видались квітень (не було продуктивних опадів), липень (17 % від норми), серпень (38 % від норми), а також вересень (2/3 від норми). Температурний режим вегетаційного періоду був на 1,5°C вище середньобогаторічних значень. Загалом, аналіз метеопараметрів вегетаційного періоду свідчить про те, що для більшості просапних с.-г. культур погодні умови були не сприятливими.



**Рис. 2.2** Середньодобова температура повітря в літній період вегетації шавлії мускатної у 2010-2018 рр.

**2012 р.:** Особливістю погодних умов вегетаційного періоду була забезпеченість опадами, яка відповідала середньорічному показнику на фоні підвищених та високих температур повітря. Проте, режим надходження опадів був не стабільний, наприклад, спостерігалась тривала посуха з III декади червня та весь липень. Аномально посушливим виявився також і травень, середньомісячна температура якого була на +4,42°C вищою за середньобогаторічну норму. Головною особливістю погодних умов 2012 року є тривала ґрунтово-повітряна посуха протягом червня-липня та I декади серпня. Погодні умови у вказаний період можна класифікувати як

екстремальні, оскільки середньодобова температура трималась на рівні +27,5-31,4°C. Максимальні температури фіксували з 04 по 08 серпня: +40,1, +42,2°C. Загальна кількість опадів за вегетацію – 273 мм, що на 17,6 % перевищує норму. I декада квітня та I-II декади травня були аномально жаркими: середньодобова температура повітря була на +6-10°C вище за середньорічну норму. Опадів в цей період практично не було. Надалі, з червня по серпень, температурний режим відповідав середнім показникам. Найбільш посушливими були II-III декади липня і I-II декади серпня, коли опадів не спостерігалось. Абсолютні максимуми температури повітря фіксували 12-15 серпня: 39,2-40,0°C. В цілому, вегетаційний період шавлії мускатної також був посушливим: опадів випало на 14,5 % нижче за норму. Більш дощовим був вересень. У цілому, погодні умови вегетаційного періоду були відносно сприятливими для зростання і розвитку рослин, за винятком кінця квітня та початку травня.

**2013 р.:** Температурний режим травня 2013 р. був значно (на +2,9-+5,2°C) вищий за середньорічну норму, а максимальні температури впродовж першої і другої декад досягали +29-+31°C. Надалі (червень - серпень) температурний режим з невеликими коливаннями відповідав середньорічній нормі. Вегетаційний період 2013 р. був посушливим, опадів було нижче за норму на 61,3 мм, а температура вище на 2,0°C. В цілому, погодні умови вегетаційного періоду були відносно сприятливими для росту й розвитку рослин, за винятком періоду, коли спостерігалися аномальні для травня високі температури повітря і ґрунту. I декада квітня та I-II декади травня були аномально жаркими: середньодобова температура повітря була на +6-10°C вище за середньорічну норму. Опадів в цей період практично не було. Надалі, з червня по серпень, температурний режим відповідав середнім показникам. Найбільш посушливими були II-III декади липня і I-II декади серпня, коли опадів не спостерігалось. Абсолютні максимуми температури повітря фіксували 12-15 серпня: 39,2-40,0°C. В цілому, вегетаційний період також був посушливим: опадів випало на 14,5 % нижче за норму. Більш дощовим був

вересень. В цілому, погодні умови вегетаційного періоду були відносно сприятливими для зростання і розвитку рослин, за винятком кінця квітня та початку травня.

**2014 р.:** Температурний режим квітня і травня 2014 р. відповідав середньорічним показникам. Квітень був більш посушливішим, тоді як у травні випало на 40% більше місячної норми за цей період. Надалі (червень) температурний режим з невеликими коливаннями відповідав середньорічній нормі. Необхідно відзначити посушливіший липень і серпень: середньомісячна температура повітря за ці місяці була на +2,54 і +2,63°C вище середньобагаторічного значення, а опадів було значно менше - в липні на 15,4, а в серпні – на 28,0 мм. У I-II декадах серпня спостерігали повітряно-грунтову посуху, максимальні температури досягали +38-+39°C. В цілому, вегетаційний період (квітень-вересень) був сприятливим.

**2014 р.:** був середньопосушливим, опадів випало менше норми на 17,4 мм, а температура була вища на 2,25°C. Констатуємо, що погодні умови вегетаційного періоду були сприятливими для зростання і розвитку рослин. Впродовж вегетаційного періоду середньодобова температура повітря була вища середньобагаторічної. У результаті перевищення цього показника склало +3,25°C за вегетацію. Основні опади випали в середині квітня, травня та на початку червня. Всього за вегетацію випало на 99,4 мм опадів більше за середньобагаторічний показник за цей період року, проте дощі носили в основному зливовий характер. Особливо посушливими були I-II декади липня і, особливо, серпня, коли на тлі мінімальної кількості опадів температури досягали +37,5-38,5°C. Загалом, деякі не значні відхилення погодних умов від середньобагаторічних показників не мали істотного впливу на ріст і розвиток рослин. Можна констатувати, що в цілому, погодні умови були відносно сприятливими для формування врожайності шавлії мускатно.

**2015 р.:** Весняно-літній період (березень-червень) був аномальним в частині кількості продуктивних опадів: їх було більше на 2481 м<sup>3</sup>/га або в 2,4 рази. Це, відповідно, зумовило проведення меншої кількості вегетаційних

подивів. Температурний режим цього періоду вегетації був дещо (+0,98°C) вищий за середньобогаторічний показник. Погодні умови липня-вересня відповідали середньобогаторічним показникам. Погодні умови 2015 р. були відносно сприятливими для вирощування с.-г. культур. I-II декада квітня були вологими (50,9 мм), а III декада була сухою. У травні періодично проходили дощі (38,3 мм). За червень випало 64,1 мм опадів (у III декаді – 52,7 мм). За I декаду липня випало 25,4 мм опадів, натомість, II та III декади були посушливими. У серпні тільки в II декаді випало 32,9 мм опадів. У вересні опадів не було. Температура протягом усього вегетаційного періоду була вищою середньобогаторічного показника на 1,5°C, а сума опадів практично відповідала нормі за цей період. У цілому, погодні умови вегетаційного періоду були відносно сприятливими для росту й розвитку досліджуваної культури.

**2016 р.:** був сприятливим для розвитку сільськогосподарських культур. Так, у квітні температура коливалася в межах 12,3-14,5°C, що на 0,4-0,7°C вище норми. Перша декада травня характеризувалась теплою з опадами погодою. Максимальна температура повітря підвищувалась до 24°C тепла, на поверхні ґрунту до 50°C. Мінімальна температура у нічні години у повітрі знижувалась до 6,2°, на поверхні ґрунту – до 5°C. Мінімальна температура повітря у травні становила 7°C, на поверхні ґрунту до 4,6°, на висоті 2 см над поверхнею ґрунту – до 4,0°C. Наприкінці травня встановилася тепла з опадами погода. На початку червня тепла з опадами погода змінилася жаркою з опадами погодою у липні та у першій декаді серпня. Наприкінці серпня встановилася тепла з опадами погода, найбільше температура повітря знижувалась до 15,4°, на поверхні ґрунту – до 15,2°C. Опадів за третю декаду випало 26,1 мм, або 145% норми;

**2017 р.** характеризується як дуже посушливий. ГТК за весь період вегетації культур зрошуваної сівозміни становив 0,24. Проте в серпні встановилася суха, жарка та бездощова погода з високими температурами повітря і суховіями. У першу декаду серпня середньодобова температура

повітря становила 29,8°C, що на 6,6°C вище за норм. У денні години температура повітря була в межах 30-34°C із суховіями. Всю другу декаду серпня утримувалась температура повітря 32-35°C, відмічено суховії при зниженні відносної вологості повітря до 19-29%. Не дивлячись на проведення додаткових вегетаційних поливів на культурах короткоротаційної сівозміни високі температури повітря і суховії (яких було 23 дні) призводили до перегріву рослин, що негативно позначилося на продуктивності сільськогосподарських культур та зменшило рівень урожайності шавлії мускатної.

**2018 р.:** за рік випало 408,7 мм атмосферних опадів, що менше на 7,3% від середньо багаторічних даних (441 мм), середньорічна температура повітря становила 11,9<sup>0</sup>С, що більше середньобагаторічного показника на 2,1<sup>0</sup>С, або на 21,4 %. Відносна вологість повітря також знизилася порівняно з середньою багаторічною (73,4%) на 6,9% та склала 68,3%. В цілому для формування врожаю суцвіть шавлії мускатної погодні умови були сприятливими.

Таким чином, зона проведення досліджень характеризується високим потенціалом теплових ресурсів на фоні різкого дефіциту атмосферних опадів. Посухи, що спостерігаються в літній період, завдають ще більшої шкоди рослинам, ніж весняні. В літній період висихання ґрунту відбувається швидше і з більш глибоких шарів ґрунту. При цьому він покривається глибокими і широкими тріщинами. Через ці тріщини висихає не тільки орний, а й підорний шари ґрунту, розриваючи при цьому кореневу систему рослини. Тому в цій зоні використання зрошення має першочергове значення з точки зору підвищення врожайності та якості продукції, а також отримання високої економічної ефективності агроєкосистем.

### **2.3 Методика проведення досліджень**

Дослідження впливу добрив, глибини основного обробітку ґрунту, строків сівби та ширини міжрядь на продуктивність посіву шавлії

мускатного проводилися шляхом постановки чотирифакторних польових дослідів, які проводилися на земельному масиві «Агрофірми–Додола» Бериславського району Херсонської області протягом 2011-2018 рр.

Досліди проводились за наступною схемою:

I. Фактор А - фон живлення

1. Без добрив (контроль).
2.  $N_{60}P_{30}$ .
3.  $N_{60}P_{60}$ .
4.  $N_{60}P_{90}$ .

II. Фактор В – глибина основного обробітку:

1. Оранка на глибину 20-22 см.
2. Оранка на глибину 28-30 см.

III. Фактор С - строки сівби:

1. Перший (перша декада грудня)
2. Другий (друга декада березня)
3. Третій (третьа декада березня)
4. Четвертий (перша декада квітня)

IV. Фактор D - ширина міжрядь

1. Сівба із шириною міжрядь у 45 см.
2. Сівба із шириною міжрядь у 70 см.

Закладка чотирифакторних польових дослідів проводилася методом розщеплених ділянок. Розмір найменших посівних ділянок дорівнював  $105 \text{ м}^2$ , облікових ділянок –  $50 \text{ м}^2$ . Повторність досліду – чотириразова. Мінеральні добрива вносились у вигляді гранульованого суперфосфату аміачної селітри на ділянках уносили вручну, під основний обробіток ґрунту. Оранку проводили плугом ПЛН-5-35.

На дослідних ділянках висівали сорт шавлії мускатної Тайган, який за даними оригінаторів мав наступні особливості:

дворічний цикл розвитку з основним урожаєм суцвіть на другий та наступні роки вегетації; вегетаційний період від відростання прикореневої



розетки листя до технічної стиглості становить 123 днів; кущ компактний, висотою до 140 см, густо облистяний з добре розвиненими 4-5 квітконосними пагонами; стебло гіллясте, прямостояче, середньоопушене; суцвіття великі у вигляді волоті до 66 см; листя подовжено-овальні, зелені до темно-зеленого, середньоопушені; забарвлення віночків квітки бузкове, приквітки яскраво-бузкові; насіння дрібне, яйцевидної форми, коричневе, близько 1,8 мм довжини; маса 1000 насінин – 4,2-4,5 г. Рослини не вилягають, придатні до механізованого збирання. При сортовипробуванні сорт Тайган перевершив контроль за врожайністю суцвіть на 1,31 т/га, за масовою часткою ефірної олії і склареолу – в 1,2 рази, за збором ефірної олії – на 26,7%.

Сорт шавлії мускатної Тайган придатний для подвійного використання: отримання ефірної олії та склареолу. Стійкий до несприятливих абіотичних чинників навколишнього середовища. Включений до «Реєстру сортів рослин України» у 2008 році.

Аналізи на вміст нітратів і аміачного азоту проводили у ґрунті – за Грандваль-Ляжем, амонійний азот – колориметричним методом з реактивом Неслера, рухомий фосфор – за Мачигінім в модифікації ЦІНАО з аскорбіновою кислотою, вміст у рослинах – азот за приладом Сіренєва, фосфор – варіант Мерфі-Рейлі з застосуванням аскорбінової кислоти, вмісту ефірної олії – згідно ДСТУ 14618.11.78.

Вміст важких металів у надземній масі рослин визначали на атомно-сорбційному фотометрі «Сатурн» в 1н витяжці НСЛ в лабораторії ННЦ «Інституту ґрунтознавства та агрохімії ім. О. Соколовського» НААН, цукрів у корневих зразках – за Бертраном.

Щільність складення орного шару ґрунту визначалася за методикою, описаною авторами [110], на початку вегетації культури та перед збиранням урожаю. Повторність визначення – 4-кратна, об'єм циліндрів – 50 см<sup>3</sup>.

Водопроникність ґрунту визначалася за Н.С.Нестеровим, Н.А. Качинським на початку проведення поливів та перед цвітінням шавлії мускатної у 4-кратному накладенні [50]. Облікова рама 0,25 × 0,25 м<sup>2</sup>,

захисна  $0,5 \times 0,5 \text{ м}^2$ , підрахунки повторювалися через кожні 10 хвилин протягом півтори години, у подальшому через кожні 30 хв. до тригодинної експозиції.

Вологу в ґрунті визначали в метровому шарі через кожні 10 см термостатно-ваговим методом. Відбір ґрунтових зразків здійснювався в чотирикратній повторності перед посівом, до і після кожного поливу та при збиранні суцвіть культури. Висушували зразки за температури  $100^\circ\text{C}$  протягом 8 годин. Розраховували вологу у відсотках на суху навіску ґрунту, а потім розраховували запаси води. Сумарне водоспоживання посівів визначалося методом водного балансу без урахування впливу ґрунтових вод [33, 137].

Кількість бур'янів під час сходів та при збиранні врожаю суцвіть шавлії мускатної підраховували на площадках в  $1 \text{ м}^2$  по діагоналі ділянки в 10 місцях [30].

При фенологічних спостереженнях і біометричних вимірах у період вегетації шавлії мускатної враховували:

а) динаміку появи сходів на закріплених ділянках, розміщених по діагоналі; за початок вступу у фазу рахували, коли вона була відмічена у 10% рослин, а повною фазою, коли вона спостерігалась у 75% рослин;

б) динаміку наростання вегетативної маси визначали в кожному варіанті на постійно закріплених ділянках з площею  $0,25 \text{ м}^2$  на двох несуміжних повтореннях.

Визначення площі листкової поверхні шавлії мускатної проводили з використанням методу висічок. З дослідних ділянок відбирали 25 типових рослин, зрізали з них листя, яке потім зважували. У подальшому свердлом відбивали у цих зразках 150-200 висічок з відомою площею, а потім визначали їх масу. Площу рослини визначали за формулою [285] (2.1):

$$S = M / (m \times n) \times S_1, \quad (2.1)$$

де  $S$  – площа листової поверхні однієї рослини,  $\text{см}^2$ ;

$M$  – маса листя у зразках, г;

$m$  – маса усіх висічок, г;

$n$  – кількість листків на рослині, шт.;

$Sl$  – площа висічок,  $\text{см}^2$

Індекс листкової поверхні розраховували як показник формування фотосинтезуючої біомаси шавлії мускатної на одиницю площі посівів у перерахунку на площу освітленого листа [285].

Величину поливних норм визначали за формулою (2.2) [355].

$$m = 100 \times v \times h \times (\beta_{\text{нв}} - \beta_{\text{ф}}), \quad (2.2)$$

де  $m$  – поливна норма,  $\text{м}^3/\text{га}$ ;

$v$  – щільність ґрунту,  $\text{г}/\text{см}^3$ ;

$h$  – глибина зволоженого шару ґрунту, м;

$\beta_{\text{нв}}$  – вологість ґрунту, що відповідає найменшій польовій вологоємкості (НВ), %;

$\beta_{\text{ф}}$  – фактична вологість ґрунту перед поливом, %.

Сумарне водоспоживання шавлії мускатної визначали методом водного балансу за формулою (2.3) [139].

$$E = M + O + (W_{\text{h}} - W_{\text{k}}), \quad (2.3)$$

де  $E$  – сумарне водоспоживання за розрахунковий період,  $\text{м}^3/\text{га}$ ;

$M$  – зрошувальна норма за період,  $\text{м}^3/\text{га}$  ;

$O$  – опади за період,  $\text{м}^3/\text{га}$  ;

$W_{\text{h}}$  – запас вологи в активному шарі ґрунту на початку вегетаційного (розрахункового) періоду,  $\text{м}^3/\text{га}$ ;

$W_{\text{k}}$  – запас вологи в активному шарі ґрунту наприкінці вегетаційного (розрахункового) періоду,  $\text{м}^3/\text{га}$ .

Облік опадів проводився за даними метеорологічних спостережень Новокаховської агрометеорологічної станції з коригуванням їх кількості згідно показників ґрунтового дощоміра, який був встановлений безпосередньо на дослідному полі.

Коефіцієнт водоспоживання рослин шавлії лікарської встановлювали за формулою (2.4) [367].

$$Ke = \frac{E}{Y}, \quad (2.4)$$

де  $Ke$  – коефіцієнт водоспоживання, м<sup>3</sup>/т;

$E$  – сумарне водоспоживання за період вегетації, м<sup>3</sup>/га;

$Y$  – врожайність культури, т/га.

Умовне споживання поживних речовин рослинами шавлії мускатної досліджували згідно методики В. О. Ушкаренка [242].

Біологічну активність ґрунту обчислювали за методикою Штаткова В. І. [239].

Вміст ефірної олії визначали згідно державного стандарту ДСТУ 14618.11-78 [137].

Математичну обробку даних урожайності проводили методом дисперсійного аналізу, застосовуючи кореляційний та регресійний аналізи згідно методики польового дослідження [39, 168].

Економічні показники визначали розрахунковим методом при використанні матеріалу, отриманого в дослідженнях. Затрати робочого часу вираховувалися методом хронометрування. Всі розрахунки економічної ефективності проводили при максимальному використанні механізації. Вартість суцвіть шавлії мускатної та агроресурсів, витрачених на її вирощування розраховували за цінами, що склалися наприкінці 2018 р.

Біоенергетичну оцінку агротехнічних прийомів вирощування шавлії мускатної проводили згідно «Методики биоэнергетической оценки технологий производства продукции растениеводства» [283]; «Біоенергетичні оцінки технологій виробництва рослинництва».

Крім того, були проведені додатково лабораторні дослідження з біологічного очищення поливної води. При цьому досліджували ефективність біологічного очищення води від солей важких металів, які містилися у водному середовищі – ставку для зрошення, за допомогою рослин ейхорнії

товстоніжкової.

Дослідження по визначенню якості води при поливі шавлії мускатної проводились у приватному підприємстві «Агрофірми Додола» Бериславського району Херсонської області.

Згідно вимог «Інструкції з організації та здійснення моніторингу зрошуваних та осушуваних земель», затвердженої наказом Держводгоспу від 16 квітня 2008 року №108, проби води відбирались при поливах шавлії мускатної та інших с.-г. культур.

Хімічний аналіз відібраних проб води здійснювався в лабораторії моніторингу вод та ґрунтів Регіонального офісу водних ресурсів у Херсонській області. Визначення якості води для зрошення проводилось за національним стандартом України ДСТУ 2730 : 2015 «Якість природної води для зрошення. Агрономічні критерії», який введений в дію з 01.07.2016 року [70].

#### **2.4 Агротехніка вирощування шавлії мускатної у дослідях**

Після збирання попередника озимої пшениці проводили лущення стерні дисковим луцильником ЛДТ-10 в два сліди на глибину 6-8 см. Мінеральні добрива у вигляді гранульованого суперфосфату та аміачної селітри на ділянках вносили вручну, під основний обробіток ґрунту. Потім проводили оранку плугом ПЛН-5-35 на глибину 20-22 та 28-30 см, згідно схеми дослідю.

Перед посівом проводили культивуацію ґрунту культиватором КПС-4 на глибину заробки насіння та боронування бороною культиватор (БК-1,0(007) згідно схеми дослідю. Міжряддя 70 см обробляли культиватором КРН-4,2 на глибину 6-8 см.

Зрошення посіву під час вегетації шавлії мускатної проводили за допомогою краплинного поливу. Залежно від погодних умов, у період весняно-літньої вегетації рослин шавлії мускатної проводили 2-4 вегетаційних поливи. Вологість розрахункового шару ґрунту (0-50 см)

підтримували крапельним способом штучного зволоження у межах 70-75% НВ.

Збирання врожаю 1-го року використання шавлії мускатної на облікових ділянках проводили вручну, другого та наступних років використання – кормозбиральним комбайном «РОСЬ-2» з негайним зважуванням та відвезенням сировини на місце її переробки

## **Висновки до розділу 2**

1. Зона проведення досліджень має родючі темно-каштанові ґрунти, які здатні забезпечити рослини досліджуваної культури всіма необхідними поживними речовинами. Проте лімітуючим чинником є доступна волога в ґрунті, скільки в зоні Південного Степу України часто спостерігаються посухи й суховії. За таких природно-кліматичних умов найважливіше значення має зрошення, особливо краплинного способу, який вважається одним з найкращих, оскільки дозволяє економно використовувати поливну воду й подавати її безпосередньо у прикореневу зону рослин.

2. Незважаючи на зрошення проявився вплив несприятливих природних умов на продуктивність шавлії мускатної. Так, погодні умови були сприятливими для розвитку та вегетації рослин протягом 2016-2018 рр., проте винятком були 2011-2013 рр., в яких у період зими випала більшість атмосферних опадів. У весняний період відбувались повітряні посухи, які негативно вплинули на початковий розвиток рослин шавлії мускатної, особливо у гостро посушливому 2012 році.

3. Враховуючи, що роки проведення досліджень істотно відрізнялись за погодними умовами, можна дійти висновку, що результати польових дослідів можна екстраполювати на зону Південного Степу України, а також вважати, що застосування краплинного способу поливу має дуже важливе значення з точки зору послаблення негативного впливу посухи.

### РОЗДІЛ 3

## ВПЛИВ ГЛИБИНИ ОРАНКИ, МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ НА АГРОФІЗИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ҐРУНТУ ТА ЗАБУР'ЯНЕНІСТЬ ПОСІВІВ ШАВЛІЇ МУСКАТНОЇ

### 3.1 Щільність складення орного шару ґрунту залежно від його обробітку

Щільність ґрунту з меліоративної точки зору має вагоме значення в регулюванні водного режиму ґрунту. Водопроникна й водопоглинаюча здатність ґрунту залежить від його пухкості та щільності, що в комплексі забезпечує сприятливі умови росту, розвитку та формування продуктивності сільськогосподарських культур. За оптимальної щільності складення ґрунту процеси синтезу органічних речовин у ньому проходять більш інтенсивно, тому рослини витрачають менше поживних речовин на формування одиниці маси рослинницької продукції врожаю [52, 120, 188]. Наприклад, за умов недостатнього зволоження зернові культури краще реагують на підвищену щільність, а для більшості овочевих культур, які вирощують на зрошуваних землях півдня України, необхідно використовувати комплекс заходів із розпушування ґрунту для зменшення його щільності.

Одним із шляхів профілактики агрофізичної деградації ґрунтів є мінімізація його обробітку, проте досить поширеною є думка, що зниження інтенсивності обробітку ґрунту призведе до ущільнення його орного шару. Слід відзначити, що в аграрній науці існують два взаємно протилежні положення щодо впливу різних систем обробітку ґрунту на його родючість. За даними В.А. Францесона (1956), М.Г. Чижевського (1957), П.Т. Кібасова (1968), С.С. Сдобнікова (1968), П.К. Іванова, А.Н. Мельничука, В.Ф. Зубенко, (1974), Л.І. Акентьевої (1977), В.Г. Яценко (1978), І.П. Макарова (1983), В.В. Медведєва та ін. (1986) впровадження ґрунтозахисних та енергозберігаючих систем безполицевого обробітку ґрунту не витісняє із сівозмін традиційну

оранку, яку рекомендується застосовувати періодично, особливо, для загортання органічних добрив [58, 66-74]. Ряд інших учених пропонують на сучасному етапі вдосконалення систем обробітку ґрунту повністю перейти до безполицевого способу [70, 75-89]. Такі різні думки пояснюються відмінностями умов проведення польових дослідів, насамперед, різним механічним складом ґрунту, вмістом поживних речовин, фітосанітарним станом, проведенням поливів тощо.

До теперішнього часу накопичено великий експериментальний матеріал, який дозволяє встановити чіткі закономірності впливу різних способів основного обробітку ґрунту на його фізико-хімічні властивості, динаміку водного та поживного режимів, мікробіологічну активність, характер і ступінь забур'яненості, врожайність та якість рослинницької продукції, які по різному проявляються в певних ґрунтово-кліматичних зонах. У сучасних умовах головним напрямом у землеробстві є пошук ефективних шляхів зниження негативного впливу обробітку ґрунту на родючість шляхом зменшення глибини й кількості обробок, впровадження мінімального або диференційованого обробітку [85, 86, 87, 90, 91]. Відповіддю на питання впровадження різних схем основного обробітку ґрунту повинні бути наукові критерії при виборі агротехнологій і засобів виробництва, в основу яких покладені оптимальні параметри кореневмісного шару, спрямовані на реалізацію потенціалу продуктивності сучасних сортів. Важлива роль у забезпеченні умов життя рослин належить необхідним параметрам структурності агрегатів та щільності ґрунтових горизонтів.

Деякі вчені засвідчують, що фізичні властивості є одними з найважливіших факторів управління родючістю ґрунтів [60, 92, 93, 94]. Створення оптимальних фізичних умов для кожної сільськогосподарської культури в сівозміні є важливою проблемою і при цьому особливо важлива роль у регулюванні росту й розвитку рослин відводиться обробітку ґрунту. Отже, варто зазначити, що у досліді В.В. Заїки на четвертий рік застосування беззмінного глибокого безполицевого обробітку, кількість водостійких



агрегатів збільшувалася в 2,6 рази порівняно з оранкою, а при застосуванні мілкою безполицевого обробітку – в 4 рази. Оцінюючи роль різних систем обробітку в створенні оптимального стану ґрунту [95, 96] зазначають, що при проведенні полицевого обробітку відбувається руйнування агрономічно-цінної структури.

За даними [97] глибоке розпушування без обороту пласта є одним з найефективніших засобів регулювання температурного режиму ґрунту без зниження і погіршення його структури.

В даний час в сільському господарстві обробіток ґрунту розглядається, насамперед, з точки зору регулювання його щільності. Удосконалення заходів обробітку ґрунту неможливо без знань величин оптимальної і рівноважної його щільності. Надто пухкий або щільний ґрунт виявляється несприятливим для росту й розвитку рослин, призводить до того, що в щільному ґрунті спостерігається нестача кисню, надлишок вуглекислого газу, погіршується його водопроникність та інші складові елементи водного режиму ґрунту, різко погіршується здатність рослин до формування потужної кореневої системи.

У пухкому ґрунті відбувається зменшення концентрації вологи й поживних речовин, посилюються втрати води на випаровування, іноді відбувається пошкодження кореневої системи рослин через процес переущільнення ґрунту та його просідання [98, 99]. На думку Н. Ф. Коптева [100], при тривалому застосуванні безполицевого обробітку спостерігається помітне збільшення щільності складення ґрунту, особливо в шарах глибше 10 см. За підвищення або зниження щільності ґрунту на  $0,1-0,2 \text{ г/см}^3$  порівняно з оптимумом, урожайність відчутно знижується, а при значному ущільненні – різко падає. Проте доведена можливість скорочення кількості та глибини механічного обробітку ґрунту на слабкозабур'ячених полях можна довести, порівнюючи показники рівноважної та оптимальної для рослин щільності складення ґрунту.

Ґрунтова волога знаходиться в складних відносинах з твердою й

газоподібною фазами ґрунту, що часто зумовлює ступінь її доступності для сільськогосподарських рослин. Від водного режиму ґрунту залежить не тільки постачання рослин вологою, але і його технологічні властивості (здатність кришитися, розпадатися на частки за обробітку та ін.), а також фізико-хімічні та мікробіологічні процеси, що зумовлюють засвоєння поживних речовин і надходження їх разом з водою в рослину. Тому вивчення вологості ґрунту, її сезонної, багаторічної динаміки необхідно при введенні систем землеробства та індустріальних технологій вирощування сільськогосподарських культур в різних ґрунтово-кліматичних зонах. Оптимальною вважається така щільність, за якої за інших рівних умов отримують найбільші врожаї сільськогосподарських культур. Численними дослідженнями у різних ґрунтово-кліматичних зонах України було встановлено оптимальні параметри агрофізичних властивостей ґрунтів за вирощування сільськогосподарських культур [395].

У лісостеповій зоні на сірих опідзолених ґрунтах, чорноземах опідзолених і типових, залежно від гранулометричного складу, оптимальна щільність становить  $1,0-1,4 \text{ г/см}^3$ ; у степовій зоні на чорноземах звичайних і південних, темно-каштанових ґрунтах знаходиться в діапазоні  $1,1-1,3 \text{ г/см}^3$ . Наведені інтервали щільності не є константами. Вони змінюються у часі й, насамперед, залежать від вологості ґрунту. За підвищеної вологості оптимум змінюється до нижчих значень, а за умов недостатнього зволоження – до вищих (А. М. Малієнко, 1989).

На думку авторів [121, 156], на зрошуваних землях півдня України рівноважна щільність складення орного шару ґрунту визначається впливом зрошення та природних факторів й складає  $1,40-1,45 \text{ г/см}^3$ .

Вчені [119, 270] відмічають, що ґрунт під впливом штучного зволоження та під дією сільськогосподарської техніки ущільнюється, а його шпаруватість й водопроникність знижуються. Тому для покращення його агрофізичних властивостей за таких умов, найбільш ефективною є оранка на глибину в межах від 20 до 30 см. Слід відзначити, що глибока оранка займає в

цьому відношенні особливе місце.

Забур'яненість орного шару знижується від верхнього шару до нижнього, що підтверджено у дослідях учених Киргизького сільськогосподарського інституту. Так, у шарі ґрунту 0-10 см на 1 м<sup>2</sup> нараховувалося 19680 шт. насінин бур'янів, що склало біля 57,4% від їх загальної кількості в орному шарі; в шарі від 10 до 20 см – 9182 шт. (або 26,7%); у шарі 20-30 см – 5446 шт. (або, відповідно, 15,9%) [146].

В. В. Медведєв (2006) підкреслює, що система агротехнічних заходів має бути направлена не просто на покращання певної властивості ґрунту, а на приведення її параметрів у відповідність до біологічних потреб конкретної культури. Оптимальні значення щільності коливаються у широких межах. Потреби рослин до щільності залежать від ступеню вологопроникнення, а також від рівня забезпечення поживними елементами. Визначено, що в умовах недостатнього зволоження зернові культури краще реагують на підвищену щільність. При полицевому обробітку ґрунту вона коливається слабо (0,05-0,06 г/см<sup>3</sup>). Показники щільності ґрунту за різних систем обробітку ґрунту знаходяться в межах оптимального стану.

Таким чином, ґрунтозахисні технології при нетривалому зрошенні формують у шарі ґрунту 10-30 см підвищені показники щільності складення, що не виходить за рамки імовірно оптимальних параметрів для більшості сільськогосподарських культур. Однак, потребує вивчення, зазначає В.В. Медведєв [125], як поведе себе оброблюваний шар при більш тривалій мінімалізації обробітку ґрунту, наприклад, понад, ніж 12 років. Виключати переущільнення, вважає він, не можна. Чим менша різниця між оптимальною та рівноважною щільністю, тим менш інтенсивного обробітку вимагає такий ґрунт. Велике значення має й швидкість переходу ґрунту з наданого йому стану до рівноважного.

За даними авторів [90], було встановлено, що чим довше ґрунт знаходиться під рослинним покривом і чим вищий урожайність с.-г. культур, тим більше створюється структурних агрегатів і, навпаки, якщо ґрунт без

рослин, піддається руйнівній дії води та значному механічному обробітку, то його структура погіршується. За даними авторів [136] довгострокове зрошення зумовлює вплив на фізичні властивості ґрунту: збільшується щільність орного шару, знижується загальна пористість, погіршується повітряний обмін внаслідок ущільнення ґрунту і утворення кірки на його поверхні. У процесі обробітку ґрунту вирішується ряд важливих агротехнічних питань: підвищення водопроникності орного горизонту, поліпшення щільності складення орного шару ґрунту, яка становить при першому році використання з дозою внесення мінеральних добрив  $N_{60}P_{90}$  глибини основного обробітку ґрунту 20-22 см –  $1,23 \text{ г/см}^3$ , а при основному обробітку ґрунту на 28-30 см –  $1,21 \text{ г/см}^3$  [161].

В наших досліджах визначено, що вміст передпосівної вологості ґрунту в шарі 0–30 см на посівах шавлії мускатної різною мірою коливався під впливом досліджуваних факторів (табл. 3.1). Отримані дані свідчать про перевагу показників передпосівної вологості ґрунту в шарі 0–30 см у варіанті глибокої оранки на 28–30 см та за передпосівного обробітку бороною культиватором БК-1,0.

Таблиця 3.1

**Передпосівна вологість ґрунту в шарі 0–30 см на посівах шавлії мускатної залежно від глибини оранки, передпосівного обробітку ґрунту та строків сівби, % НВ (середнє за 2011–2014 рр.)**

Знаряддя передпосівного обробітку ґрунту	Строки сівби			
	перша декада грудня (перший)	друга декада березня (другий)	третьа декада березня (третій)	перша декада квітня (четвертий)
<b>Оранка на глибину 20–22 см</b>				
КПС – 4	70	70	67	67
БК – 1,0	75	74	73	67
<b>Оранка на глибину 28–30 см</b>				
КПС – 4	75	73	69	68
БК – 1,0	76	75	76	75

Встановлено, що з глибиною основного обробітку ґрунту на 20-22 см визначено, що на посівах шавлії мускатної у першій рік життя у варіанті з внесенням добрив у дозі  $N_{60}P_{90}$  за сівби у першу декаду грудня щільність орного шару на початку вегетації склала 1,23, а наприкінці вегетації цей показник підвищився до 1,35 г/см<sup>3</sup> або на 8,9% (табл. 3.2). За проведення сівби у першій декаді квітня на початку вегетації щільність складення зменшилась до 1,21 г/см<sup>3</sup>. При завершенні вегетації на цьому варіанті даний показник збільшився до 1,34 г/см<sup>3</sup> або на 9,7%.

Таблиця 3.2

**Вплив досліджуваних факторів на щільність орного шару на посівах шавлії мускатної, г/см<sup>3</sup>**

Глибина оранки, см	Строк сівби	Роки життя, фони живлення, та строки спостереження	
		початок вегетації культури	завершення вегетації культури
Перший рік життя, $N_{60}P_{90}$ , 2012-2014 рр.			
20-22	Перша декада грудня	1,23	1,35
	Перша декада квітня	1,21	1,34
28-30	Перша декада грудня	1,23	1,35
	Перша декада квітня	1,23	1,35
Середнє		1,23	1,35
Четвертий рік життя, $N_{60}P_{90}$ , 2016-2018 рр.			
20-22	Перша декада грудня	1,33	1,34
	Перша декада квітня	1,32	1,32
28-30	Перша декада грудня	1,34	1,35
	Перша декада квітня	1,34	1,35
Середнє		1,33	1,34

Заглиблення оранки до 28-30 см у варіанті з першим строком сівби (перша декада грудня) за внесення мінеральних добрив у дозі  $N_{60}P_{90}$  не

призвело до зростання щільності ґрунту порівняно з першим варіантом.

При визначенні впливу досліджуваних факторів на щільність складення орного шару на посівах шавлії мускатної на четвертому році життя культури доведено, що за внесення мінеральних добрив у дозі  $N_{60}P_{90}$ , при першому строці визначення за сівби у першу декаду грудня цей показник становив  $1,33 \text{ г/см}^3$ . Наприкінці вегетації цей показник практично не змінився й становив  $1,34 \text{ г/см}^3$ . У варіанті з сівбою у першу декаду квітня також не відбулося зростання цього показника.

Про вплив факторів, що досліджувались за роками життя, відображено у додатку В.1. Визначено, що при першому році життя формування щільності ґрунту відбувалось за рахунок різної глибини оранки, внесення мінеральних добрив та змін строків сівби. На другому році життя основними факторами, які формували щільність ґрунту на початку вегетації були строки сівби, мінеральні добрива та глибина його основного обробітку. Так, при визначенні щільності у варіанті з глибиною оранки – 20-22 см, без добрив з першим строком сівби – перша декада грудня, щільність ґрунту – 1,28, на іншому варіанті з внесенням мінеральних добрив  $N_{60}P_{90}$  його щільність була на рівні  $1,24 \text{ г/см}^3$ .

Глибина оранки 28-30 см, що була проведена у перший рік життя проявила свою післядію на формування щільності ґрунту на другому році життя, коли цей показник склав  $1,23 \text{ г/см}^3$ . При відборі ґрунтових зразків на ділянці – перша декада квітня – без добрив, при глибині оранки 20-22 см щільність ґрунту – 1,28, внесенні добрив при першому році життя підвищили щільність ґрунту на цій ділянці до  $1,33 \text{ г/см}^3$ . Післядія оранки ґрунту на 28-30 см, сформувала щільність –  $1,32 \text{ г/см}^3$ .

У подальших роках життя шавлії мускатної, третьому та четвертому, щільність ґрунту під посівом формувалась за рахунок добрив та строків сівби. На п'ятому році життя основними чинниками, які формували щільність ґрунту на початку вегетації – це роки життя. Післядія добрив, строків сівби та глибини оранки проведених при першому році життя шавлії мускатної слабо

впливала на досліджуваний показник.

Вплив факторів, що досліджувались, на щільність орного шару ґрунту на кінець вегетації в посівах шавлії мускатної (додаток В.2), були роки життя. Так, при першому році життя у варіанті з першим строком сівби - перша декада грудня з післядією оранки на глибину 28-30 см—1,34, на другому році на цьому варіанті досліджень – 1,29, третьому 1,29 та на п'ятому році щільність ґрунту зростає до 1,32 г/см<sup>3</sup>.

Однією з головних причин формування щільності це – природні фактори, випадання атмосферних опадів, полив та дія сільськогосподарських агрегатів при обробітку ґрунту та збиранні врожаю шавлії мускатної.

### **3.2 Шпаруватість ґрунту залежно від досліджуваних факторів**

Останніми роками спостерігається негативний вплив інтенсифікації сільськогосподарських процесів на ґрунт. Головна проблема полягає в ущільненні орного, підорного шарів, післядії на них робочих органів машин і ходових систем тракторів та комбайнів. Це призводить до зниження родючості сільськогосподарських культур. Дослідженнями встановлено, що у процесі польових робіт машинно-тракторна техніка залишає свої сліди на 40–80% обробленої ділянки, а на поворотні смуги припадає ще більше проходів [161].

А оскільки сформувалася стійка тенденція до збільшення маси сільгосптехніки, то під негативну дію, крім орного шару, підпадає ще й підорний до глибини близько 1,0-1,5 м. Це призводить до зниження загальної та капілярної пористості родючого шару. Внаслідок цього відбувається підвищення щільності, а, відповідно, й твердості ґрунту знижується рівень життєдіяльності мікрофлори родючого шару, що значною мірою спричиняє втрати врожаю – приблизно на 20-30%.

Отримані нами експериментальні дані (табл. 3.3) свідчать, що загальна шпаруватість ґрунту знаходиться в прямій залежності від щільності його

складення і в межах оптимальних параметрів (більше 50% від об'єму твердої фази ґрунту) за оціночною шкалою Н.А. Качинського [50].

Шпаруватість ґрунту напряму залежить від років життя, строків сівби та внесених мінеральних добрив. При першому році життя у варіанті без добрив, при глибині оранки 20-22 см з строком сівби у першу декаду грудня на початку вегетації культури загальна шпаруватість орного шару ґрунту 0-30 см на дослідній ділянці шавлії мускатної становила 52,6, при завершенні вегетації культури першого року життя – 50,0%.

Таблиця 3.3

**Вплив факторів, що досліджувались, на загальну шпаруватість орного шару ґрунту 0-30 см на посівах шавлії мускатної,%**

Глибина оранки, см	Строки сівби	Роки життя, використання, фони живлення, строки спостереження	
		Початок вегетації культури	Завершення вегетації культури
Перший рік життя, без добрив, 2012-2014 рр.			
20-22	Перша декада грудня	52,6	50
28-30		53,1	50,7
20-22	Перша декада квітня	51,8	50,8
28-30		52,9	50,6
Середня по строках		52,6	50,5
N <sub>60</sub> P <sub>90</sub>			
20-22	Перша декада грудня	52,7	50,4
28-30		53,4	49,6
20-22	Перша декада квітня	52,3	50,8
28-30		53,4	50,4
Середня по строках		52,9	50,3
Четвертий рік використання, без добрив, 2016-2018 рр.			
20-22	Перша декада грудня	48,2	48,2
28-30		50	50
20-22	Перша декада квітня	47,5	47,5
28-30		50	50
Середня по строках		48,9	48,9
N <sub>60</sub> P <sub>90</sub>			
20-22	Перша декада грудня	48,2	50,4
28-30		50	50
20-22	Перша декада квітня	47,5	50,4
28-30		50	50
Середня по строках		48,9	50,2



При визначенні щільності ґрунту на початку вегетації з глибиною оранки 28-30 см щільність – 53,1, при її завершенні – 50,7%, відповідно.

Визначення щільності ґрунту в більш пізній строк сівби (перша декада квітня) свідчить про зниження загальної шпаруватості орного шару на всіх варіантах польового дослідження. Так, у варіанті з глибиною оранки 20-22 см досліджуваний показник на початку вегетації становив 51,8, а при завершенні вегетації культури несуттєво зменшився 50,8%. У варіанті з більш глибокою оранкою на 28-30 см засвідчено зменшення показника з загальної шпаруватості орного шару ґрунту до 52,9. Як показують дослідження ґрунтових зразків загальна шпаруватість орного шару ґрунту 0-30 см знижувалась під впливом більш глибокої оранки, проведеної на глибину 28-30 см, що сприяло появі дружніх сходів шавлії мускатної.

Результати розрахунків та аналіз даних шпаруватості ґрунту вказують на пряму залежність цього показника від щільності складання ґрунту. До кінця вегетації шавлії мускатної шпаруватість ґрунту в усіх варіантах знижувалась. Аналізуючи варіанти із впливом різних глибин обробітку ґрунту, можна сказати, що більш високі її показники були на початку вегетації культури із загальною тенденцією до зменшення на кінець вегетації. Найменша щільність та найвища шпаруватість ґрунту відмічені у варіанті оранки 28-30 см при першому році використання посіву на всіх варіантах досліджень. В подальших роках використання посіву шавлії мускатної шпаруватість ґрунту зменшувалась, так на початку використання посіву вона становила в шарі ґрунту 0-30 см 52,7, а наприкінці – 49,2%.

Таким чином, глибина оранки на першому році використання посіву в досліді у варіанті з першим строком сівби – шпаруватість становила 52,6, наприкінці вегетації – 50,4%. Мінеральні добрива на першому році життя шавлії мускатної на посіві в дозі  $N_{60}P_{90}$  сприяли зменшенню шпаруватості на цьому варіанті досліджень.

У п'ятий рік життя шавлії мускатної шпаруватість ґрунту зменшилась в усіх варіантах досліджень порівняно з варіантами перших років життя. Так,

при п'ятому році життя у варіанті з внесенням добрив у дозі  $N_{60}P_{90}$ , глибиною оранки на 28-30 см з першим строком сівби у першу декаду грудня, досліджуваний показник зменшився на початку відновлення вегетації до рівня 50,0%, що впливало на ріст та розвиток рослин шавлії мускатної в цілому.

Шпаруватість ґрунту на початку вегетації також змінювалась (додаток В.3) не тільки від вище перерахованих факторів, а й від років життя шавлії мускатної. Визначено, що у другий рік використання у варіанті з застосуванням мінеральних добрив у дозі  $N_{60}P_{90}$ , оранкою на глибину 28-30 см та за першого строку сівби (перша декада грудня) шпаруватість склала 52,0, у третій – 50,8, а у четвертому й п'ятому роках життя – 50,0%.

Наприкінці вегетації шавлії мускатної (додаток В.4) шпаруватість ґрунту залежала від років життя, глибин оранки на 28-30 см, внесення добрив у дозі  $N_{60}P_{90}$  та першому строці сівби у першу декаду грудня.

### **3.3 Водопроникність ґрунту залежно від його обробітку**

Заглиблення оранки до 28-30 см сприяло покращенню водопроникності ґрунту в перші роки використання, що приводило до поліпшення умов життя мікроорганізмів та розвитку кореневої системи. Глибока оранка накопичувала більше вологи, забезпечувала рівномірне зволоження всього шару ґрунту, де було розміщене коріння рослин шавлії мускатної. Водопропускна й водопоглинаюча здатність ґрунту залежить від пухкості і щільності його. При оптимальній щільності процеси синтезу органічних речовин у ґрунті проходять більш інтенсивно і рослини витрачають менше поживних речовин на формування одиниці маси врожаю [52, 120, 188].

Так, при аналізі одержаних даних про вплив досліджуваних факторів на водопроникність, що досліджувалась, встановлено, що при посіві шавлії мускатної на ділянках першого року життя у варіанті з оранкою на глибину 20-22 см, без добрив із строком сівби у першу декаду грудня, в середньому за

2012-2014 рр., була визначена на цьому варіанті водопроникність - на початку вегетації – 2,60, по її завершенні – 0,95 мм/хв. У варіанті з сівбою у першу декаду квітня водопроникність ґрунту знизилась на початку вегетації до 1,38, при її завершенні – до 0,33 мм/хв. Глибина оранки, проведеної на 28-30 см, у варіанті з вище вказаними даними, привела до зростання водопроникності ґрунту у варіанті досліджень у першій декаді грудня, при визначенні на початку вегетації до 2,65, а наприкінці – 0,99, На п'ятому році життя, у варіанті без добрив, з глибиною оранки 20-22 см, водопроникність ґрунту знизилась та становила, на початку вегетації культури 1,20, при завершенні – 0,62 мм/хв. У наступному строці сівби (перша декада квітня) досліджуваний показник склав на початку вегетації – 1,19, а при її завершенні – 0,61 мм/хв. При визначенні водопроникності ґрунту у варіанті з глибиною оранки 28-30 см у четвертому строку сівби (перша декада квітня) водопроникність на початку вегетації культури неістотно зросла до 1,20, а на наприкінці – до 0,79 мм/хв.

Таким чином, водопроникність залежала від строків сівби, зростала за її проведення у першу декаду грудня, а в подальших строках вона знижувалась. Глибина оранки на 28-30 см також поліпшувала водопроникність порівняно з варіантом оранки на 20-22 см. Також доведено, що добрива, внесені у перший рік життя у дозі  $N_{60}P_{90}$ , сприяли покращенню досліджуваного показника.

При визначенні водопроникності ґрунту на посівах шавлії мускатної по роках використання посіву на початку вегетації були проаналізовані в додатку В.5. Аналізом експериментальних даних доведено, що у варіанті з оранкою на глибину 20-22 см та шириною міжрядь 45 см, на першому році використання посіву водопроникність, у середньому за 2012-2015 рр., становила 2,60 мм/хв. У подальшому, на другий і наступні роки використання посіву цей показник знижувався. Так, на другому році використання він був на рівні 2,48, на третьому – 1,36, на четвертому – 1,20 мм/хв. За ширини міжрядь 70 см на першому році використання посіву досліджуваний показник знизився до 2,56, на другому, третьому та четвертому роках використання ці

показники не змінилися порівняно з показниками з шириною міжрядь 45 см (табл. 3.3).

Таблиця 3.3

**Вплив факторів, що досліджувались на посіві шавлії мускатної на водопроникність ґрунту, мм/хв.**

Глибина оранки, см	Строк сівби	Роки використання, строки спостереження	
		початок вегетації культури	завершення вегетації культури
Перший рік життя, 2012-2014 рр.			
20-22	Перша декада грудня	Без добрив	
		2,60	0,95
	Перша декада квітня	1,22	0,62
Середня		1,91	0,78
28-30	Перша декада грудня	N <sub>60</sub> P <sub>90</sub>	
		2,65	0,99
	Перша декада квітня	1,23	0,62
Середня		1,94	0,85
Четвертий рік використання, 2016-2018 рр.			
20-22	Перша декада грудня	Без добрив	
		1,20	0,62
	Перша декада квітня	1,19	0,61
Середня		1,19	0,61
28-30	Перша декада грудня	N <sub>60</sub> P <sub>90</sub>	
		1,20	1,04
	Перша декада квітня	1,20	0,79
Середня		1,20	0,91

Глибина оранки, поведеної у перший рік життя культури, на глибину 28-30 см сприяла зростанню водопроникненості ґрунту на дослідній ділянці до рівня 2,68 мм/хв. На другому році використання цей показник зменшився на 5,9% – до 2,52 мм/хв. На третьому та четвертому роках водопроникність ґрунту практично не змінилася порівняно з попереднім варіантом з шириною міжрядь 45 см.

Внесення мінеральних добрив у дозі  $N_{60}P_{90}$  на першому році життя призвело до зростання водопроникненості на початку вегетації у варіантах з шириною міжрядь 45 см, де цей показник зріс до 0,13, на другому – 0,15 мм/хв. У неудобрених варіантах у третій та четвертий роки використання посіву водопроникність ґрунту не зростала.

Під впливом дії ґрунтообробної техніки та років використання посіву водопроникність ґрунту знижувалася по роках використання шавлії мускатної (додаток В.6). Слід зауважити, що при визначенні водопроникненості ґрунту наприкінці вегетації, на дослідних ділянках, у варіанті з першим роком використання з глибиною оранки 20-22 см, при ширині міжрядь 45 см, без добрив, водопроникність ґрунту становила 0,95, другому – 0,92, третьому – 0,75 та, а на четвертому році використання – 0,61 мм/хв.

При ширині міжрядь 70 см досліджуваний показник збільшився у перший рік використання до 0,97, другий – 0,94, третій – 0,76 та на четвертий – до 0,67 мм/хв.

Глибина оранки на 28-30 см сприяла зростанню водопроникності ґрунту порівняно з попереднім варіантом з міжряддям 45 см. Так, при першому році використання досліджуваної культури на 0,07, другому – 0,12, третьому – 0,21, четвертому – 0,26 мм/хв.

Поєднання глибокої оранки (на 28-30 см), добрив у дозі  $N_{60}P_{90}$  при ширині міжрядь 70 см на першому році використання посіву привело до зростання водопроникності ґрунту до 0,03 мм/хв. порівняно з варіантом без добрив, що обумовлено покращенням аерації ґрунту та оптимізацією його поживного режиму за рахунок внесення азотних і фосфорних добрив.

Зміна ширини міжрядь неоднаковою мірою вплинула на водопроникність ґрунту, що обумовлено різними схемами розташування рослин на поверхні поля, а також від початку і завершення вегетаційного періоду (табл. 3.4).

Краплинне зрошення не впливало на водопроникність ґрунту, що підтвердили результати визначення величин цього показника у зоні

зволоження. Під час краплинного поливу у розрахунку кількості використаної води враховуються природно-кліматичні особливості території (клімат, опади, сонячні дні та радіація), а також якісні характеристики ґрунту (родючість, пропускна здатність, випаровування). Найчастіше полив здійснюється поетапно, що дає змогу визначати оптимальну технологічну потребу води.

Таблиця 3.4

**Вплив факторів, що досліджувалися, на водопроникність ґрунту на початку вегетації шавлії мускатної на першому та четвертому роках використання посіву, мм/хв.**

Глибина оранки, см	Ширина міжрядь, см	Роки використання посіву		Середня за роки використання
		Перший, 2011–2015 рр.	Четвертий, 2014–2018 рр.	
Без добрив				
20-22	45	2,60	1,20	1,90
	70	2,56	1,19	1,87
28-30	45	2,68	1,20	1,94
	70	2,65	1,19	1,92
Середнє		2,62	1,19	1,91
N <sub>60</sub> P <sub>90</sub>				
20-22	45	2,73	1,22	1,97
	70	2,64	1,20	1,92
28-30	45	2,79	1,29	2,04
	70	2,80	1,30	2,05
Середнє		2,68	1,19	1,99

Перенесення посіву культури на весну наступного року призводило до закономірного зниження досліджуваного показника. Так, за сівби в другу

декаду березня передпосівна вологість указанного шару ґрунту була нижчою порівняно з першим строком сівби на 1-2% НВ і максимальною – за її проведення у весняний період. Так, перенесення сівби на кінець березня й початок квітня призвело до зниження передпосівної вологості 0-30 см шару ґрунту, в середньому, на 2 та 4 % від НВ, відповідно.

Наприкінці вегетаційного періоду шавлії мускатної вплив років використання та глибини оранки на водопроникність ґрунту змінювався меншою мірою (табл. 3.5).

Таблиця 3.5

**Вплив років використання та глибини оранки, що вивчалися, на водопроникність ґрунту на кінець вегетації шавлії мускатної, мм/хв.**

Фон живлення	Ширина міжрядь, см	Роки використання посіву		
		перший 2011 – 2014 рр.	четвертий, 2014 – 2017 рр.	середнє за роки використання посіву
Без добрив	Оранка на 20–22 см			
	45	0,95	0,61	0,78
	70	0,67	0,67	0,82
	Оранка на 28–30 см			
	45	1,04	0,87	0,95
	70	1,06	0,75	0,90
N <sub>60</sub> P <sub>90</sub>	Оранка на 20–22 см			
	45	0,94	0,73	0,83
	70	1,08	0,82	0,95
	Оранка на 28–30 см			
	45	1,06	0,96	1,01
	70	1,08	0,84	0,96

На дослідних ділянках першого року життя у варіанті з глибиною оранки 20-22 см, без внесення добрив та сівбою у першу декаду грудня водопроникність на початку вегетації склала 2,60 мм/хв., а по її завершенню – зменшилась до 0,95 мм/хв. або в 2,7 рази. Збільшення глибини оранки до 28-30 см обумовило несуттєве зростання цього показника – на початку вегетації на 1,9, а наприкінці – на 4%.

### **3.4 Забур'яненість посівів шавлії мускатної залежно від досліджуваних факторів та тривалості вирощування культури**

При визначенні ранньою весною на першому році вегетації у варіанті з мінеральними добривами у дозі  $N_{60}P_{90}$  під основний обробіток ґрунту 20–22 см кількість зимуючих бур'янів склала – 8 шт./м<sup>2</sup>, а у варіанті з більш глибокою оранкою на 28–30 см кількість бур'янів знизилась на 16% (табл. 3.6).

При визначенні на другому році вегетації перед початком цвітіння шавлії мускатної кількість бур'янів на ділянці без добрив склали 13 шт./м<sup>2</sup>, з них: редька дика – 11; мишій сизий – 2 шт./м<sup>2</sup>. Внесенні мінеральних добрив у дозі  $N_{60}P_{90}$  призвело до зростання кількості бур'янів до 19, з них: редька дика – 15 та мишій сизий – 4 шт./м<sup>2</sup>. При проведенні більш глибокої оранки на 28-30 см – забур'яненість посіву при варіанті  $N_{60} P_{90}$  – знизилась на 8 шт./м<sup>2</sup>.

У подальші роки вегетації культури кількість бур'янів у посівах шавлії мускатної знижувалась. Одна з причин – міжрядний обробіток ґрунту, що в кінцевому результаті на четвертому році використання посіву сприяв зменшенню кількості мишію зеленого та сизого, проте було помічено появу сходів у посівах щиріці запрокинутої у кількості 2 шт./м<sup>2</sup>.

За оцінкою вченого [205], в Україні витрати на боротьбу з бур'янами становлять майже 30%, що веде до суттєвого підвищення собівартості продукції. В наших дослідях доведено, що кількість бур'янів у варіанті з глибиною оранки 20-22 см у різних варіантах при ширині міжрядь 45 та 70 см



була близькою (рис. 3.1).

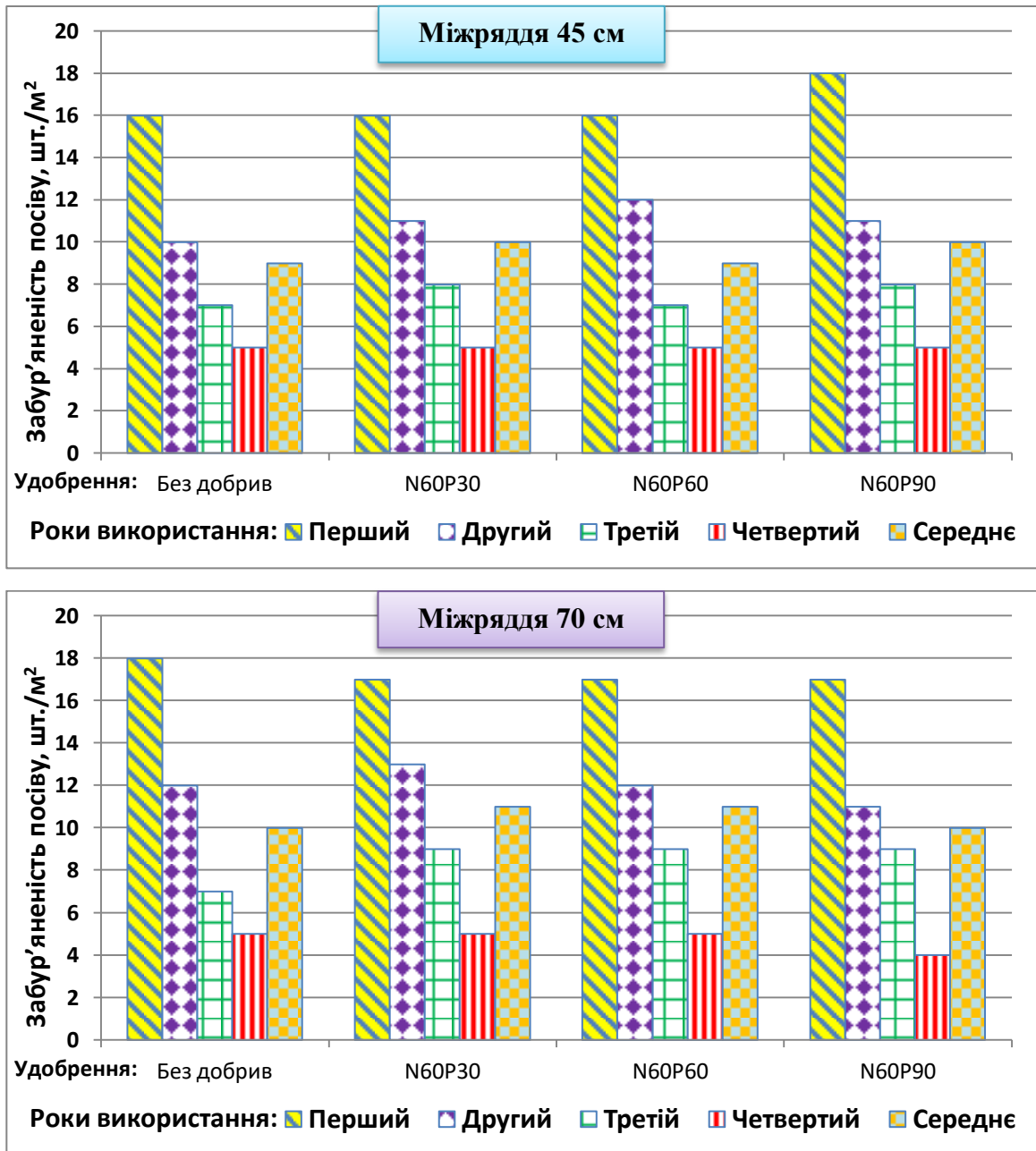
Таблиця 3.6

**Видовий склад бур'янів у посівах шавлії мускатної залежно від досліджуваних факторів та років вегетації, шт./м<sup>2</sup>**

Кількість бур'янів та їх види	Оранка на глибину 20–22 см		Оранка на глибину 28–30 см	
	Фони живлення		Фони живлення	
	Без добрив	N <sub>60</sub> P <sub>90</sub>	Без добрив	N <sub>60</sub> P <sub>90</sub>
Перший рік вегетації, середнє за 2012–2014 рр.				
Всього у. т.ч.	6	8	4	7
грицики звичайні	2	5	2	4
кучерявець Софії	4	3	2	3
Другий рік вегетації, середнє за 2013–2015 рр.				
Всього у. т.ч.	13	19	12	11
редька дика	11	15	8	10
мишій сизий	2	4	4	1
Третій рік вегетації, середнє за 2014–2016 рр.				
Всього у. т.ч.	5	8	2	7
редька дика	3	4	2	5
мишій сизий	2	4	-	2
Четвертий рік вегетації, середнє за 2015–2017 рр.				
Всього у. т.ч.	3	7	4	2
редька дика	1	4	2	1
щириця запрокинута	2	3	2	1

**Примітка.** Видовий склад бур'янів перед початком цвітіння культури у варіанті з першим строком сівби

При першому році використання посіву у варіанті без добрив кількість бур'янів склала 16 шт./м<sup>2</sup>, внесення різних доз добрив не призвело до зростання кількості бур'янів. На другому році використання посіву кількість бур'янів знижувалась до 11, третьому – 7, а на четвертому – до 5 шт./м<sup>2</sup>.



**Рис. 3.1 Забур'яненість посіву шавлії мускатної залежно від досліджуваних факторів при оранці 20-22 см (при збиранні врожаю), шт./м<sup>2</sup>**

Визначенням забур'яненості у варіантах досліді з шириною міжрядь 70 см було доведено, що кількість бур'янів на ньому зросла до 18 шт./м<sup>2</sup>. Це можна пояснити кращою освітленістю міжрядь та зростанням площі, що не були зайнята рослинами шавлії мускатної. Слід підкреслити, що внесення різних доз мінеральних добрив практично не впливало на забур'яненість посіву в усіх варіантах польового досліді.

### Висновки до розділу 3

1. Таким чином, визначено, що щільність та шпаруватість ґрунту змінювались під дією строків сівби, внесення мінеральних добрив на першому році життя. На п'ятому році життя післядія мінеральних добрив, внесених на першому році життя, не проявляла своєї впливу на формування досліджуваних показників ґрунту. Вони були вищими й оптимальнішими за оранки на глибину 28-30, ніж у варіанті з обробітком ґрунту на глибину 20-22 см протягом двох років використання посіву, що вплинуло на кращий розвиток кореневої системи та розвиток рослин шавлії мускатної.

2. Водопроникність ґрунту напряду залежала від щільності та шпаруватості ґрунту. Цей показник на першому – третьому році життя мав оптимальні значення для формування кореневої системи шавлії мускатної, що сприяло активному поглинанню поживних речовин з ґрунту за умов використання краплинного зрошення. Всі ці чинники сприяли у роки використання посіву формуванню гарантованих високих урожаїв суцвіть.

3. Агрофізичні параметри ґрунту різною мірою впливали на вміст в ньому вологи. Отримані дані свідчать про перевагу показників передпосівної вологості ґрунту в шарі 0–30 см у варіанті глибокої оранки на 28–30 см та передпосівного обробітку бороною культиватором БК-1,0.

4. Труднощі боротьби з бур'янами пов'язані з їх високою пристосованістю до умов життя. Підвищена насіннева продуктивність і довгий період збереження насіння сприяє їх накопиченню в орному шарі ґрунту, обробіток якого за такої обставини відіграє подвійну роль – створює умови для їх проростання з подальшим знищенням сходів або загортає на глибину, з якої їх проростання неможливе, і де вони з часом гинуть.

5. У польових дослідках встановлено, що забур'яненість посівів змінювалась у широких межах залежно від досліджуваних факторів, погодних умов та років використання шавлії мускатної. При визначенні ранньою весною на першому році вегетації у варіанті з внесенням мінеральних добрив

у дозі  $N_{60}P_{90}$  під основний обробіток ґрунту (оранка на 20–22 см) кількість зимуючих бур'янів склала – 8 шт./м<sup>2</sup>, а у варіанті з більш глибокою оранкою на 28–30 см кількість бур'янів знизилась на 16%. Визначенням забур'яненості у варіанті досліду з шириною міжрядь 70 см було доведено, що кількість бур'янів на ньому зросла до 18 шт./м<sup>2</sup>. Це можна пояснити кращою освітленістю міжрядь та зростанням площі, що не була зайнята рослинами шавлії мускатної.

## РОЗДІЛ 4

### ВОДНИЙ І ПОЖИВНИЙ РЕЖИМИ ҐРУНТУ, УМОВНЕ СПОЖИВАННЯ ПОЖИВНИХ РЕЧОВИН ТА ЇХ ВПЛИВ НА РОЗВИТОК РОСЛИН ШАВЛІЇ МУСКАТНОЇ

Відомо, що краплинне зрошення, як і інші способи поливу, використовують, перш за все, для зниження залежності сільськогосподарського виробництва від умов природного вологозабезпечення, зокрема від змін забезпечення атмосферними опадами у різні роки. Проте за краплинного зрошення подавання води здійснюється не на всю площу поливної ділянки, а лише у прикореневу зону рослин, тобто локально, що має багато агробіологічних, економічних та екологічних переваг. Локальний характер зволоження, як основна технологічна ознака краплинного зрошення обумовлює його переваги з точки зору зменшення ресурсних витрат (поливної води, енергоносіїв, добрив, пестицидів тощо) [7].

#### **4.1 Сумарне водоспоживання рослин шавлії мускатної залежно від досліджуваних факторів в умовах краплинного зрошення**

Запаси доступної вологи за шарами ґрунту можуть бути різними, а також можуть змінюватися залежно від ширини міжрядь, густоти стояння рослин і багатьох інших факторів. Тому дослідження впливу геометричного розміщення рослин та запасів ґрунтової вологи на продуктивність рослин шавлії мускатної є актуальними. Аналіз останніх досліджень та публікацій показує, що урожайність шавлії мускатної залежить від запасів продуктивної вологи в ґрунті, які накопичуються упродовж осінньо-весняного періоду, генетичного потенціалу конкретного сорту, впливу бур'янів, шкідників, хвороб тощо [234]. Вода є важливим фактором для забезпечення високої продуктивності рослин шавлії мускатної. Нерівномірне розподілення опадів

протягом вегетаційного періоду, а також їх кількість тісно пов'язані з рівнем продуктивності рослин шавлії мускатної. Коли опади випадають в оптимальній кількості та рівномірно розподіляються ґрунтовими шарами, необхідність у зрошенні для реалізації високого рівня урожайності зменшується.

За допомогою моделювання можна визначити середньобагаторічну кількість води, необхідну для зрошення шавлії мускатної – 367 мм. Викликаний посухою стрес рослин може залежати від різноманітних факторів, таких, як фаза розвитку, тяжкість та тривалість стресу для рослин шавлії мускатної. Дефіцит ґрунтової вологи може впливати на рослини по-різному, починаючи від візуальних змін, до в'янення та загибелі всієї рослини у зв'язку з відмиранням тканин. За дефіциту води у ґрунті знижується вміст хлорофілу у листках шавлії мускатної, погіршуються фізіологічні процеси, такі, як швидкість фотосинтезу, ефективність асиміляції вуглецю, дефіцит вологи знижує ріст біомаси шавлії мускатної, площу поверхні кореня та його довжину, висоту рослин, площу листової поверхні, кількість гілок, суху масу всіх органів рослин, урожайність суцвіть.

Досліди, в яких вивчали ефективність зрошення при вирощуванні лікарських рослин проводили у нашій країні в Нікітському ботанічному саду, Херсонському державному аграрно-економічному університеті, Дослідній станції лікарських рослин ІАП, Кримській станції лікарських рослин та інших науково-дослідних установах [54, 292]. При проведенні більшості дослідів використовували такі способи поливу як по борознам та дощуванням. В Автономній Республіці Крим вивчали ефективність зрошення ромашки далматської, шавлії лікарської, чебрецю звичайного, валеріани лікарської, у Полтавській області - подорожника великого, наперстянки шерстистої та валеріани лікарської, у Херсонській області - розторопші плямистої, ехінацеї пурпурової, шавлії лікарської, чебрецю звичайного. Отримані результати досліджень свідчать про те, що зрошення лікарських рослин є високоефективним засобом підвищення їх продуктивності.

Загальний об'єм води, який випаровується протягом вегетаційного періоду з поверхні ґрунту й рослин, або фізичне випаровування, інфільтрується у нижні горизонти ґрунту та витрачається рослинами на транспірацію, становить сумарне водоспоживання культури, або евапотранспірація, англійською - «evapotranspiration». Аналіз зарубіжних і вітчизняних досліджень показує, що розрахункові методи доволі широко використовуються для обґрунтування режиму зрошення та оцінки мінливості біологічних коефіцієнтів сільськогосподарських культур на основі визначення сумарного випаровування за метеорологічними показниками періоду вегетації [328, 355]. Визначення сумарних витрат води як за окремі відрізки вегетаційного періоду, так і в цілому за весь період, необхідні для забезпечення потреб рослин у воді шляхом регулювання режиму вологості ґрунту. Регулювання водного режиму ґрунту в процесі вегетації можливо здійснювати різними методами, але найбільш доступними і мінімально затратними є розрахункові за метеоданими [162]. Цьому напряму досліджень присвячені роботи багатьох авторів С.М. і А.М. Алпатьєвих, В.С.Мезенцева, М.М. Іванова, Д.А. Штойка, Г. К. Льгова та ін.

Водоспоживання шавлії мускатної у дослідях визначалось у польових умовах з використанням метода водного балансу при різних рівнях природного вологозабезпечення у відповідні періоди росту й розвитку рослин в роки проведення досліджень. При водо-балансових розрахунках враховували надходження вологи з метрового шару ґрунту, від атмосферних опадів і зрошувальної води за вегетаційний період шавлії мускатної. Поливні норми призначались з розрахунку зволоження активного шару ґрунту в шарі 0,3-0,4 м залежно від періоду розвитку культури й прийнятої в досліді нижньої межі передполивної вологості ґрунту – 70-75 НВ.

Проведені нами визначення сумарного водоспоживання шавлії мускатної в багатофакторних і багаторічних польових дослідях показали, що загальна кількість спожитої вологи посівами культури знаходилась в межах 4811–6014 м<sup>3</sup>/га (табл. 4.1).

**Вплив досліджуваних факторів на сумарне водоспоживання шавлії  
мускатної в шарі ґрунту 0-100 см у різні роки її  
використання, м<sup>3</sup>/га**

Строк сівби	Ширина міжрядь, см	Глибина оранки (см) та фони живлення			
		20-22		28-30	
		Без добрив	N <sub>60</sub> P <sub>90</sub>	Без добрив	N <sub>60</sub> P <sub>90</sub>
<b>Перший рік використання, 2013-2015 рр.</b>					
Перша декада грудня	45	5050	5556	5133	5252
Перша декада квітня		4873	4978	4886	4998
Перша декада грудня	70	5555	5856	5646	6014
Перша декада квітня		5360	5560	5580	5760
<b>Другий рік використання, 2014-2016 рр.</b>					
Перша декада грудня	45	4818	4926	4923	5022
Перша декада квітня		4811	4984	4822	4924
Перша декада грудня	70	5090	5310	5200	5560
Перша декада квітня		5120	5420	5210	5620
<b>Третій рік використання, 2015-2017 рр.</b>					
Перша декада грудня	45	4827	4926	4928	5022
Перша декада квітня		4811	4924	4822	4924
Перша декада грудня	70	5120	5308	5280	5450
Перша декада квітня		5210	5420	5240	5540
<b>Четвертий рік використання, 2016-2018 рр.</b>					
Перша декада грудня	45	5130	5192	5188	5240
Перша декада квітня		4862	4958	4913	4980
Перша декада грудня	70	5230	5420	5320	5650
Перша декада квітня		5276	5410	5296	5680



Посів шавлії мускатної у наших дослідях використовували чотири роки для отримання суцвіть культури в якості сировини для виготовлення ефірної олії. Треба відмітити, що загальна тривалість проведення даних польових дослідів була вісім років (2011-2018 рр.), що дозволило нам отримати об'єктивні данні сумарного водоспоживання культури залежно від досліджуваних факторів. Слід відзначити, що вагової різниці у величині сумарного водоспоживання культури по рокам використання ми не отримали. Так, у перший рік використання посівів культури кількість спожитої вологи склала 4873-5856 м<sup>3</sup>/га, на другий рік 4811-5560, третій – 4811-5540, а на четвертий рік – 4862-5680 м<sup>3</sup>/га. Такий близький результат по роках використання посівів культури ми пояснюємо тим, що не дивлячись на суттєву загибель рослин шавлії мускатної в її посівах на четвертий рік, значна частина вологи в ґрунті випаровується з його поверхні, а не витрачається на транспірацію рослин.

Строки сівби культури суттєвого впливу на величину сумарного водоспоживання не мали, тільки у перший рік використання посівів шавлії мускатної треба відмітити вагоме збільшення спожитої вологи у варіантах з сівбою в першу декаду грудня (підзимовий) порівняно з першою декадою квітня. В подальшому (другий, третій та четвертий роки використання ) суттєвої різниці між цими строками сівби не було. Такий результат ми пояснюємо тим, що шавлія мускатна багаторічна культура.

Ширина міжрядь, з якими висівали шавлію мускатну, впливала на загальну кількість спожитої вологи. Так, у всі роки використання посівів культури, споживалось вологи більше у варіантах з міжряддями 70 см, ніж при 45.

Максимальні значення сумарного водоспоживання посівів шавлії мускатної у польовому досліді були отримані у варіанті внесення мінеральних добрив дозою N<sub>60</sub>P<sub>90</sub>. Так, внесення вказаної дози добрив під основний обробіток ґрунту призводило до закономірного збільшення величини сумарного водоспоживання шавлії мускатної порівняно з

контрольним (неудобреним) фоном: на 105-506 м<sup>3</sup>/га у перший рік використання, на 108-410 м<sup>3</sup>/га у другий рік, на 94-300 у третій рік, на 52-384 м<sup>3</sup>/га у четвертий рік використання. Як бачимо, різниця між добреними та недобреними варіантами дослідів поступово зменшувалась з кожним роком використання. Такий результат є цілком закономірним, тому що внесенні мінеральні добрива були використанні посівом шавлії мускатної у перші роки її використання.

Суттєвої різниці у сумарному водоспоживанні шавлії мускатної, яка вирощувалась у варіантах з різною глибиною оранки, ми не знайшли.

В таблиці 4.2 представлені результати розрахунків складових елементів водного балансу посівів культури у контрастних варіантах нашого дослідів.

Розрахунками визначено, що у перший рік використання у варіантах без внесення мінеральних добрив за сівби у першу декаду грудня сумарне водоспоживання становило 5050 м<sup>3</sup>/га, а за перенесення сівби на першу декаду квітня проявилось неістотне зменшення цього показника до 4873 м<sup>3</sup>/га або 3,5%.

Внесення мінеральних добрив у дозі N<sub>60</sub>P<sub>90</sub> сприяло підвищенню сумарного водоспоживання у варіанті з сівбою у першу декаду грудня до 5556 м<sup>3</sup>/га (або на 2,3%) та у першу декаду квітня до 4970 м<sup>3</sup>/га (на 9,0%).

Аналізом складових балансу водоспоживання доведено, що у перший рік використання (2013-2015 рр.) максимальну питому вагу займають атмосферні опади. Так, у варіанті без внесення добрив цей показник склав 47,5-49,3%, а за внесення азотно-фосфорних добрив він зменшився до 43,8-48,2% або на 2,1-9,1 відсоткових пунктів.

Крім того, проявилась висока питома вага ґрунтової вологи, яка знаходилася в межах від 35,4 до 43,3%. Зрошувальна норма у загальному балансі водоспоживання за варіантами дослідів склала всього 13,5-15,4%. Така питома вага витрат води на посівах шавлії мускатної пояснюється тим, що культура раціонально використовує ґрунтову вологу, рано збирається врожай суцвіть, тобто при вирощуванні культури не проявляється негативна дія

посухи.

Таблиця 4.2

**Складові елементи сумарного водоспоживання шавлії мускатної в шарі  
грунту 0-100 см залежно від факторів, що досліджувались**

Фон живлення	Строк сівби	Сумарне водо- споживання, м <sup>3</sup> /га	У тому числі елементи водного балансу, %		
			грунтова волога	опади	зрошу- вальна норма
<b>Перший рік використання, 2013-2015 рр.</b>					
Без добрив	Перша декада грудня	5050	37,6	47,5	14,9
	Перша декада квітня	4873	35,4	49,3	15,4
N <sub>60</sub> P <sub>90</sub>	Перша декада грудня	5556	43,3	43,2	13,5
	Перша декада квітня	4978	36,7	48,2	15,1
<b>Четвертий рік використання, 2016-2018 рр.</b>					
Без добрив	Перша декада грудня	5130	36,7	48,7	14,6
	Перша декада квітня	4862	35,2	49,4	15,4
N <sub>60</sub> P <sub>90</sub>	Перша декада грудня	5192	37,4	48,2	14,5
	Перша декада квітня	4958	34,5	50,4	15,1

**Примітка:** розрахунки водного балансу проведені на даних, отриманих у варіантах посіву шавлії мускатної з міжряддям 45 см та оранці на 20-22 см

На четвертий рік використання відзначено різниці сумарного

водоспоживання між неудобреними та удобреними варіантами. У варіанті без внесення добрив даний показник склав, у середньому, 4996 м<sup>3</sup>/га, а за їх внесення він неістотно підвищився – до 5075 м<sup>3</sup>/га або на 1,6%.

За строками сівби відмінності між варіантами були більш суттєвими. На неудобреному контролі сумарне водоспоживання становило 5130 м<sup>3</sup>/га за сівби досліджуваної культури у першу декаду грудня. За висівання шавлії мускатної у першу декаду квітня цей показник зменшився до 4862 м<sup>3</sup>/га або на 5,2%. В удобреному варіанті різниця водоспоживання за сівби у грудні та квітні склала 234 м<sup>3</sup>/га або 4,5% з перевагою зимового строку.

Питома вага складових елементів водного балансу на четвертому році використання шавлії мускатної в цілому відображала тенденції, що були зафіксовані на першому році. Так, максимальна питома вага сумарного водоспоживання припадала на опади – від 48,2-48,7% за першого строку сівби до 49,4-50,4% – за сівби у першу декаду квітня. Мінімальні значення питомої ваги в досліді були виявлені по зрошувальній нормі – 14,5-14,6% у варіантах з сівбою у першу декаду грудня.

Коефіцієнт водоспоживання шавлії мускатної у різні роки її використання коливався значною мірою під впливом досліджуваних факторів – глибини оранки, фону живлення, строків сівби, ширини міжряддя та років використання (табл. 4.3).

На першому році використання досліджуваної культури (2013-2015 рр.) найкраща ефективність використання вологи з мінімальним коефіцієнтом водоспоживання – 362 м<sup>3</sup>/т сформовано у варіанті з оранкою на глибину 28-30 см, внесенням мінеральних добрив у дозі N<sub>60</sub>P<sub>90</sub>, проведення надранньої сівби (у першу декаду грудня) з міжряддям 45 см. Даний показник підвищився до 1240 м<sup>3</sup>/т, або в 3,4 рази на неудобреному контролі з оранкою на глибину 20-22 см, сівбі у першу декаду квітня з міжряддям 45 см.

На другому і третьому роках використання шавлії мускатної (2014-2016 та 2015-2017 рр.) зберігалася перевага взаємодії варіантів – внесення добрив у дозі N<sub>60</sub>P<sub>90</sub>, проведення сівби у першу декаду грудня з міжряддям 45 см. У

цих варіантах коефіцієнт водоспоживання склав 335-351 м<sup>3</sup>/т. Слід зауважити, що вплив глибини оранки був неістотним – від 0,7 до 2,3%.

Таблиця 4.3

**Вплив досліджуваних факторів на коефіцієнт водоспоживання шавлії мускатної в різні роки її використання, м<sup>3</sup>/т**

Строк сівби	Ширина міжрядь, см	Глибина оранки (см) та фони живлення			
		20-22		28-30	
		Без добрив	N <sub>60</sub> P <sub>90</sub>	Без добрив	N <sub>60</sub> P <sub>90</sub>
Перший рік використання, 2013-2015 рр.					
Перша декада грудня	45	868	380	807	362
Перша декада квітня		1240	980	1062	953
Перша декада грудня	70	956	397	866	442
Перша декада квітня		1191	1007	1182	1955
Другий рік використання, 2014-2016 рр.					
Перша декада грудня	45	762	335	767	335
Перша декада квітня		1129	881	1044	882
Перша декада грудня	70	794	411	762	377
Перша декада квітня		1128	954	1129	1018
Третій рік використання, 2015-2017 рр.					
Перша декада грудня	45	803	351	772	344
Перша декада квітня		1197	902	1057	898
Перша декада грудня	70	800	410	827	370
Перша декада квітня		1147	954	1144	950
Четвертий рік використання, 2016-2018 рр.					
Перша декада грудня	45	5576	2403	5639	2426
Перша декада квітня		7970	5765	7225	5928
Перша декада грудня	70	5564	2898	5783	2640
Перша декада квітня		7875	6597	7779	6843

На четвертому році використання внаслідок істотного падіння врожайності шавлії мускатної та високих показників водоспоживання зафіксовано суттєве збільшення коефіцієнту водоспоживання в усіх факторах і варіантах досліду – порівняно з першим роком, у середньому, в 3,5-6,9 рази, а порівняно з другим і третім роками – 6,4-7,5 рази.

#### **4.2 Поживний режим ґрунту та вплив його на розвиток шавлії мускатної**

На півдні України при зрошенні тепло та волога перестають бути факторами, які знаходяться в мінімумі. Водночас рівень урожайності сільськогосподарських культур часто залежить від вмісту в ґрунті поживних речовин, їх доступності. Головна роль тут належить азоту, доступність якого при зрошенні зростає [23]. Названі вище автори встановили, що нітрифікаційна здатність азоту зменшується при щільності ґрунту нижче 1,35 г/см<sup>3</sup>.

Відомо, що гумус зумовлює сприятливий водно-повітряний, тепловий та поживний режими ґрунтів, що забезпечує нагромадження в ньому біологічно активних речовин [8]. Однією з головних причин зниження вмісту гумусу в ґрунті може бути відносно низька норма внесення добрив, збільшена аерація ґрунту при його механічному обробітку, що призводить до його мінералізації та зниження вмісту гумусу в ґрунті через витрати азоту рослинами [8].

Дослідження вчених [23] пояснюють зниження запасів нітратів при мілкому обробітку ґрунту його біологічним закріпленням.

На думку багатьох учених, при використанні великих доз мінеральних добрив більш важливо зберегти органічні речовини з метою поліпшення фізичних властивостей ґрунту, ніж використовувати його як енергію живлення рослин [7, 8].

Однією із задач основного обробітку ґрунту є рівномірний розподіл та

якісна заробка мінеральних добрив як важливі умови високоефективного використання зрошуваних земель і гарантія не тільки збереження, але й підвищення родючості ґрунту [8].

У практиці землеробства особливе значення має азот. Нітрати легкодоступні корінням рослин, але внаслідок значної рухомості не тільки легко пересуваються в більш глибокі шари ґрунту, а й вимиваються. Особливо велике значення у формуванні нітрифікаційного процесу має обробіток ущільненого ґрунту [7, 8].

Фосфор є одним із основних елементів живлення рослин. Багато авторів відмічають диференціацію шарів ґрунтового профілю при проведенні різноглибинного обробітку ґрунту. За такої ситуації погіршується фосфорне живлення рослин [7, 8].

Стан застосування добрив у землеробстві південного степу України та аналіз наукових даних дає змогу зробити висновок, що теорія родючості ґрунту потребує подальшого розвитку на основі переусвідомлення багатьох установлених положень, вирішення складних і спірних питань для максимально повного використання найновіших досягнень багатьох галузей науки. Проблема варта системного й цілеспрямованого вивчення. В агроecosистемах повинні діяти механізми, які забезпечують підвищення родючості ґрунтів і вирішення проблем екологічної стійкості щодо здатності протягом усього часу експлуатації зберігати біопродуктивність за високої якості вирощеної продукції. Вивчення закономірностей кількісної дії основних агрозаходів у їх сукупному чи в роздільному прояві відкриває можливість для створення раціональних технологій вирощування сільськогосподарських культур і розробки системи керування родючістю ґрунту. На основі вивчення цих закономірностей, а також дії тривалого застосування різних доз мінеральних та органічних добрив, їх поєднання, розміщення і періодичного внесення на властивості ґрунту, механізм формування врожаю, його структуру і якість, обґрунтовується енерго-економічна та природоохоронна інтегрована система удобрення культур

польової сівозміни. Переважна частина необхідних для рослин поживних речовин міститься у ґрунті в недоступних формах – в органічних залишках, у перегної, у складі ґрунтових мікроорганізмів, а також у важкорозчинних мінеральних сполуках. Лише в результаті переробки цих складників мікроорганізмами, а також розпаду тіл відмерлих мікроорганізмів поживні речовини виходять у формі легкорозчинних сполук, доступних рослинам.

Однак корисна діяльність ґрунтових мікроорганізмів може протікати нормально лише за сприятливих для них ґрунтових умов – за наявності у ґрунті потрібних їм поживних речовин, тепла, вологи, повітря (кисню) та за відсутності підвищеної кислотності ґрунту. У сильно ущільненому або перезволоженому ґрунті через брак кисню життєдіяльність корисних для рослин мікроорганізмів пригнічується [8]. В таких умовах у ґрунті розвивається інша група мікроорганізмів, продукти життєдіяльності яких не тільки не використовуються сільськогосподарськими рослинами для живлення, а й навіть можуть негативно позначитися на зростанні та розвитку.

Отже, чим більша потужність орного шару, тим більше біологічно активний шар, в якому завдяки життєдіяльності корисних ґрунтових мікроорганізмів безперервно від весни до осені готуються необхідні для культурних рослин поживні речовини.

Аналіз отриманих нами експериментальних даних показує, що вміст нітратів у 0–30 см шарі ґрунту при відборі ґрунтових зразків перед сівбою (осінній період 2011–2013 рр.) склав у варіанті без добрив з глибиною оранки 20–22 см 0,17, а при внесенні добрив у дозі  $N_{60}P_{90}$  підвищився до 0,54 мг/кг ґрунту (табл. 4.4).

При визначенні вмісту нітратів за глибини оранки 28–30 см було визначено, що у варіанті з внесенням добрив у дозі  $N_{60}P_{30}$  вміст нітратів у шарі ґрунту 0–30 см склав 0,47, а збільшення дози внесення добрив до  $N_{60}P_{90}$  призвело до зростання його вмісту до 0,68 мг/кг.



**Вміст нітратів у 0–30 см шарі ґрунту при вирощуванні шавлії мускатної, відбір ґрунтових зразків перед посівом, мг/ кг**

Фони живлення	Вміст нітратів у шарі ґрунту 0–30 см	
	Глибина оранки, см	
	20–22	28–30
	Відбір ґрунтових зразків під час осінньої сівби, 2011–2013 рр.	
Без добрив	0,17	0,21
N <sub>60</sub> P <sub>30</sub>	0,38	0,47
N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	0,46	0,47
N <sub>60</sub> P <sub>90</sub>	0,54	0,68

При відборі ґрунтових зразків у фазі сходів (2012–2014 рр.) у перший рік вегетації шавлії мускатної вміст нітратів у варіанті з оранкою на глибину 20–22 см та внесенням добрив у дозі N<sub>60</sub> P<sub>90</sub> склав 0,54 мг/кг ґрунту. Заглиблення оранки до 28–30 см сприяло несуттєвому (на 3,6%) зростанню цього показника у шарі ґрунту 0–30 см до 0,56 мг/кг.

У подальшій фазі розвитку рослин досліджуваної культури – розетка, при визначенні нітратів у варіанті з внесенням добрив у дозі N<sub>60</sub>P<sub>90</sub> визначено, що цей показник в результаті споживання елементів живлення у варіанті з глибиною оранки 28–30 см знизився до 0,43 мг/кг (табл. 4.5).

Слід підкреслити, що поживні речовини з мінеральних добрив рослини шавлії мускатної використовували не тільки у початковий період, а й упродовж першого року використання. Так, вміст нітратів у 0–30 см шарі ґрунту при вирощуванні культури на неудобреному фоні у фазу відновлення вегетації склав 0,16 мг/кг, а у подальші роки використання посіву вміст цього елемента живлення дещо знижувався – на другому до 0,14, на четвертому році використання – до 0,10 мг/кг (табл. 4.6).

## Відбір ґрунтових зразків при весняних посівах, 2012–2014 рр.

## Перший рік вегетації культури

Фони живлення	Фаза розвитку рослин			
	Сходи		Розетка	
	Глибина оранки, см			
	20–22	28–30	20–22	28–30
Без добрив	0,17	0,16	0,13	0,11
N <sub>60</sub> P <sub>30</sub>	0,38	0,34	0,37	0,35
N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	0,48	0,39	0,39	0,37
N <sub>60</sub> P <sub>90</sub>	0,59	0,56	0,48	0,43

Внесені мінеральні добрива на першому році життя в дозі N<sub>60</sub>P<sub>90</sub> проявили свою післядію в ґрунті на першому році використання посіву при настанні фази – відновлення вегетації, вміст нітратів становив 0,54 мг/кг, у подальшому проявлялась їх післядія на другому–четвертому роках використання посіву.

Таблиця 4.6

## Вміст нітратів у 0–30 см шарі ґрунту при вирощуванні шавлії мускатної в різні роки використання, мг/ кг

Фони живлення	Фази розвитку рослин та роки їх використання			
	Перший, 2013–2015	Другий, 2014–2016	Третій, 2015–2017	Четвертий, 2016–2018
Відновлення вегетації				
Без добрив	0,16	0,14	0,13	0,1
N <sub>60</sub> P <sub>90</sub>	0,54	0,46	0,34	0,3
Бутонізація				
Без добрив	0,11	0,93	0,11	0,1
N <sub>60</sub> P <sub>90</sub>	0,26	0,22	0,21	0,13
Цвітіння				
Без добрив	0,11	0,11	0,93	0,85
N <sub>60</sub> P <sub>90</sub>	0,26	0,22	0,23	0,23

При настанні фази – бутонізація вміст нітратів у шарі ґрунту 0–30 см у варіанті N<sub>60</sub>P<sub>90</sub> знизився до 0,28 мг/кг порівняно з попередньою фазою розвитку шавлії мускатної.

Згідно з даними авторів [7], азот рослини засвоюють у вигляді аніона NO<sub>3</sub>, катіона NH<sup>4+</sup> амідів та амінокислот. При живленні рослин нітратною формою азоту останній відновлюється до аміаку у коренях і листках за участю вуглеводнів.

В наступній фазі розвитку рослин – цвітіння у варіанті з другим роком використання посіву вміст нітратів становив 0,23 мг/кг. У подальших роках використання посіву шавлії мускатної вміст нітратів у шарі ґрунту 0–30 см залишався без змін на другому та четвертому роках використання посіву.

Нітратна форма є найбільш рухомою, тому при визначених умовах може мігрувати по профілю ґрунту на значні глибини.

Нітрифікаційна здатність темно-каштанових зрошуваних ґрунтів досить висока. Вона коливається в межах від 5,0 до 15,5 мг/100 г ґрунту [183]. Таким чином, нітрати на зрошуваних ґрунтах є основною формою мінерального азоту. На високу ефективність добрив у підвищенні врожаю сільськогосподарських культур на зрошуваних землях указує багато авторів [185]. Так, не удобрена кукурудза без поливу в дослідях Інституту зрошуваного землеробства НААН забезпечила урожайність 4,56 т/га, при поливі без добрив – 5,22 т/га, а при удобренні – 9,17 т/га зерна. Урожайність з озимої пшениці становила відповідно 3,08; 3,85 та 5,50 т/га.

Низка дослідників [23] дотримуються думки, що при використанні великих доз мінеральних добрив, не менш важливо зберегти органічну речовину ґрунту з метою поліпшення біохімічного та фізичного станів, ніж використати її як джерело живлення рослин.

За результатами відбору ґрунтових зразків перед сівбою в осінній період встановлено, що вміст рухомого фосфору у 0–30 см шарі ґрунту становив у варіанті з оранкою на глибину 20–22 см та без внесення добрив – 0,27, а при використанні мінеральних добрив у дозі N<sub>60</sub>P<sub>90</sub> зафіксовано

зростання вмісту цього елемента живлення до 0,54 мг/кг або на 49,3% (табл. 4.7). Більш глибока оранка на 28–30 см практично не вплинула на величину цього елемента живлення в ґрунті.

Таблиця 4.7

**Вміст рухомого фосфору у 0–30 см шарі ґрунту при вирощуванні шавлії мускатної, відбір ґрунтових зразків перед посівом, мг/кг**

Фони живлення	Глибина оранки, см			
	20–22		28–30	
	Відбір зразків під час осіннього посіву, 2011–2013 рр.			
Без добрив	0,27		0,29	
N <sub>60</sub> P <sub>30</sub>	0,37		0,39	
N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	0,41		0,45	
N <sub>60</sub> P <sub>90</sub>	0,54		0,53	
Фази розвитку рослин				
Фони живлення	Сходи		Розетка	
	20–22	28–30	20–22	28–30
	Відбір зразків під час весняного посіву, 2012–2014 рр.			
Без добрив	0,21	0,21	0,20	0,18
N <sub>60</sub> P <sub>30</sub>	0,37	0,36	0,31	0,30
N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	0,41	0,39	0,35	0,29
N <sub>60</sub> P <sub>90</sub>	0,54	0,53	0,57	0,56

На основі польових дослідів, проведених у наукових установах України та за кордоном встановлено, що система основного обробітку ґрунту на сучасному стані землеробства має поєднувати у сівозміні чергування різноглибинний полицевий та безполицевий обробіток із урахуванням

конкретних ґрунтово-кліматичних умов. Відповідним чином повинна перебудовуватись і система застосування добрив під сільськогосподарські культури. Водночас слід ураховувати особливості розміщення в орному шарі добрив при застосуванні різних знарядь. Так, при загортанні мінеральних добрив у ґрунт плоскорізом найбільша їх кількість (80–90%) зосереджується у шарі 0–10 см, а при загортанні добрив плугами з передплужниками основна їх частина (60–75 %) потрапляє у глибші шари ґрунту [8].

В наших досліджах доведено, що глибина основного обробітку ґрунту на 20–22 і 28–30 см та ширина міжрядь при вирощуванні шавлії мускатної на поживний режим ґрунту суттєво не впливала на вміст рухомого фосфору в різні роки використання культури (табл. 4.8).

Таблиця 4.8

**Вміст рухомого фосфору у 0–30 см шарі ґрунту при вирощуванні шавлії мускатної в різні роки використання, мг/кг**

Фони живлення	Фази розвитку рослин та роки їх використання			
	Перший, 2013–2015	Другий, 2014–2016	Третій, 2015–2017	Четвертий, 2016–2018
Відновлення вегетації				
Без добрив	0,26	0,25	0,24	0,24
N <sub>60</sub> P <sub>90</sub>	0,47	0,46	0,43	0,35
Бутонізація				
Без добрив	0,24	0,24	0,22	0,23
N <sub>60</sub> P <sub>90</sub>	0,41	0,40	0,31	0,31
Цвітіння				
Без добрив	0,25	0,24	0,23	0,22
N <sub>60</sub> P <sub>90</sub>	0,38	0,38	0,39	0,35

Визначено, що основну кількість фосфору рослини засвоюють з ґрунту у перший період життя, створюючи його запас, який потім реутилізується. При відборі ґрунтових зразків у фазі сходів у варіанті з основним обробітком ґрунту 28–30 см та внесенням мінеральних добрив нормою N<sub>60</sub>P<sub>60</sub> вміст

рухомого фосфору становив 0,41 мг/кг ґрунту, а в удобреному варіанті він підвищився на 0,2 мг/кг ґрунту. Максимальна кількість нітратів спостерігалась у ґрунті у варіанті з внесенням добрив у дозі  $N_{60}P_{90}$  – 0,54 мг/кг.

У фазу розетки їх вміст зменшується в усіх варіантах досліду, що пов'язано з виносом азоту ґрунту рослинами. Але кількість нітратів у ґрунті у варіантах з внесенням добрив лишались на 0,53–0,56 мг більшою, ніж у контролі. Найменша кількість рухомого фосфору визначена на четвертий рік використання рослин у фазі цвітіння – 0,35 мг/кг. Найменший вміст рухомого фосфору простежувався у варіанті без добрив.

Аналізуючи показники на вміст загального азоту в рослинних зразках шавлії мускатної, залежно від факторів, що досліджувались, – при відборі зразків рослин шавлії мускатної у посіві на першому році використання у варіанті без добрив при настанні фази відновлення вегетації цей показник у рослинних зразках склав 0,38%, у варіанті з внесенням добрив у дозі  $N_{60}P_{60}$  відзначено його зростання до 0,48% (табл. 4.9).

Таблиця 4.9

**Вміст загального азоту в рослинних зразках шавлії мускатної залежно від факторів, що досліджувались, %**

Фони живлення	Фази розвитку рослин			
	Роки використання			
	Перший, 2013-2015	Другий, 2014-2016	Третій, 2015–2017	Четвертий, 2016–2018
Відновлення вегетації				
Без добрив	0,38	0,57	0,49	0,26
$N_{60}P_{90}$	0,48	0,97	0,94	0,99
Бутонізація				
Без добрив	0,34	1,98	0,88	0,56
$N_{60}P_{90}$	1,10	1,30	2,10	1,98
Цвітіння				
Без добрив	0,36	1,37	1,20	1,11
$N_{60}P_{90}$	1,13	1,70	1,57	1,44

У подальші фази розвитку рослин (фаза бутонізації) вміст загального азоту в рослинних у варіанті  $N_{60}P_{90}$  підвищився до 1,10% порівняно з контролем. У фазі цвітіння досліджуваний показник у варіанті з внесенням добрив у дозі  $N_{60}P_{90}$  збільшився до 1,13% порівнюючи з попередньою фазою розвитку шавлії мускатної.

В дослідях визначено, що на вміст фосфору в рослинних зразках шавлії мускатної головним чином впливають мінеральні добрива (табл. 4.10). В цілому доведено, що роки використання впливали на вміст фосфору в рослинних зразках шавлії мускатної залежно від факторів, які вивчалися. Так, на другому році використання при настанні фази – відновлення вегетації у варіанті  $N_{60}P_{90}$  – 0,89, бутонізація – 1,53, цвітіння – 1,48%.

Таблиця 4.10

**Вміст фосфору в рослинних зразках шавлії мускатної залежно від факторів, які вивчались, %**

Фони живлення	Фази розвитку рослин			
	Роки використання			
	Перший, (2013–2015)	Другий (2014–2016)	Третій (2015–2017)	Четвертий (2016–2018)
Відновлення вегетації				
Без добрив	0,24	0,26	0,27	0,27
$N_{60}P_{90}$	0,80	0,89	0,76	0,59
Бутонізація				
Без добрив	0,80	1,20	1,19	1,15
$N_{60}P_{90}$	1,26	1,53	1,39	1,31
Цвітіння				
Без добрив	0,82	1,12	1,12	1,09
$N_{60}P_{30}$	0,89	1,26	1,22	1,23
$N_{60}P_{60}$	1,23	1,30	1,24	1,25
$N_{60}P_{90}$	1,29	1,48	1,40	1,32

Так, у варіанті без добрив (контроль) на першому році використання при відновленні вегетації цей показник дорівнював 0,24, у варіанті з внесенням максимальної дози азотно-фосфорних добрив ( $N_{60}P_{90}$ ) його вміст

дуже істотно (майже у 4 рази) зріс до 0,80%. У подальшій фазі розвитку (бутонізація) вміст фосфору в рослинних зразках також підвищився у варіанті з удобренням  $N_{60}P_{90}$  до 1,26%. При настанні фази цвітіння даний показник у варіанті з внесенням добрив у дозі  $N_{60}P_{30}$  становив 0,89, а за післядії внесених добрив на першому році життя зафіксовано зростання вмісту фосфору в рослинних зразках шавлії мускатної у варіанті  $N_{60}P_{60}$  до 1,23, а при внесенні  $N_{60}P_{90}$  – до 1,29%.

### **4.3 Умовне споживання поживних речовин рослинами шавлії мускатної та біологічна активність ґрунту залежно від впливу досліджуваних факторів**

Багаторічні спостереження за вмістом поживних речовин в ґрунті по фазам розвитку рослин не давали можливості робити висновки, давати рекомендації виробництву. Відомо, що в ґрунті протікає дуже складний процес накопичення та використання рослинами поживних речовин, особливо в умовах зрошення. Поливна вода сприяє їх накопиченню в ґрунті, а при його перезволоженні, що, нажаль, дуже часто має місце в технології вирощування сільськогосподарських культур, поживні накопичені речовини мігрують із активного 20-50 см у більш глибокі шари ґрунту, втрачаються поживні речовини і при випаровуванні збагаченої ними води.

Відсутність результатів досліджень по накопиченню, втратам рухомих поживних речовин, відсутність спеціальних приладів спостереження за динамікою вмісту поживних речовин в ґрунті свідчить про необхідність одержаної інформації, недоцільність використання класичної методики вивчення поживних режимів рослин.

Співставлення результатів проведених спостережень за вмістом поживних речовин в період вегетації дослідної культури сприяли суб'єктивній оцінці результатів, її висновки в багатьох випадках не відповідали дійсності, а бажанню дослідника.



Все це змусило науковців знаходити показники, вивчення, отримання яких не супроводжувались великими витратами й були більш об'єктивними. Вченими відомої в Україні та за кордоном школи зрошувального землеробства академіка В. О. Ушкаренка розроблено методику вивчення умовного споживання поживних речовин рослинами за весь період вегетації сільськогосподарських культур. Суть метода полягає в наступному: після сходів вирощуваної культури на провідних варіантах польового дослідження виділяють ділянки, на яких протягом вегетаційного періоду культури підтримується ідеально чистий від рослин стан.

Всі досліджувані фактори реалізуються при закладці дослідження. Зрошення культури відповідає всім необхідним умовам, післяполивне рихлення поверхні ґрунту проводиться ручними знаряддями.

В оптимальних умовах в ґрунті протікає процес накопичення поживних речовин. Поряд із паровими виділяються ділянки із рослинами, на яких знищуються бур'яни й проводиться рихлення поверхні ґрунту. На ділянках з рослинами, як і на парових ділянках, мають місце втрати поживних речовин через вимивання у глибокі шари і втрати з водою при її випаровуванні. Тобто накопичення і втрати поживних речовин протікають в однакових умовах.

Зразки ґрунту у день збирання урожаю відбирають пошарово на глибину 0-60 см, повторність відбору зразків ґрунту п'ятиразова.

Умовне споживання рослин шавлії мускатної вивчали на другий (2014-2016) та четвертий (2016-2018) роки використання культури, тобто встановлювали трьохрічні дані двома періодами використання культури – оптимального по величині урожаю суцвіть та з мінімальними результатами.

За умовне споживання поживних речовин рослинами приймали різницю показника досліджуваного, отриманого на паровій (без рослин) та ділянці з рослинами.

В таблицях 4.11 та 4.12 представлено експериментальні дані умовного споживання рослинами шавлії мускатної нітратів та фосфатів на контрольних

варіантах залежно від досліджуваних факторів: глибина оранки (20-22 та 28-30 см), фон живлення (Без добрив, N<sub>60</sub>P<sub>90</sub>), строки сівби (перший – у першій декаді грудня, четвертий – перша декада квітня).

У другому році використання на неудобреному фоні та варіанті оранки на 28-30 см більшим умовне споживання було порівняно з варіантом оранки на 20-22 см. На фоні N<sub>60</sub>P<sub>90</sub> і накопичення, і умовне споживання поживних речовин рослинами шавлії мускатної було більше на варіанті оранки на 20-22 см. У вказаному варіанті оранки і на фоні добрив вони були більшими, ніж на варіанті глибокої оранки на 28-30 см.

Таблиця 4.11

**Умовне споживання нітратів рослинами шавлії мускатної з 0-60 см шару ґрунту залежно від досліджуваних факторів, мг/кг**

Фон живлення (фактор А)	Строки сівби (фактор В)	Глибина оранки (фактор С)			
		20-22 см		28-30 см	
		вміст нітратів на паровій ділянці	умовне споживання нітратів рослинами	вміст нітратів на паровій ділянці	умовне споживання нітратів рослинами
<b>Другий рік використання культури, 2014-2016 рр.</b>					
Без добрив	Перша декада грудня	48,2	24,6	37,9	26,5
	Перша декада квітня	39,4	22,4	30,1	24,9
N <sub>60</sub> P <sub>90</sub>	Перша декада грудня	96,4	55,8	91,5	44,1
	Перша декада квітня	90,2	39,6	86,2	36,8
<b>Четвертий рік використання культури, 2016-2018 рр.</b>					
Без добрив	Перша декада грудня	39,8	22,1	32,6	18,2
	Перша декада квітня	32,5	18,9	29,1	16,4
N <sub>60</sub> P <sub>90</sub>	Перша декада грудня	64,1	34,2	54,2	28,6
	Перша декада квітня	58,6	29,8	50,9	25,9

НІР<sub>05</sub> для факторів А, В, С в роки досліджень коливались від 0,9 до 1,2, для комплексної дії АВС – від 2,1 до 2,8 мг/кг ґрунту

У четвертий рік використання (2016-2018 рр.) ущільнення ґрунту

знизило процес накопичення нітратів по варіантам оранки на 41,2%. Умовне споживання нітратів при оранці на глибину 20-22 см було більшим на неудобреному фоні на 15,6%, ніж на глибокій оранці. На фоні  $N_{60} P_{90}$  умовне споживання було також вищим на оранці 20-22 см.

Весняні посіви культури, особливо в першій декаді квітня, судячи по накопиченню нітратів та умовному їх споживанню рослинами шавлії мускатної недоцільні.

Умовне споживання фосфатів рослинами шавлії мускатної з шару 0-60 см залежно від досліджуваних факторів дозволило встановити, що залежність накопичення цього елемента живлення на парових ділянках аналогічна нітратам, але рівень показників їх вмісту та умовного споживання рослинами значно нижчий (табл. 4.12).

Дисперсійний аналіз даних накопичення та умовного споживання нітратів рослинами шавлії мускатної свідчить про суттєвість різниць за варіантами та ефективності досліджуваних факторів.

Визначено, що накопичення та умовне споживання фосфатів рослинами шавлії мускатної проявило подібні закономірності, які були отримані на нітратах, але по деяких показниках воно було нижче. Також проявилась значно менша післядія фосфорних добрив, ніж азотних.

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  $CO_2$  внаслідок розкладення органічної речовини, втрат вуглецю через процеси життєдіяльності ґрунтової біоти та кореневої системи рослин) та ступінь

розкладу лляного полотна (вказує на активність целюлозо розкладаючих бактерій). Вищевказані показники залежать як від ґрунтового-кліматичних, так і від агротехнологічних факторів впливу на ґрунт.

Таблиця 4.12

**Умове споживання фосфатів рослинами шавлії мускатної з 0-60 см шару залежно від досліджуваних факторів, мг/кг**

Фон живлення (фактор А)	Строки посіву (фактор В)	Глибина оранки (фактор С) та досліджувані показники			
		20-22 см		28-30 см	
		вміст фосфатів на паровій ділянці	умовне споживання фосфатів	вміст фосфатів на паровій ділянці	умовне споживання фосфатів
<b>Другий рік використання культури, 2014-2016 рр.</b>					
Без добрив	Перша декада грудня	26,1	15,2	27,2	13,0
	Перша декада квітня	23,5	13,1	24,5	10,9
N <sub>60</sub> P <sub>90</sub>	Перша декада грудня	42,5	28,4	39,1	24,3
	Перша декада квітня	36,4	24,2	32,3	20,9
<b>Четвертий рік використання культури, 2016-2018 рр.</b>					
Без добрив	Перша декада грудня	18,2	8,5	17,0	8,0
	Перша декада квітня	16,3	6,1	15,1	5,9
N <sub>60</sub> P <sub>90</sub>	Перша декада грудня	31,9	20,2	28,1	17,3
	Перша декада квітня	28,2	17,3	25,0	15,6

НІР<sub>05</sub> для роздільної дії факторів в роки використання культури коливалась від 0,07 до 0,12, а для комплексної дії АВС – від 1,2 до 1,8 мг/кг ґрунту

Найбільш суттєвий вплив на активність ґрунтових мікроорганізмів мають такі агротехнологічні фактори, як добрива, обробіток ґрунту, зрошення.

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

Наявність вуглекислого газу в ґрунті в невеликій кількості – це позитивний фактор. Розчиняючись у воді, він посилює розчинність поживних речовин ґрунту, зокрема фосфатів, які при цьому краще використовуються рослинами.

Щоб створити сприятливі умови для росту рослин треба забезпечити своєчасне виділення в повітря  $\text{CO}_2$ , що нагромаджується в ґрунті, й поповнення у ньому запасів кисню. Виділення  $\text{CO}_2$  з ґрунту в атмосферу корисне ще й тому, що при цьому посилюється фотосинтез.

Висока концентрація  $\text{CO}_2$  у ґрунтовому повітрі шкодить рослинам. Якщо його вміст перевищує 1%, він вже шкодить корінню рослин, проростаючому насінню і затрудняє біологічні процеси в ґрунті. Надмірна концентрація  $\text{CO}_2$  в ґрунтовому повітрі послаблює також темпи вбирання рослинами води і поживних речовин, зокрема азоту.

Оскільки більшість бур'янів менш вимоглива до аерації ґрунту, ніж культурні рослини, то при збільшенні вмісту вуглекислого газу у ґрунтовому повітрі різко збільшується забур'яненість посівів.

При високій концентрації  $\text{CO}_2$  внаслідок нагромадження токсичних продуктів анаеробного дихання значно зменшується водопроникність коренів, що і є причиною, яка послаблює надходження в рослину води і поживних речовин.

Результати проведених досліджень і сприяли тому, що ми вивчали біологічну активність ґрунту на посівах шавлії мускатної двома методами: за кількістю  $\text{CO}_2$ , що виділяється з поверхні ґрунту та за інтенсивністю розкладання целюлозо-розкладаючими мікроорганізмами лляного полотна. Дослідження за двома методами спостереження проводились на двох роках використання шавлії мускатної (другий – 2014-2016 рр., та четвертий – 2016-2018 рр.); двох варіантах оранки (на 20-22 та 28-30 см); двох фонах живлення (Без добрив,  $\text{N}_{60}\text{P}_{90}$ ) та двох строках сівби (перший – перша декада грудня, четвертий – перша декада квітня). Строки спостереження в таблицях представлені: 1 – кінець першого весняного місяця вегетації, 2 – період скошування суцвіть. У таблицях (4.13-4.14) представлено трирічні дані

залежності біологічної активності ґрунту від досліджуваних факторів.

Спостереження та розрахунки показників виділення CO<sub>2</sub> з ґрунту проведено за методом Штатнова В.І. [393]. Отримані дані, оброблені методом дисперсійного аналізу за схемою трьохфакторного дослідження, свідчать, що даний показник суттєво змінювався залежно від впливу факторів (табл. 4.13).

Таблиця 4.13

**Біологічна активність ґрунту на посівах шавлії мускатної залежно від досліджуваних факторів, г CO<sub>2</sub>/м<sup>2</sup> за добу**

Фон живлення	Строки сівби	Глибина оранки (фактор С) та досліджувані показники			
		20-22 см		28-30 см	
		кінець першого весняного місяця вегетації	період скошування суцвіть	кінець першого весняного місяця вегетації	період скошування суцвіть
<b>Другий рік використання культури, 2014-2016 рр.</b>					
Без добрив	Перша декада грудня	2,29	2,64	2,39	2,45
	Перша декада квітня	1,76	2,29	2,11	2,34
N <sub>60</sub> P <sub>90</sub>	Перша декада грудня	4,98	5,87	4,28	5,40
	Перша декада квітня	4,02	5,30	3,96	4,19
<b>Четвертий рік використання культури, 2016-2018 рр.</b>					
Без добрив	Перша декада грудня	1,84	1,96	1,76	1,98
	Перша декада квітня	1,59	1,42	1,60	1,45
N <sub>60</sub> P <sub>90</sub>	Перша декада грудня	3,62	3,76	3,62	3,80
	Перша декада квітня	3,09	3,12	2,94	3,05

НІР<sub>05</sub> для факторів А, В, С в роки досліджень коливалася від 0,05 до 0,08, а для комплексної дії АВС – від 0,16 до 0,23 г CO<sub>2</sub>/м<sup>2</sup> за добу

У період скошування суцвіть шавлії мускатної показники виділеного CO<sub>2</sub> були найвищими. Добрива N<sub>60</sub> P<sub>90</sub> сприяли максимальному виділенню CO<sub>2</sub> в другий рік використання культури, в четвертий рік – кількість виділеного газу зменшувалась, по середнім трьохрічним даним, на фоні

добрив та першому строці посіву культури від 4,28-5,87 г CO<sub>2</sub>/м<sup>2</sup> за добу до 3,62 – 3,80. На неудобреному фоні це зниження було значно меншим – від 2,29 – 2,64 до 1,76 – 1,98 г CO<sub>2</sub>/м<sup>2</sup> за добу. Малосуттєвою була різниця у виділенні CO<sub>2</sub> у варіантах оранки на 20-22 та 28-30 см.

Максимальним по виділенню CO<sub>2</sub> із ґрунту при краплинному зрошенні був агротехнічний комплекс: оранка на 20-22 см, внесення добрив із розрахунку N<sub>60</sub>P<sub>90</sub>, посів у першій декаді грудня при другому році використання культури (2014-2016 рр.) – 5,97 г CO<sub>2</sub>/м<sup>2</sup> за добу, а мінімальним – на неудобреному фоні, при оранці на 20-22 см, при четвертому строці сівби – в першій декаді квітня – 1,42 г CO<sub>2</sub>/м<sup>2</sup> за добу.

Результати досліджень інтенсивності розкладання лляної тканини, представлені в таблиці 4.14 підтвердили закономірності, отримані при спостереженні за виділенням CO<sub>2</sub> з поверхні ґрунту.

Таблиця 4.14

**Інтенсивність розкладання лляної тканини залежно від досліджуваних факторів, %**

Фон живлення	Строки сівби	Глибина оранки та досліджувані показники			
		20-22 см		28-30 см	
		кінець першого весняного місяця	період скошування суцвіть	кінець першого весняного місяця	період скошування суцвіть
Другий рік використання культури, 2014-2016 рр.					
Без добрив	Перша декада грудня	25,4	32,6	31,5	33,7
	Перша декада квітня	18,7	23,9	22,6	26,7
N <sub>60</sub> P <sub>90</sub>	Перша декада грудня	42,6	50,7	39,9	42,5
	Перша декада квітня	34,9	39,5	31,7	37,6
Четвертий рік використання культури, 2016-2018 рр.					
Без добрив	Перша декада грудня	20,8	24,3	18,2	22,1
	Перша декада квітня	15,0	20,5	17,2	21,0
N <sub>60</sub> P <sub>90</sub>	Перша декада грудня	32,5	36,8	30,2	33,8
	Перша декада квітня	27,1	32,2	24,5	30,9

Найбільший відсоток розкладення лляної тканини отримано також в умовах агротехнічного комплексу: внесення добрив із розрахунку  $N_{60} P_{90}$ , оранці на глибину 20-22 см, посіву в першій декаді грудня в другий рік використання культури (2014-2016 рр.) – 50,7%. У четвертому році використання (2016-2018 рр.) він склав всього 36,8%. Весняний строк посіву (1 квітня) та глибока оранка на 28-30 см виявились менш ефективними порівняно з рекомендованими.

#### 4.4 Ріст та розвиток рослин шавлії мускатної залежно від досліджуваних факторів

Відповідно до внесених добрив відбувався різний розвиток рослин (рис. 4.1), так внесені добрива під основний обробіток ґрунту в дозі  $N_{60} P_{60}$  мали більш розвинену кореневу систему, ніж у варіанті без добрив, що в майбутньому впливало на формування врожаю шавлії мускатної за роками використання.



**Рис. 4.1** Вплив досліджуваних факторів на формування біометричних показників шавлії мускатної першого року життя:  
1 – Без добрив ; 2 –  $N_{60}P_{30}$  ; 3 –  $N_{60}P_{60}$  ; 4 –  $N_{60}P_{90}$



Взаємодія зрошення та добрив стало провідним чинником поєднання тепла і світла, що впливали на родючість ґрунту й продуктивність сільськогосподарських культур в умовах посушливого степу України.

В умовах зрошення потреба у фосфорних добривах значно менша, ніж азотних. Поливи підвищують доступність фосфору ґрунту до рослин, вони поглинають його з більш глибоких горизонтів, тому вирощуванні сільськогосподарські культури слабше реагують на фосфорні добрива

На рисунку 4.1 помітним є вплив вивчених факторів на формування біометричних показників шавлії мускатної першого року життя при проведенні краплинного зрошення. Перевага цього поливу перед дощувальними машинами різної конструкції в тому, що при краплинному зрошенні полив проводиться в рядок під рослину, водночас не зрошується міжрядковий простір, що зменшує появу бур'янів у міжряддях та призводить до зменшення кількості культиваций у міжряддях на 70 см та покращення фізичних властивостей ґрунту.

Ріст та розвиток рослин є основним показником продуктивності землеробства. Корегування нерегульованих факторів, таких, як сонячна радіація, температура повітря, так і регульованих людиною (сорти, зрошення, добрива, пестициди, елементи агротехніки тощо).

Аналізуючи показники (табл. 4.15) на залежність проходження фенологічних фаз розвитку рослини шавлії мускатної, так, у варіанті без добрив поява сходів помічена на 109 день від дня підзимового посіву – перша декада грудня, насіння під час перебування в ґрунті в зимовий період отримувало вологу з атмосферних опадів. Насіння шавлії ослизнювалося під час перезимівлі та тримало вологу у своїй оболонці до 40 % від маси насіння, але не сходило, температурний режим ґрунту не дозволяв появі сходів, під час цього періоду насіння шавлії мускатної проходило процес стратифікації, а при настанні позитивних температур ґрунту 12<sup>0</sup>С почало сходити, так, у варіанті без добрив ця фаза настала на 109 день після посіву, внесення добрив у дозах: N<sub>60</sub>P<sub>30</sub>, N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>, N<sub>60</sub>P<sub>90</sub> у цих варіантах затримувало появу фенологічної

фази – сходи на 2 доби, при посіві насіння рослин шавлії мускатної в другій декаді березня 2012–2014 рр. при настанні температури 16<sup>0</sup> С у шарі ґрунту 0–10 см помічали появу сходів на 34 день, у варіанті з дозою внесення мінеральних добрив поява сходів була відмічена на 41 день від дня посіву.

Таблиця 4.15

**Залежність проходження фенологічних фаз розвитку рослин шавлії мускатної залежно від унесення добрив та строків посіву в перший рік життя (середнє за 2012–2014 рр.)**

Строки сівби	Міжфазний період, дні	
	фенологічні фази розвитку	
	сходи	розетка
Без добрив		
Перша декада грудня	109	87
Друга декада березня	34	67
Третя декада березня	29	65
Перша декада квітня	22	55
N <sub>60</sub> P <sub>90</sub>		
Перша декада грудня	111	87
Друга декада березня	41	66
Третя декада березня	32	64
Перша декада квітня	24	54

**Примітка.** Перший строк сівби – перша декада грудня; другий – друга декада березня; третій – третя декада березня; четвертий – перша декада квітня

При настанні позитивної температури 20<sup>0</sup> С у цьому шарі ґрунту поява сходів на третьому строці посіву – на 29 день від дня посіву, внесені добрива під основний обробіток ґрунту затримали появу сходів на 2–3 доби.

Зростання температури ґрунту під час весняного посіву в шарі 0–10 см прискорювало проходження фенологічних фаз розвитку рослин у всіх варіантах досліджень, але внесені добрива в різних дозах відтермінували

появу фаз розвитку рослин.

При посіві в першій декаді квітня відбувались повітряні посухи, насіння потрапляло в ґрунт з вологістю ґрунту 70-75% НВ, але через повітряну посуху волога з нього швидко випаровувалась. Під дією цього фактору він втрачав вологу до 65% НВ, насіння втрачало вологу з ґрунту – насіння ослизнювалось, набирало вологу для проростання, а зниження вологи в ґрунті призводило її до втрачання, оболонка насіння ставала непроникною до вологи, була твердою і під час поливу до насіння не поступала волога. що призводило до зрідженості появи сходів культури.

Висока вологість ґрунту необхідна в період проростання насіння. У цей час плодова оболонка поглинає води в 42,5 рази більше власної маси. Вода міцно утримується слизом оболонки, що забезпечує проростання насіння. У разі зниження вологості ґрунту у цей період слиз плодової оболонки, швидко висихаючи, перетворюється у водонепроникну плівку, яка перешкоджає надходженню вологи та повітря в насіння.

Ось чому за такого терміну посіву сходи шавлії з'являються нерівномірно, і вони дуже зріджені або зовсім не з'являються. Тому головним завданням у зоні південного регіону України є збереження вологи у верхньому шарі ґрунту [24].

Тому, у найважливіший період розвитку рослин – сходи, особливу увагу слід приділяти підтриманню вологи в межах 70-75% НВ ця умова досягалась з використанням борони культиватора БК-1,0, при цьому агрегат добре вичісував бур'яни, які находились у фазі шильця, приживаємість бур'янів була дуже низькою, не підіймався верхній шар ґрунту наверх, що дозволяло утримати при сівбі вологу в шарі ґрунту 3-5 см на рівні 70-75% НВ. У подальших періодах розвитку рослин ця особливість у підтриманні вологи у вище перерахованих межах відпадає.

При розгляді рисунка 4.2 можна констатувати, що при проведенні передпосівного обробітку ґрунту бороною культиватором БК-1,0 досягалось створенням ложе для насіння на глибині 3 см, що сприяло появі рівномірних

дружніх сходів, цей агротехнологічний прийом особливо є актуальним в умовах Південного Степу України, оскільки у цей період здебільшого спостерігаються повітряні посухи, які вивітрювали ґрунтові запаси вологи в цьому шарі. Тому проведення сівби в оптимальні строки для цієї культури дуже важливо-це збереження ґрунтової вологи для появи дружніх сходів.



**Рис. 4.2 Перший рік життя. Загальний вигляд посіву шавлії мускатної на фоні передпосівного обробітку ґрунту бороною культиватором БК-1,0**

На рис. 4.3 показано, як розвиваються рослини без добрив, слабо формуються біометричні показники, листовий апарат представлено тільки п'ятьма листками, коренева система не розвинена, все це за роками використання посіву формувало врожай з низькими врожайними показниками, як з урожаю суцвіть, так і ефірної олії.

Відповідно до рисунка 4.4 надано загальний вигляд рослини шавлії мускатної на першому році життя з першим строком посіву – перша декада грудня, фаза розвитку рослини – сходи.



**Рис. 4.3 Перший рік життя. Загальний вигляд шавлії мускатної, перший строк посіву без добрив, фаза розвитку рослин – сходи**

Визначено, що за внесення мінеральних добрив у дозі  $N_{60}P_{90}$  коренева система мала розгалужений вигляд (рис. 4.4). Це дозволяло рослинам поглинати більшу кількість води та поживних речовин з ґрунту, сформувати велику фотосинтетичну поверхню та площу листового апарату, що сприяло формуванню в майбутньому більш високого врожаю суцвіть та біологічно активних речовин у лікарській сировині.



**Рис. 4.4** Перший рік життя. Загальний вигляд шавлії мускатної, перший строк посіву, перша декада грудня, фаза розвитку рослин – сходи. Фон живлення  $N_{60}P_{90}$

На другому–п'ятому роках використання значних змін у проходженні фенологічних фаз розвитку рослин шавлії мускатної залежно від добрив та строків посіву не відбувалося.

Розглядаючи показники проходження фенологічних фаз розвитку рослин шавлії мускатної (табл. 4.18), можна зробити висновки про те, що на ці показники суттєво впливали тільки строки сівби.

Таблиця 4.18

**Проходження фенологічних фаз розвитку рослин шавлії мускатної першого-четвертого років використання залежно від добрив та строків посіву (середнє за 2013–2018 рр.)**

Міжфазний період, дні			
Строки сівби	розетка – стеблування	стеблування – бутонізація – цвітіння	технологічна стиглість
Без добрив			
Перша декада грудня	16	8	4
Друга декада березня	16	8	4
Третя декада березня	18	7	3
Перша декада квітня	18	7	2
N <sub>60</sub> P <sub>90</sub>			
Перша декада грудня	17	8	5
Друга декада березня	17	8	4
Третя декада березня	17	8	5
Перша декада квітня	18	10	4

**Примітка.** Перший строк сівби – перша декада грудня; другий – друга декада березня; третій – третя декада березня; четвертий – перша декада квітня

Загальний вигляд шавлії мускатної – фаза бутонізації, представлений на рисунку 4.5. В польових дослідах ця фаза наступала відповідно до метеорологічних умов у роки життя, які, в середньому, припадали на період від 4 по 10 червня.



**Рис. 4.5** Загальний вигляд шавлії мускатної другого року використання, фаза бутонізації, фон живлення  $N_{60}P_{90}$

Загальний вигляд шавлії мускатної – фаза цвітіння, наданий на рисунку 4.6, ця фаза наступала відповідно до розвитку рослин, умови, які склалися, в середньому, з 6 по 13 червня.



Наданий загальний вигляд посіву шавлії мускатної представлений на рисунку та другим строками сівби дозволило отримати врожайність суцвіть на рівні 15,01 т/га, з вмістом ефірної олії до 35 % у зеленій масі шавлії мускатної.



**Рис. 4.6** Загальний вигляд шавлії мускатної четвертого року життя, третього року використання, фази цвітіння, фон живлення –  $N_{60}P_{90}$

#### **4.5 Збереження рослин шавлії мускатної у посівах**

Показник збереженості при вивченні технології вирощування шавлії мускатної відіграє важливу роль для встановлення тривалості її використання

та оптимальних строків сівби.



**Рис. 4.7 Загальний вид шавлії мускатної другого року використання у фазу цвітіння, фон живлення  $N_{60}P_{90}$  (20.06.2015 рік)**

При аналізі табл. 4.19 про вплив глибин основної обробки ґрунту, фону живлення, строків посіву на густоту стояння рослин за роками використання посіву шавлії мускатної, можна сказати, що при першому році в весняний період визначення густоти стояння рослин у варіанті без добрив, з глибиною оранки 20-22 см, кількість рослин на цьому варіанті склала 40, а у варіанті з післядією добрив на першому році життя у дозі  $N_{60} P_{90}$  збільшилась до 46 шт./м<sup>2</sup>. При підрахунку густоти стояння рослин у варіанті без добрив кількість рослин на цьому варіанті зменшилась до 39, а на удобреному – до 40

шт./м<sup>2</sup>.

Таблиця 4.19

**Вплив глибин основного обробітку ґрунту, фону живлення, строків посіву на густоту стояння рослин за роками використання посіву шавлії мускатної, шт./м<sup>2</sup>**

Роки використання	Глибина оранки, см	Строк визначення	Фон живлення	
			Без добрив	N <sub>60</sub> P <sub>90</sub>
Перший, 2013-2015 рр.	20-22	Весняний	40	46
		Підзимовий	39	40
	28-30	Весняний	45	46
		Підзимовий	39	45
Другий, 2014-2016 рр.	20-22	Весняний	31	35
		Підзимовий	29	30
	28-30	Весняний	34	38
		Підзимовий	24	33
Третій, 2015-2017 рр.	20-22	Весняний	28	29
		Підзимовий	22	24
	28-30	Весняний	23	25
		Підзимовий	21	22
Четвертий, 2016-2018 рр.	20-22	Весняний	5	6
		Підзимовий	3	4
	28-30	Весняний	4	5
		Підзимовий	3	4

У варіанті з більш глибокою оранкою на 28-30 см, без добрив, при весняній сівбі кількість рослин на цьому варіанті склала 45 шт./м<sup>2</sup>. При другому році перед виходом під зиму кількість рослин становила 24 шт./м<sup>2</sup>. У подальшому – на третьому році використання, кількість рослин на одиницю площі продовжила своє зниження до 21 шт./м<sup>2</sup>.

На четвертому році використання посіву в результаті зростання щільності ґрунту та старіння рослин (скорочення асиміляційного їх апарату) відбулось істотне випадання рослин у посіві шавлії мускатної. При цьому кількість рослин під час перезимівлі становила, у середньому, 3 шт./м<sup>2</sup> у неудобреному варіанті з оранкою на глибину 20-22 см та підзимовому строці

сівби. Тому використання посіву в подальшому було недоцільним.

Аналізуючи показники збереженості рослин першого року використання (табл. 4.20) у контрольному варіанті, можна сказати, що вона знижувалася відповідно до років використання посіву шавлії мускатної.

Таблиця 4.20

**Збереження рослин шавлії мускатної залежно від досліджуваних факторів у роки проведення дослідів, %**

Фон живлення	Роки визначення				
	перший рік життя, 2012-2014 рр.	другий рік життя, 2013-2015 рр.	третій рік життя, 2014-2016 рр.	четвертий рік життя, 2015-2017 рр.	п'ятий рік життя, 2016-2018 рр.
<b>Оранка на глибину 20–22 см</b>					
Без добрив	93	78	71	55	12
N <sub>60</sub> P <sub>30</sub>	96	79	72	55	12
N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	97	93	77	64	12
N <sub>60</sub> P <sub>90</sub>	98	93	77	66	12
Середнє	96	85	74	60	12
<b>Оранка на глибину 28–30 см</b>					
Без добрив	93	78	72	56	12
N <sub>60</sub> P <sub>30</sub>	96	79	73	56	13
N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	97	94	76	66	13
N <sub>60</sub> P <sub>90</sub>	98	94	77	66	13
Середнє	96	86	74	61	13

При внесенні мінеральних добрив дозою N<sub>60</sub>P<sub>60</sub> у перший рік життя посіву з оранкою на глибину 20–22 см збереженість рослин на початку вегетації становила 96, у другий – 79, третій – 72%. На четвертому році життя шавлії мускатної збереженість різко знизилась до 55, а на п'ятому – до 12%.

Збільшення глибини оранки до 28–30 см на третьому році життя сприяло неістотному зростанню збереженості рослин шавлії мускатної на 1% порівняно з глибиною оранки 20–22 см. Така ж тенденція зберігалась і на

четвертому році життя.

На п'ятому році життя шавлії мускатної збереженість рослин у посіві різко знизилась до 12 %, одна з головних причин – це старіння асиміляційного апарату та ущільнення ґрунту, що водночас знижувало проникнення вологи та поживних речовин у нижні шари ґрунту.

Низка учених [79] стверджує, що на п'ятому році життя шавлії мускатної мали місце й інші причини, тому недоцільно тримати цей посів для подальшого використання.

Водночас у старовіковому посіві накопичувались шкідники, які не спостерігались протягом чотирьох років життя шавлії мускатної та хвороби – іржа листя, хлороз, що викликало зниження врожаю та вихід ефірної олії із сировини, тому всі вище перераховані фактори не сприяли в подальшому використанню посіву. Тому на п'ятому році життя цей посів був передискований.

В подальших досліджах ми вивчали вплив ширини міжрядь посіву, фону живлення на формування густоти стояння рослин за роками життя шавлії мускатної (табл. 4.21), за нашими даними ширина міжрядь суттєво не впливала на формування врожаю за роками життя. При ширині міжрядь 45 см густота стояння рослин на першому році життя становила у варіанті без унесення добрив – 41. Добрива в дозі N<sub>60</sub> P<sub>90</sub> проявили свою позитивну дію на першому році життя, цей показник зріс на три рослини на 1 м<sup>2</sup>.

На п'ятому році життя ця залежність не проявилась. За низької густоти стояння рослин не було змоги отримувати повноцінний гарантований урожай шавлії мускатної, і тому на п'ятому році життя після отримання низького врожаю з мінімальним вмістом ефірної олії такі посіви були передисковані.

При аналізі даних рисунку 4.8 на вміст сахарози в коріннях шавлії мускатної по роках використання, було визначено, що в зиму вміст сахарози становив на першому-третьому роках – від 28,0 до 22,1%, але на четвертому році використання посіву цей показник різко знизився. В середньому за 2014-2017 рр., в лютому місяці вміст сахарози склав лише 12,7%. Однією з

головних причин такого різкого зменшення – це старіння асиміляційного апарату на четвертому році використання рослин, що привело до різкого зниження її в коріннях досліджуваних рослин.

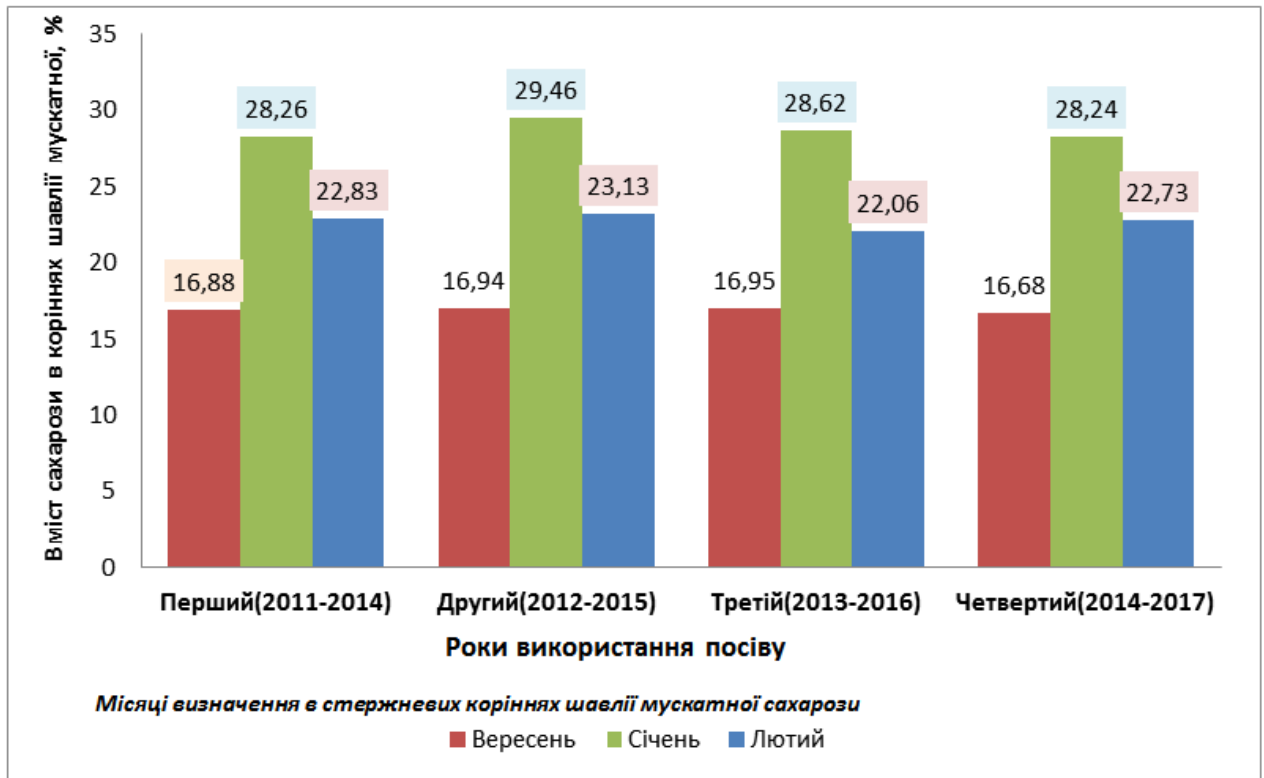
Таблиця 4.21

**Вплив ширини міжрядь посіву, фону живлення на формування густоти стояння рослин по роках життя шавлії мускатної, шт./м<sup>2</sup>**

Фон живлення	Роки визначення					
	перший рік життя, 2012-2014 рр.	другий рік життя, 2013- 2015 рр.	третій рік життя, 2014 -2016 рр.	четвертий рік життя, 2015- 2017 рр.	п'ятий рік життя, 2016- 2018 рр.	середнє за п'ять років життя
<b>Ширина міжрядь 45 см</b>						
Без добрив	41	39	29	22	3	26,8
N <sub>60</sub> P <sub>30</sub>	40	39	29	22	5	27,0
N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	42	39	28	27	5	28,2
N <sub>60</sub> P <sub>90</sub>	44	40	29	27	6	29,2
Середнє	42,0	39,2	28,7	24,5	4,7	27,8
<b>Ширина міжрядь 70 см</b>						
Без добрив	41	40	31	24	6	28,4
N <sub>60</sub> P <sub>30</sub>	41	40	30	24	6	28,2
N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	43	41	30	28	6	29,6
N <sub>60</sub> P <sub>90</sub>	46	42	30	28	6	30,4
Середнє	42,7	40,7	39,2	26,0	6,0	30,9

Проведеними дослідженнями встановлено, що продукти фотосинтезу у шавлії мускатної депозитуються в стержневому корені, в якому на зиму накопичується до 35% цукрів, переважно в формі сахарози.

Важливе значення при вирощуванні шавлії мускатної за умов краплинного зрошення має контроль якості лікарської сировини з врахуванням впливу агротехнічних факторів. Якщо в період проходження першої фази загартовування (жовтень) в стрижневих коренях спостерігаються незначні зміни у вмісті сахарози, то при зниженні температури повітря до мінус 8-10°C в них відбувається різке збільшення вмісту сахарози (рис. 4.8).



**Рис. 4.8 Вміст сахарози в коріннях шавлії мускатної у різні місяці по роках використання, %**

Визначено, що вміст сахарози в коріннях досліджуваної культури по роках склав на першому році використання від 16,9 до 28,3% відповідно за визначеннями у вересні, січні та лютому. Досліджуваний показник мав схожі тенденції і в наступні роки використання. Так, якщо в жовтні в стрижневих коренях містилося 16,88% сахарози, то в січні – 28,26%. У лютому кількість сахарози знижується до 22,58%. У цей час вміст моносахаридів падає до 1,40 проти 12,75 % в жовтні.

#### **Висновки до розділу 4**

1. Економне використання поливної води одне з головних аспектів вирощування сільськогосподарських культур на півдні України. Тому нами, вперше в умовах Південного Степу України, було використано краплинне зрошення, що дало змогу отримати повноцінні сходи шавлії мускатної в різні строки посіву від першого (підзимова сівба у першу декаду грудня) до четвертого строків (весняна сівба у першу декаду квітня). При цьому дотримувались режиму зрошення з рівнем передполивної вологості 30-40 см

шару ґрунту 70-75% НВ.

2. Встановлено, що водоспоживання шавлії мускатної малосуттєво змінюється за роками життя – у перший рік воно становить 4873-5856 м<sup>3</sup>/га, на другий – 4811-5560, на третій – 4811-5540, а на четвертий рік – 4862-5680 м<sup>3</sup>/га, що можна пояснити високими вологовитратами на випаровування з поверхні ґрунту. Найбільше сумарне водоспоживання в усі роки використання було в удобрених варіантах. Глибина оранки практично не змінювали досліджуваній показник. Строки сівби малосуттєво впливали на величину досліджуваного показника зі слабким зростанням його за сівби в першу декаду грудня (підзимовий) порівняно з першою декадою квітня. Зафіксована тенденція зростання споживання вологи у варіантах з міжряддям 70 порівняно з 45 см.

3. У перший рік використання водоспоживання шавлії мускатної перевищує 5 тис. м<sup>3</sup>/га за сівби у першу декаду грудня. Визначено, що максимальну питому вагу у водному балансі культури займають атмосферні опади – 47,5-49,3%. Також істотною (35,4-43,3%) є питома вага ґрунтової вологим, а на зрошувальну норму припадає 13,5-15,4%. На четвертому році використання на неудобреному контролі сумарне водоспоживання дорівнювало 5130 м<sup>3</sup>/га за сівби у першу декаду грудня, а при сівбі у першу декаду квітня відбулося його зменшення на 5,2%.

4. Найменше значення коефіцієнту водоспоживання – 362 м<sup>3</sup>/т у перший рік використання культури було за взаємодії варіантів – оранка на глибину 28-30 см, внесення добрив у дозі N<sub>60</sub>P<sub>90</sub>, сівба у першу декаду грудня з міжряддям 45 см. На другому і третьому роках використання зберігалось найекономніше використання вологи за внесення добрив у дозі N<sub>60</sub>P<sub>90</sub>, сівбі у грудні з міжряддям 45 см. Вплив глибини оранки був неістотним – лише в межах від 0,7 до 2,3%. На четвертому році використання шавлії мускатної проявилось різке падіння ефективності використання вологи, а коефіцієнт водоспоживання істотно зменшився – порівняно з першим роком в 3,5-6,9 рази, а другим і третім – в 6,4-7,5 рази.

5. У польовому досліді нами визначено динаміку умовного споживання рослин шавлії мускатної на другий (2014-2016) та четвертий (2016-2018)



роки використання культури. За умовне споживання поживних речовин рослинами приймали різницю між показниками на паровій ділянці (без рослин) та ділянці з рослинами шавлії мускатної. Встановлено, що умовне споживання нітратів при оранці на глибину 20-22 см було найбільшим на неудобреному фоні.

6. Визначено, що накопичення та умовне споживання фосфатів рослинами шавлії мускатної мало подібну закономірність, що була отримана відносно нітратів, проте на деяких варіантах воно було нижчим. У четвертий рік використання шавлії мускатної відзначено істотне зменшення фосфатів (до 5,9 мг/кг) в неудобреному варіанті з оранкою на глибину 28-30 см та сівбою у першу декаду квітня. Біологічна активність ґрунту визначається інтенсивністю розвитку та життєдіяльності різних видів ґрунтових мікроорганізмів. Її вивчення необхідне для встановлення екологічної ефективності та безпечності застосовуваної технології вирощування. Отримані дані свідчать про те, що інтенсивність виділення  $\text{CO}_2$  з ґрунту суттєво залежала від усіх досліджуваних факторів. Внесення добрив у дозі  $\text{N}_{60}\text{P}_{90}$  сприяло максимальному зростанню виділення  $\text{CO}_2$  в другий рік використання культури. У четвертий рік – цей показник зменшився.

7. Результати досліджень інтенсивності розкладання лляної тканини підтвердили закономірності, що були отримані при спостереженні за виділенням  $\text{CO}_2$  з поверхні ґрунту. Найбільший відсоток цього показника одержано в другий рік використання культури (2014-2016 рр.) за внесення добрив у дозі  $\text{N}_{60}\text{P}_{90}$ , оранці на глибину 20-22 см, сівбі у першій декаді грудня, де він підвищився до 50,7%. У четвертому році використання (2016-2018 рр.) він склав 36,8%. Використання краплинного зрошення сприяло оптимізації продукційних процесів шавлії мускатної. Так, у варіанті без добрив поява сходів зафіксована на 109 день від дня підзимової сівби (перша декада грудня). За сівби у другу декаду березня при зростанні температури у шарі ґрунту 0–10 см до  $16^\circ\text{C}$  відзначено появу сходів на 34 день. Внесені мінеральні добрива у досліджуваних дозах під основний обробіток ґрунту відтермінували появу сходів на 2–3 доби.

9. Розглядаючи показники проходження фенологічних фаз розвитку

рослин шавлії мускатної першого-четвертого років використання залежно від досліджуваних чинників, можна зробити висновки про те, що на цей показник найбільшою мірою впливали міжфазні періоди розвитку культури. Найбільшого значення – 16-18 днів мав міжфазний період «розетка – стеблуння», а у технологічну стиглість – він зменшився до 2-5 днів. Аналізуючи показники збереженості рослин першого року використання у варіанті контроль, можна зробити висновок, що вона знижувалася відповідно до років використання посіву шавлії мускатної. При внесенні мінеральних добрив дозою  $N_{60}P_{60}$  у перший рік життя за оранкою на глибину 20-22 см збереженість рослин на початку вегетації становила 96, у другий – 79, третій – 72%. На четвертому році життя даний показник зменшився до 55, а на п'ятому – до 12%.

10. За порівняння впливу глибини основного обробітку ґрунту, фону живлення та строків сівби на густоту стояння рослин за роками використання посіву шавлії мускатної встановлено, що у першій рік за весняного обстеження цей показник був найнижчим. Густота стояння рослин у неудобреному варіанті з глибиною оранки 20-22 см склала 40 рослин на 1 м<sup>2</sup>, а у варіанті з удобренням  $N_{60}P_{90}$  – вона підвищилась на 13,1%. При підзимовій сівбі густота стояння рослин коливалась малосуттєво – від 39 та 40 шт./м<sup>2</sup>, відповідно. Дослідженнями вітчизняних і закордонних вчених доведено, що максимальна продуктивність агрофітоценозу більшості сільськогосподарських культур може бути досягнена за індексу листкової поверхні до 4-5. В наших дослідженнях визначено, що у другий рік використання шавлії мускатної (2014-2016 рр.), сівба у першій декаді грудня з міжряддям 45 см, удобренні  $N_{60}P_{90}$  та оранці на 20-22 см забезпечили зростання цього показника до 4,57. На четвертий рік використання відзначено різке падіння індексу листкової поверхні.

## РОЗДІЛ 5

### РОЗРОБЛЕННЯ ФОТОМЕЛІОРАТИВНИХ ЗАХОДІВ З ПОКРАЩЕННЯ ЯКОСТІ ПОЛИВНОЇ ВОДИ ДЛЯ ЗДІЙСНЕННЯ КРАПЛИННОГО ЗРОШЕННЯ ШАВЛІЇ МУСКАТНОЇ

Тривалі спостереження свідчать про те, що на зрошуваних землях, які інтенсивно поливаються, розвиваються процеси осолонцювання ґрунтів, що призводить до негативних наслідків. В усіх компонентах біосфери накопичуються шкідливі речовини антропогенного характеру у кількостях, що суттєво перевищують їх природній вміст. Вагомим джерелом забруднення довкілля є важкі метали. Тому нами вперше в умовах Південного Степу України була зроблена спроба біологічного очищення поливної води для зрошення шавлії мускатної. Для цього використовували ейхорнію товстонижку, яка має велике значення як природний фітомеліорант [61, 128, 315].

#### **5.1 Якість поливної води та вимоги до міжнародних стандартів до лікарських рослин**

В річці Інгулець хімічний склад води був сульфатно-хлоридний зі значною перевагою хлоридів (82% від суми аніонів), магнієво-натрієвий зі значною перевагою натрію (62% від суми катіонів) з загальною мінералізацією  $5,673 \text{ г/дм}^3$ , водневий показник  $\text{pH} = 8,3$ . Вміст хлоридів складає  $79,60 \text{ мг-екв/дм}^3$  ( $2821,82 \text{ мг/дм}^3$ ). Вміст сульфатів дорівнює  $13,88 \text{ мг-екв/дм}^3$  ( $666,18 \text{ мг/дм}^3$ ). Високі показники мінералізації та вмісту хлоридів пояснюються тим, що на момент відбору проби води, поливний сезон ще не розпочався і подача дніпровської води в верхоріччі Інгульця для розбавлення інгулецької води до безпечних для поливу меж ще не здійснювалась [285].

За багаторічними даними, вміст токсичних солей в змішаних водах

Інгулецького магістрального каналу, в середньому за поливний період, становить близько 10-12 мг-екв/дм<sup>3</sup>, з відхиленням до 2-4 мг-екв/дм<sup>3</sup> як в один, так і в інший бік, тобто склад визначається величиною об'єму поданої дніпровської води в верхоріччі Інгульця для розбавлення інгулецької води до безпечних для поливу меж. Головним забруднюючим фактором є скид шахтних зворотних вод у верхоріччі Інгульця з Кривбасу [124].

Порівняно з відповідним періодом минулого року відбулися зміни в бік погіршення показників якості поливної води. В багатоводні періоди мінералізація зменшується за рахунок притоку маломінералізованих талих або атмосферних вод, а в посушливі періоди – підвищується за рахунок випаровування з водної поверхні джерела зрошення, і, як наслідок, підвищення концентрації солей в водному розчині. Хімічний склад при цьому змінюється несуттєво [192].

За критеріями оцінки якості поливних вод, що регламентуються національним стандартом України ДСТУ 2730 : 2015 «Якість природної води для зрошення. Агрономічні критерії», на початок поливного періоду шавлії мускатної у 2011 році в джерелах зрошення Херсонської області поливна вода відноситься до II класу – обмежено придатна за небезпекою вторинного засолення та осолонцювання ґрунту, небезпекою підлуження ґрунтів, негативного впливу на рослини за поливів дощуванням, так і до III класу – непридатна для зрошення без попереднього поліпшення її складу .

На основі результатів хімічного аналізу складу зрошувальних вод, було проведено визначення якості води, яке проводилось за ДСТУ 2730:2015. визначено, що високий вміст токсичних іонів відмічається до початку поливного періоду у воді р. Інгулець і складає 80,91 мг-екв/дм<sup>3</sup>, що в 3,4 рази перевищує верхній поріг інтервалу концентрації токсичних іонів за критеріями якості для важкосуглинкових ґрунтів (від 14 до 24 мг-екв/дм<sup>3</sup>) для води II класу. За небезпекою вторинного засолення ґрунтів води р. Інгулець (станом на 11.03.2011 р.) віднесені до III класу, тобто непридатні для зрошення без попереднього поліпшення їх складу.

Дуже високий вміст токсичних іонів відмічається у воді і складає 51,1 мг-екв/дм<sup>3</sup>, що в 2 рази перевищує верхній поріг інтервалу концентрації токсичних іонів для води II класу. Високий вміст токсичних іонів (26,2 мг-екв/дм<sup>3</sup>) відмічається в водах зрошувальної системи. Води вищезазначених водосховищ за небезпекою вторинного засолення ґрунтів віднесені до непридатних для зрошення без попереднього поліпшення їх складу (III клас якості). Це свідчить про те, що зрошення такими водами буде завжди приводити до вторинного засолення ґрунтів і зниження врожаю сільськогосподарських культур на 40-60%. При близькому заляганні ґрунтових вод менше допустимих значень, у середньому, 2 метри й відсутності дренажу, зрошення водою з вмістом понад 24 мг-екв/дм<sup>3</sup> токсичних солей взагалі недопустимо, тому що це приводить до швидкого засолення та деградації ґрунтів.

У 2012 році вміст хлору у воді р. Інгулець складав 79,6 мг-екв/дм<sup>3</sup> (2821,82 мг/дм<sup>3</sup>), що в 5,3 рази перевищує верхній поріг інтервалу для води II класу та, згідно ВБН 33-5.5-01-97 «Організація і ведення еколого-меліоративного моніторингу. Частина 1 – зрошувані землі» та в 4,7 рази перевищує верхній поріг умовного забруднення хлоридами (допустимі значення забруднення води хлоридами при зрошенні 250-600 мг/дм<sup>3</sup>). Все вищезазначене свідчить про те, що застосування таких вод для зрошення може негативно вплинути на сільськогосподарські рослини, особливо при поливі дощуванням у спекотний денний час. Потрібна попередня нейтралізація лужності і розведення води до безпечних (за вмістом хлорид-іонів) меж.

Тривалі спостереження свідчать про те, що на зрошуваних землях, які інтенсивно поливаються, розвиваються процеси осолонцювання ґрунтів, що веде до негативних наслідків – деградації ґрунтової структури, злитизації, зниження водопроникності, втрати гумусу і т.д. Для покращення меліоративного стану нами було проведено біологічне очищення води від солей за допомогою ейхорнії товстонижкової [329].

У відібраних пробах поливної води визначався вміст різних форм азоту ( $\text{NO}_2$ ,  $\text{NO}_3$ ,  $\text{NH}_4$ ) та фосфатів ( $\text{PO}_4$ ), вміст мікроелементів (цинк, марганець, залізо, мідь), вміст БСК<sub>5</sub> – біологічне споживання кисню. Також визначались забруднюючі компоненти (СПАР, нафтопродукти) та важкі метали (нікель). В усіх відібраних пробах вміст загально-екологічних, еколого-гігієнічних та еколого-токсикологічних показників, визначених ВНД 33-5,5-0,2-97 «Якість природної води для зрошення. Екологічні критерії», не перевищувало гранично допустимі концентрації [182].

Проводячи збір лікарських рослин, необхідно враховувати не лише строки їх збирання, але й екологічний стан території, адже кількісно-якісний склад діючих речовин у рослинах залежить від умов, у яких вони розвиваються, передусім від ґрунту, ґрунтових вод та ступеня антропогенного впливу на біосферу, що часто призводить до деградації середовища життя людини. В усіх компонентах біосфери інтенсивно накопичуються викинуті шкідливі речовини (рідкі і розсіяні хімічні елементи, їх сполуки) у кількостях, що значно перевищують їх природній вміст. Вагомим джерелом забруднення є важкі метали. Вони мають здатність до накопичення у значних кількостях у ґрунтах, що може призвести до погіршення їх якості та зменшення продуктивності. Ця проблема відображена в Національній доповіді «Про стан навколишнього природного середовища в Україні 1996 року» [153].

До важких металів відносять хімічні елементи з атомною масою більше 40 та густиною понад  $5 \text{ г/см}^3$ , які мають властивості металів [239]. Саме поняття «важкі метали» умовне, оскільки в цю групу входять мідь, цинк та інші елементи, що мають позитивне біологічне значення. Їх називають мікроелементами, проте при нагромадженні вище допустимої межі вони можуть бути токсичними й активізувати чи, навпаки, блокувати біохімічні процеси в живих організмах.

Дослідження адаптації певних видів лікарських рослин, що зростають поблизу аеродромів надає можливість з'ясувати рівень надходження через ґрунт до рослин важких металів і рівень біологічної стійкості рослин до

забруднення. Завдяки цьому, можна встановити доцільність використання цих лікарських рослин для підвищення або кореляції резистентності організму до дії негативних факторів навколишнього природного середовища. Адже вживання лікарських рослин, зібраних на територіях із підвищеним вмістом важких металів, може загрожувати здоров'ю людини, негативно впливати на роботу внутрішніх органів та фізіологічні процеси організмів, оскільки з лікарської сировини важкі метали переходять у лікарські препарати, а потім – потрапляють до організму людини [339]. Тому проблема екологічної чистоти лікарських рослин та аналіз впливу важких металів на якість рослинної сировини стає особливо актуальною.

У наших лабораторних дослідах першою водною ділянкою був контроль – без рослин, а в інших варіантах вирощували рослини – очерет, рогіз та ейхорнію товстонижкову. Відповідно до методичних указівок проводилися аналізи води у водоймі для зрошення та проводився відбір рослинних зразків для проведення біохімічного аналізу в різні фази розвитку рослин. Рослини були зібрані в період з початку липня на досліджуваних територіях з дотриманням вимог збирання та підготовки рослинної сировини, установлених в фармакогнозії, а також з дотриманням методик відбору проб ґрунту й рослин ГОСТ 17.4.3.01-83 та ГОСТ 27262-87.

Для дослідження було використано квітучі верхівки пагонів шавлії мускатної. Адже певні хімічні речовини, які обумовлюють лікувальну властивість рослини, знаходяться лише в окремих її органах, підземних (коренях, кореневищах, цибулинах, бульбах) чи надземних (стеблах, листках, корі, квітках, плодах). Також необхідно враховувати строки збирання лікарської сировини, коли в рослинах міститься достатня кількість певних біологічно активних речовин, адже протягом року хімічний склад рослини змінюється.

Хімічному складу рослин властива мінливість – здатність під впливом різних факторів набувати нових хімічних ознак або втрачати попередні. Тому, утворення і накопичення у лікарських рослинах біологічно активних речовин

є динамічним процесом, який пов'язаний з фазами розвитку і факторами зовнішнього середовища [190]. В процесі життєдіяльності рослини поряд з макроелементами використовують і мікроелементи, наприклад Zn, Cu, Pb, Cd, та інші. Вони є складовою частиною багатьох біологічно активних сполук – білків, ферментів, гормонів, тощо. Встановлено [354], що дія металів на рослини залежить від складу ґрунту, природи хімічного елемента, а також від іонної або іншої комбінованої форми, яка може бути вилучена з ґрунту рослиною. Токсична дія металів на рослини може бути пов'язана з порушенням властивих рослинам співвідношень між ними та поживними елементами. Надходження надлишкової кількості важких металів у рослини порушує рівновагу в надходженні мікро- й макроелементів.

Антагонізм може існувати як між окремими важкими металами, так і між макроелементами (кальцій, магній, калій). При максимальному забрудненні міддю в рослинах значно знижується вміст кальцію і магнію. Надлишковий вміст у ґрунті кадмію призводить до зменшення в рослинах кількості фосфору, кальцію, магнію, заліза, а цинку – викликає зменшення фосфору, кальцію, магнію, заліза; свинцю – зменшення фосфору, кальцію, цинку, заліза, міді [6]. Також необхідно враховувати, що рослини по різному засвоюють деякі метали, наприклад, свинець навіть при високій концентрації в ґрунті знаходиться в слаботорозчинних з'єднаннях і тому рівень його в рослині буде меншим [52, 184, 340].

Отже цинк – сильно накопичується рослинами і утримується в них; мідь, і кадмій – слабо накопичуються і сильно утримуються; свинець – слабо накопичується і слабо утримується в рослинах. Тому, щоб встановити рівень накопичення металів рослиною з ґрунту було встановлено вміст важких металів в зібраних зразках ґрунту, які вилучені згідно ГОСТу 3118-77 розчином HCl. Дослідження проводилося в триразовому повторенні з метою усунення похибки. Потім було з'ясовано рівень накопичення металів у досліджуваній рослинній сировині згідно методичних вказівок «Проведення польових і лабораторних досліджень при контролі забруднення



навколишнього середовища металами» [170]. Тому нами вперше в умовах Південного Степу України було впроваджене біологічне очищення зрошувальної води від солей важких металів, які містилися у водному середовищі експериментальних ставків за допомогою ейхорнії товстонижкової.

## **5.2 Біологічне очищення зрошувальної води від вмісту солей важких металів за допомогою ейхорнії товстонижкової**

Основною причиною забруднення поверхневих вод є скидання неочищених та недостатньо очищених господарсько-побутових і виробничих стічних вод, що призводить до виникнення анаеробних процесів, гниття органічних забруднень і, врешті-решт, до непридатності водойм-приймачів стічних вод для потреб водокористування, замору риби, цвітіння і заростання, ускладнення рекреаційного використання водних об'єктів. Особливо небезпечні стічні води низки галузей промисловості (легкої, харчової, нафтових комплексів), що містять високі концентрації токсичних речовин, високомолекулярних органічних сполук, а також жирів, СПАР (синтетично поверхнево-активні речовини), іонів важких металів та інших забруднювальних речовин [128].

Для очищення комунальних і багатьох типів промислових стічних вод здебільшого використовують традиційні технології біологічного очищення в аеротенках у процесі аеробного окиснення за участю активного мулу. Використання таких технологій для очищення висококонцентрованих стічних вод має низку недоліків: вплив на ефективність очищення нерівномірності надходження стічних вод за витратами та концентраціями забруднень, залежність від температури (низька й швидка зміна температури уповільнюють процес), рН, токсичних для активного мулу речовин (СПАР, іонів важких металів, барвників тощо), невідповідність якості очищеної води встановленим нормам (особливо за сполуками азоту, фосфору), спухання

мулу внаслідок розвитку нитчастих бактерій і, як результат, погане відокремлення його від очищеної води, велика кількість надлишкового мулу, який потребує значних витрат на оброблення та утилізацію [84].

Учені постійно досліджують методи біологічного очищення вод за допомогою рослин. Так, у публікаціях авторів [152, 179] надано інформацію про те, що високу ефективність в якості природного фільтру забезпечує рослина ейхорнія, яка здатна в значних кількостях накопичувати важкі метали (свинець, ртуть, мідь, кадмій, нікель, кобальт, олово, марганець, залізо, цинк, хром), а також радіонукліди (цезій, стронцій, церій, кобальт та ін.). Водночас їх концентрації в рослинній тканині можуть бути в сотні (залізо, стронцій), тисячі (ртуть, мідь, кадмій, цезій), сотні тисяч разів (цинк, марганець) вище їх вмісту у воді [231]. Як усі водні рослини, ейхорнія за допомогою листя використовує для фотосинтезу вуглекислий газ з повітря, а за допомогою кореневої системи, яка контактує з водою, засвоює з неї неорганічний вуглець, карбонати, мінеральні солі, низькомолекулярні вуглеводи, амінокислоти та інші речовини. Коренева система ейхорнії сильно розвинена та складається з великої кількості дрібних корінців. У цілому вони утримують на власній поверхні різні органічні забруднювальні речовини, що дозволяє рослині ефективно споживати з води різні сполуки азоту [250].

Загальновідомо, що більшість хімічних елементів у стоках знаходяться у з'єднаннях. Так, наприклад, азот може бути поєднаний з іншими елементами – киснем, воднем тощо. Водночас для ейхорнії у цих з'єднаннях сам азот є продуктом живлення для цієї рослини, і щоб виділити його зі з'єднання у кореневій системі відбувається біохімічний процес з декількома окислювально-відновлювальними реакціями. В такому процесі приймає участь уся коренева система рослини, яка забезпечує киснем аеробні бактерії у цій зоні для нормального проходження цього біохімічного процесу. Тобто ейхорнія являє собою потужну хімічну лабораторію, яка перетворює високомолекулярні речовини в низькомолекулярні [247].

Для очищення стоків у світовій практиці досліджуються маловитратні

методи очищення стічних вод, тому перед нами постало питання використання в умовах Південного Степу України рослини ейхорнії, яка швидко росте та інтенсивно поглинає з водного середовища практично всі біогенні елементи та їх з'єднання. Стебло ейхорнії укорочене з розетками овального листя. Черешки листя пухирчастороздуті, наповнені повітрям, що забезпечує вільне плавання рослини на поверхні води, кореневища довгі, міцні. При висиханні водоймищ ейхорнія укорінюється в мулові відкладення. Квітки в колосовидному суцвітті, з воронковидною ліловою оцвітиною із 6 часток і 6 тичинками [130].

Батьківщина ейхорнії – тропічні та субтропічні райони Північної і Південної Америки. Рослина переробляє екологічно небезпечні продукти антропогенного характеру в нешкідливі елементи, частину з яких успішно використовують у подальшому, а частину (кисень, водень тощо) – викидають в атмосферу. Ейхорнія швидко росте та інтенсивно поглинає із водного середовища практично всі біогенні елементи та їх з'єднання, фітопродукти, технічні масла, фенол, сульфати, фосфати, мінеральні солі, патогенні мікроорганізми [86].

За таких умов різко гинуть кормові запаси (фітопланктон), рибні запаси та інші організми, потім рослинна маса, яка відмирає, інтенсивно поглинає із води кисневі запаси, водні запаси накопичують сірководень, що призводить до загибелі всього живого у воді, водойми стають непридатними до споживання води, а частина – кисень, водень – викидають в атмосферу на підтримку нашого життя. Зимівлю за температури нижче нуля градусів ейхорнія не переживе, але можна її зберегти до весни, створивши їй відповідні умови в опалювальному приміщенні [132].

Встановлено, що особливості продукційного процесу рослин ейхорнії товстонижкової та продуктивність її розвитку значною мірою залежать від умов існування цієї рослини (табл. 5.1). В досліджах визначено, що середньомісячний приріст фітомаси рослин ейхорнії товстонижкової становив, у середньому, 39,2 г (рис. 5.1) .

Загальний приріст однієї рослини за 6 місяців складає 186–206 г. Максимальне значення місячного приросту становило 58 г у 6-місячних рослин та мінімальне – 27 г у 1-місячних рослин.

Таблиця 5.1

**Розвиток ейхорнії товстонижкової за різних умов існування**

Показники	Умови росту рослин	
	проточний режим	періодично проточний режим
Колір рослин	темно-зелений	яскраво-зелений
Висота надводної частини, см	35±5	29±7
Діаметр надводної частини, см	47±5	39±8
Довжина підводної частини, см	40±3	34±5
Площа листкової пластинки, см <sup>2</sup>	44±7	28±3
Швидкість розмноження, шт./міс.	15±3	10±3
Вага рослини, г	240±30	200±30
Продуктивність біомаси, т/га	1260±400	980±300

Склад зеленої маси ейхорнії товстонижкової, що використовувалася для очищення стоків, в яку попали стічні води з ріки Дніпро, характеризувався досить високим вмістом води (94–88,9 %). Вміст протеїнів – 27,89–10,60 % і в перерахунку склав до 10–30 кг/т зеленої маси, азоту – до 20–35, фосфору – до 17 кг/т.

Зелена маса характеризувалася високим вмістом каротину – до 40 кг/т. Хімічний склад ейхорнії, що використовувалася у процесах очищення СВ (стічні воли), за умови, що у стоках не було важких металів, радіонуклідів, відповідає ДСТУ 4685:2006 «Корма трав'яні штучно висушені. Технічні умови».

Створення рослиною сприятливих умов існування корисного біоценозу в кілька разів підсилює деструктуроване (розщеплення, розкладання) мікроорганізмами розчинених органічних і неокислених мінеральних сполук,

наприклад, сірководень, аміак, нітрати, які містяться в стічних водах.

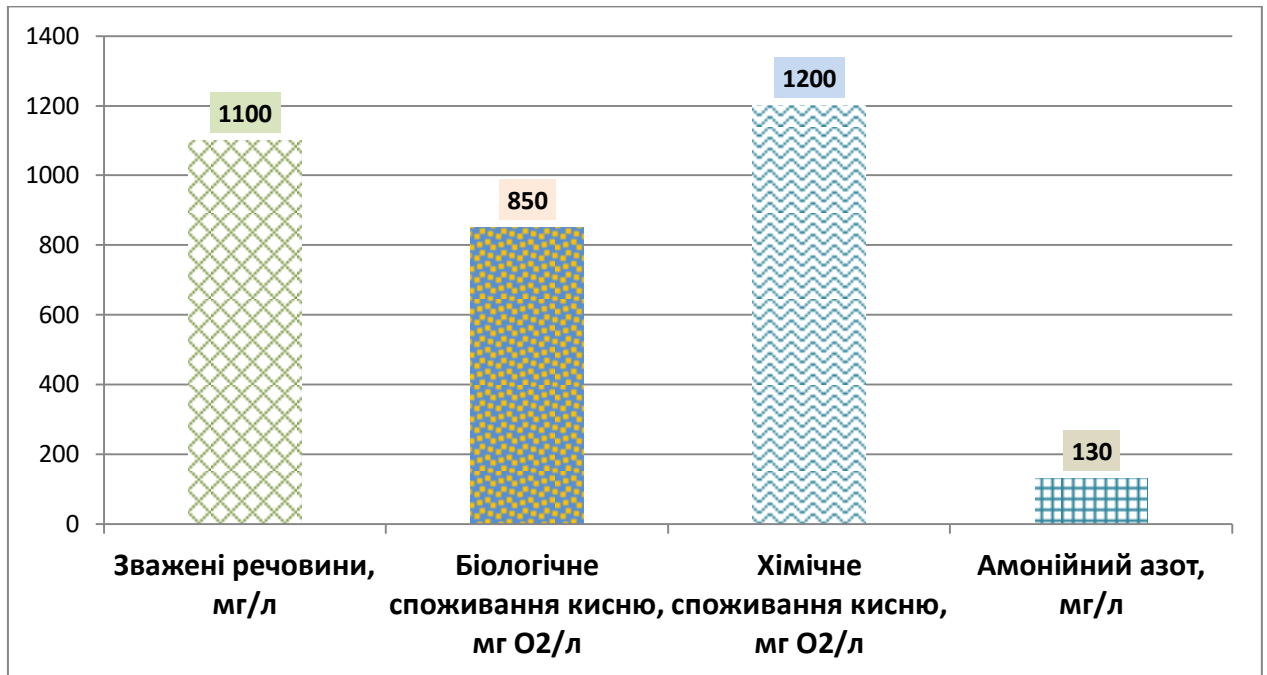
Ейхорнія використовує їх у процесі власної життєдіяльності. Крім того, найпростіші стимулюють ріст корисних бактерій і поліпшують якість очищеного стоку за показниками БСК (біологічного споживання кисню), ХСК (хімічного споживання кисню), вмістом зважених речовин тощо. Відбувається завдяки дезодорації прилеглих територій зниження загрози забруднення підземних, поверхневих вод, і тим самим зниження ризику екологічних бід, поліпшення екологічної обстановки.



**Рис. 5.1** Загальний вигляд ейхорнії товстонижкової до очищення водойми

За об'єкт дослідження нами було взято водну поверхню площею 2,5 га, де було систематичне викидання стоків від промислових підприємств у р. Дніпро, в дану водойму була закачана вода з р. Дніпро, дана водойма була розділена на чотири ділянки, які були відділені одна від одної земельним валом. Ранньою весною в даній водоймі були взяті аналізи води, результати

аналізу якої наведено на рисунку 5.2.



**Рис. 5.2** Вміст забруднювальних речовин у водоймі ранньою весною

Зважені речовини в даній водоймі становили 1100 мг/л, хімічне споживання кисню – 1200 мг/л, Після трьох тижнів відстоювання води у водоймі був зроблений аналіз води (табл. 5.2).

*Таблиця 5.2*

**Показники якості води після трьох тижнів її відстоювання у водоймі**

Контрольний показник води	Після відстоювання води
ХСК, мгО <sub>2</sub> /л	30,3
БСК, мгО <sub>2</sub> /л	12,6
Жорсткість, мг-екв./л	2,6
Хлориди, мг/л	23,6
Сульфати, мг/л	77,0
Фосфати, мг/л	1,2
Нітрати, мг/л	4,1
Амонійний азот мг/л	5,0
Зважені, мг/л	220,0
Сухий залишок, мг/л	420,5

Аналізуючи показники води після трьох тижнів відстоювання можна зробити висновок, що якість води у водоймі поліпшилась, так як хімічне споживання кисню знизилось до 30,3 за попереднього відбору води цей показник становив 1200 мг О<sub>2</sub>/л, біологічне споживання кисню за переднього відбору води становило 850, після відстоювання води – 12,6 мг О<sub>2</sub>/л.

Згідно з варіантом досліду першою водною ділянкою – контроль (без рослин) в інших були – очерет, рогіз та висаджена рослина ейхорнія, відповідно до методичних указівок проводилися аналізи води у водоймах та проводився відбір рослинних зразків на біохімічний аналіз з різних періодів розвитку рослин.

Після закінчення дослідження на кожній дослідній ділянці були взяті аналізи води на вміст у ній забруднювальних речовин, вони були різними залежно від наявних на дослідних ділянках рослин, так, хлориди у варіанті – з рослинами очерет та ейхорнія знижувалися відповідно до варіанту досліджень (табл. 5.3).

Таблиця 5.3

**Результати аналізу показників забруднювальних речовин у воді залежно від застосування різних варіантів досліджень під кінець вегетації рослин (середнє за 2012–2018 рр.)**

Контрольні показники води	Варіанти досліджень			
	контроль (водойма без рослин)	види рослин		
		очерет	рогіз	ейхорнія
ХСК, мгО <sub>2</sub> /л	17,3	13,3	9,4	7,0
БСК, мгО <sub>2</sub> /л	11,2	10,4	6,8	5,4
Жорсткість, мг-екв./л	2,4	2,3	2,1	2,0
Хлориди, мг/л	22,6	21,3	19,7	12,5
Сульфати, мг/л	57,0	50,2	45,4	39,1
Фосфати, мг/л	1,0	0,9	0,6	0,3
Нітрати, мг/л	3,9	3,8	2,6	0,25
Амонійний азот, мг/л	5,0	4,6	3,6	0,96
Зважені, мг/л	180,0	178,6	57,8	39,0
Сухий залишок, мг/л	380,5	367,4	145,9	10,4

Таким чином, результати аналізів води з варіантів досліджень показали: хімічне споживання кисню знижувалося під рослинами – очерет – 13,7, рогіз – 9,4, ейхорнія – 7,0 мг  $O_2$ /л, біологічне споживання кисню також знижувалося й становило 10,4; 6,8; 5,4 мг $O_2$ /л, амонійний азот: 4,6; 3,6; 0,96 мг/л порівняно з контрольним варіантом. При цьому відбулося інтенсивне наростання кореневої системи та надземної маси рослини (рис. 5.3).



**Рис 5.3 Загальний вигляд ейхорнії товстонижкової після 60-денного перебування у забрудненій водоймі**



Після вегетації рослин проводилося дослідження біологічних зразків ейхорнії, попередньо висушених до сухого стану, результати аналізів викладені у таблиці 5.4.

Таблиця 5.4

**Результати аналізів рослинних зразків ейхорнії товстонижкової в сухій речовині за періодами відбору (середнє за 2012–2018 рр.)**

Показники якості біологічних зразків	Період відбору зразків рослин під час їх вегетації		
	25.05	25.06	12.07
Вологість, %	25,0	26,3	22,0
Сирий протеїн, %	34,7	36,0	36,8
Фосфор, %	1,32	1,39	1,12
Кальцій, %	1,63	1,72	1,71
Сира зола, %	20,1	21,1	19,8
Мінеральна домішка, нерозчинна в HCl, %	1,02	2,60	2,30
Каротин, мг/кг	11,5	22,7	60,0
Сира клітковина, %	7,9	12,3	13,3
Нітрати, мг/кг	87,3	81,9	69,3
Сирий жир, %	1,73	1,70	1,47

Результати аналізів рослинних зразків ейхорнії показали, що вміст нітратів на першому місяці вегетації рослин склав – 87,3, другому – 81,9, третьому – 69,3 мг/кг. Сира клітковина – 7,91–12,26–13,34 %, сирий протеїн – 34,70–35,98–36,83 %. Також проявилось повне руйнування кишкових паличок, що має велике санітарне значення з точки зору обґрунтування використання ейхорнії товстонижкової для очищення водойм для зрошення.

### **Висновки до розділу 5**

1. Визначено, що для покращення якості поливної води необхідно застосовувати рослину ейхорнію товстонижкову, яка добре пристосовується до різних екологічних умов та здатна інтенсивно трансформувати органічні та неорганічні сполуки з водних розчинів. Водночас, концентруючись у великих кількостях, вона може ефективно мінералізувати детрит та контролювати кількість мікроорганізмів. Перспективність культивування даного виду в

очисних спорудах пояснюється також тим, що в процесі подібних методів очищення стічних вод утворюється надлишкова біомаса, яка нерідко є високопротеїновим продуктом та може слугувати додатковим джерелом кормового білка. Застосування стічних вод як поживного середовища для отримання білкової біомаси економічно виправдано, тому що, з одного боку, допомагає вирішенню проблеми боротьби із забрудненням довкілля, а з другого – сприяє розширенню виробництва кормових ресурсів.

2. Вид ейхорнії може ефективно використовуватись у процесах біологічного очищення вод у ставках, водонакопичувачах, а також стічних вод, забруднених органічними та неорганічними сполуками, що здатні легко окислюватись. В наших дослідках рослини виду ейхорнії товстонижкової успішно адаптувалися до умов Південного Степу України, оскільки їх фітомаса збільшувалася досить швидкими темпами, у неї утворювалося до 8–15 дочірніх рослин за місяць. Найбільш активна вегетація рослин відбувалася у проточному режимі, де у водойму постійно надходила вода з підвищеною концентрацією інгредієнтів, серед яких було багато речовин органічного походження.

3. Визначено, що вміст хлоридів найбільшою мірою зменшився у варіантах з очеретом та ейхорнією. Аналіз води з досліджуваних варіантів показав, що хімічне споживання кисню знижувалося під рослинами очерету до 13,3, рогозі – до 9,4, ейхорнії – до 7,0 мг  $O_2$ /л. Аналізуючи показники води після трьох тижнів відстоювання можна зробити висновок, що якість поливної води, де культивували ейхорнію, істотно поліпшилась. Так, хімічне споживання кисню знизилось до 30,3 за попереднього відбору води цей показник становив 1200 мг  $O_2$ /л, біологічне споживання кисню за попереднього відбору води становило 850, а після відстоювання води – 12,6 мг  $O_2$ /л. Також зафіксовано зниження вмісту нітратів до 4,1 мг/л, а амонійного азоту – до 5 мг/л.

## РОЗДІЛ 6

### ПРОДУКТИВНІСТЬ ТА ЯКІСТЬ ВРОЖАЮ ШАВЛІЇ МУСКАТНОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД ДОСЛІДЖУВАНИХ ФАКТОРІВ

Одержання високих і сталих врожаїв сільськогосподарських культур у посушливих умовах Південного Степу України можливо лише за розробки й упровадження комплексу агрозаходів зі збереження вологи у верхньому шарі ґрунту та забезпечення рослин зрошення за несприятливих погодних умов і дефіциті опадів. Крім того, серед багатьох факторів, що впливають на врожайність та якість лікарських культур, головними чинниками є живлення рослин на фоні забезпечення їх необхідною кількістю вологи, оптимізацією обробітку ґрунту та схем розташування на поверхні поля, уточнення строків сівби тощо [29, 63, 135, 248, 312].

#### **6.1 Продуктивність шавлії мускатної в роки її використання залежно від досліджуваних чинників**

Технологічні переваги: рівномірний розподіл вологи, особливо на краях; зниження ураження рослин грибковими та бактеріальними хворобами, порівнюючи з традиційними системами зрошення, за яких змочується поверхня листя; глибоке просочування води безпосередньо до кореневої системи; забезпечення внесення оптимальної кількості добрив відповідно до фізіологічних потреб рослин на основі створення сприятливого водного та поживного режимів ґрунту; зниження ерозії ґрунту, порівняно з іншими системами поливу; унеможливлення впливу вітру на процес зрошення; зниження вимог до систем дренажу; екологічна безпека застосування [182].

Економічні переваги краплинного зрошення: висока ефективність використання води завдяки дозованій та локалізованій її подачі; відносно низькі витрати енергії завдяки подачі води під низьким тиском та без

перетікання, порівнюючи з іншими системами зрошення, які потребують застосування високого тиску; скорочення обсягів використання засобів захисту рослин завдяки зменшенню забур'яненості, оскільки земля між рядками залишається сухою; можливість освоєння земель на схилах та зі складним рельєфом, а також малопродуктивних (малопотужних, піщаних, супіщаних, рекультивованих); істотне підвищення врожайності сільськогосподарських культур за значного поліпшення товарної та споживчої якості продукції; високий рівень механізації та автоматизації технологічних процесів (полив, унесення добрив, хімічних меліорантів, засобів захисту рослин) і на цій основі високий ступінь контрольованості всіх процесів [324].

В наших досліджах встановлено, що врожайність суцвіть шавлії мускатної у перший рік використання залежала, в першу чергу, від строків сівби та внесення добрив. Визначено, що у варіанті з шириною міжряддя 45 см при першому році використання з глибиною оранки 20-22 см, на контролі, при першому строці посіву – перша декада грудня – 5,82, внесенні добрива в дозі  $N_{60}P_{90}$  привели до зростання врожаю до 14,61 т/га, проведення визначення урожайності у варіанті з шириною міжрядь 70 см привело до зростання врожаю на всіх варіантах досліджень, так у варіанті  $N_{60}P_{90}$  на цій ділянці врожайність суцвіть зросла на 0,13 т/га порівняно з варіантом з шириною міжрядь 45 см (табл. 6.1).

При визначенні врожайності у варіанті при другому строці сівби доведено, що рівень його склав на контролі 5,58 т/га. Внесення добрив у дозі  $N_{60}P_{30}$  зумовило зростання врожайності на 0,4 т/га, а внесення добрив у дозі  $N_{60}P_{90}$  підвищило його по відношенню до контрольного варіанта на 5,02 т/га.

Урожайність при другому строці сівби шавлії мускатної у варіанті  $N_{60}P_{90}$  знизилась на 0,13 т/га перед з першим строком сівби. Третій строк сівби шавлії мускатної привів до зниження врожаю в усіх варіантах досліджень. При визначенні врожаю на четвертому строці посіву – він мав тенденцію до зниження, так аналізуючи дані першого строку сівби у варіанті

з внесенням добрив в дозі  $N_{60}P_{90}$  при ширині міжрядь – 70 см у варіанті з основним обробітком ґрунту на 28-30 см урожайність суцвіть при збиранні врожаю склала 14,74, на четвертому строці 5,52 т/га. Відтермінування строку сівби, призвело до зниження врожаю на 9,22 т/га.

Таблиця 6.1

**Урожайність суцвіть шавлії мускатної у перший рік використання залежно від досліджуваних факторів, т/га (середнє за 2013-2015 рр.)**

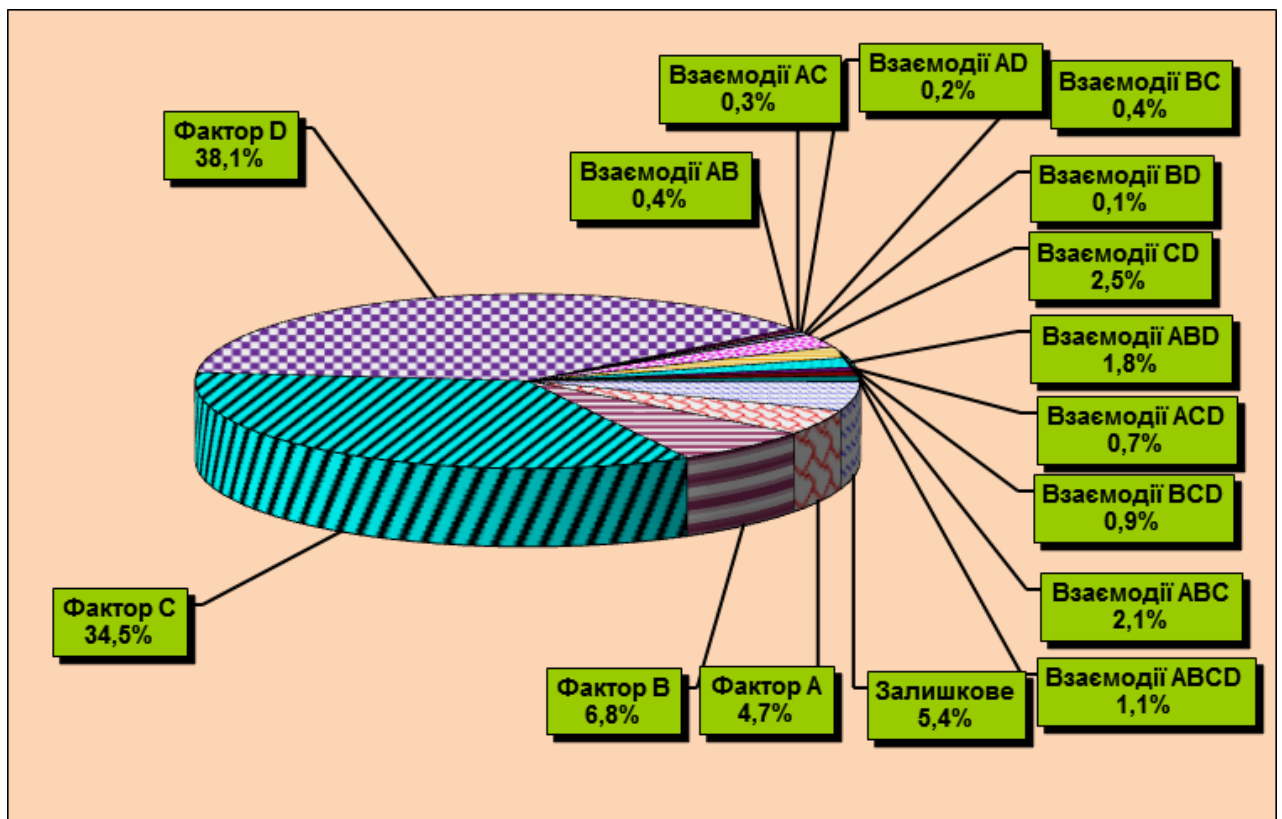
Ширина міжрядь, см (фактор D)	Строк сівби (фактор C)	Фон живлення (фактор A)			
		Без добрив	$N_{60}P_{30}$	$N_{60}P_{60}$	$N_{60}P_{90}$
Оранка на глибину 20-22 см (фактор B)					
45	Перший	5,82	8,84	11,78	14,61
	Другий	5,58	5,98	9,20	10,60
	Третій	4,48	5,74	6,22	7,51
	Четвертий	3,93	4,51	4,96	5,48
70	Перший	5,81	9,07	12,06	14,74
	Другий	5,78	6,50	9,01	9,93
	Третій	4,40	6,06	6,62	8,83
	Четвертий	4,50	4,92	5,14	5,52
Оранка на глибину 28-30 см (фактор B)					
45	Перший	6,36	9,00	12,74	14,51
	Другий	5,50	6,37	9,36	9,87
	Третій	4,32	6,21	7,26	7,47
	Четвертий	4,60	4,54	5,07	5,20
70	Перший	6,52	7,04	9,52	13,62
	Другий	5,43	6,67	9,56	9,92
	Третій	4,53	6,40	7,54	8,83
	Четвертий	4,72	4,52	5,26	5,46
$NP_{05}$ , т/га: A – 0,21-0,27; B – 0,16-0,21; D – 0,16-0,21; C – 0,21-0,27					

При визначенні у варіанті з глибиною основного обробітку ґрунту 28-30 см при першому строці посіву з внесенням мінеральних добрив в дозі  $N_{60}P_{90}$ . при ширині міжрядь 45 см, урожайність суцвіть зросла на 0,29 т/га перед варіантом з глибиною оранки 20-22 см.

Визначення урожайності у варіантах з різною шириною міжрядь посіву

шавлії мускатної дало змогу зробити аналіз, яким встановлено, що при ширині міжрядь 45 см вона склала 14,51, а за збільшення ширини міжрядь до 70 см відзначено його зменшення до 13,62 т/га або на 0,89 т/га.

За результатами узагальнення експериментальних даних визначено, що частка впливу факторів при першому році використання склалася таким чином: добрива – 38,1%; строки сівби – 34,5; ширина міжрядь – 6,8; глибина оранки – 4,7% (рис. 6.1).



**Рис. 6.1 Частка впливу факторів (%) на формування врожаю шавлії мускатної першого року використання залежно від дії та взаємодії факторів: фактор А - глибина оранки; фактор В - ширина міжряддя; фактор С - строки сівби; фактор D – фон живлення**

У другий рік використання доведено, що основні фактори впливу на формування урожайності суцвіть шавлії мускатної – це добрива та строки сівби (табл. 6.2).

Аналіз експериментальних даних урожайності досліджуваної культури другого року використання надав можливість детально проаналізувати

фактори, які, в середньому за 2014-2016 рр., формували врожай суцвіть шавлії протягом трьох років обліку.

Визначено, що у варіанті з глибиною оранки на 20-22 см та без внесення добрив цей показник склав, у середньому, 5,3 т/га, а за внесення добрив у дозі та заглиблення оранки до 28-30 см цей показник підвищився до 9,7 т/га або на 45,5%.

Таблиця 6.2

**Урожайність суцвіть шавлії мускатної у другий рік використання залежно від досліджуваних факторів, т/га (середнє за 2014-2016 рр.)**

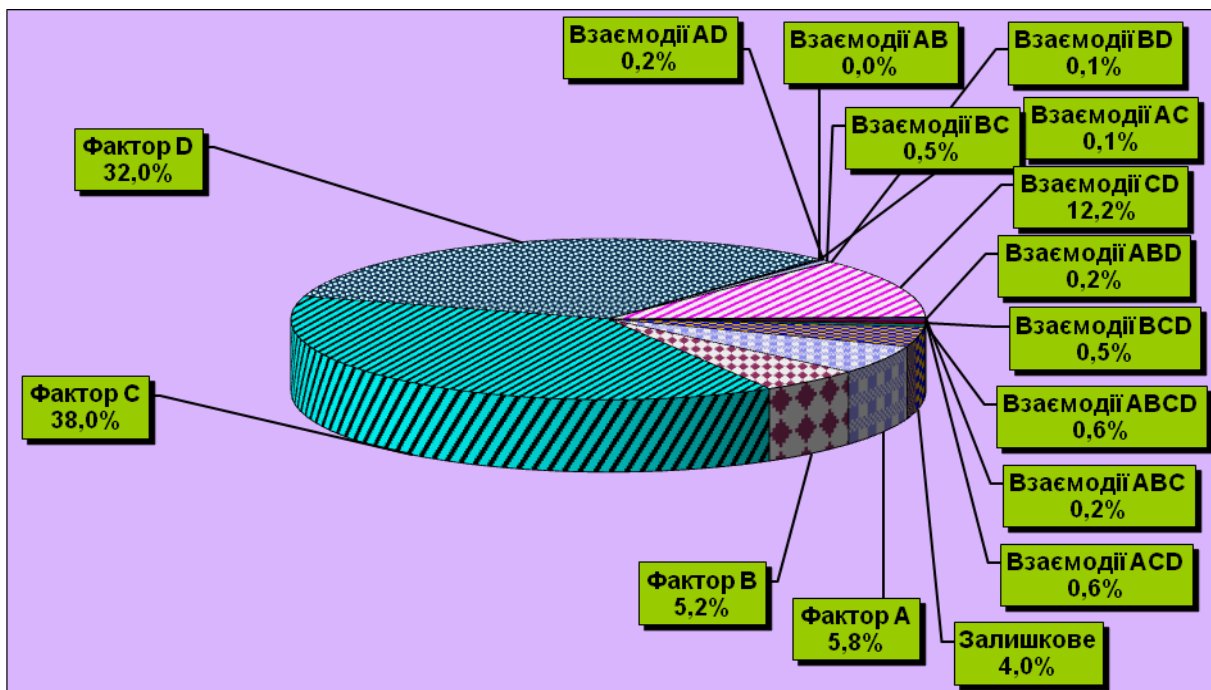
Ширина міжрядь, см (фактор D)	Строк сівби (фактор C)	Фон живлення (фактор A)			
		Без добрив	N <sub>60</sub> P <sub>30</sub>	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	N <sub>60</sub> P <sub>90</sub>
Оранка на глибину 20-22 см (фактор B)					
45	Перший	6,32	9,03	12,19	14,72
	Другий	5,70	6,34	9,29	11,54
	Третій	4,60	6,02	6,24	7,49
	Четвертий	4,26	4,64	5,04	5,66
70	Перший	6,41	9,12	12,96	12,93
	Другий	5,88	6,50	9,54	9,64
	Третій	4,70	6,12	6,53	7,53
	Четвертий	4,54	5,01	5,24	5,68
Оранка на глибину 28-30 см (фактор B)					
45	Перший	6,42	9,13	13,02	15,01
	Другий	5,72	6,54	9,40	10,60
	Третій	4,70	6,28	7,50	7,61
	Четвертий	4,62	4,72	5,04	5,58
70	Перший	6,82	9,21	9,46	14,74
	Другий	5,94	6,74	9,52	9,93
	Третій	4,92	6,54	7,81	8,83
	Четвертий	4,24	4,82	5,34	5,52
NIP <sub>05</sub> , т/га: A – 0,16-0,24; B – 0,12-0,32; C – 0,16-0,24; D – 0,12-0,32					

При першому строці сівби з шириною міжрядь 45 см врожайність суцвіть становила 6,32 т/га, а за внесення N<sub>60</sub>P<sub>60</sub> збільшилась у 2,3 рази – до 12,19 т/га. За підвищення дози внесення мінеральних добрив до N<sub>60</sub>P<sub>90</sub> проявилось ще більше зростання продуктивності рослин – до 14,72 т/га або в

2,8 рази.

При визначенні врожайності у варіанті з шириною міжрядь 70 см при першому строці сівби визначено, що вона дорівнювала на контролі 6,41 та при внесенні добрив у дозі  $N_{60}P_{90}$  – 12,93 т/га за внесення добрива при першому році життя, проявили свою післядію на другому році використання посіву шавлії мускатної.

Аналізуючи одержані експериментальні дані за допомогою дисперсійного аналізу також встановлено суттєві відмінності у дії та взаємодії досліджуваних факторів на врожайність шавлії у другий рік використання (рис. 6.2).



**Рис. 6.2 Частка впливу факторів на формування врожаю шавлії мускатної другого року використання, %**

Слід зауважити, що вплив факторів на формування врожаю шавлії мускатної другого року використання був таким: фон живлення – 32,0, глибина оранки – 5,8, строки посіву – 38,0 та ширина міжрядь – 5,2 від загального урожаю.

Аналізуючи показники врожаю шавлії мускатної третього року використання (табл. 6.3) можна зробити висновки, про те, що основними



факторами, які впливали на ріст врожаю, були добрива внесені в перший рік життя та строки посіву.

Таблиця 6.3

**Урожайність суцвіть шавлії мускатної у третій рік використання  
залежно від досліджуваних факторів, т/га (середнє за 2015- 2017 рр.)**

Ширина міжрядь, см (фактор D)	Строк сівби (фактор C)	Фон живлення (фактор A)			
		Без добрив	N <sub>60</sub> P <sub>30</sub>	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	N <sub>60</sub> P <sub>90</sub>
<b>Оранка на глибину 20-22 см (фактор B)</b>					
45	Перший	6,01	8,93	12,09	14,02
	Другий	5,63	6,14	9,27	10,04
	Третій	4,53	5,96	6,24	7,49
	Четвертий	4,02	4,50	4,98	5,46
70	Перший	6,00	9,08	12,06	12,93
	Другий	5,88	6,43	9,34	9,64
	Третій	4,51	6,08	6,53	7,53
	Четвертий	4,54	4,96	5,20	5,68
<b>Оранка на глибину 28-30 см (фактор B)</b>					
45	Перший	6,38	9,06	12,91	14,61
	Другий	5,62	6,27	9,34	11,60
	Третій	4,60	6,14	7,30	7,51
	Четвертий	4,56	4,61	5,06	5,48
70	Перший	6,80	7,98	9,46	14,74
	Другий	5,74	6,64	9,52	10,93
	Третій	4,73	6,44	7,71	8,83
	Четвертий	4,58	4,70	5,28	5,62
NIP <sub>05</sub> , т/га: A – 0,22-0,39; B – 0,19-0,29; C – 0,22-0,39; D – 0,19-0,29					

При детальному розгляді одержаних даних, можна зробити висновок про те, що основними факторами, які формували врожай шавлії мускатної на третьому році використання – були також добрива, які були внесені на першому році життя при підготовці ґрунту в досліді.

Так, внесенні добрива N<sub>60</sub>P<sub>30</sub> проявили свою післядію на третьому році використання посіву, врожайність суцвіть на цьому варіанті з першим строком сівби при ширині міжрядь 45 см дорівнювала 8,93 т/га. Внесенні добрива N<sub>60</sub>P<sub>90</sub> проявляли свою післядію, при цьому врожайність за першого

строку сівби склала 14,02, другого – 10,04, а на третьому – істотно зменшилась до 7,49 т/га. У варіанті з шириною міжрядь – 70 см, відбулось зниження урожайності суцвіть у варіанті з першим строком сівби на 10,90 т/га, від даних урожаю з міжряддям 45 см.

Урожайність суцвіть при третьому році використання була значно нижчою ,ніж на другому році використання посіву шавлії мускатної. Так, на другому році використання посіву урожайність на кращому варіанті досліджень склала 14,72, а при третьому – несуттєво знизилась до 14,02 т/га.

На третьому році використання шавлії мускатної проявлялася післядія добрив, внесених при першому році життя при формуванні рендомізованих ділянок з добривами  $N_{60}P_{90}$  при основному обробітку ґрунту 20-22 см з шириною міжрядь 45 см. При ширині міжрядь 70 см, формування врожаю відбувалось таким чином, на другому строці посіву при внесенні добрив у дозі  $N_{60}P_{30}$ , врожайність суцвіть склала 6,14, за удобрення у дозі  $N_{60}P_{60}$ , при першому році життя проявили – 9,27 т/га. Внесення добрив у перший рік життя культури в дозі  $N_{60}P_{90}$  призвело до зростання цього показника до 10,04 т/га.

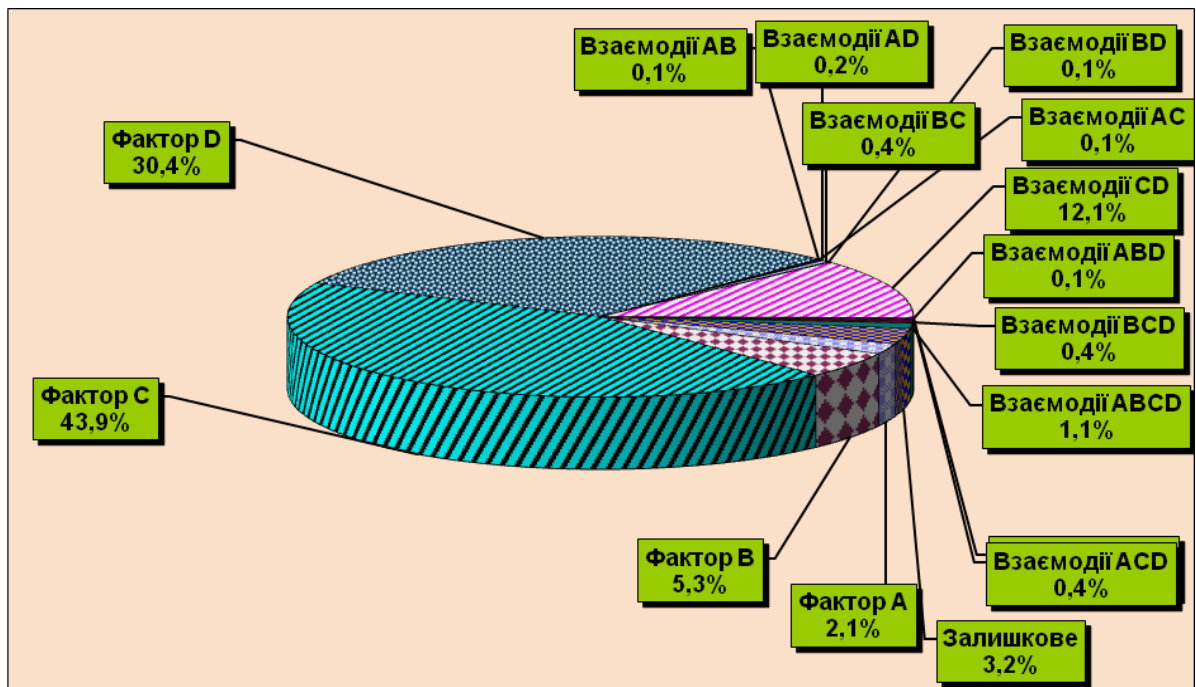
При визначенні врожайності суцвіть у варіанті з четвертим строком сівби без добрив встановлено, що вона знаходилась на мінімальному рівні – 4,02 т/га. Внесення добрив у дозі  $N_{60}P_{30}$  забезпечило достовірне зростання на третьому році використання посіву досліджуваного показника до 4,50 т/га або на 10,7%.

Внесення добрив у дозі  $N_{60}P_{90}$  також дуже позитивно вплинуло врожайність суцвіть шавлії мускатної і забезпечило її зростання до 4,98 т/га або на 19,3% порівняно з неудобреним контролем.

У варіанті з шириною міжрядь 70 см формування врожаю відбувалось таким чином. У варіанті з внесенням добрив  $N_{60}P_{30}$  урожайність суцвіть склала 9,08, у варіанті  $N_{60}P_{90}$  – підвищилась до 12,93 т/га. В подальших строках сівби врожайність суцвіть шавлії мускатної знижувалась незважаючи на різні дози внесених добрив у перший рік життя.

Глибина оранки на 28-30 см, привела до зростання врожаю шавлії мускатної до 14,61 т/га. Наприклад, при оранці на 20-22 см врожайність досліджуваної культури склала у варіанті першого строку сівби 14,02 т/га. При більш глибокій оранці він зріс на 0,59 т/га. Така ж тенденція зберігалась і на інших варіантах з добривами, які забезпечили приріст урожайності на 8,9-21,5%.

Частка впливу факторів на формування врожаю шавлії мускатної третього року використання розподілялась таким чином: фон живлення – 30,4%; строки сівби – 43,9; ширина міжрядь – 5,3; глибина оранки – 2,1%, від загального урожаю (рис. 6.3).



**Рис 6.3 Частка впливу факторів на формування врожаю шавлії мускатної третього року використання, %**

Аналізуючи показники таблиці 6.4 можна сказати, що урожайність шавлії мускатної на четвертому році використання різко знизилась. Однією з головних причин – це старіння асиміляційного апарату рослин, та ущільнення ґрунту під посівами, що істотно вплинуло на водопроникність ґрунту та збереження рослин досліджуваної культури.

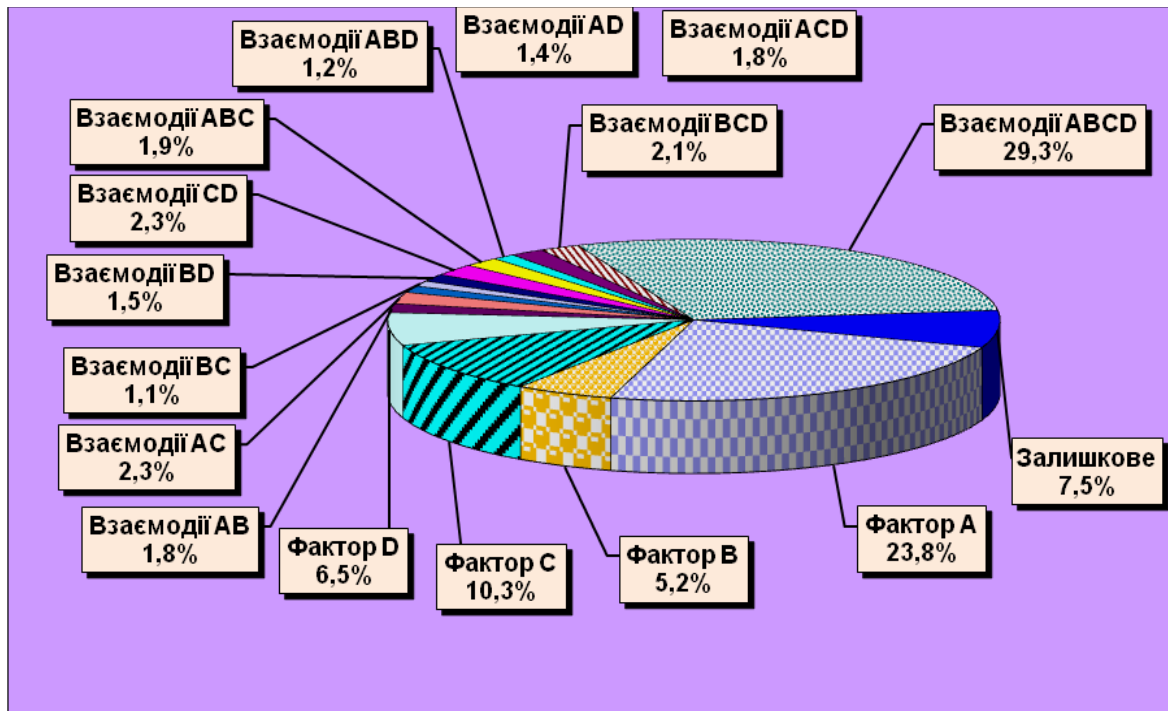
**Урожайність суцвіть шавлії мускатної у четвертий рік використання  
залежно від досліджуваних факторів, т/га (середнє за 2016- 2018 рр.)**

Ширина міжрядь, см (фактор D)	Строк сівби (фактор C)	Фон живлення (фактор A)			
		Без добрив	N <sub>60</sub> P <sub>30</sub>	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	N <sub>60</sub> P <sub>90</sub>
Оранка на глибину 20-22 см (фактор B)					
45	Перший	0,92	1,28	1,87	2,16
	Другий	0,83	0,89	1,35	1,64
	Третій	0,67	0,87	0,87	1,06
	Четвертий	0,60	0,66	0,79	0,86
70	Перший	0,94	1,29	1,76	1,87
	Другий	0,86	0,93	1,35	1,37
	Третій	0,67	0,87	0,93	1,08
	Четвертий	0,67	0,80	0,75	0,82
Оранка на глибину 28-30 см (фактор B)					
45	Перший	0,92	1,37	1,85	2,16
	Другий	0,88	0,89	1,45	1,67
	Третій	0,69	0,89	1,06	1,09
	Четвертий	0,68	0,68	0,74	0,80
70	Перший	0,92	1,44	1,77	2,14
	Другий	0,87	0,96	1,38	1,56
	Третій	0,76	0,92	1,10	1,28
	Четвертий	0,68	0,74	0,79	0,83
NIP <sub>05</sub> , т/га: A – 0,03-0,06; B – 0,04-0,08; C – 0,03-0,06; D – 0,04-0,08					

Так, при першому строці посіву у варіанті з післядією мінеральних добрив, які були внесені при першому році життя шавлії мускатної були такими ж, як і у варіанті з внесенням мінеральних добрив у дозі N<sub>60</sub>P<sub>90</sub> при

оранці ґрунту на глибину 20-22, так і на оранці на глибину 28-30 см.

За ширини міжрядь 45 см врожайність суцвіть зменшилась до 2,16 т/га порівняно з показником третього року використання, який склав 14,02 т/га. Різниця між третім та четвертим роками використання за врожайністю суцвіть склав 11,86 т/га, а при ширині міжрядь 70 см така ж тенденція зберігалась в усіх варіантах досліджень.



**Рис. 6.4** Частка впливу на врожайність шавлії мускатної в четвертий рік використання залежно від факторів: фактор А - глибина оранки; фактор В - ширина міжряддя; фактор С - строки сівби; фактор D – фон живлення, %

Частка впливу факторів на врожайність суцвіть шавлії мускатної у четвертий рік використання була наступною: глибина оранки – 23,8%; строк сівби – 10,3; добрива – 6,5; ширина міжрядь – 5,2%. Отримані дані свідчать про негативний вплив переуцільнення ґрунту на шавлію мускатну, на її життєдіяльність та ефективність вирощування досліджуваної культури.

## 6.2 Порівняльна характеристика урожайності суцвіть шавлії мускатної у роки використання, раціональність внесення добрив та роль строків сівби культури

Для аналізу зміни врожаю суцвіть шавлії мускатної (табл. 6.5) за роками використання, були використані показники продуктивності культури, отримані на неодобреному фоні при глибині основного обробітку ґрунту 20-22 см, на фоні удобрення  $N_{60}P_{90}$ .

Таблиця 6.5

### Урожайність суцвіть шавлії мускатної за роками використання залежно від досліджуваних факторів, т/га

Строки сівби (фактор С)	Ширина міжряддя, см (фактор D)	Глибина оранки, см (фактор В)			
		20–22		28–30	
		Фони живлення (фактор А)			
		Без добрив	$N_{60}P_{90}$	Без добрив	$N_{60}P_{90}$
Перший рік використання, 2013–2015 рр.					
Перший	45	5,82	14,61	6,36	14,51
Четвертий		3,93	5,48	4,60	5,48
Перший	70	5,81	14,74	6,52	13,62
Четвертий		4,50	5,52	4,72	5,46
Другий рік використання, 2014–2016 рр.					
Перший	45	6,32	14,72	6,42	15,01
Четвертий		4,26	5,66	4,62	5,58
Перший	70	6,41	12,93	6,82	14,74
Четвертий		4,54	5,68	4,24	5,52
Третій рік використання, 2015–2017 рр.					
Перший	45	6,01	14,02	6,38	14,61
Четвертий		4,02	5,46	4,56	5,48
Перший	70	6,00	12,93	6,38	14,61
Четвертий		4,54	5,68	4,58	5,62
Четвертий рік використання, 2016–2018 рр.					
Перший	45	0,92	2,16	0,92	2,16
Четвертий		0,60	0,86	0,68	0,80
Перший	70	0,94	1,87	0,92	2,14
Четвертий		0,67	0,82	0,68	0,83

$HP_{05}$ , т/га за роки досліджень змінювалася: для факторів А, В, Д – від 0,011 до 0,061, а для фактору С – від 0,02 до 0,087.

Згідно з отриманими експериментальними даними, рівень урожайності шавлії мускатної був різним, так у варіанті з першим строком сівби без добрив цей показник становив 5,82, внесенні мінеральні добрива  $N_{60}P_{90}$ , привели до зростання врожаю на 8,79 т/га.

При більш глибокій оранці на 28-30 см урожайність на контролі склала 6,38, у варіантах при посіві у більш пізні строки четвертому на обох досліджуваних фонах добрив  $N_{60}P_{90}$ , з різними варіантами оранки врожайність суцвіть становила 5,48 т/га (табл. 6.6).

Таблиця 6.6

**Урожайність суцвіть шавлії мускатної в роки використання залежно від досліджуваних факторів, т/га**

Ширина міжрядь, см	Строки сівби	Роки досліджень			
		Перший, 2013–2015 рр.	Другий, 2014–2016 рр.	Третій, 2015–2017 рр.	Четвертий, 2016–2018 рр.
Оранка на 20-22 см					
45	Перший	14,61	14,72	14,02	2,16
	Другий	10,60	11,54	10,04	1,64
	Третій	7,51	7,49	7,49	1,06
	Четвертий	5,48	5,66	5,46	0,86
70	Перший	14,74	12,93	12,93	1,87
	Другий	9,93	9,64	9,64	1,37
	Третій	8,83	7,53	7,53	1,08
	Четвертий	5,52	5,68	5,68	0,82
Середнє за роками		9,61	9,39	9,12	1,36
Оранка на 28–30 см					
45	Перший	14,51	15,01	14,61	2,16
	Другий	9,87	10,60	11,60	1,67
	Третій	7,47	7,61	7,51	1,09
	Четвертий	5,20	5,58	5,48	0,80
70	Перший	13,62	14,74	14,74	2,14
	Другий	9,92	9,93	10,93	1,56
	Третій	8,83	8,83	8,83	1,28
	Четвертий	5,46	5,52	5,62	0,83
Середнє за роками		9,36	9,73	9,91	1,44

При визначенні урожаю в більш пізні роки спостережень другому та

третьому – врожайність суцвіть шавлії мускатної була на другому році використання при післядії внесених добрив ( $N_{60}P_{90}$ ) у варіанті з глибиною оранки 28-30 см – 15,01 та на третьому – 14,61 т/га.

На четвертому році використання посіву врожайність суцвіть різко знизилася навіть на удобреному фоні – до 0,82–2,16 т/га, на фоні оранки на глибину 20–22 см та до 0,80–2,16 т/га на фоні оранки на глибину 28–30 см. Одна з головних причин, як зазначено вище, – це старіння асиміляційного апарату рослин та його відмирання, що спричинило випадання рослин на площі посіву шавлії мускатної.

Частка впливу факторів на формування урожаю шавлії мускатної третього року використання у %. була: фон живлення – 30,4, строки посіву – 43,9, ширина міжрядь – 5,3 та глибина оранки – 2,1 від загального урожаю. На четвертому році використання посіву відбулося різке зменшення урожаю.

Економічні переваги краплинного зрошення: висока ефективність використання води завдяки дозованій та локалізованій її подачі; відносно низькі витрати енергії завдяки подачі води під низьким тиском та без перетікання, порівнюючи з іншими системами зрошення, які потребують застосування високого тиску; скорочення обсягів використання засобів захисту рослин завдяки зменшенню забур'яненості, оскільки земля між рядками залишається сухою; можливість освоєння земель на схилах та зі складним рельєфом, а також малопродуктивних (малопотужних, піщаних, супіщаних, рекультивованих); істотне підвищення врожайності сільськогосподарських культур за значного поліпшення товарної та споживчої якості продукції; високий рівень механізації та автоматизації технологічних процесів (полив, унесення добрив, хімічних меліорантів, засобів захисту рослин) і на цій основі високий ступінь контрольованості всіх процесів;

Технологічні переваги: рівномірний розподіл вологи, особливо на краях; зниження ураження рослин грибковими та бактеріальними хворобами, порівнюючи з традиційними системами зрошення, за яких змочується



поверхня листя; глибоке просочування води безпосередньо до кореневої системи; забезпечення оптимальної кількості добрив відповідно до фізіологічних потреб рослин на основі створення сприятливого водного та поживного режимів ґрунту; зниження ерозії ґрунту, порівняно з іншими системами поливу; унеможливлення впливу вітру на процес зрошення; зниження вимог до систем дренажу; екологічна безпека застосування [119].

При розгляді рисунка 6.5, бачимо, що шавлія мускатна першого року використання при настанні фази цвітіння в даний період формувала добре розвинену вегетативну масу, яка сформувала врожайність суцвіть у варіанті  $N_{60}P_{90}$ , де врожайність суцвіть склала 14,61 т/га.



**Рис. 6.5** Загальний вигляд шавлії мускатної у фазі цвітіння першого року використання посіву

Проведення оранки на 28-30 см приводила до поліпшення водопроникненості ґрунту, при цьому цей фактор проявляв свою дію протягом трьох років використання посіву, але на четвертому році використання посіву шавлії мускатної, цей фактор не виявляв свою дію в подальшому, що вплинуло на зниження формування врожаю.



**Рис. 6.6 Загальний вигляд шавлії мускатної у фазі цвітіння другого року використання**

При аналізі впливу ширини міжрядь з 45 та 70 см, у варіанті з глибиною оранки на 28-30 см, формування врожаю шавлії мускатної при першому році використання посіву шавлії на першому строці посіву шавлії мускатної, то можна сказати, що врожайність у варіанті з міжряддям 45 см при дозі внесення мінеральних добрив  $N_{60}P_{90}$  ці фактори сформували врожайність на рівні 14,51 т/га, у варіанті з шириною міжряддя 70 см цей показник становив 13,61 т/га.



**Рис. 6.7 Загальний вигляд рослин шавлії мускатної у фазі цвітіння третього-четвертого року використання посіву**

Рівень урожаю зріс у варіанті з міжряддям 45 зріс на 0,9 т/га, однією з головних причин це більш рівномірний розподіл рослин на площі посіву та поліпшення площі живлення під кожною рослиною в посіві. Більш мілкий обробіток ґрунту на 20-22 см привів до зростання врожаю/,перед варіантом з більш глибокою оранкою ґрунту.

При другому році використання посіву, бачимо, що коренева система даної рослини більш розвинена, ніж при першому році використанні, тому все це вплинуло на формуванні врожаю на всіх варіантах досліджень, також вегетативна маса сформувала більш високу врожайність суцвіть, ніж при першому році використання посіву.

При третьому році використанні коренева система мала меншу масу, тому при цьому коренева система поглинала менш поживних речовин з ґрунту та вологи при краплинному зрошенні.

У четвертому році використанні посіву шавлії мускатної, вегетативна маса була значно меншою, ніж при третьому році використанні, тому рослини сформували врожайність на кращому варіанті з першим строком сівби та при дозі внесення добрив  $N_{60}P_{90}$  – на рівні 2,16 т/га. Тому даний посів у подальшому використанні не доцільно, також вміст біологічно-активних речовин в рослинах зразках різко зменшився.

За результатами аналізу продуктивності рослин шавлії мускатної у різні роки використання проявився різний вплив мінеральних добрив на врожайність суцвіть досліджуваної культури (табл. 6.7).

У перший рік використання за проведення сівби у перший строк (перша декада грудня) приріст врожайності суцвіть від застосування добрив склав 7,10-8,79 т/га, а у варіанті з сівбою у першу декаду квітня (четвертий строк) цей показник зменшився до 0,74-1,55 т/га.

Отже, проявилась дуже істотно різниця (в 4,6-12,1 рази) в ефективності використання добрив при порівнянні першого і четвертого строків сівби.

Стосовно глибини основного обробітку ґрунту проявилась перевага варіанту з оранкою на 20-22 см, на якій приріст від використання добрив склав, у середньому, 5,1 т/га. Заглиблення оранки до глибини 28-30 см обумовило зниження цього показника до 4,2 т/га або на 16,9%.

**Ефективність використання добрив на посівах шавлії мускатної залежно від інших досліджуваних факторів, т/га**

Строки сівби (фактор С)	Ширина міжряддя, см (фактор D)	Глибина оранки, см (фактор А)	
		20–22	28–30
		фони живлення (фактор В)	
		N <sub>60</sub> P <sub>90</sub>	N <sub>60</sub> P <sub>90</sub>
Перший рік використання, 2013–2015 рр.			
Перший	45	8,79	8,15
Четвертий		1,55	0,88
Перший	70	8,93	7,10
Четвертий		1,02	0,74
Другий рік використання, 2014–2016 рр.			
Перший	45	8,40	8,59
Четвертий		1,40	0,96
Перший	70	6,52	7,92
Четвертий		1,14	1,28
Третій рік використання, 2015–2017 рр.			
Перший	45	8,01	8,23
Четвертий		1,44	0,92
Перший	70	6,93	8,23
Четвертий		1,14	1,04
Четвертий рік використання, 2016–2018 рр.			
Перший	45	1,24	1,24
Четвертий		0,26	0,12
Перший	70	0,93	1,22
Четвертий		0,15	0,50

НІР<sub>05</sub>, т/га в роки досліджень змінювалася: для окремої дії факторів – від 0,11 до 0,87, а для комплексної дії – від 0,60 до 0,94

Розширення міжрядь також вплинуло на величину приросту врожайності від використання мінеральних добрив. У середньому по фактору, за сівби з міжряддям 45 см даний показник становив 4,8 т/га, а за його розширення до 70 см відбулося його зниження до 4,5 т/га або на 8,2%.

На другому та третьому роках використання по фактору А відбулася зміна в ефективності використання добрив за оранки на різну глибину. Так, за оранки на глибину 20-22 см цей показник склав, у середньому, 4,4 т/га, а за оранки на 28-30 см – підвищився до 4,6-4,7 т/га або на 5,1-7,4%.

Відносно строків сівби на другому та третьому роках використання посівів зберігалася перевага підзимового строку (у першу декаду грудня) порівняно з весняною сівбою у першу декаду квітня, проте вона була у меншому діапазоні – в межах від 5,1 до 6,7 разів.

По фактору D (ширина міжрядь) також збереглась перевага варіанту з міжряддям 45 см, за використання якого приріст від застосування мінеральних добрив перевищував у другий рік на 12,9, а на третій – на 6,7% варіант з міжряддям 70 см.

На четвертий рік використання відбулося істотне падіння – в 2,8-8,4 рази ефективності добрив в усіх варіантах, причому найгірший результат зі зниженням досліджуваного показника – до 0,12-0,15 т/га одержано за четвертого строку сівби у першу декаду квітня.

Порівняння ефективності використання різних строків сівби шавлії мускатної залежно від інших досліджуваних факторів показало абсолютну перевагу підзимового строку сівби у першу декаду грудня (табл. 6.8).

Встановлено, що сівба у перший строк, порівняно з другим, який було прийнято за контроль, забезпечує приріст урожайності суцвіть у перший рік використання – 3,70-4,81 т/га, на другий – 3,18-4,81, третій – 3,01-3,98 т/га. У четвертий рік використання цей приріст зменшився в 5,2-9,8 рази – до 0,49-0,58 т/га.

В досліджах проявилось істотне зменшення приросту врожайності суцвіть шавлії мускатної за третього, й, особливо, за четвертого строків сівби. Так, у середньому по фактору за сівби досліджуваної культури у третій строк відбулося зменшення приросту врожайності на 1,9 т/га, або в 1,5 рази порівняно з першим строком. За сівби у четвертий строк (перша декада квітня) таке зниження було ще більшим – до 6,7 т/га або в 3,8 разів.

Застосування оранки на глибину 28-30 см порівняно з варіантом на глибину 20-22 см забезпечило підвищення приросту від оптимізації строків сівби, в середньому по фактору, на 12,5%.

**Ефективність строків сівби шавлії мускатної залежно від інших досліджуваних факторів, т/га**

Ширина міжрядь, см (фактор С)	Строки сівби (фактор В)	Роки використання			
		перший, 2013-2015	другий, 2014-2016	третій, 2015-2017	четвертий, 2016-2018
<b>Оранка на глибину 20-22 см (фактор А)</b>					
45	Перший	+4,01	+3,18	+3,98	+0,52
	Другий (контроль)	–	–	–	–
	Третій	-3,09	-4,05	-2,55	-0,58
	Четвертий	-5,12	-5,88	-4,58	-0,78
70	Перший	+4,81	+3,29	+3,29	+0,50
	Другий (контроль)	–	–	–	–
	Третій	-1,10	-2,10	-2,11	-0,29
	Четвертий	-4,41	-3,96	-3,96	-0,55
<b>Оранка на глибину 28–30 см (фактор А)</b>					
45	Перший	+4,64	+4,41	+3,01	+0,49
	Другий (контроль)	–	–	–	–
	Третій	-2,40	-2,11	-4,09	-0,58
	Четвертий	-4,67	-3,96	-6,12	-0,87
70	Перший	+3,70	+4,81	+3,81	+0,58
	Другий (контроль)	–	–	–	–
	Третій	-1,09	-1,10	-2,10	-0,28
	Четвертий	-4,46	-4,41	-5,31	-0,73
НІР <sub>05</sub> , т/га: для окремої дії факторів А і С – від 0,18 до 0,25; для фактора В – від 0,14 до 0,19; для комплексної дії АВС – від 0,31 до 0,39					

**Примітка.** Дослідження проведені на фоні N<sub>60</sub>P<sub>90</sub>

Суттєву різницю в прирості врожайності суцвіть досліджуваної культури забезпечувала ширина міжрядь. Визначено, що за ширини міжрядь 45 см оптимізація строків сівби сприяла збільшенню приросту врожайності, в середньому, на 51,5%.

### 6.3 Вплив досліджуваних чинників та природних умов на вміст ефірної олії в рослинах шавлії мускатної у різні роки життя

Питання про вплив екологічних факторів на ріст і розвиток і накопичення діючих речовин в ефіроолійних культурах являється предметом наукових досліджень багатьох вчених. Першою роботою була докторська дисертація А.М. Бутлерова “Про ефірні олії”, в якій автор сказав “Кількість і якість ефірної олії в кожній особі змінюється від віку, ґрунту та кліматичних умов, які були під час вегетації рослини”, М.М. Монтерверде і М.А. Орловська при дослідженнях встановили, що врожайність суцвіть і вихід ефірної олії залежав від метеорологічних факторів.

Аналіз літературних джерел показав, що наукові дані про утворення ефірної олії від кліматичних умов різнобічні й протилежні. Так, наприклад, М.І. Горячев, А.А. Прокофев та інші, стверджують, що сухість клімату слід розглядати, як один з основних факторів, що формують утворення ефірної олії в рослинах. Дослідники [138] не згодні з таким твердженням. На їх думку, накопичення ефірної олії здійснюється у більш північних районах, ніж у посушливих районах і напівпустелях.

Дослідження декількох сортів коріандру в різних районах СНД показали, що раси південного походження відрізняються значно меншим виходом ефірної олії, ніж раси більш північних районів [190].

Відносно впливу умов середовища на відношення якості і кількості лавандової олії є різні погляди. По свідченням В. Д. Залучного і М. Х. Кигельмана, суха сонячна погода з високою сумою активних температур діє на утворення і накопичення ефірної олії. У своїх працях Букокля також рахує, що між кількістю олії та якістю існує тісний зворотній зв'язок [158].

Протилежної точки про вплив вологи і температурного режиму на накопичення ефірної олії у розі ефіроолійної [238], м'яти перцевої [262], так, наприклад за дослідженнями у більшості ефіроолійних культур, тепле сухе повітря підвищує накопичення олії.



Особливі висновки і взаємозв'язок між кількістю, якістю ефірної олії та метеорологічними факторами у лаванди надав Л.П. Савчук, який повідомив про важливе місце в утворенні ефірної олії у лаванді та коріандру відіграє наявність високої температури повітря. Лише у шавлії мускатної у результаті особливої будови ефіроолійного нагромадження, легко знижуються кількість ефірної олії під дією опадів, які знижують не тільки якість олії, але її кількість в сировині. Всі ефірні олії крім м'ятної, лавандової, мають кращу якість при жаркій погоді [243].

Таким чином, для формування врожаю шавлії мускатної у нашій зоні створюються сприятливі умови для її інтродукції, ліміт опадів легко поповнити крапельним зрошенням, що дасть змогу отримувати появу сходів даних рослин та сформувати врожайність суцвіть з високими показниками якості даної культури (табл. 6.7).

Таблиця 6.7

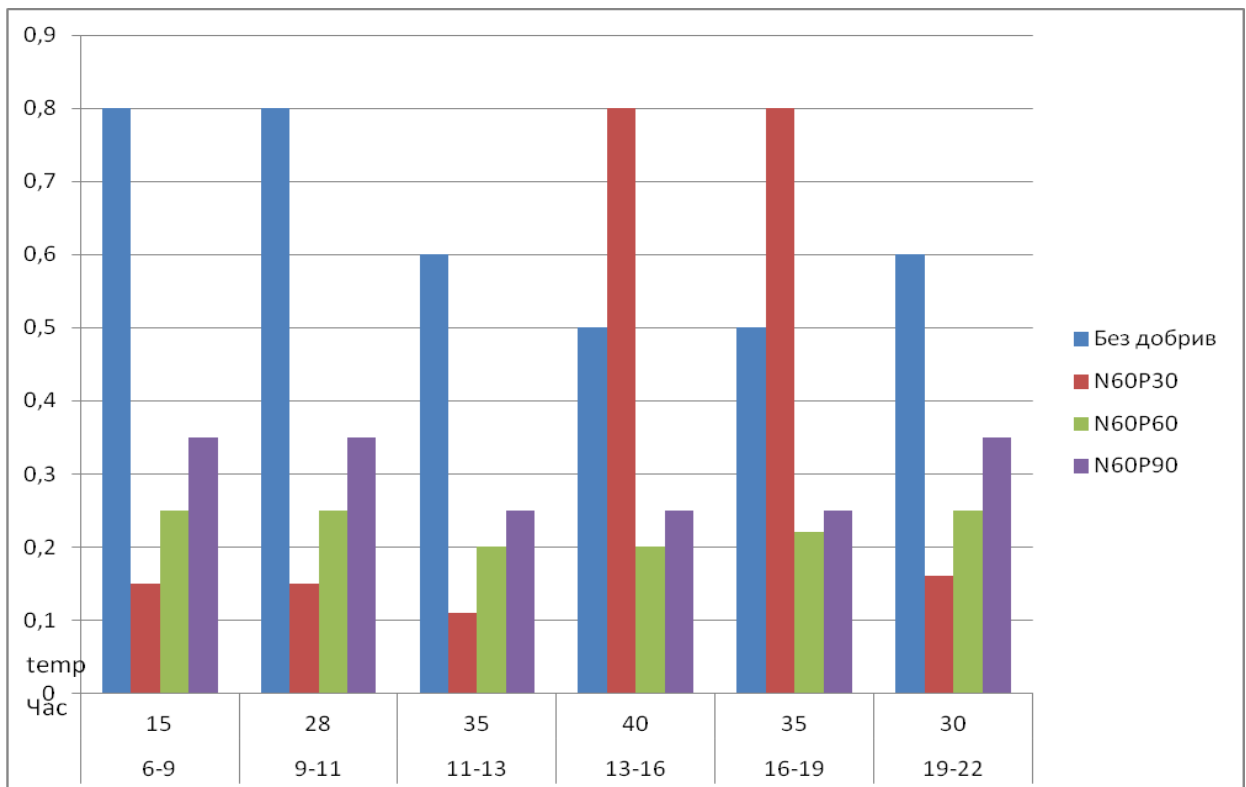
**Вплив температури повітря на синтез ефірної олії в суцвіттях *Salvia sclarea* L. першого року використання залежно від фонів живлення (середнє за 2013-2015 рр.)**

Час відбору зразків, години доби	6-9	9- 11	11-13	13-16	16-19	19-22
Температура повітря, °С	15	28	35	40	35	30
Фон живлення	Синтез ефірної олії в суцвіттях, %					
Без добрив	0,08	0,08	0,06	0,05	0,05	0,06
N <sub>60</sub> P <sub>30</sub>	0,15	0,15	0,11	0,08	0,08	0,16
N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	0,25	0,25	0,20	0,20	0,22	0,25
N <sub>60</sub> P <sub>90</sub>	0,35	0,35	0,25	0,25	0,25	0,35

**Примітка:** результати отримані на посівах культури першого строку з міжряддям 45 см та глибиною оранки на 28-30 см

Вплив температури повітря та фону живлення на формування синтезу ефірної олії в суцвіттях у відсотках (рис. 6.8), на якому наглядно показано графік формування ефірної олії при різних температурах, які були при збиранні врожаю суцвіть упродовж 2013-2018 років. Таким чином, вміст ефірної олії у шавлії мускатної в онтогенезі підтверджено значним коливанням, воно залежить від метеорологічних факторів та від фону живлення шавлії мускатної

Збір врожаю з 3-6 до 11 годин дня та з 19 до 22 годин вечора підвищує вміст ефірної олії у суцвіттях шавлії мускатної порівняно з більш жаркими часами доби, але не досягає показників ранніх часів збирання, яке було проведене з 6 до 11 години. Такі результати, на нашу думку, можливо пояснити біохімічними процесами в тканинах рослини при яких відбувається дефіцит вологи і як результат – уповільнюються процеси синтезу ефірної олії в суцвіттях шавлії лікарської.



**Рис. 6.8 Вплив температури повітря та фону живлення на формування синтезу ефірної олії в суцвіттях % (*Salvia sclarea* L), в період використання посіву 2013-2018 рр.**

Вплив екологічних факторів та умов вирощування, внесення добрив на вихід ефірної олії залежить від часу збору врожаю, що підтверджують дослідження вмісту масової долі ефірної олії м'яти перцева (*Mentha x Piperita* L.), меліси (*Melissa* L.), материнки (*Origanum vulgare*), тим'яну (*Thymus serpyllum* L.) [10].

Отже, вміст ефірної олії у суцвіттях шавлії мускатної в онтогенезі схильний до значних коливань, він залежить від температури повітря, яка обумовлена часом скошування суцвіть та від фону живлення шавлії мускатної.

Для повної об'єктивності, при проведенні аналізу змін такого показника, як синтез ефірної олії у суцвіттях культури, ми провели розрахунки умовного збору ефірної олії шавлії мускатної (табл. 6.8).

Таблиця 6.8

**Умовний збір ефірної олії з посівів шавлії мускатної першого року використання залежно від досліджуваних факторів, кг/га  
(середнє за 2013-2015 рр.)**

Фон живлення	Час відбору зразків, години доби						Урожайність суцвіть, т/га
	6-9	9-11	11-13	13-16	16-19	19-22	
Без добрив	5,05	5,05	3,79	3,16	3,16	3,79	6,32
N <sub>60</sub> P <sub>30</sub>	13,6	13,6	9,9	7,22	7,22	14,45	9,03
N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	30,5	30,5	24,4	24,4	26,8	30,5	12,19
N <sub>60</sub> P <sub>90</sub>	51,1	51,1	36,5	36,5	36,5	51,1	14,61

Як бачимо, зміни умовного збору ефірної олії шавлії мускатної першого року використання відбуваються в такій же залежності, як і її синтез в рослині. Так, максимальну кількість ефірної олії в зібраних суцвіттях шавлії мускатної можливо отримати при скошуванні їх в період з 6 години ранку до 11 години дня або з 19 до 22 години вечора. У період скошування суцвіть культури з 11 до 19 години дня умовний збір ефірної олії знижується на 1,26-14,6 кг/га або 25,0-88,4%.

Внесення мінеральних добрив під основний обробіток ґрунту призводило до збільшення умовного збору ефірної олії з посівів шавлії мускатної (табл. 6.9).

Таблиця 6.9

**Вплив строків сівби та добрив на збір ефірної олії шавлії мускатної, кг/га  
(середнє за 2013-2018 рр.)**

Роки використання (фактор А)	Строк сівби (фактор В)	Добрива (фактор С)				Середнє по С
		Без добрив	N <sub>60</sub> P <sub>30</sub>	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	N <sub>60</sub> P <sub>90</sub>	
1-й	1-й строк (підзимовий)	20,4	30,9	41,2	51,1	26,9
	2-й строк	19,5	20,93	32,2	37,1	24,5
	3-й строк	15,7	19,4	21,8	27,3	26,3
	4-й строк	13,6	16,2	17,4	19,2	19,1
Середнє по року використання		17,2	21,0	25,6	28,6	23,0
2-й	1-й строк (підзимовий)	22,1	25,8	42,7	51,3	35,7
	2-й строк	18,0	23,6	27,4	29,2	24,5
	3-й строк	16,3	18,3	25,6	27,3	21,8
	4-й строк	14,3	16,5	21,0	24,6	19,1
Середнє по року використання		17,7	21,0	29,2	33,1	25,3
3-й	1-й строк (підзимовий)	20,2	25,9	28,6	33,3	27,0
	2-й строк	18,3	23,6	27,5	29,5	24,7
	3-й строк	16,4	18,5	25,4	27,2	21,9
	4-й строк	14,4	16,6	21,5	24,6	19,3
Середнє по року використання		17,3	21,1	25,7	28,6	23,2
4-й	1-й строк (підзимовий)	6,3	7,4	8,3	8,7	7,5
	2-й строк	5,6	7,0	7,2	7,5	6,8
	3-й строк	5,0	6,5	6,8	7,1	6,4
	4-й строк	5,0	6,2	6,2	6,5	5,7
Середнє по року використання		5,5	6,8	7,12	7,4	6,6
НІР <sub>05</sub>	Часткових відмінностей: А – 0,10; В – 0,14; С – 0,21					
	Середніх (головних) ефектів: А – 0,03; В – 0,04; С – 0,07					

Так, внесення добрив у дозі N<sub>60</sub>P<sub>30</sub> призводило до збільшення можливої

кількості зібраної ефірної олії, порівняно з природним фоном живлення на 4,06-10,66 кг/га або 128,5-281,3%. Внесення мінеральних добрив у дозі  $N_{60}P_{60}$  призводило до подальшого збільшення умовного збору ефірної олії культури на 20,61-26,71 кг/га порівняно з неудобrenим фоном живлення. Внесення мінеральних добрив максимальною в нашому досліді дозою  $N_{60}P_{90}$  дало можливість отримати максимальний умовний збір ефірної олії, який, залежно від часу скошування суцвіть шавлії мускатної, міг складати 36,5-51,1 кг/га, що на 32,71-47,31 кг/га більше, ніж на природному фоні живлення.

Строки посіву шавлії мускатної також впливали на формування ефірної олії в зразках. Так, при першому році використання посіву, при першому строці сівби, у середньому за роки визначення з 2013-2018 рр., вміст ефірної олії при внесенні мінеральних добрив у дозі  $N_{60}P_{90}$  на цьому варіанті склав 51,1 кг/га, а, в середньому, на різних варіантах з добривами при різних строках сівби за перший рік використання посіву 28,6 кг/га.

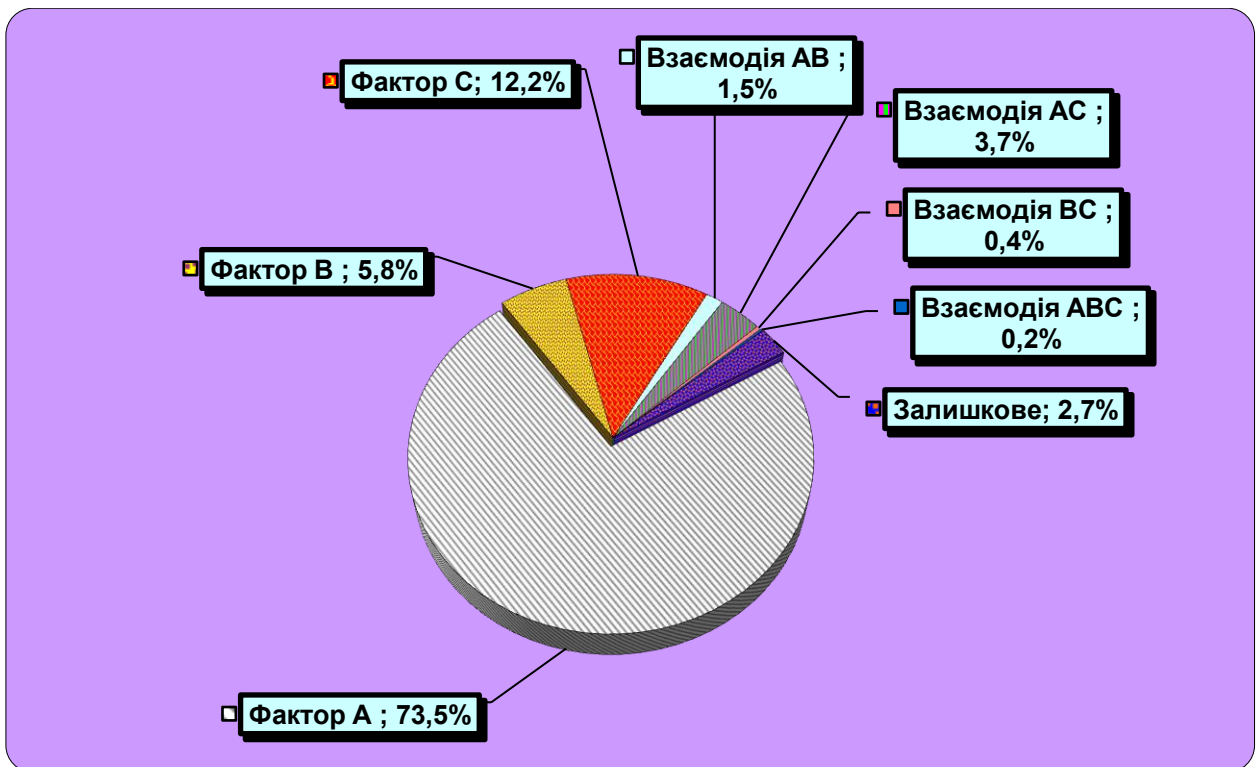
При визначенні виходу ефірної олії у другий рік використання на першому строці посіву у варіанті з внесенням добрив в дозі  $N_{60}P_{90}$  – кількість ефірної олії з одного гектара – 51,3, а, в середньому, по варіантах з внесенням різних доз добрив – 35,7 кг/га, при третьому році використання на цьому варіанті з добривами, в середньому, кількість її становила 27,0 кг/га.

При визначенні кількості олії при четвертому році використання при першому строці посіву з внесенням максимальної дози  $N_{60}P_{90}$  він склав, у середньому, 7,5, у подальших строках сівби при четвертому році використання – 6,5 кг/га.

Тому, аналізуючи результати показників по виходу ефірної олії, можна зробити висновок, що її вихід залежав від доз внесених добрив та строків сівби, також від років використання посіву.

Таким чином, максимальний умовний збір з 1 га - 51,1 кг ефірної олії на півдні України можливо отримати з посівів шавлії мускатної першого року використання при застосуванні краплинного зрошення, внесення під оранку на 28-30 см мінеральних добрив у дозі  $N_{60}P_{90}$ .

Експериментально встановлено, що частка впливу на збір ефірної олії шавлії мускатної становила по фактору А – роки використання - 73,5% (рис. 6.9).



**Рис. 6.9 Частка впливу на збір ефірної олії шавлії мускатної досліджуваних факторів: А – роки використання; В – строк сівби; С – добрива, %**

У подальшому визначали вихід ефірної олії з насіння шавлії мускатної у різних фазах розвитку рослин (табл. 6.10).

*Таблиця 6.10*

**Вплив досліджуваних факторів на вихід ефірної олії з насіння шавлії мускатної,%, (середнє за 2013-2018 рр.)**

Стадія визначення розвитку рослин	Фони живлення			
	Без добрив	N <sub>60</sub> P <sub>30</sub>	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	N <sub>60</sub> P <sub>90</sub>
Відпадання квітів	0,20	0,25	0,38	0,41
Дозрівання насіння	0,38	0,39	0,39	0,41
Відпадання насіння	0,15	0,16	0,17	0,19

Визначено, що у варіанті без добрив (контроль) вміст ефірної олії у фазі відпаданні квітів становив 0,20%, а внесення добрива в дозі  $N_{60}P_{90}$  обумовило зростання цього показника до 0,41%.

У варіанті з удобренням у дозі  $N_{60}P_{30}$  відзначено зростання цього показника до 0,30%. Слід зауважити, що подальше збільшення дози внесення мінеральних добрив до  $N_{60}P_{90}$ , цей показник зріс до 0,41%.

У подальшій фазі – відпаданні насіння, цей показник знизився у варіанті без добрив до 0,15, а їх внесення у дозі  $N_{60}P_{90}$  на першому році життя привело до зростання показника до 0,19%.

### **Висновки до розділу 6**

1. За результатами досліджень розглянуті питання впливу строків сівби та мінеральних добрив на продуктивність шавлії мускатної, що є важливим в умовах Південного Степу України. Проведені дослідження надали змогу оцінити формування урожаю шавлії мускатної в період з 2011 по 2018 рр. Рослини досліджуваної культури при вирощуванні потрапляли в різні погодні метеорологічні умови, що надало, в середньому за роки вирощування, можливість оцінити фактори, які впливали на формування врожаю за диференціації оранки на глибину від 20-22 до 28-30 см з різними дозами внесення мінеральних добрив, строками сівби від підзимового до ранньовесняного, та за взаємодії цих факторів оцінити їх вплив на формування врожаю по роках використання.

2. Врожайність суцвіть шавлії мускатної у перший рік використання за внесення мінеральних добрив у дозі  $N_{60}P_{90}$  зростає до максимального рівня – 14,61 т/га. Доведено, що в умовах посушливого клімату Південного Степу України оранка на глибину 28–30 см з наступним передпосівним обробітком ґрунту за допомогою борони-культиватора БК-1,0 дає змогу збільшити передпосівну вологість ґрунту 0-30 см на 1–7 % НВ порівняно з варіантом передпосівної культивації КПС-4. Краплинне зрошення у взаємодії з передпосівним обробітком ґрунту бороною-культиватором БК-1,0 не

впливало на його водопроникність, що підтвердили результати визначення величин цього показника у зоні зволоження.

3. Рівень урожайності суцвіть шавлії мускатної під час збору був стабільним протягом трьох років використання, в середньому, за перший рік вона склала 9,51, за другий – 9,38, третій – 9,69 т/га. Лише на четвертому році використання посіву (п'ятий рік життя) урожайність різко знизилась – до 1,40 т/га. На другому році використання був сформована урожайність, у середньому за роки 2014-2016 рр., 14,72 у варіанті з шириною міжрядь 45 см з глибиною оранки на 20-22 см, а за поглибленою оранкою на 28-30 см відзначено зростання її зростання на цьому варіанті на 0,29 т /га. В цілому можна зробити висновок, про те що на другому році визначення створювались умови, які формували врожай суцвіть шавлії мускатної з високими показниками на першому та другому строках сівби та формували вміст ефірної олії 25-35% у рослинах у варіанті з внесенням мінеральних добрив при першому році життя у дозі  $N_{60}P_{90}$ . Зменшення доз мінеральних добрив при першому році життя знижувало приріст врожаю з різними глибинами оранки та строками посіву шавлії мускатної.

4. Для аналізу зміни врожайності суцвіть шавлії мускатної за роками використання ми взяли показники продуктивності культури, отримані на фоні  $N_{60}P_{90}$ . Як бачимо, рівень урожайності шавлії мускатної був стабільним протягом трьох років використання. На четвертий рік використання посіву урожайність суцвіть різко зменшувалась – до 0,82–2,16 на фоні оранки на 20–22 см та до 0,8-2,16 на фоні глибокої оранки. Вміст ефірної олії у насінні шавлії мускатної на другому році використання при його дозріванні склав 0,41% у варіанті з мінеральними добривами в дозі  $N_{60}P_{90}$ .

5. Ефективність застосування добрив істотно коливалась залежно від років використання, глибини оранки та ширини міжрядь. Доведено, що перший рік використання максимальну ефективність забезпечили: оранка на глибину 20-22 см, сівба у перший строк та міжряддя 70 см, при цьому одержано приріст врожайності суцвіть на рівні 8,9 т/га. На другому і третьому



роках проявилась перевага оранки на глибину 28-30 см і міжряддя 45 см. У четвертий рік використання відбулося істотне зменшення приросту врожайності суцвіть від застосування добрив.

6. Строки сівби у взаємодії з іншими досліджуваними факторами значною мірою вплинули на врожайність суцвіть шавлії мускатної. Слід зауважити, що перший строк сівби (у першу декаду грудня) був найбільш оптимальним і забезпечив приріст урожайності на 4,8 т/га за оранки на глибину 20-22 см та міжряддя 70 см, при цьому за четвертого строку відзначено її падіння на 4,5 т/га. У другий і третій роки зберігалась перевага першого строку сівби, а також проявилась перевага глибокої оранки (на 28-30 см) та розширення міжрядь до 70 см, які забезпечили приріст врожайності на 4,8 т/га. На четвертому році використання різниця у приростах урожайності суцвіть шавлії мускатної істотно скоротилась, проте позитивний ефект зафіксовано лише за першого строку сівби.

7. Важливе значення при вирощуванні шавлії мускатної за умов краплинного зрошення має контроль якості лікарської сировини з врахуванням впливу агротехнічних факторів. Визначено, що вміст сахарози в коріннях досліджуваної культури по роках використання коливався на першому році використання від 16,9 до 28,3%, відповідно за визначеннями у вересні, січні та лютому. Досліджуваний показник мав схожі тенденції і в наступні роки використання. Вміст ефірної олії в зразках насіння шавлії мускатної при дозріванні склав 0,41% у варіанті з мінеральними добривами в дозі  $N_{60}P_{90}$ .

8. В досліджах доведена необхідність коригування часу збирання суцвіть шавлії мускатної. Так, сировина, яку збирали з 6 до 9 години ранку, а також з 9 години до 11 години, мала на природному фоні живлення (контроль) вміст ефірної олії на рівні 0,08%, а на фоні внесення мінеральних добрив у дозі  $N_{60}P_{90}$  – 0,35%. При підвищенні температури повітря (іноді понад 40°C) у період відбору з 13 до 16 годин вміст олії в суцвіттях був мінімальним в усіх варіантах і склав 0,05-0,25%. Збирання врожаю з 16 до 19 години а також з

19 до 22 годин суттєво підвищувало вміст ефірної олії у суцвіттях.

9. Встановлено, що зміни умовного збору ефірної олії шавлії мускатної в різні роки використання залежали в першу чергу від удобрення, а найбільша їх ефективність проявилась у перший рік використання з підвищенням цього показника на 18,1-39,9%. Максимальний збір олії в дослідях на рівні 33,3 кг/га одержано у третій рік використання за сівби у перший строк (перша декада грудня) та внесенні добрив у дозі  $N_{60}P_{90}$ . У четвертий рік використання відбулося різке зменшення умовного збору ефірної олії до 5,0-8,7 кг/га.

## РОЗДІЛ 7

### **ЕКОНОМІКО-БІОЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ШАВЛІЇ МУСКАТНОЇ ТА ПРОГРАМУВАННЯ РІВНІВ УРОЖАЮ ДОСЛІДЖУВАНОЇ КУЛЬТУРИ**

Сталий розвиток аграрного сектору економіки можливий лише із забезпеченням стійкості екосистем, особливо з точки зору відтворення родючості ґрунту, недопущення втрат гумусу та органічної речовини, попередження неконтрольованого розповсюдження й розмноження бур'янів, шкідників та збудників хвороб. Слід відзначити, що в аграрній науці прораховують усі можливі екологічні наслідки взаємодії сільського господарства й навколишнього середовища. Такі сучасні наукові підходи забезпечують можливість перетворення неекономічних об'єктів на користь сталого розвитку агровиробничих систем і підвищення економічної ефективності та конкурентоспроможності вітчизняного сільського господарства [192].

На сучасному етапі розвитку сільського господарства України існує необхідність науково обґрунтованого використання технологій вирощування з різним ступенем інтенсифікації та мінімізації витрат ресурсів, оскільки з погляду неокласичної економіки слід дотримуватись екологічно обґрунтованої межі економічного зростання та використання природного потенціалу на рівні держави, регіону, а також локальних територій [149].

#### **7.1 Економічна ефективність розробленої технології вирощування шавлії мускатної залежно від років використання та досліджуваних агрозаходів**

Ефективність сільського господарства тісно пов'язана з економічними показниками, які дозволяють коригувати агрозаходи з метою мінімізації витрат фінансових ресурсів та собівартості вирощеної продукції, а також

підвищити чистий прибуток і рентабельність. Підвищення обсягів виробництва лікарської сировини, в тому числі шавлії мускатної, можна досягти за рахунок підвищення продуктивності рослин, оптимізації елементів технології вирощування, а також вивчення впливу природних та технологічних факторів на потенціал продуктивності й економічні складові систем зрошувального землеробства [142]. Економічне обґрунтування технології вирощування лікарських культур, у тому числі й шавлії мускатної, дозволяє з максимальною ефективністю реалізовувати біологічний потенціал рослин.

Нами було поставлено за мету встановлення показників економічної ефективності вирощування шавлії мускатної залежно від основних елементів технології – удобрення, глибини основного обробітку ґрунту, строків сівби та ширини міжрядь. Аналіз ефективності розроблених елементів технології вирощування було здійснено на основі електронних технологічних карт. Собівартість отриманої лікарської сировини (суцвіть шавлії мускатної) обраховували за методикою [296]. Вартість продукції в розрахунку на один гектар визначена за поточними цінами на 3-й квартал 2019 року. Для кожного елементу технології вирощування розраховано загальну суму витрат виробництва у грошовому виразі в розрахунку на гектар площі в цінах 2019 року згідно з існуючими методиками, крім того, визначено структуру цих витрат за відповідними статтями. Собівартість і витрати коштів на 1 га були обчислені за нормативами та розцінками, що діяли у підприємствах зони Степу. Умовний чистий прибуток встановлювали як різницю між вартістю валової продукції та виробничими витратами. Рівень рентабельності встановлювали за відсотковим співвідношенням між умовним чистим прибутком і виробничими витратами за варіантами й факторами дослідів.

Загальна вартість суцвіть цілком залежала від рівня врожаю та закупівельних цін (табл. 7.1). Тенденція змін цього показника мала такі ж самі закономірності, як зміна продуктивності посівів під дією досліджуваних елементів технології вирощування й досягла найвищого значення (375,3 тис.

грн/га) на другому році використання у варіанті з сівбою у першу декаду грудня з міжряддям 45 см, оранкою на глибину 28-30 см та внесення мінеральних добрив у дозі  $N_{60}P_{90}$ . Найменший рівень цього енергетичного показника – 15,0 ГДж/га виявився на четвертому році використання у неудобреному варіанті з сівбою у першу декаду квітня, міжрядді 45 см та оранці на глибину 20-22 см.

Таблиця 7.1

**Вартість валової продукції шавлії мускатної за роками використання залежно від досліджуваних факторів, тис. грн/га**

Строки сівби культури	Ширина міжрядь, см	Глибина оранки (см) та фони живлення			
		20-22		28-30	
		Без добрив	$N_{60}P_{90}$	Без добрив	$N_{60}P_{90}$
<b>Перший рік використання, 2013-2015 рр.</b>					
Перша декада грудня	45	145,5	365,3	159,0	362,8
Перша декада квітня		98,3	137,0	115,0	137,0
Перша декада грудня	70	145,3	368,5	163,0	340,5
Перша декада квітня		112,5	138,0	118,0	136,5
<b>Другий рік використання, 2014-2016 рр.</b>					
Перша декада грудня	45	158,0	368,0	160,5	375,3
Перша декада квітня		106,5	141,5	115,5	139,5
Перша декада грудня	70	160,3	323,3	170,5	368,5
Перша декада квітня		113,5	142,0	106,0	138,0
<b>Третій рік використання, 2015-2017 рр.</b>					
Перша декада грудня	45	150,3	350,5	159,5	365,3
Перша декада квітня		100,5	136,5	114,0	137,0
Перша декада грудня	70	150,0	323,3	159,5	365,3
Перша декада квітня		113,5	142,0	114,5	140,5
<b>Четвертий рік використання, 2016-2018 рр.</b>					
Перша декада грудня	45	23,0	54,0	23,0	54,0
Перша декада квітня		15,0	21,5	17,0	20,0
Перша декада грудня	70	23,5	46,8	23,0	53,5
Перша декада квітня		23,4	28,7	23,8	29,0

В середньому по факторах визначено, що найбільша вартість зібраного врожаю (суцвіть) була за вирощування шавлії мускатної у перший, другий і третій роки використання при першому (перша декада грудня) строці сівби з шириною міжряддя 45 см, проведені оранки на глибину 28-30 см, внесенні мінеральних добрив нормою  $N_{60}P_{90}$ .

Проведений економічний аналіз виробничих витрат показав, що

внаслідок значних витрат на придбання й облаштування системи краплинного зрошення, внесення азотних і фосфорних добрив, проведення оранки на глибину 20-22 та 28-30 см зафіксовано максимальне значення загальних виробничих витрат у першому році використання шавлії мускатної в 1,9-2,3 рази (табл. 7.2).

Таблиця 7.2

**Виробничі витрати при вирощуванні шавлії мускатної в умовах краплинного зрошення за роками використання залежно від досліджуваних факторів, тис. грн/га**

Строки сівби культури	Ширина міжрядь, см	Глибина оранки (см) та фони живлення			
		20-22		28-30	
		без добрив	N <sub>60</sub> P <sub>90</sub>	без добрив	N <sub>60</sub> P <sub>90</sub>
<b>Перший рік використання, 2013-2015 рр.</b>					
Перша декада грудня	45	59,3	63,9	60,0	64,5
Перша декада квітня		58,7	63,2	59,4	63,9
Перша декада грудня	70	59,3	63,9	60,1	64,6
Перша декада квітня		58,9	63,4	59,4	64,0
<b>Другий рік використання, 2014-2016 рр.</b>					
Перша декада грудня	45	29,2	32,1	29,3	32,2
Перша декада квітня		28,5	29,0	28,6	29,0
Перша декада грудня	70	29,3	31,5	29,4	32,1
Перша декада квітня		28,6	29,0	28,5	29,0
<b>Третій рік використання, 2015-2017 рр.</b>					
Перша декада грудня	45	29,1	31,9	29,2	32,1
Перша декада квітня		28,4	28,9	28,6	28,9
Перша декада грудня	70	29,1	31,5	29,2	32,1
Перша декада квітня		28,6	29,0	28,6	29,0
<b>Четвертий рік використання, 2016-2018 рр.</b>					
Перша декада грудня	45	27,3	27,6	27,3	27,6
Перша декада квітня		27,2	27,3	27,2	27,3
Перша декада грудня	70	27,3	27,5	27,3	27,6
Перша декада квітня		27,2	27,3	27,2	27,3

Внесення мінеральних добрив обумовило зростання виробничих витрат на 6,9-7,2%. Заглиблення оранки до 28-30 см несуттєво (на 1,2%) підвищило даний показник.

Слід зауважити, що суттєвої різниці між варіантами строку сівби та ширини міжряддя за роками використання не було. В середньому за роки досліджень показник виробничих витрат за цими варіантами змінювався в

межах від 0,2 до 0,5 %.

На четвертому році використання виробничі витрати досягли мінімального рівня, що пов'язано з ущільненням ґрунту, зменшенням кількості поливів через систему краплинного зрошення, зниженням кількості технологічних операцій, а також різкого падіння врожайності культури, а значить скорочення витрат на збирання, транспортування та досушування.

Внесення мінеральних добрив у дозі  $N_{60}P_{90}$  сприяло зростанню виробничих витрат на другому та третьому роках використання досліджуваної культури, відповідно, на 1,7-9,0 та 1,3-8,8%, проте на четвертий рік цей вплив практично знівелювався, що обумовлено зниженням позитивної дії добрив на врожайність шавлії мускатної. За внесення  $N_{60}P_{90}$  витрати зростали, в середньому, на 3,7-4,8%.

У підсумку, слід відмітити, що саме матеріальні витрати на придбання й установаження системи краплинного зрошення, проведення оранки та внесення мінеральних добрив були основними витратними елементами технології вирощування, які вплинули на загальні фінансові витрати при вирощуванні шавлії.

Основним фактором, який формує початкову вартість продукту є його собівартість. Проведені розрахунки показали, що собівартість врожаю (суцвіть) на другому та третьому роках вирощування була найменшою, а в перший й, особливо у четвертий роки використання – найвищою (табл. 7.3). Різниця за варіантами була вищою в 5-7 разів, що є безперечним фактом нераціональності використання посівів шавлії мускатної на четвертий рік.

Незалежно від зміни глибини оранки та ширини міжрядь собівартість суцвіть шавлії мускатної у перший рік вирощування була найменшою – 4,3-4,7 грн/кг за сівби у першу декаду грудня та внесення мінеральних добрив ( $N_{60}P_{90}$ ). Найгірші результати, де досліджуваний економічний показник підвищився до 13,1-14,9 грн/кг, одержали у неудообрених варіантах із сівбою шавлії мускатної у першу декаду квітня та проводили оранку на глибину 20-22 см.

На четвертому році використання собівартість 1 кг суцвіть досліджуваної культури підвищилася до найвищої величини – 45,3 грн/кг. Найменша собівартість була за вирощування культури по оранці на глибину 20-22 см, внесені мінеральних добрив нормою N<sub>60</sub>P<sub>90</sub>, сівби у перший строк з міжряддям 45 см – 12,8 грн/кг.

Таблиця 7.3

**Собівартість 1 кг суцвіть шавлії мускатної за роками використання залежно від досліджуваних факторів, грн**

Строки сівби культури	Ширина міжрядь, см	Глибина оранки (см) та фони живлення			
		20-22		28-30	
		без добрив	N <sub>60</sub> P <sub>90</sub>	без добрив	N <sub>60</sub> P <sub>90</sub>
<b>Перший рік використання, 2013-2015 рр.</b>					
Перша декада грудня	45	10,2	4,4	9,4	4,4
Перша декада квітня		14,9	11,5	12,9	11,7
Перша декада грудня	70	10,2	4,3	9,2	4,7
Перша декада квітня		13,1	11,5	12,6	11,7
<b>Другий рік використання, 2014-2016 рр.</b>					
Перша декада грудня	45	4,6	2,2	4,6	2,1
Перша декада квітня		6,7	5,1	6,2	5,2
Перша декада грудня	70	4,6	2,4	4,3	2,2
Перша декада квітня		6,3	5,1	6,7	5,2
<b>Третій рік використання, 2015-2017 рр.</b>					
Перша декада грудня	45	4,8	2,3	4,6	2,2
Перша декада квітня		7,1	5,3	6,3	5,3
Перша декада грудня	70	4,9	2,4	4,6	2,2
Перша декада квітня		6,3	5,1	6,3	5,2
<b>Четвертий рік використання, 2016-2018 рр.</b>					
Перша декада грудня	45	29,7	12,8	29,7	12,8
Перша декада квітня		45,3	31,7	40,0	34,1
Перша декада грудня	70	29,0	14,7	29,7	12,9
Перша декада квітня		40,6	33,2	40,0	32,8

Найважливішими показниками економічної ефективності вирощування культури є рівень умовного чистого прибутку та рентабельності. Слід зазначити, що незалежно від поєднання досліджуваних прийомів вирощування шавлії мускатної високий рівень чистого прибутку було отримано в усіх варіантах дослідження на першому-третьому роках використання, а на четвертому році – окремі варіанти виявилися, навіть, збитковими (табл. 7.4).



Найприбутковішим був другий рік використання шавлії мускатної, в якому досліджуваний показник підвищився, в середньому, до 163,2 тис. грн/га, що на 2,4% більше, ніж у третьому році, на 21,9% – першому, а також у 175 разів – на четвертому році вирощування.

Таблиця 7.4

**Умовний чистий прибуток (збитковість) при вирощуванні шавлії мускатної за роками використання залежно від досліджуваних факторів, тис. грн/га**

Строки сівби культури	Ширина міжрядь, см	Глибина оранки (см) та фони живлення			
		20-22		28-30	
		без добрив	N <sub>60</sub> P <sub>90</sub>	без добрив	N <sub>60</sub> P <sub>90</sub>
<b>Перший рік використання, 2013-2015 рр.</b>					
Перша декада грудня	45	86,2	301,4	99,0	298,2
Перша декада квітня		39,6	73,8	55,6	73,1
Перша декада грудня	70	85,9	304,6	102,9	275,9
Перша декада квітня		53,6	74,6	58,6	72,5
<b>Другий рік використання, 2014-2016 рр.</b>					
Перша декада грудня	45	128,8	335,9	131,2	343,0
Перша декада квітня		78,0	112,5	86,9	110,5
Перша декада грудня	70	131,0	291,8	141,1	336,4
Перша декада квітня		84,9	113,0	77,5	109,0
<b>Третій рік використання, 2015-2017 рр.</b>					
Перша декада грудня	45	121,1	318,6	130,3	333,2
Перша декада квітня		72,1	107,6	85,4	108,1
Перша декада грудня	70	120,9	291,8	130,3	333,2
Перша декада квітня		84,9	113,0	85,9	111,5
<b>Четвертий рік використання, 2016-2018 рр.</b>					
Перша декада грудня	45	-4,3	26,4	-4,3	26,4
Перша декада квітня		-12,2	-5,8	-10,2	-7,3
Перша декада грудня	70	-3,8	19,2	-4,3	25,9
Перша декада квітня		-10,5	-6,8	-10,2	-6,5

Максимальні показники отримання умовного чистого прибутку – 343,0 тис. грн/га було отримано за вирощування культури на фоні внесення N<sub>60</sub>P<sub>90</sub>, сівбі в перший строк з міжряддям 45 см та проведенням оранки на глибину 28-30 см. В інші роки використання суттєвої різниці між досліджуваними глибинами основного обробітку ґрунту виявлено не було.

Вирощування шавлії мускатної на четвертому році призвело до збитків на всіх неудобрених варіантах. Проте, за внесення азотних і фосфорних

добрив у дозі  $N_{60}P_{90}$ , проведенні сівби у першу декаду грудня незалежно від ширини міжрядь та зміни глибини оранки одержано умовний чистий прибуток у межах від 19,2 до 26,4 тис. грн/га.

Рівень рентабельності вирощування шавлії мускатної мав суттєві розбіжності як за роками використання, так і залежно від досліджуваних факторів і варіантів (табл. 7.5).

Таблиця 7.5

**Рівень рентабельності (збитковості) при вирощуванні шавлії мускатної за роками життя залежно від досліджуваних факторів, %**

Строки сівби культури	Ширина міжрядь, см	Глибина оранки (см) та фони живлення			
		20-22		28-30	
		без добрив	$N_{60}P_{90}$	без добрив	$N_{60}P_{90}$
Перший рік використання, 2013-2015 рр.					
Перша декада грудня	45	145,2	471,9	165,0	462,1
Перша декада квітня		67,4	116,7	93,6	114,3
Перша декада грудня	70	144,8	477,0	171,4	427,2
Перша декада квітня		91,1	117,6	98,5	113,4
Другий рік використання, 2014-2016 рр.					
Перша декада грудня	45	440,6	1046,0	448,5	1065,0
Перша декада квітня		273,4	387,9	303,2	381,5
Перша декада грудня	70	447,7	926,3	479,9	1047,3
Перша декада квітня		296,6	389,5	271,8	376,6
Третій рік використання, 2015-2017 рр.					
Перша декада грудня	45	415,9	999,7	445,3	1038,8
Перша декада квітня		253,4	371,8	298,3	373,4
Перша декада грудня	70	415,1	926,3	445,3	1038,8
Перша декада квітня		296,6	389,5	299,9	384,7
Четвертий рік використання, 2016-2018 рр.					
Перша декада грудня	45	-15,7	95,8	-15,7	95,8
Перша декада квітня		-44,9	-21,1	-37,6	-26,6
Перша декада грудня	70	-13,9	69,9	-15,7	94,0
Перша декада квітня		-38,5	-24,8	-37,6	-23,9

Найкращі умови щодо формування рівня рентабельності склалися за вирощування культури по оранці на глибину 28-30 см, внесенні мінеральних добрив нормою  $N_{60}P_{90}$ , за першого строку сівби з міжряддям 45 см з першого по третій рік використання. За цих умов досліджуваний економічний показник складав, у середньому, 435,1%. Виконання зазначених прийомів вирощування у варіантах досліду, де здійснювали оранку на глибину 28-30 см

рівень рентабельності знизився, в середньому, на 14,5%.

Відтермінування строку сівби обумовило зменшення рівня рентабельності, в середньому по фактору, на 264,9%, що є додатковим доказом неефективності перенесення строку сівби на першу декаду квітня місяця. У варіантах з міжряддям 45 см відзначено несуттєве зростання рентабельності до 319,%, що лише на 1,2% більше за міжряддя 70 см.

У перший рік використання середній рівень рентабельності склав 204,8%. Максимального значення – відповідно 536,4 і 524,6% він досягнув на другому і третьому роках використання.

На четвертому році досліджуваній показник мав від'ємні значення (до -44,9%) у варіантах без внесення мінеральних добрив та за сівби у першу декаду квітня. Здійснення сівби у першу декаду грудня на фоні внесення азотних і фосфорних добрив (за оранки на 20-22 см) сприяло зростанню рівня рентабельності до 69,9-95,8%.

Як приклад розглянемо вплив на показники економічної ефективності розробленої технології вирощування шавлії мускатної за повною схемою мінерального живлення та строків сівби на першому та третьому роках використання, а також динаміку середньо факторіальних показників.

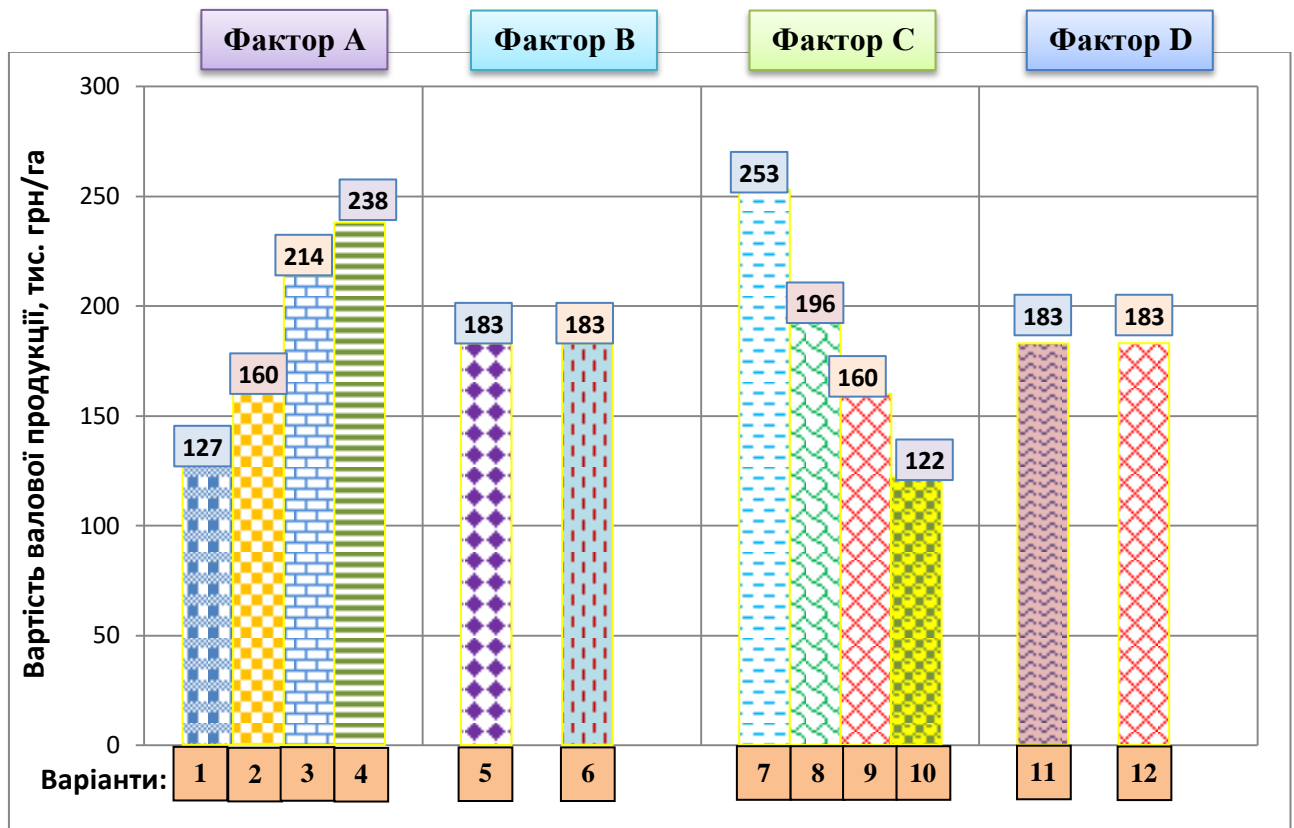
Вартість валової продукції, у середньому за 2013-2015 рр. (перший рік використання), змінювалась у широких межах від 368,5 тис. грн у варіанті з внесенням максимальної дози мінеральних добрив ( $N_{60}P_{90}$ ), проведенні оранки на глибину 20-22 см, сівбі у перший строк, міжрядді 70 см до 98,3 тис. грн/га – на неудобрених ділянках з мілким основним обробітком ґрунту, сівбою у четвертий строк з міжряддям 45 см (додаток Д.1).

Високий рівень досліджуваного показника незалежно від глибини оранки в межах від 365,3 до 362,8 тис. грн/га зафіксовано за першого строку сівби та міжрядь з шириною 45 см.

В досліді проявилась стійка тенденція зростання вартості валової продукції за напрямом збільшення дози фосфорного добрива (на фоні  $N_{60}$ ) – в середньому по фактору на 19,6, 37,3 та 45,9%, відповідно.

Також доведено, що досліджуваний показник істотно знижувався при перенесенні сівби на більш пізні строки. Таке зниження склало, у середньому за варіантами, 51,7, 37,4 та 23,5%.

Розглянуті вище закономірності відображає середньофакторіальний аналіз вартості валової продукції за досліджуваними факторами і варіантами (рис. 7.1).



**Примітки:**

**Фактор А** (фон живлення): **1** – без добрив (контроль); **2** –  $N_{60}P_{30}$ ; **3** –  $N_{60}P_{60}$ ; **4** –  $N_{60}P_{90}$

**Фактор В** (спосіб та глибина основного обробітку): **5** – оранка на глибину 20-22 см; **6** – оранка на глибину 28-30 см

**Фактор С** (строк сівби): **7** – перший (перша декада грудня); **8** – другий (друга декада березня); **9** – третій (третя декада березня); **10** – четвертий (перша декада квітня)

**Фактор D** (ширина міжрядь): **11** – сівба із шириною міжрядь у 45 см; **12** – сівба із шириною міжрядь у 70 см

**Рис. 7.1** Середньофакторіальні показники вартості валової продукції при вирощуванні шавлії мускатної за краплинного зрошення у перший рік використання, тис. грн

Дуже великі коливання досліджуваного показника проявилися за фактором А (фон живлення). Так, на неудобреному контролі вартість валової продукції дорівнювала 127 тис. грн/га, а за внесення азотного і фосфорних

(від 30 до 90 кг д.р./га) відзначено її зростання до 160, 214 та 238 тис. грн/га, відповідно.

За строками сівби (фактор С) доведено, що максимальну вартість валової продукції – 253 тис. грн/га забезпечує перший строк. Перенесення сівби на першу декаду квітня (четвертий строк) цей показник зменшився до 122 тис. грн/га або в 2,1 рази.

Зміна способу, глибини основного обробітку ґрунту та розширення міжрядь від 45 до 70 см не вплинуло на вартість валової продукції.

У перший рік вирощування досліджуваної культури відзначено високий рівень виробничих витрат на організацію краплинного зрошення, внесення азотних і фосфорних добрив, основного обробітку ґрунту та проведення сівби в різні строки (додаток Д.2).

Максимальну величину цього економічного показника (66,8 тис. грн/га) виявили у варіанті з внесенням мінеральних добрив у дозі  $N_{60}P_{90}$ , оранці на глибину 20-22 см, сівбі у перший строк та міжрядді 45 см.

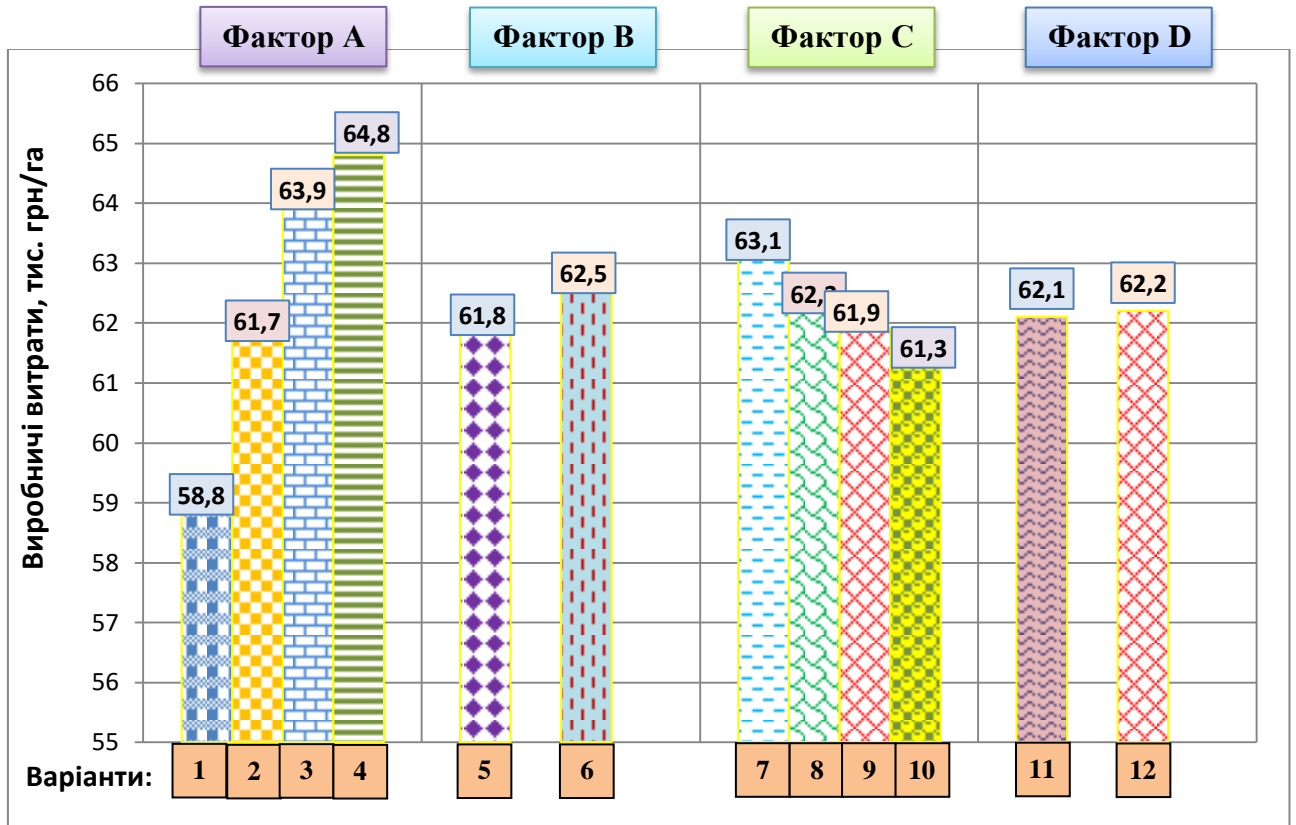
Найменші значення виробничих витрат на рівні 58,0 тис. грн/га були у неудобреному варіанті за мілкого основного обробітку ґрунту на глибину 20-22 см, четвертому році сівби з міжряддям 45 см.

В середньому по варіантах фону мінерального живлення проявилось істотне зростання виробничих витрат у третьому ( $N_{60}P_{60}$ ) та четвертому варіантах ( $N_{60}P_{90}$ ), в середньому по фактору А, до 63,9-64,8 тис. грн/га (рис. 7.2). В неудобреному контролі цей показник зменшився до 58,8 тис. грн/га або на 8,0-9,9%.

Заглиблення основного обробітку ґрунту від 20-22 до 28-30 см обумовило несуттєве (на 1,1%) зростання виробничих витрат, що пов'язано з підвищенням дизпалива на оброблення одиниці площі, а також збільшенням витрат на оплату праці механізатору.

Строки сівби характеризувалися чіткою тенденцією зменшення досліджуваного показника за напрямом перенесення строків сівби з першого (перша декада грудня) від 63,1 тис. грн/га до 62,2 (друга декада березня); 61,9

(третя декада березня); 61,3 тис. грн/га (перша декада квітня). Отже запізнення з сівбою обумовило істотне зниження виробничих витрат, у середньому по фактору на 0,9, 1,2 і 1,8 тис. грн/га, відповідно. Така різниця пояснюється додатковими витратами на збирання, транспортування та досушування більш високого врожаю досліджуваної культури за першого строку сівби.



Примітки: умовні позначення варіантів такі самі, як на рис. 7.1

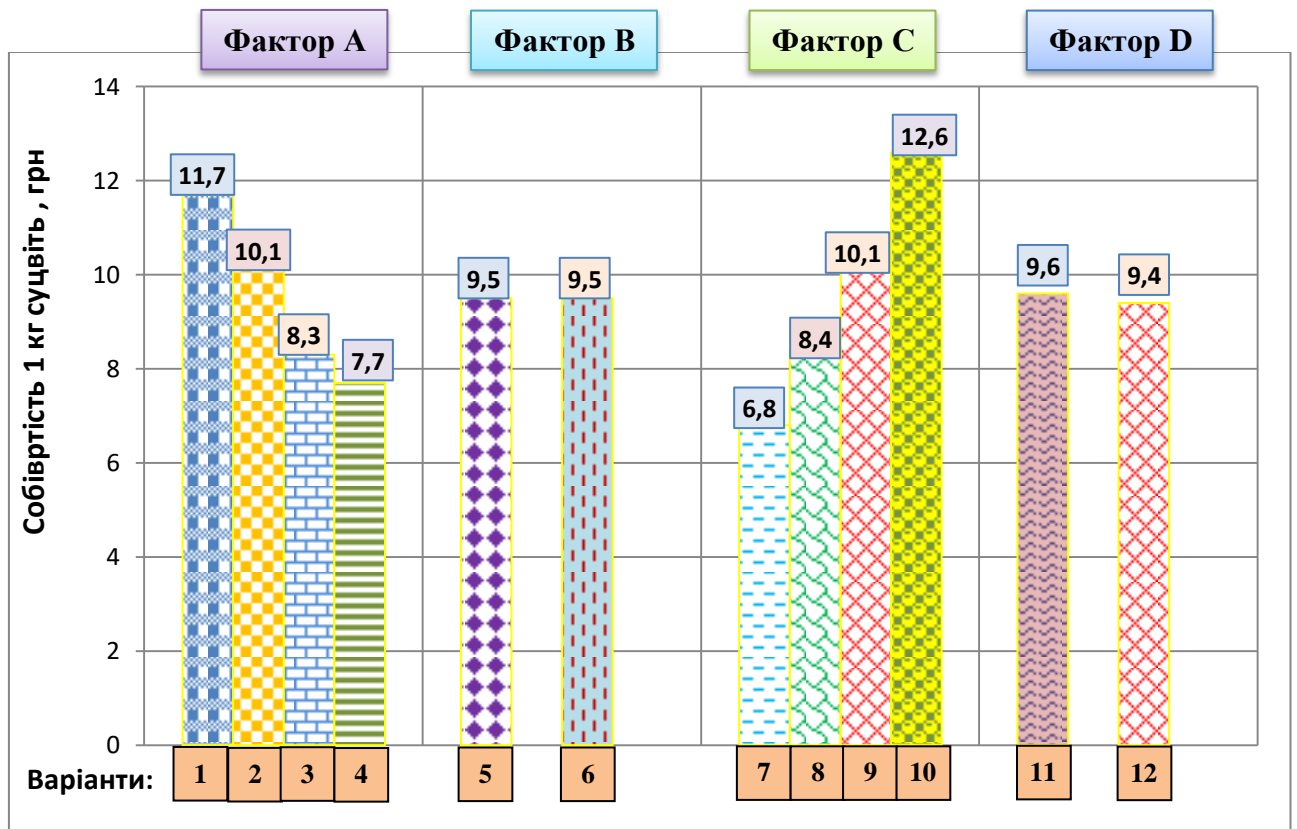
**Рис. 7.2 Середньофакторальні показники виробничих витрат на вирощування шавлії мускатної за краплинного зрошення у перший рік використання, тис. грн/га**

Зміна ширини міжрядь з 45 до 70 см практично не вплинула на величину досліджуваного економічного показника.

Собівартість вирощування 1 кг суцвіть шавлії мускатної у перший рік використання відображала загальні тенденції співвідношення виробничих витрат і врожайності й значною мірою залежала від впливу досліджуваних

факторів (додаток Д.3). Найменшим на рівні 4,5 грн/кг цей показник виявився незалежно від ширини міжрядь у варіанті з внесенням азотно-фосфорних добрив у дозі  $N_{60}P_{90}$ , проведення мілкої оранки на глибину 20-22 см за раннього строку сівби. Зауважимо, що цей показник підвищився до 14,8 грн/кг або в 3,3 рази у неудобреному варіанті з глибокою оранкою та сівбою у першу декаду квітня.

Аналіз середньофакторіальних показників польового дослід з шавлією мускатною свідчить про істотне зниження собівартості до 8,3 і 7,7 грн/кг у варіанті з внесенням підвищених доз добрив –  $N_{60}P_{60}$  та  $N_{60}P_{90}$  (рис. 7.3). У контрольному варіанті проявилось зростання цього економічного показника на 29,1- 34,2% – до 11,7 грн/кг.



Примітки: умовні позначення варіантів такі самі, як на рис. 7.1

**Рис. 7.3** Середньофакторіальні показники собівартості виробництва 1 кг суцвіть шавлії мускатної у перший рік використання залежно від досліджуваних факторів і варіантів, грн/кг

Зміна глибини основного обробітку ґрунту (фактор В) та розширення

міжрядь від 45 до 70 см (фактор D) не впливала на середньофакторіальну собівартість вирощування шавлії мускатної, а цей показник знаходився в межах 9,4-9,6 грн/кг.

Найменшу собівартість одержано за першого строку сівби – 6,8 грн/кг. За інших строків сівби цей показник збільшився до 8,4; 10,1 та 12,6 грн/кг, відповідно.

Умовний чистий прибуток при вирощуванні досліджуваної культури змінювався в дуже широкому діапазоні, а максимального рівня – 299,1-302,3 тис. грн/га сягнув у варіанті з внесенням  $N_{60}P_{90}$ , оранці на глибину 20-22 см, проведення сівби у перший надранній строк за ширини міжрядь 45 і 70 см (додаток Д.4).

В досліді відзначено різке зменшення досліджуваного економічного показника до 40,2 тис. грн/га за вирощування шавлії мускатної без використання азотних і фосфорних добрив, мілкому основному обробітку ґрунту, сівбі у першу декаду квітня та міжрядді 45 см.

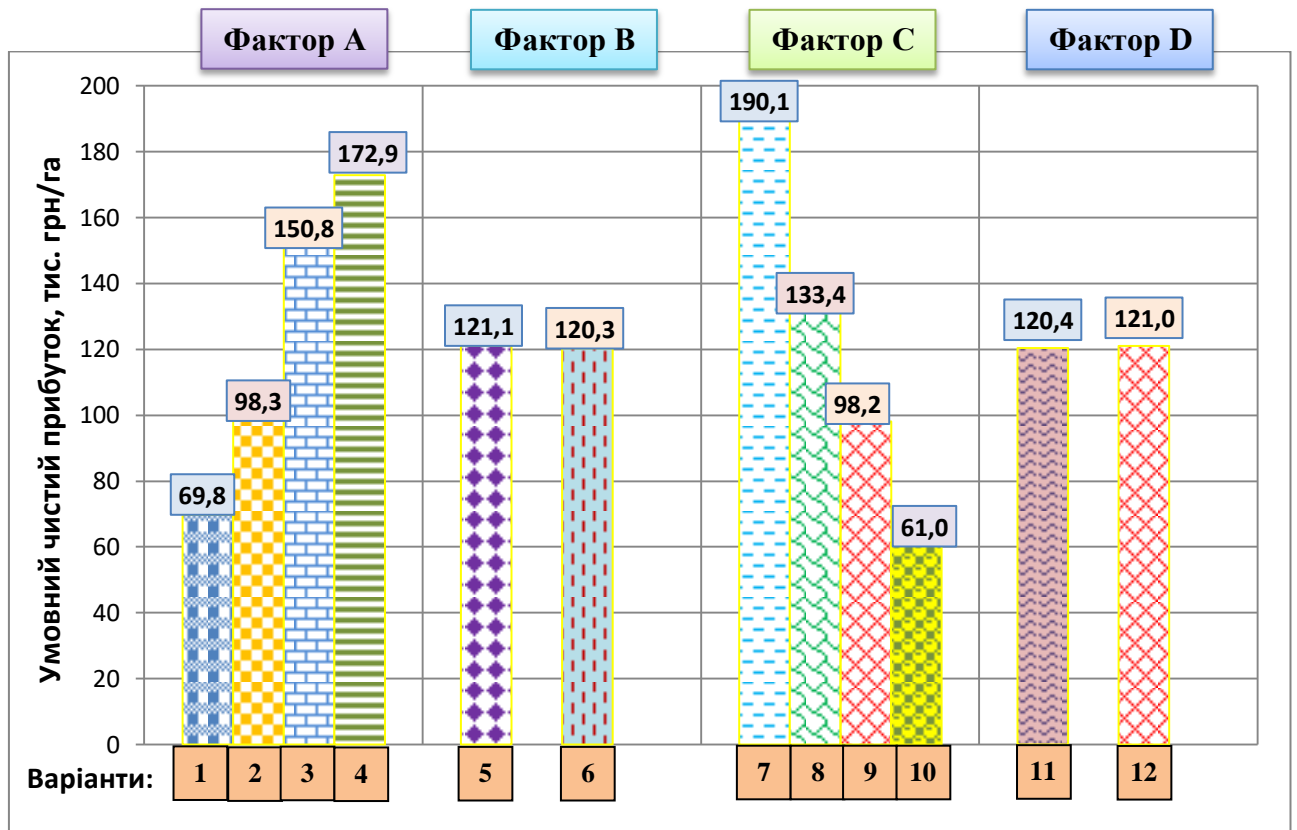
В середньому по фактору А мінімальний прибуток – 69,8 тис. грн/га сформувався на контрольному варіанті без внесення добрив (рис. 7.4). Внесення азотних і фосфорних добрив сприяло істотному зростанню даного показника до 98,3-172,9 тис. грн/га або в 1,4-2,5 рази.

Визначено, що зміна глибини оранки та ширини міжрядь не впливала на величину умовного чистого прибутку.

Навпаки, строки сівби (фактор С) найбільшою мірою змінювали досліджуваний показник. Так, за першого строку умовний чистий прибуток набув максимального рівня й склав, у середньому по цьому фактору, 190,1 тис. грн/га.

За другого строку (друга декада березня) він зменшився на 29,8% – до 133,4 тис. грн/га. За проведення сівби у третій і четвертий строки також відзначено різке падіння умовного чистого прибутку до 98,2 і 61,0 тис. грн/га, відповідно.





Примітки: умовні позначення варіантів такі самі, як на рис. 7.1

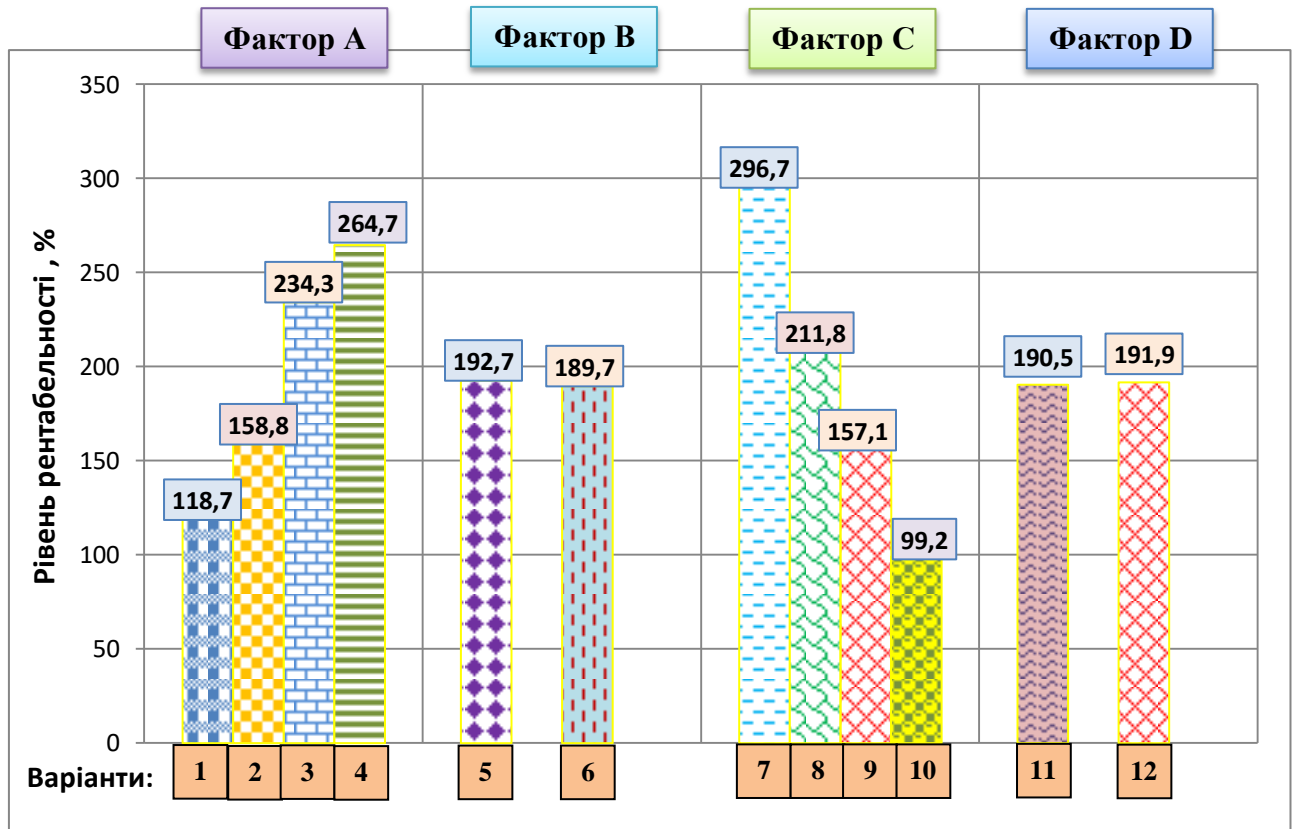
**Рис. 7.4 Середньофакторіальні показники умовного чистого прибутку при вирощуванні шавлії мускатної за краплинного зрошення у перший рік використання, тис. грн/га**

Рівень рентабельності вирощування шавлії мускатної у перший рік використання в цілому відобразив тенденції, що були встановлені за вищенаведеними економічними показниками (додаток Д.5). Даний показник перевищив 450% у варіанті з максимальною дозою мінерального добрива ( $N_{60}P_{90}$ ), оранки на глибину 20-22 см, сівбі у першу декаду грудня із використанням міжрядь як 45, так і 70 см.

Найменша рентабельність – 69,4% була одержана на дослідних ділянках, де вирощували шавлію мускатну без добрив, проводили мілку оранку на глибину 20-22 см, сівбу проводили у четвертий строк з міжряддям 45 см.

Середньофакторіальний рівень рентабельності підтвердив чітку тенденцію зростання економічної ефективності вирощування досліджуваної

культури на фоні високих доз азотно-фосфорних добрив (рис. 7.5). У неудобреному контролі цей показник склав 118,7%, а на удобрених варіантах він істотно підвищився – до 158,8-264,7%. Отже різниця між неудобреним і удобреним варіантами становила 1,3-2,2 рази.



Примітки: умовні позначення варіантів такі самі, як на рис. 7.1

**Рис. 7.5 Середньофакторіальні показники рівня рентабельності при вирощуванні шавлії мускатної за краплинного зрошення у перший рік використання, %**

Стосовно глибини основного обробітку ґрунту (фактор В) проявилася незначна перевага мілкої оранки на глибину 20-22 см, де рівень рентабельності склав 192,7%. Збільшення глибини основного обробітку ґрунту до 28-30 см обумовило зменшення цього економічного показника до 189,7 або на 3 відносних відсотки.

Найвищої величини виробнича рентабельність сягнула, у середньому по фактору С (строк сівби), за першого надраннього строку (перша декада грудня) – 296,7%. За другого строку цей показник зменшився до 211,8% або

на 84,9 відносних відсотки. Найгірші результати одержано за сівби у третій (третьа декада березня) і четвертий строки (перша декада квітня). У цих варіантах рентабельність мала мінімальні значення – відповідно 157,1 і 99,2%.

Вартість валової продукції у третій рік використання шавлії мускатної характеризувалась більшою сталістю показників порівняно з першим роком (додаток Д.6). Найбільшим (365,3 тис. грн/га) даний показник був одержаний за фону мінерального живлення  $N_{60}P_{90}$ , глибокій оранці, першому строку сівби з міжряддям 45 см. На ділянках, де азотні й фосфорні добрива не вносили, проводили оранку на глибину 20-22 см, висівали досліджувану культуру у четвертий строк з міжряддям 45 см, відзначено падіння вартості валової продукції у 3,6 рази – до 100,5 тис. грн/га.

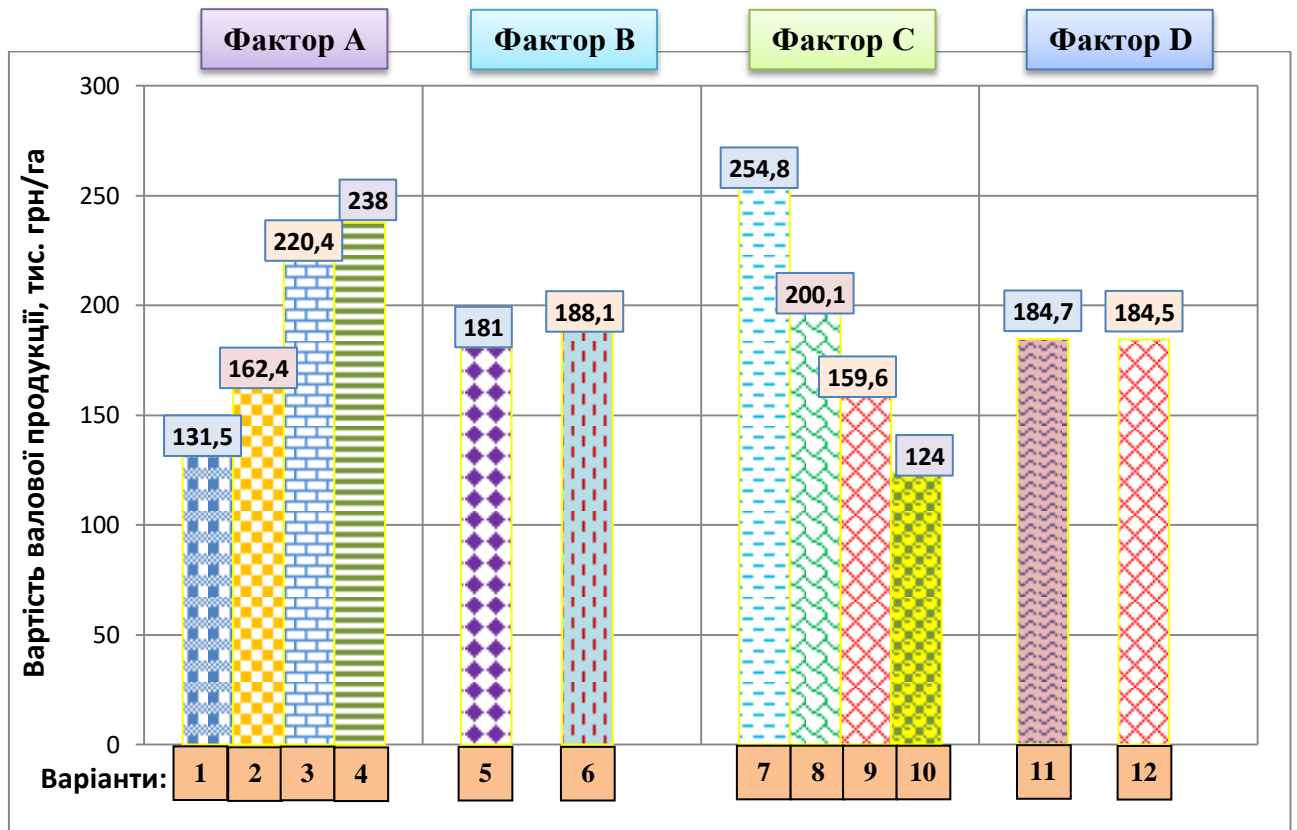
У середньому по першому досліджуваному чиннику (фактор А – фон живлення), мінімальні значення вартості валової продукції були у варіанті без внесення добрив – на рівні 131,5 тис. грн/га (рис. 7.6). За внесення на дослідні ділянки азотних і фосфорних добрив у дозі  $N_{60}P_{90}$  спостерігалось суттєве підвищення цього показника в 1,8 рази – до 238,0 тис. грн/га.

Оранка на глибину 28-30 см була більш ефективною з точки зору максимізації вартості валової продукції, де цей показник зріс до 188,1%. За мілкою основною обробітку ґрунту на глибину 20-22 см зафіксовано його зниження до 181,0 тис. грн/га або на 3,8%.

Строк сівби мав високий рівень впливу на формування вартості валової продукції. Перший строк сівби забезпечив найбільшу величину цього показника – 254,8 тис. грн/га, а на інших варіантах проявилось його істотне падіння, відповідно, на 21,4; 37,3 та 51,2%.

По фактору D (ширина міжрядь) не визначено впливу на вартість валової продукції, а цей показник склав, у середньому, 185 тис. грн/га.

Виробничі витрати на третьому році використання шавлії мускатної характеризувались сталістю за факторами і варіантами дослідження, що пояснюється відсутністю витрат на внесення мінеральних добрив, проведення оранки на різну глибину та сівби з міжряддям 45 і 70 см (додаток Д.7).



Примітки: умовні позначення варіантів такі самі, як на рис. 7.1

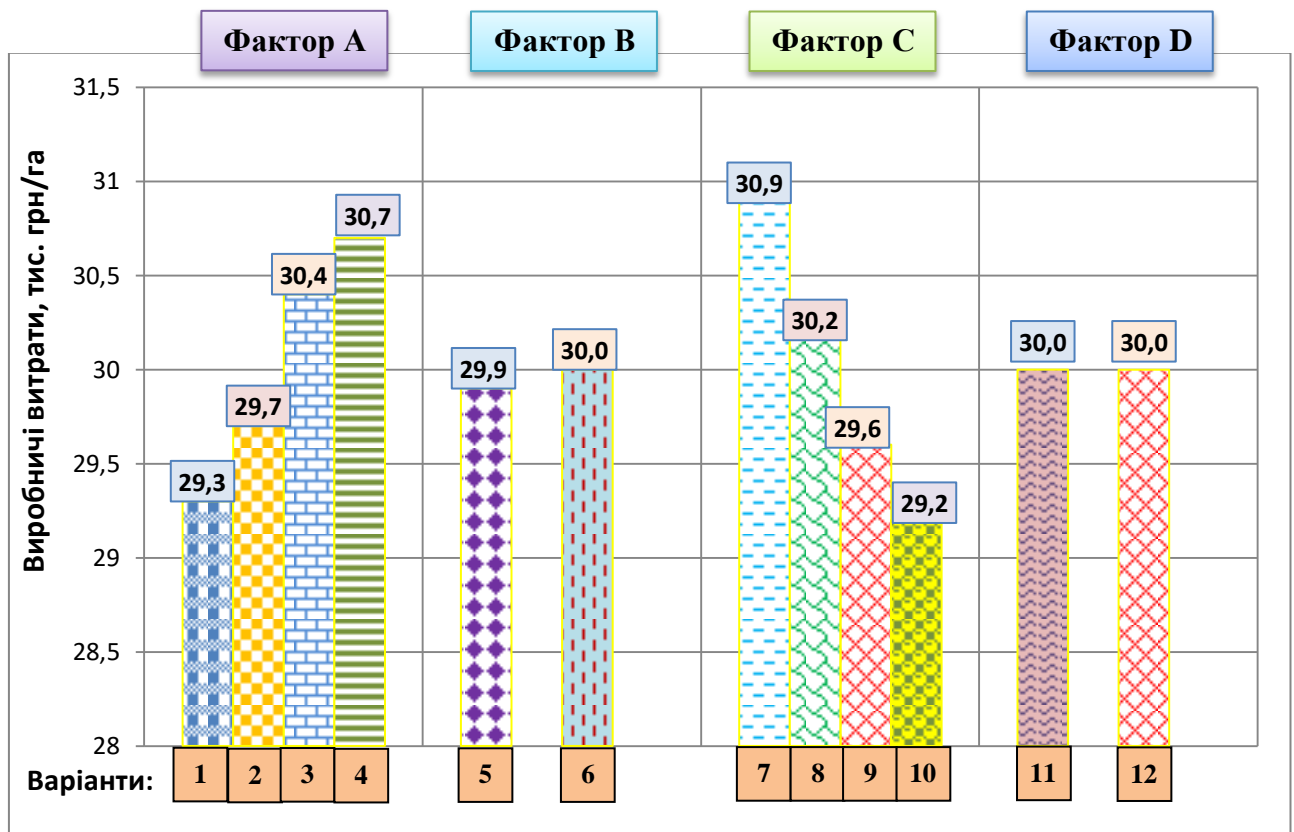
**Рис. 7.6 Середньофакторіальні показники вартості валової продукції при вирощуванні шавлії мускатної за краплинного зрошення у третій рік використання, тис. грн**

Даний показник був найбільшим у межах 32,2-32,4 тис. грн/га незалежно від глибини оранки за найкращого фону мінерального живлення ( $N_{60}P_{90}$ ), проведення сівби у першу декаду грудня (перший строк) та за міжряддя 45 см. Його зменшення на 10,6-11,1% – до 28,8 тис. грн/га, зафіксовано у неудобреному варіанті за оранки на глибину 20-22 см, четвертому строці сівби з міжряддям 45 см.

В середньому по фоні мінерального живлення виробничі витрати перевищили 30 тис. грн/га у варіантах з внесенням мінеральних добрив у дозах  $N_{60}P_{60}$  та  $N_{60}P_{90}$  (рис. 7.6). На контрольному варіанті цей показник склав 29,3 тис. грн/га, що на 3,6-4,6% менше за третій і четвертий варіанти фактору А.

Визначено дуже незначну різницю (лише на 0,3%) при порівнянні

виробничих витрат на ділянках з оранкою на глибину 20-22 та 28-30 см.



Примітки: умовні позначення варіантів такі самі, як на рис. 7.1

**Рис. 7.6 Середньофакторіальні показники виробничих витрат на вирощування шавлії мускатної за краплинного зрошення у третій рік використання, тис. грн/га**

За строками сівби проявилась слабка тенденція зниження виробничих витрат на вирощування шавлії мускатної у напрямку від першого строку – 30,9 тис. грн/га, хоча різниця між цими варіантами була несуттєвою.

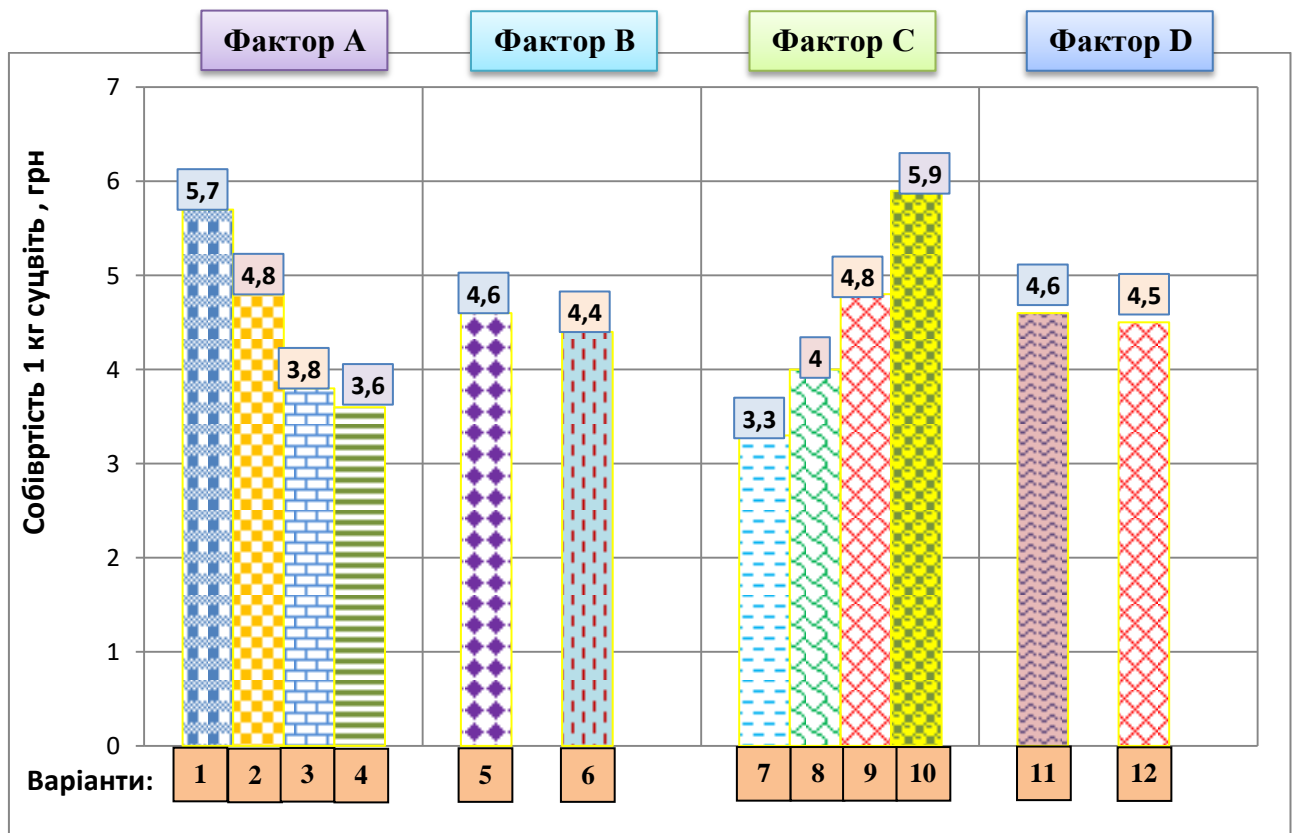
По фактору D вплив ширини міжрядь на виробничі витрати був відсутнім.

Собівартість виробництва 1 кг суцвіть шавлії мускатної у третій рік використання коливалась значною мірою (додаток Д.8). Внесення найбільшої дози мінеральних добрив ( $N_{60}P_{90}$ ), за оранки на глибину 28-30 см, сівбі у перший строк незалежно від ширини міжрядь обумовило зниження цього показника до мінімального рівня – 2,2 грн/кг.

Зростання собівартості у 3,3 рази проявилось на неудобреному варіанті

за мілкої оранки на глибину 20-22 см, сівбі у четвертий строк (перша декада квітня) та міжрядді 45 см.

Застосування азотно-фосфорних добрив у підвищених дозах і сприяло мінімізації собівартості вирощування шавлії мускатної третього року використання, яка дорівнювала, в середньому по фактору А, 3,6-3,8 грн/кг (рис. 7.7). На контрольному варіанті без добрив цей показник набув максимального рівня – 5,7 грн/кг, що на 15,8-36,8% більше за удобрені варіанти.



Примітки: умовні позначення варіантів такі самі, як на рис. 7.1

**Рис. 7.7 Середньофакторіальні показники собівартості виробництва 1 кг суцвіть шавлії мускатної у третій рік використання залежно від досліджуваних факторів і варіантів, грн/кг**

За факторами В і D майже не проявилась різниця собівартості вирощування 1 кг суцвіть, а сам показник знаходився в межах 4,4-4,6 грн/кг. Відзначено слабкі тенденції зростання цього показника за мілкої оранки та міжряддя шириною 45 см.

Строки сівби мали чітку тенденцію зростання собівартості від мінімального значення – 3,3 грн/кг за надраннього строку у першу декаду грудня до 4,0-5,9 грн/кг за інших строків. Отже, різниця між першим та більш пізніми строками сівби склала 17,5-44,1%.

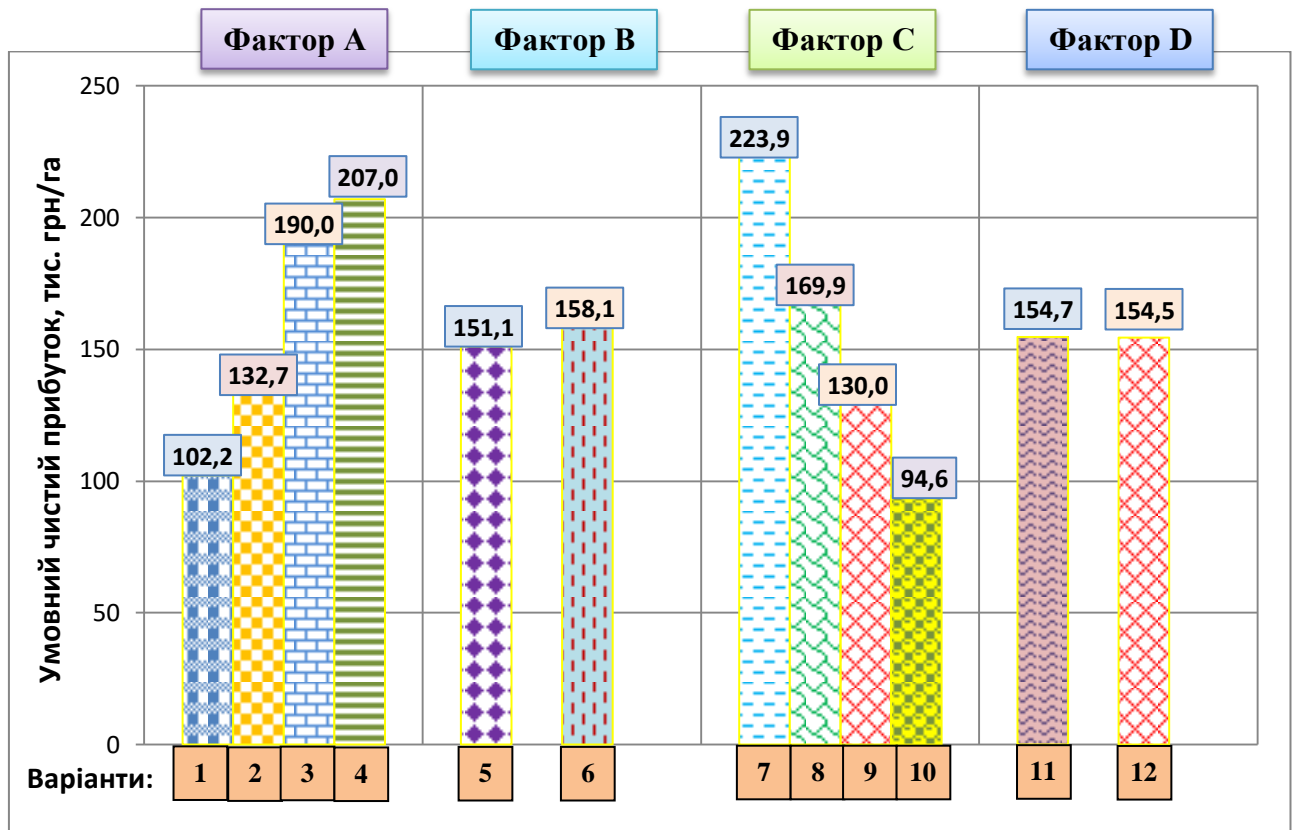
Умовний чистий прибуток при вирощуванні шавлії мускатної у третій рік використання перевищив 330 тис. грн/га незалежно від ширини міжрядь за найкращого фону мінерального живлення (доза добрив  $N_{60}P_{90}$ ), оранці на глибину 28-30 см та першому строці сівби у надранні строки (додаток Д.9). Даний показник зменшився незалежно від глибини оранки і ширини міжрядь – до 71,7-89,2 тис. грн/га на неудобреному контролі за третього (третьа декада березня) і четвертого (перша декада квітня) строків сівби.

Удобрення шавлії лікарської у дозі  $N_{60}P_{90}$  забезпечило зростання умовного чистого прибутку, в середньому по фактору А, до 20,7 тис. грн/га (рис. 7.8). Зменшення дози внесення фосфору до 30 і 60 кг д.р/га викликало зниження цього економічного показника на 8,2-35,9%. На контрольному варіанті умовний чистий прибуток зменшився до 102,2 тис. грн/га, що менше за варіанти з внесенням добрив, відповідно, на 29,8; 85,9; 102,5%.

Мілка оранка на глибину 20-22 см дозволила отримати умовний чистий прибуток, у середньому по фактору, на рівні 151,1 тис грн/га. Заглиблення оранки до 28-30 см сприяло несуттєвому (на 4,4%) зростанню цього показника до 158,1%.

Чистий прибуток підвищився, в середньому по фактору С (строк сівби), до 223,9 тис. грн/га, а за більш пізніх строків відзначено його різке зниження: на другому строці – 169,9 (на 24,1%); третьому – 130 (на 41,9%); четвертому – 94,6 тис. грн/га (на 57,7%).

В середньому по фактору D (ширина міжрядь) не було встановлено впливу на величину умовного чистого прибутку при вирощуванні шавлії мускатної на третьому році використання.



Примітки: умовні позначення варіантів такі самі, як на рис. 7.1

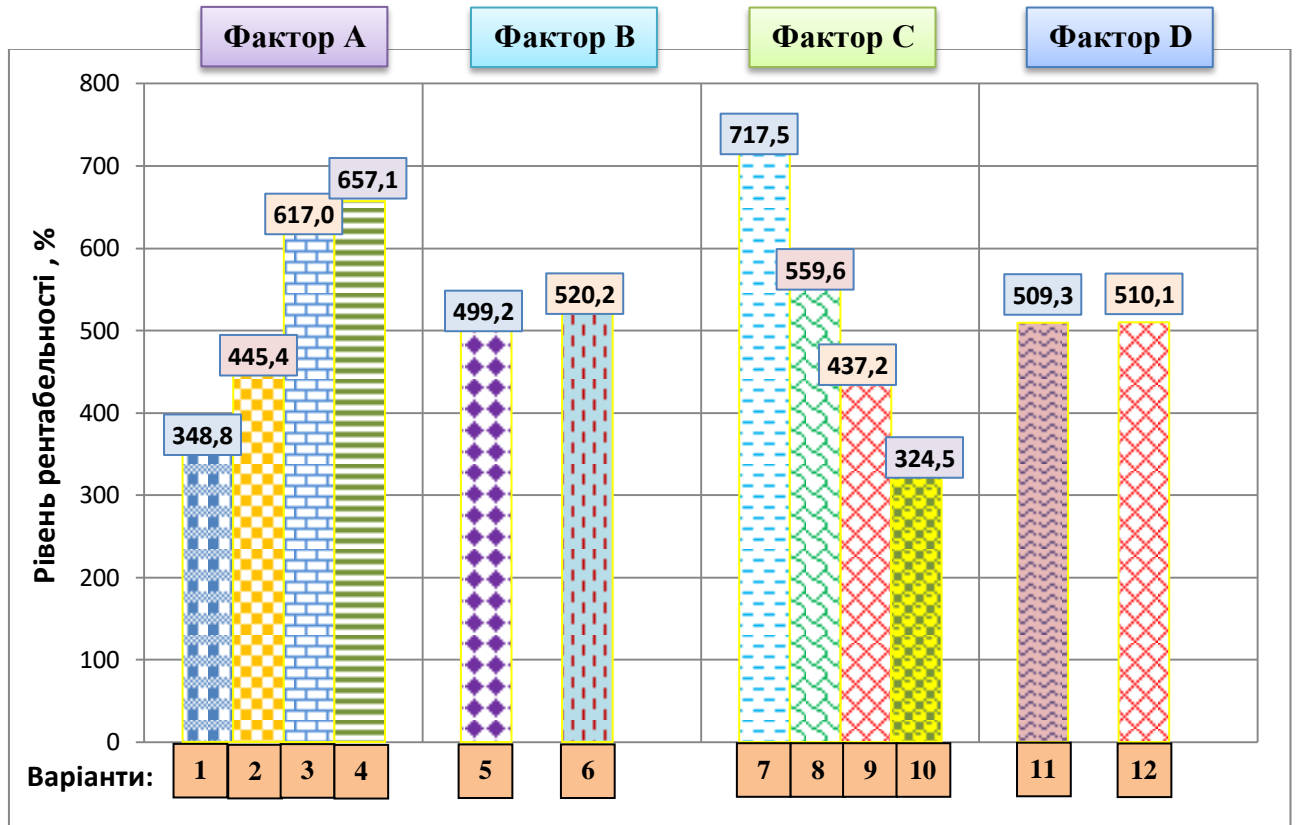
**Рис. 7.8 Середньофакторіальні показники умовного чистого прибутку при вирощуванні шавлії мускатної за краплинного зрошення у третій рік використання, тис. грн/га**

Рівень рентабельності при вирощуванні шавлії мускатної у третій рік використання мав дуже високі значення за всіх сполучень факторів і варіантів, що пояснюється високим рівнем врожайності та низькими виробничими витратами, порівняно з першим роком (додаток Д.10). Цей економічний показник перевищив 1000% у варіанті із застосуванням максимальної дози добрив ( $N_{60}P_{90}$ ), проведення оранки на глибину 28-30 см, сівби у першу декаду грудня та за ширини міжрядь 45 см. Рівень рентабельності зменшився в 4,1 рази – до 248,5% на неудобреному контролі за проведення мілкового основного обробітку ґрунту, четвертого строку сівби та міжрядді 45 см.

У середньому по фоні живлення (фактор А) визначено дуже високий рівень позитивного впливу підвищення доз фосфорного удобрення



(на фоні  $N_{60}$ ) порівняно з контрольним варіантом (без добрив) на рентабельність вирощування шавлії мускатної на третій рік використання (рис. 7.9). Слід зауважити, що на контролі цей економічний показник склав 348,8%, а у варіантах з внесенням азотно-фосфорних добрив він підвищився до 445,4-657,1 або в 1,3-1,9 рази.



Примітки: умовні позначення варіантів такі самі, як на рис. 7.1

**Рис. 7.9 Середньофакторіальні показники рівня рентабельності при вирощуванні шавлії мускатної за краплинного зрошення у третій рік використання, %**

Глибока оранка на 28-30 см сприяла зростанню рентабельності вирощування досліджуваної культури до 520,2%. Дещо меншим (499,2%) цей показник виявився у варіанті з оранкою на глибину 20-22 см.

Високий діапазон коливань відзначено під час аналізу середньофакторіальної рентабельності по фактору С. Так, мінімальні значення цього показника 324,5% були за четвертого строку сівби у першу

декаду квітня. Даний показник максимально підвищився до 559,6% на другому строці сівби й до 717,5% – на першому.

Практично однаковою – 509,3-510,1% рентабельність була за сівби шавлії мускатної з міжряддями 45 і 70 см.

## **7.2. Біоенергетична ефективність елементів технології вирощування шавлії мускатної**

В сучасних ринкових умовах існує необхідність наукового обґрунтування агротехнологій з метою максимальної кількості сільськогосподарської продукції з одночасними найменшими енергетичними витратами на її виробництво. Реформування в Україні земельних відносин призвело до розпаювання, реорганізації великих спеціалізованих господарств на невеликі земельні ділянки, на яких землевласники, керуючись суто економічними чинниками, використовують енергоємні, екологічно небезпечні технології вирощування сільськогосподарських культур для отримання максимального чистого прибутку. Крім того, ринкова економіка передбачає коливання цін на всі види ресурсів, у першу чергу на енергоносії, технічні засоби, добрива, пестициди тощо.

Тому важливе актуальне значення мають дослідження, що спрямовані на енергетично обґрунтоване витрачання ресурсів із визначенням критеріїв енерговитрат на одиницю рослинницької продукції. Розуміння біоенергетичної сутності виробництва лікарської сировини передбачає використання біологізованих елементів технології вирощування, нормування ресурсів, комплексного врахування балансу енергії для стабілізації функціонування агроecosystem. Інноваційні технології вирощування лікарських культур на зрошуваних землях повинні забезпечувати раціональне використання технічних ресурсів, сприяти зменшенню непродуктивних перевитрат антропогенної енергії на одиницю продукції, забезпечувати

мінімальний екологічний тиск на довкілля. Системи зрошувального землеробства із застосуванням ресурсозберігаючих технологій краплинного зрошення підвищують стійкість, екологічну безпечність та економічну ефективність вітчизняного сільського господарства [59, 93, 269].

Дослідження енергетично обґрунтованого використання елементів агротехнологій вирощування різних за біологічним потенціалом культур є однією з найважливіших агроекономічних проблем, пов'язаних з обов'язковим одержанням технологічного, економічного та енергетичного ефекту [15, 38, 164]. При цьому істотний вплив на енергоефективність мають системи удобрення, обробітку ґрунту, оптимізація строків сівби, ширини міжрядь тощо. Для визначення біоенергетичної ефективності вирощування шавлії мускатної використано методологічні підходи академіка Ушкаренка В.О. та ін. [79, 85, 290]. Розрахунки балансу енергії проведені на основі електронних технологічних карт, складених за кожен рік виконання досліджень та для кожного року використання досліджуваної культури.

Енергетичними розрахунками доведено, що надходження енергії з врожаєм шавлії мускатної за роками життя істотно змінювалось залежно від строків сівби досліджуваної культури, ширини міжрядь, а також під впливом глибини оранки і фону мінерального живлення (табл. 7.6).

У перший рік використання максимального значення (97,0 ГДж/га) досліджуваний фактор досягнув у варіанті з сівбою у першу декаду грудня, ширина міжрядь 70 см, глибини оранки 20-22 см та внесення добрив у дозі  $N_{60}P_{90}$ . Надходження енергії з врожаєм зменшувалось до 25,9 ГДж/га або в 3,7 рази у варіанті із сівбою у першу декаду квітня, міжряддях 45 см, проведенням мілкої обробітку ґрунту та без азотних і фосфорних добрив (контроль).

На другому та третьому роках використання зберігались тенденції, які зафіксовано у перший рік, проте спостерігалось зниження на 7,9% надходження енергії у варіанті з оранкою на глибину 28-30 см, сівбою у першу декаду грудня, міжряддям 70 см та без азотних і фосфорних добрив.

**Надходження енергії з врожаєм шавлії мускатної за роками життя  
залежно від досліджуваних факторів, ГДж/га**

Строки сівби культури	Ширина міжрядь, см	Глибина оранки (см) та фони живлення			
		20-22		28-30	
		Фон живлення			
		без добрив	N <sub>60</sub> P <sub>90</sub>	без добрив	N <sub>60</sub> P <sub>90</sub>
<b>Перший рік використання, 2013-2015 рр.</b>					
Перша декада грудня	45	38,3	96,1	41,8	95,5
Перша декада квітня		25,9	36,1	30,3	36,1
Перша декада грудня	70	38,2	97,0	42,9	89,6
Перша декада квітня		29,6	36,3	31,1	35,9
<b>Другий рік використання, 2014-2016 рр.</b>					
Перша декада грудня	45	41,6	96,9	42,2	98,8
Перша декада квітня		28,0	37,2	30,4	36,7
Перша декада грудня	70	42,2	85,1	44,9	97,0
Перша декада квітня		29,9	37,4	27,9	36,3
<b>Третій рік використання, 2015-2017 рр.</b>					
Перша декада грудня	45	39,5	92,3	42,0	96,1
Перша декада квітня		26,5	35,9	30,0	36,1
Перша декада грудня	70	39,5	85,1	42,0	96,1
Перша декада квітня		29,9	37,4	30,1	37,0
<b>Четвертий рік використання, 2016-2018 рр.</b>					
Перша декада грудня	45	6,1	14,2	6,1	14,2
Перша декада квітня		3,9	5,7	4,5	5,3
Перша декада грудня	70	6,2	12,3	6,1	14,1
Перша декада квітня		4,4	5,4	4,5	5,5

На четвертому році використання проявилось істотне зменшення показників надходження енергії з врожаєм до 3,5-4,4 ГДж/га у неудобреному варіанті із сівбою у першу декаду квітня, з міжряддям 45 см незалежно від глибини оранки.

Витрати енергії найбільшою мірою змінювались у перший рік вирощання шавлії мускатної особливо за варіантами внесення мінеральних добрив (фактор А) та глибини оранки (фактор В), що пов'язано з додатковими витратами енергії, зосередженої в добривах і дизпаливі (табл. 7.7). Максимальні енерговитрати на рівні 30,3-30,6 ГДж/га спостерігались незалежно від ширини міжрядь у варіанті з внесенням мінеральних добрив у дозі N<sub>60</sub>P<sub>90</sub>, та проведенні сівби у першу декаду грудня.

Таблиця 7.7

**Витрати енергії при вирощуванні шавлії мускатної за роками життя залежно від досліджуваних факторів, ГДж/га**

Строки сівби культури	Ширина міжрядь, см	Глибина оранки (см) та фони живлення			
		20-22		28-30	
		Фон живлення			
		без добрив	N <sub>60</sub> P <sub>90</sub>	без добрив	N <sub>60</sub> P <sub>90</sub>
Перший рік використання, 2013-2015 рр.					
Перша декада грудня	45	22,9	29,5	24,7	30,3
Перша декада квітня		21,4	27,9	22,9	29,0
Перша декада грудня	70	22,9	29,6	24,8	30,6
Перша декада квітня		21,9	28,3	22,8	29,5
Другий рік використання, 2014-2016 рр.					
Перша декада грудня	45	23,3	24,0	23,6	23,7
Перша декада квітня		21,9	23,0	22,3	23,0
Перша декада грудня	70	23,3	23,8	23,2	23,5
Перша декада квітня		22,3	23,2	22,3	22,9
Третій рік використання, 2015-2017 рр.					
Перша декада грудня	45	23,0	23,7	23,3	23,9
Перша декада квітня		21,5	22,6	21,9	22,6
Перша декада грудня	70	23,0	23,5	23,3	23,5
Перша декада квітня		21,9	22,8	21,9	22,5
Четвертий рік використання, 2016-2018 рр.					
Перша декада грудня	45	19,2	20,1	19,2	20,1
Перша декада квітня		19,0	19,1	19,0	19,1
Перша декада грудня	70	19,2	19,9	19,2	20,1
Перша декада квітня		19,0	19,1	19,0	19,1

На другому та третьому роках використання шавлії мускатної енергетичні витрати відрізнялись неістотно й знаходились у межах від 21,5 до 23,9 ГДж/га, що пов'язано з коливанням врожайності та необхідності незначних додаткових витрат на збирання, транспортування та досушування суцвіть досліджуваної культури.

На четвертому році використання проявилось зниження витрат енергії на вирощування шавлії в усіх факторах та варіантах, що пов'язано з різким падінням врожайності. Цей енергетичний показник перевищив 20 ГДж/га в удобрених варіантах з сівбою у першу декаду грудня та міжрядді 45 і 70 см.

Приріст енергії, який відображає різницю між її надходженням з врожаєм і витратами на технологію вирощування, змінювався за роками досліджень у дуже широкому діапазоні, а на четвертий рік використання

набув від'ємних значень (табл. 7.8).

Таблиця 7.8

**Приріст енергії при вирощуванні шавлії мускатної за роками життя залежно від досліджуваних факторів, ГДж/га**

Строки сівби культури	Ширина міжрядь, см	Глибина оранки (см)			
		20-22		28-30	
		Фон живлення			
		без добрив	N <sub>60</sub> P <sub>90</sub>	без добрив	N <sub>60</sub> P <sub>90</sub>
Перший рік використання, 2013-2015 рр.					
Перша декада грудня	45	15,4	66,5	17,1	65,2
Перша декада квітня		4,5	8,2	7,4	7,1
Перша декада грудня	70	15,3	67,4	18,1	59,0
Перша декада квітня		7,7	8,0	8,3	6,4
Другий рік використання, 2014-2016 рр.					
Перша декада грудня	45	18,3	72,9	18,6	75,1
Перша декада квітня		6,1	14,2	8,1	13,7
Перша декада грудня	70	18,9	61,3	21,7	73,5
Перша декада квітня		7,6	14,2	5,6	13,4
Третій рік використання, 2015-2017 рр.					
Перша декада грудня	45	16,5	68,6	18,7	72,2
Перша декада квітня		5,0	13,3	8,1	13,5
Перша декада грудня	70	16,5	61,6	18,7	72,6
Перша декада квітня		8,0	14,6	8,2	14,5
Четвертий рік використання, 2016-2018 рр.					
Перша декада грудня	45	-13,1	-5,9	-13,1	-5,9
Перша декада квітня		-15,1	-13,4	-14,5	-13,8
Перша декада грудня	70	-13,0	-7,6	-13,1	-6,0
Перша декада квітня		-14,6	-13,7	-14,5	-13,6

У перший рік використання відзначено підвищення цього енергетичного показника до 67,4 ГДж/га у варіанті з сівбою у грудні з міжряддям 70 см, внесенні азотно-фосфорних добрив та проведенні оранки на глибину 20-22 см.

На другому році приріст енергії підвищився до максимального в досліді значення – 75,1 ГДж/га за вирощування культури, продуктивність якої вивчалась, на удобреному фоні (N<sub>60</sub>P<sub>90</sub>), проведенні глибокої оранки (на 28-30 см), сівби у першу декаду грудня з міжряддям 45 см.

У четвертий рік використання відбулося падіння до – 15,1 ГДж/га приросту енергії у варіанті без внесення мінеральних добрив, мілкою оранкою на глибину 20-22 см, сівби у першу декаду квітня з міжряддям 45 см.

Цей показник склав – 5,9 в удобрених варіантах з сівбою у грудні з міжряддям 45 см незалежно від глибини оранки.

Коефіцієнт енергетичної ефективності при вирощуванні шавлії мускатної перевищив 4 на другому та третьому роках у варіантах з внесенням азотно-фосфорних добрив та сівбі у першу декаду грудня (табл. 7.9).

Найбільшим (4,17) цей енергетичний показник був зафіксований на другому році використання культури в удобреному варіанті з оранкою на глибину 28-30 см, сівбі у першу декаду грудня та міжрядді 45 см.

На четвертому році використання шавлії мускатної в усіх факторах і варіантах досліджуваної культури коефіцієнт енергетичної ефективності був менше одиниці. Отже, вирощування досліджуваної культури з енергетичної точки зору було недоцільним.

Енергоємність 1 кг суцвіть шавлії мускатної за роками життя коливалась значною мірою з чіткою тенденцією зростання в усіх факторах і варіантах у четвертий рік використання, що пояснюється різким падінням врожайності (й відповідно надходження енергії з врожаєм) на фоні високого рівня витрат на технологію вирощування досліджуваної культури до 32 ГДж/кг (табл. 7.10).

У перший рік використання енергоємність 1 кг суцвіть шавлії мускатної максимальним даний енергетичний показник 5,45 ГДж/кг був у неудобреному варіанті з мілкою оранкою, сівбою у першу декаду квітня з міжряддям 45 см. Найменша енергоємність 1 кг суцвіть шавлії мускатної – 2,01 ГДж зафіксована за внесення мінеральних добрив ( $N_{60}P_{90}$ ), оранці на глибину 20-22 см, проведенні сівби у першу декаду грудня з міжряддям 70 см.

На другому та третьому роках використання досліджуваної культури проявилась абсолютна перевага оранки на глибину 28-30 см та проведення сівби у першу декаду грудня. За такої взаємодії варіантів енергоємність зменшилась до 1,58-1,64 ГДж/кг. Цей енергетичний показник підвищився до 5,14-5,35 ГДж/кг на неудобреному контролі за мілкої оранки, висівання шавлії у квітні та міжрядді 45 см.

**Коефіцієнт енергетичної ефективності при вирощуванні шавлії мускатної за роками використання залежно від досліджуваних факторів**

Строки сівби культури	Ширина міжрядь, см	Глибина оранки (см) та фони живлення			
		20-22		28-30	
		Фон живлення			
		Без добрив	N <sub>60</sub> P <sub>90</sub>	Без добрив	N <sub>60</sub> P <sub>90</sub>
<b>Перший рік використання, 2013-2015 рр.</b>					
Перша декада грудня	45	1,67	3,26	1,69	3,15
Перша декада квітня		1,21	1,29	1,32	1,24
Перша декада грудня	70	1,67	3,28	1,73	2,93
Перша декада квітня		1,35	1,28	1,36	1,22
<b>Другий рік використання, 2014-2016 рр.</b>					
Перша декада грудня	45	1,79	4,04	1,79	4,17
Перша декада квітня		1,28	1,62	1,36	1,60
Перша декада грудня	70	1,81	3,58	1,94	4,13
Перша декада квітня		1,34	1,61	1,25	1,59
<b>Третій рік використання, 2015-2017 рр.</b>					
Перша декада грудня	45	1,72	3,89	1,80	4,02
Перша декада квітня		1,23	1,59	1,37	1,60
Перша декада грудня	70	1,72	3,62	1,80	4,09
Перша декада квітня		1,37	1,64	1,37	1,64
<b>Четвертий рік використання, 2016-2018 рр.</b>					
Перша декада грудня	45	0,32	0,71	0,32	0,71
Перша декада квітня		0,21	0,30	0,24	0,28
Перша декада грудня	70	0,32	0,62	0,32	0,70
Перша декада квітня		0,23	0,28	0,24	0,29

На четвертий рік використання відбулося суттєве підвищення енергоємності, яке, в середньому, в 5,1-5,7 рази перевищувало цей показник у першому-третьому роках використання.

При порівнянні енергетичної ефективності вирощування шавлії мускатної за умов краплинного зрошення за повною схемою польового досліду у першій рік використання визначено, що надходження енергії з врожаєм коливалося в дуже широких межах, що було обумовлено істотними відмінностями врожайності суцвіть за варіантами внесення добрив, зміни глибини оранки, уточнення строків сівби та ширини міжрядь (додаток Ж.1).

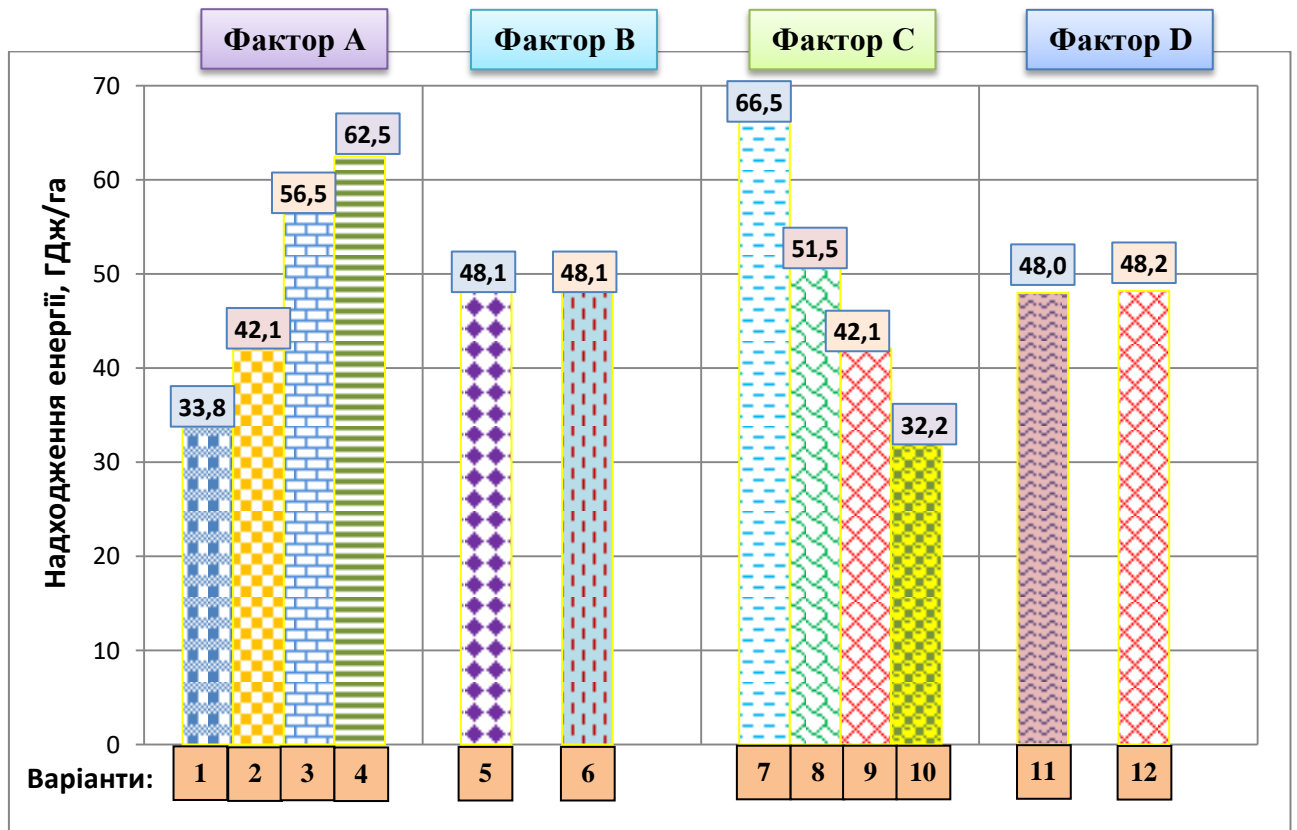


**Енергосмність 1 кг суцвіть шавлії мускатної за роками використання  
залежно від досліджуваних факторів, ГДж**

Строки сівби культури	Ширина міжрядь, см	Глибина оранки (см) та фони живлення			
		20-22		28-30	
		Фон живлення			
		Без добрив	N <sub>60</sub> P <sub>90</sub>	Без добрив	N <sub>60</sub> P <sub>90</sub>
Перший рік використання, 2013-2015 рр.					
Перша декада грудня	45	3,93	2,02	3,88	2,09
Перша декада квітня		5,45	5,09	4,98	5,29
Перша декада грудня	70	3,94	2,01	3,80	2,25
Перша декада квітня		4,87	5,13	4,83	5,40
Другий рік використання, 2014-2016 рр.					
Перша декада грудня	45	3,69	1,63	3,68	1,58
Перша декада квітня		5,14	4,06	4,83	4,12
Перша декада грудня	70	3,63	1,84	3,40	1,59
Перша декада квітня		4,91	4,08	5,26	4,15
Третій рік використання, 2015-2017 рр.					
Перша декада грудня	45	3,83	1,69	3,65	1,64
Перша декада квітня		5,35	4,14	4,80	4,12
Перша декада грудня	70	3,83	1,82	3,65	1,61
Перша декада квітня		4,82	4,01	4,78	4,00
Четвертий рік використання, 2016-2018 рр.					
Перша декада грудня	45	20,87	9,31	20,87	9,31
Перша декада квітня		31,67	22,21	27,94	23,88
Перша декада грудня	70	20,43	10,64	20,87	9,39
Перша декада квітня		28,36	23,29	27,94	23,01

Досліджуваний показник виявився найменшим – 25,9 ГДж/га у варіанті з оранкою на глибину 20-22 та сівбі у четвертий строк з міжряддя 45 см. Надходження енергії, що була акумульована врожаєм шавлії мускатної, підвищилося до 97 ГДж/га на ділянках з оранкою на глибину 20-22 см, внесенні азотно-фосфорних добрив у дозі N<sub>60</sub>P<sub>90</sub>, сівби у перший строк та формуванні міжрядь 70 см.

У середньому по фактору А, де досліджували ефективність застосування мінеральних добрив, визначено, що найбільші показники надходження енергії з врожаєм – 56,5-62,5 ГДж/га були у варіанті із застосуванням підвищених доз азотно-фосфорних добрив, а мінімальним цей показник – 33,8 ГДж/га виявився у контрольному варіанті (рис. 7.11).



Примітки: умовні позначення варіантів такі самі, як на рис. 7.1

**Рис. 7.11 Середньофакторіальні показники надходження енергії з врожаєм шавлії мускатної у перший рік використання залежно від досліджуваних факторів, ГДж/га**

В досліді була відсутня різниця показників надходження енергії за факторами В і D, а цей показник знаходився на рівні 48,0-48,2 ГДж на 1 га посівної площі.

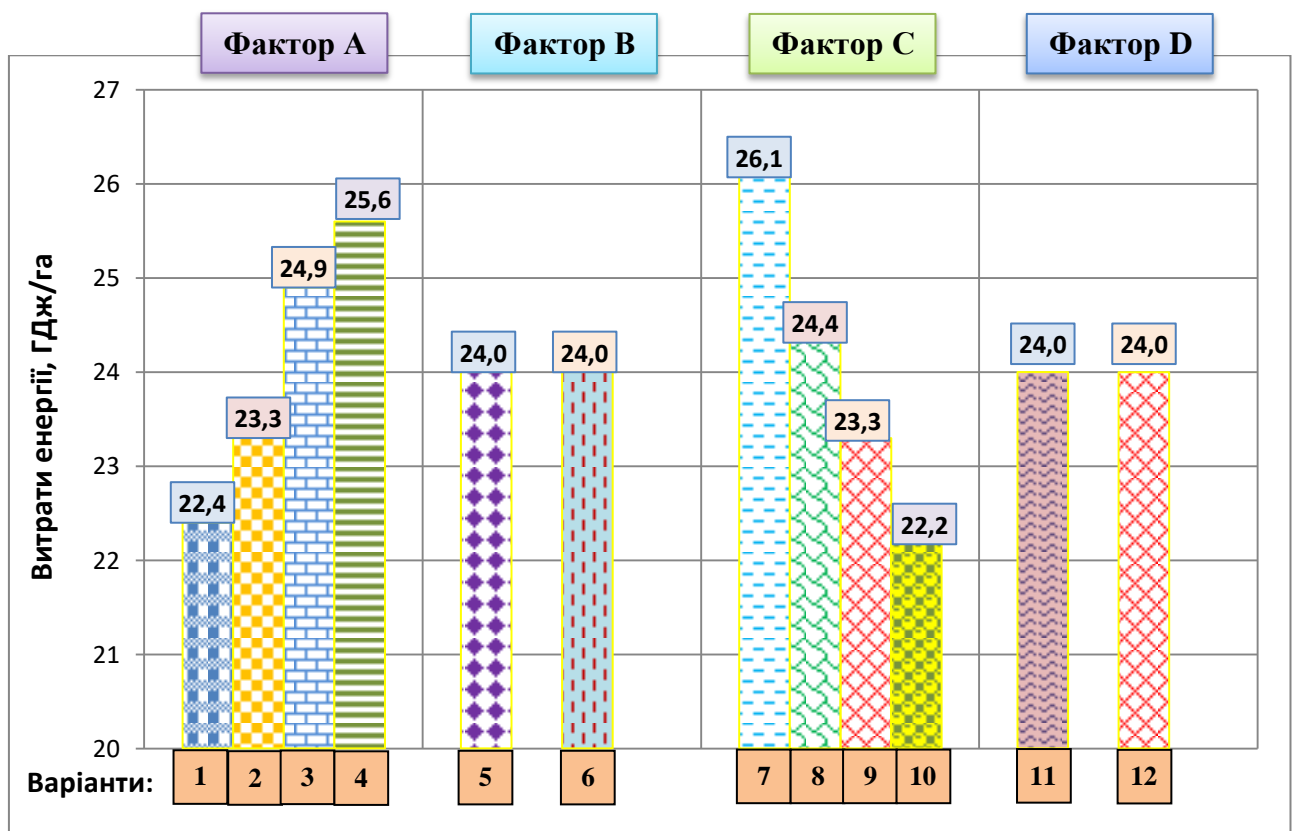
Суттєві відмінності формування показників надходження енергії відносно фактору С. Найкращий результат забезпечив перший строк проведення сівби шавлії мускатної – 66,5 ГДж/га. Перенесення сівби на інші строки обумовило зниження досліджуваного енергетичного показника до 51,5; 42,1 та 32,2 ГДж/га або, відповідно, на 22,5; 36,7; 51,6%.

Витрати енергії, що були понесені при вирощуванні шавлії мускатної у перший рік використання, різною мірою змінювались під впливом факторів, що вивчались (додаток Ж.2).

Проявилась тенденція зростання цього показника в напрямку переходу

від контрольного варіанту (без добрив) до підвищення доз азотних і фосфорних добрив. Також проявилось збільшення даного показника при заглибленні оранки від 20-22 до 28-30 см, що пов'язано зі зростанням витрат енергії на паливно-мастильні матеріали, експлуатацію технічних засобів, живої праці тощо. Максимальні витрати енергії (29,6 ГДж/га) зафіксовані у варіанті з внесенням добрив у дозі  $N_{60}P_{90}$ , оранці на глибину 20-22 см за першого строку сівби з міжряддям 70 см. Їх мінімальний рівень (21,4 ГДж/га) був у варіанті з цією ж глибиною оранки, без добрив за четвертого строку сівби з міжряддям 45 см.

Середньофакторіальним аналізом енергетичних показників доведено, що на контрольному варіанті (без внесення добрив) витрати енергії знаходились на рівні 22,4 ГДж/га. Використання мінеральних добрив різними дозами збільшило цей показник до 23,3; 24,9; 25,6 ГДж/га або 4,0; 11,2; 14,3%, відповідно (рис. 7.12).



Примітки: умовні позначення варіантів такі самі, як на рис. 7.1

**Рис. 7.12 Середньофакторіальні показники витрат енергії на вирощування шавлії мускатної у перший рік використання залежно від досліджуваних факторів, ГДж/га**

По фактору В (глибина оранки) різниця між досліджуваними варіантами не проявилась, а цей показник становив 24,0 ГДж/га.

Найбільші відмінності витрат енергії на вирощування шавлії мускатної у перший рік використання були встановлені за строками сівби (фактор С). Так, максимальні енерговитрати на рівні 26,1 ГДж/га одержані за першого строку сівби. На другому році використання цей показник зменшився до 24,1 ГДж/га (на 6,5%), на третьому до 23,3 (на 10,7%), а четвертому – до 22,2 (на 14,3%), відповідно.

По четвертому досліджуваному фактору (ширина міжрядь – фактор D) різниці між показниками витрат енергії були відсутніми.

У досліді зафіксована дуже висока ступінь коливань приросту енергії за варіантами фону живлення, різної глибини оранки, строків сівби та ширини міжрядь (додаток Ж.3).

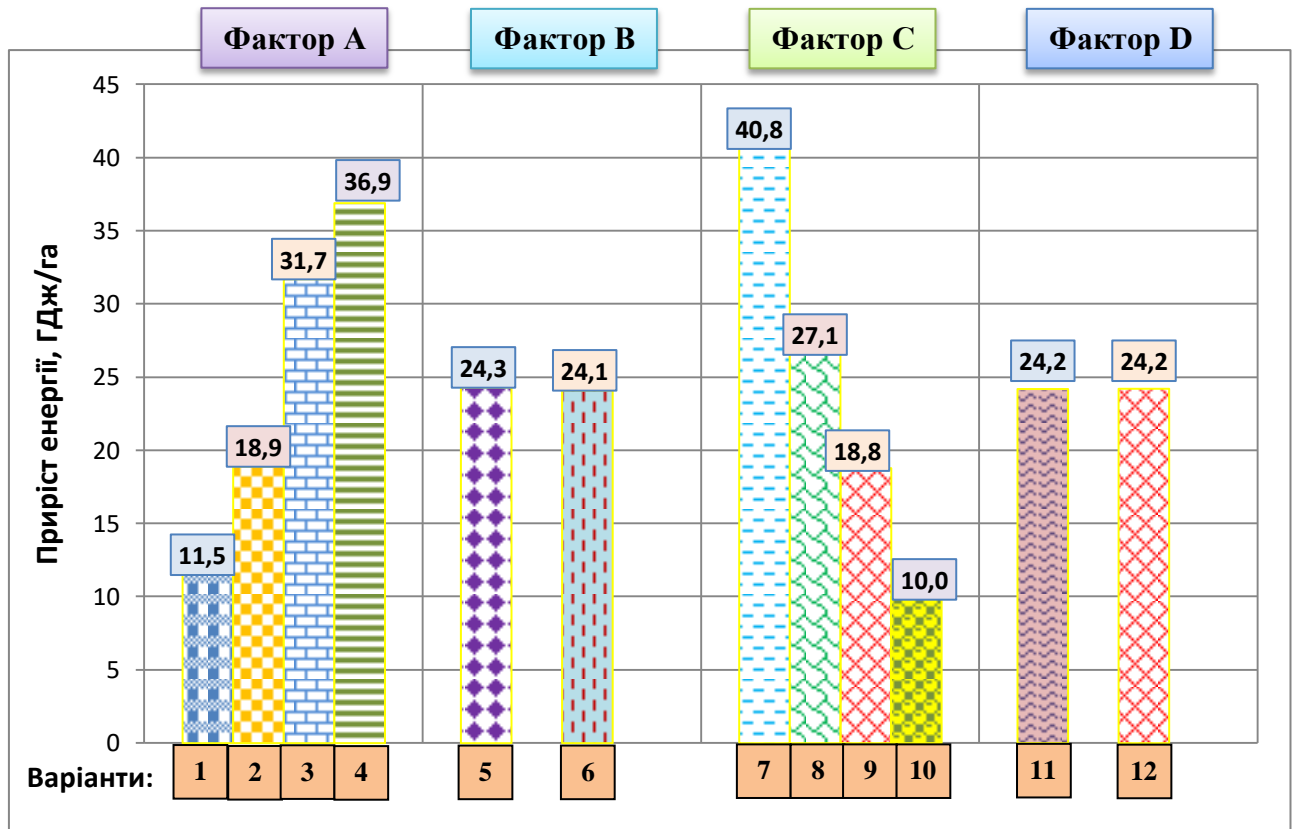
Мінімальним досліджуваний енергетичний показник на рівні 4,4 ГДж/га виявився в неудобреному контролі за мілкою оранки на глибину 20-22 см, сівбі у четвертий строк та ширині міжрядь 45 см. Дуже істотне зростання приросту енергії – у 15,3 рази (до 67,4 ГДж/га) проявилось у варіанті з оранкою на глибину 20-22 см, внесенні мінеральних добрив ( $N_{60}P_{90}$ ) та розширені міжрядь до 70 см.

Середні значення фактору А щодо приросту енергії свідчать про перевагу внесення мінеральних добрив у підвищених дозах ( $N_{60}P_{60}$  та  $N_{60}P_{90}$ ), оскільки на цих варіантах відзначено зростання цього показника до 31,7-36,9 ГДж/га або на 40,3-68,8% (рис. 7.13).

По фактору В зафіксована дуже слабка різниця у величині даного енергетичного показника. За оранки на глибину 20-22 см приріст енергії, у середньому, склав 24,3 ГДж/га, а у варіанті з глибокою оранкою на 28-30 см він зменшився до 24,1 ГДж/га або лише на 0,8%.

Дуже суттєва різниця приросту енергії при вирощуванні шавлії мускатної у перший рік використання зафіксована за фактором С, де досліджували ефективність проведення сівби шавлії мускатної у різні строки.

Мінімальний показник на рівні 10,0 ГДж/га був виявлений за четвертого строку сівби. На другому та третьому строках приріст енергії збільшився до 65,1 та 45,9%. За першого строку зафіксовано зростання даного показника до 40,8 ГДж/га, що у 4 рази вище за четвертий строк.



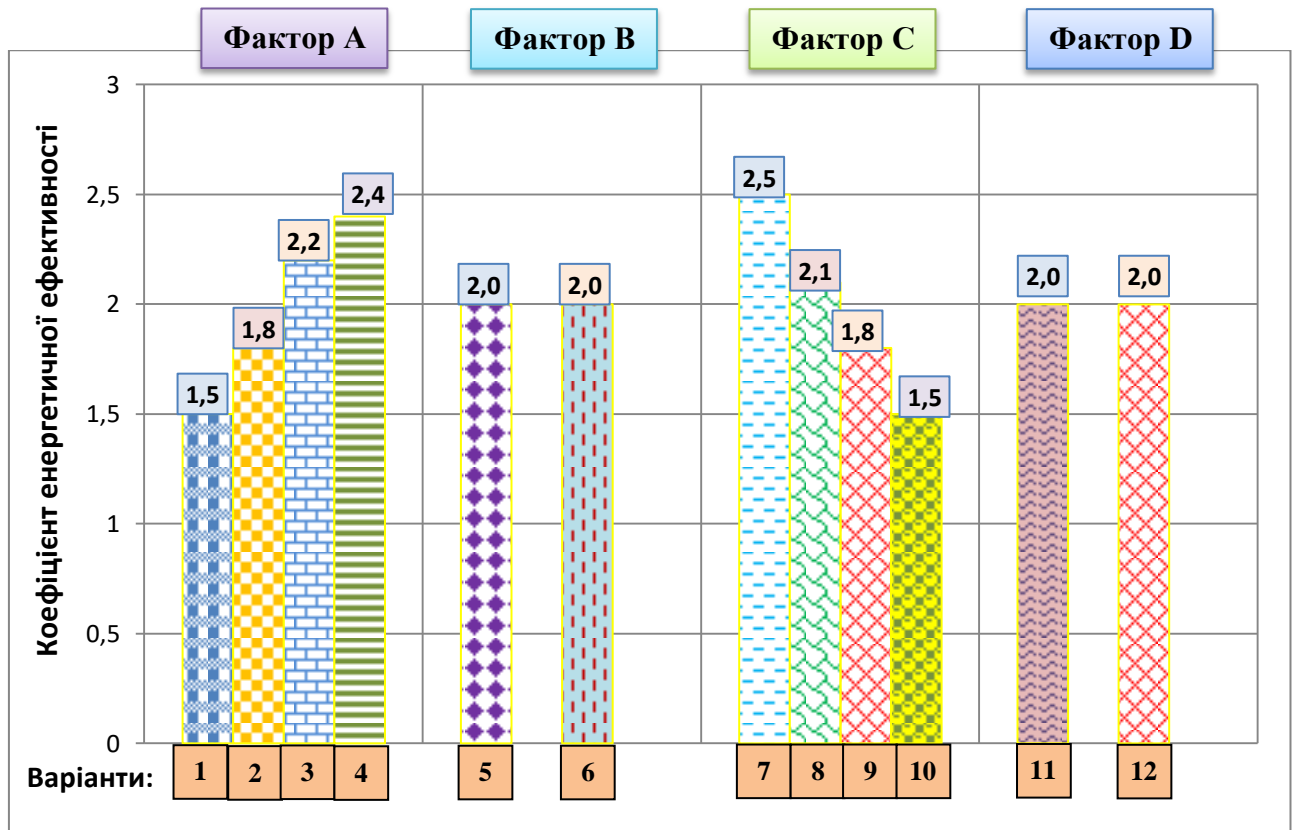
Примітки: умовні позначення варіантів такі самі, як на рис. 7.1

**Рис. 7.13 Середньофакторіальні показники приросту енергії при вирощуванні шавлії мускатної у перший рік використання залежно від досліджуваних факторів, ГДж/га**

Коефіцієнт енергетичної ефективності був мінімальним (1,21) за взаємодії наступних варіантів: ширина міжряддя 45 см; сівба у четвертий строк; оранка на глибину 20-22 см; без внесення мінеральних добрив (контроль) (додаток Ж.4). Цей показник підвищився у 2,7 рази на ділянках з внесенням максимальної дози мінеральних добрив ( $N_{60}P_{90}$ ), з оранкою на глибину 20-22 см, сівбі у перший строк та міжряддях 70 см.

Доведено істотне зростання середньофакторіальних показників коефіцієнту енергетичної ефективності при порівнянні варіантів фактору А

(рис. 7.14). На контрольних ділянках без внесення добрив він склав 1,5, а в удобрених варіантах проявилася його зростання до 1,8-2,4 або на 16,7-40,3%.



Примітки: умовні позначення варіантів такі самі, як на рис. 7.1

**Рис. 7.14 Середньофакторіальні показники коефіцієнту енергетичної ефективності при вирощуванні шавлії мускатної у перший рік використання залежно від досліджуваних факторів**

По факторах В і D різниця у величині коефіцієнта енергетичної ефективності відсутня.

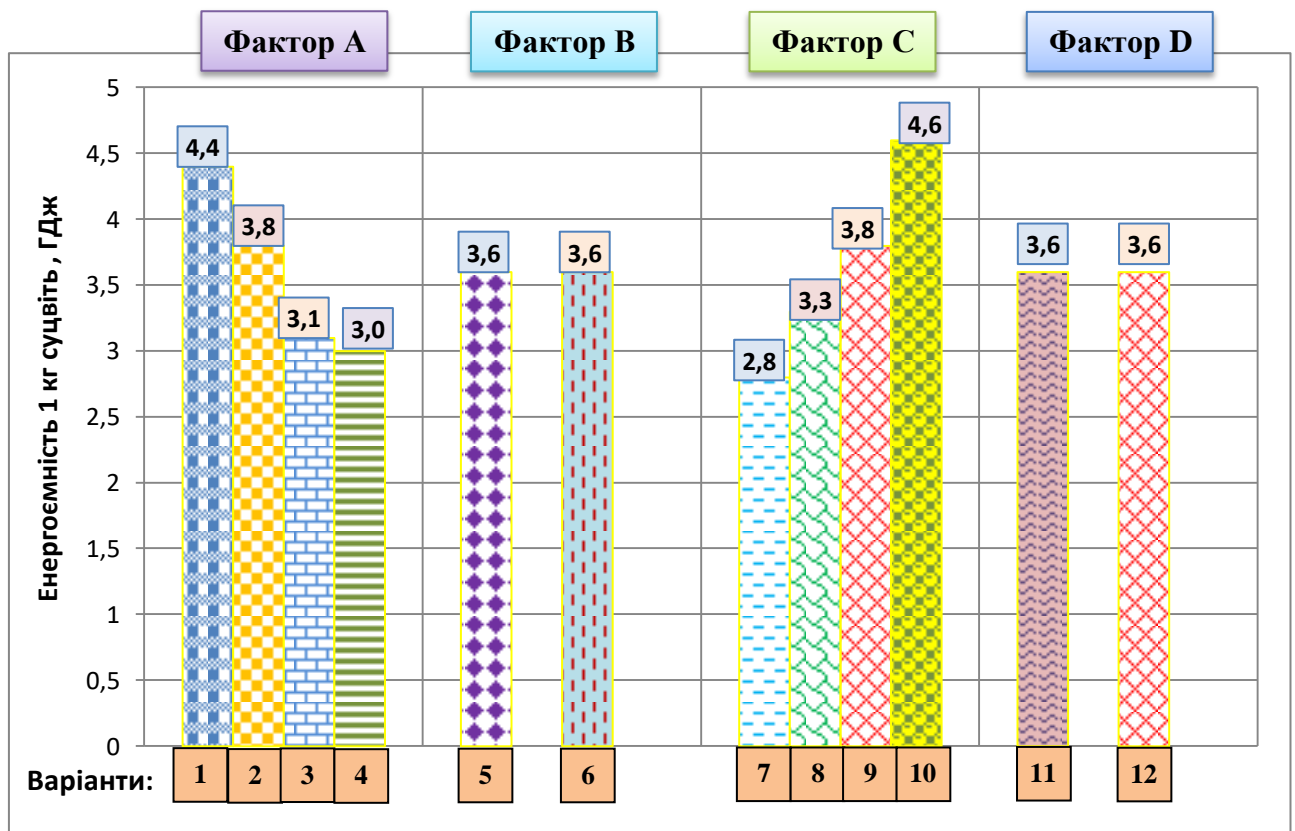
За строками сівби (фактор С) встановлено, що у варіанті з першим строком коефіцієнт енергетичної ефективності склав 2,5, за другого і третього – він зменшився на 16,1 та 28,3% (відповідно до 2,1 й 1,8), а його мінімальний рівень одержали на четвертому строці сівби – 1,5.

Аналіз енергетичних витрат на формування 1 кг суцвіть шавлії мускатної свідчить про значні коливання цього показника, особливо за варіантами оптимізації строків сівби (додаток Ж.5).

Максимального значення цей показник набув за ширини міжрядь 45 см,

проведення сівби у четвертий строк, оранці на глибину 20-22 см та без внесення мінеральних добрив. Найменшого рівня енергоємність 1 кг суцвіть шавлії у межах 2,01-2,02 ГДж досягла незалежно від ширини міжрядь у варіанті з внесенням мінеральних добрив у дозі  $N_{60}P_{90}$ , оранці на глибину 20-22 см та за сівби у перший строк.

Середньофакторіальні показники енергоємності відображали встановлені вище тенденції. Проте, слід зауважити, що стосовно зміни глибини оранки та ширини міжрядь різниці в показниках енергоємності не виявлено (рис. 7.15).



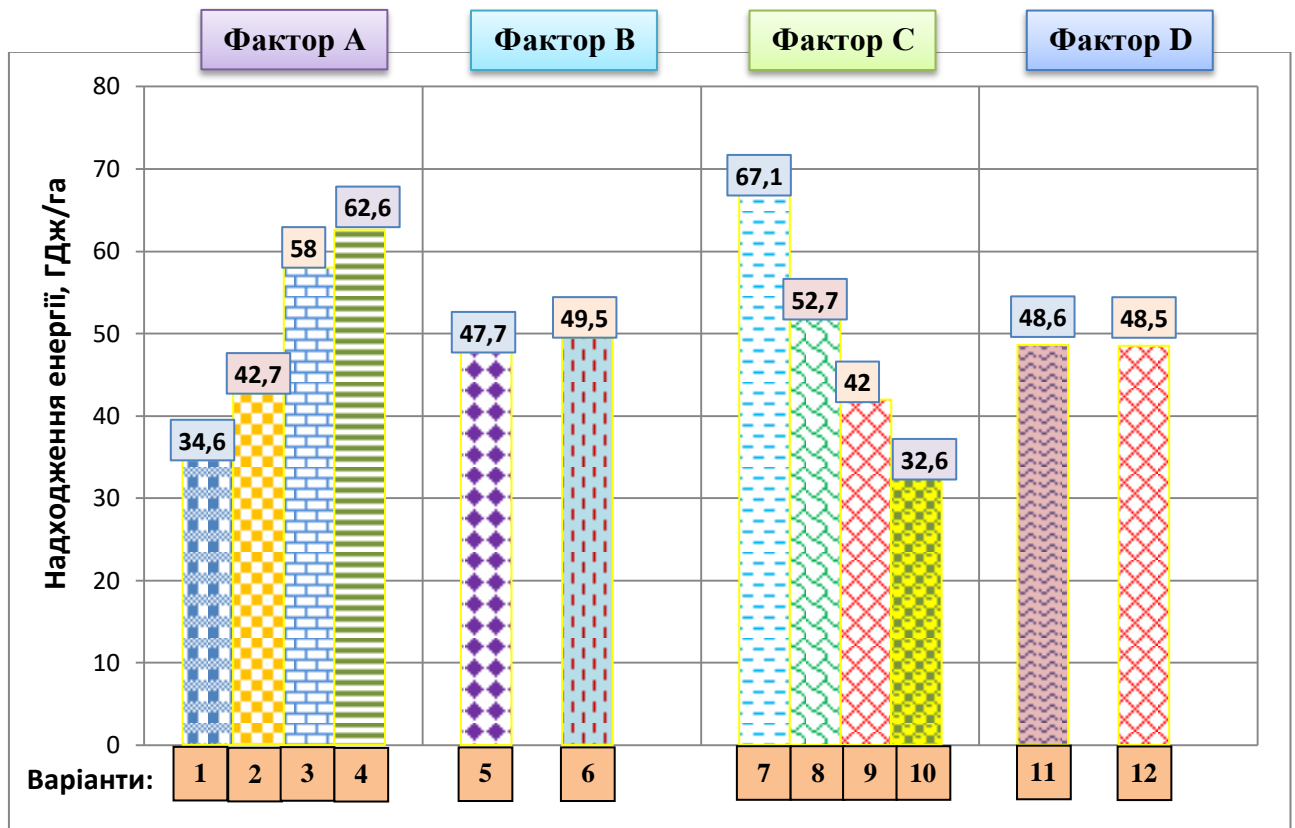
Примітки: умовні позначення варіантів такі самі, як на рис. 7.1

**Рис. 7.15 Середньофакторіальні показники енергоємності 1 кг суцвіть при вирощуванні шавлії мускатної у перший рік використання залежно від досліджуваних факторів, ГДж**

За варіантами внесення мінеральних добрив (фактор А) встановлено, що максимальна енергоємність 4,4 ГДж/кг була зафіксована у контрольному варіанті (без добрив). Найменше значення цього енергетичного показника в

межах 3,0-3,1 ГДж/кг одержали за внесення азотно-фосфорних добрив у дозах  $N_{60}P_{60}$  та  $N_{60}P_{90}$ .

В середньому по фактору А визначено, що максимальне надходження енергії 62,6 ГДж/га забезпечує варіант з внесенням азотно-фосфорних добрив у дозі  $N_{60}P_{90}$ . Цей показник на 7,3-37,8% більше за інші удобрені варіанти, а також на 44,7% більше порівняно з контрольним варіантом (рис. 7.16).



Примітки: умовні позначення варіантів такі самі, як на рис. 7.1

**Рис. 7.16 Середньофакторіальні показники надходження енергії з врожаєм шавлії мускатної у третій рік використання залежно від досліджуваних факторів, ГДж/га**

За результатами енергетичного аналізу визначена чітка тенденція зростання енергоємності одного кілограма суцвіть шавлії мускатної у перший рік використання при переході від першого строку сівби до четвертого. Так, на першому строці сівби величина даного показника склала 2,8 ГДж/кг, на другому підвищилась на 15,1% (до 3,3 ГДж/кг), а на третьому – на 25,7% (до 3,8 ГДж/кг). Проведення сівби у четвертий строк сприяло суттєвому



зростанню енергоємності до 4,6 ГДж/кг або на 39,1%, порівняно з першим строком.

На третьому році використання відзначено максимальний рівень надходження енергії з врожаєм шавлії мускатної на рівні 97,0 ГДж/га було у варіанті з внесенням мінеральних добрив дозою  $N_{60}P_{90}$ , оранкою на глибину 28-30 см, сівбою у першій строк з міжряддями 70 см (додаток Ж.6). Цей енергетичний показник зменшився до 26,5 ГДж/га або в 3,7 рази на удобрених ділянках з мілкою оранкою (на 20-22 см), проведенням сівби у четвертий строк та ширині міжрядь 45 см.

По фактору В (глибина оранки) доведено, що надходження енергії за оранки на глибину 20-22 см склало 47,7 ГДж/га, а за заглиблення до 28-30 см проявилось її зростання до 49,5 ГДж/га або на 3,6%.

Строки сівби значною мірою впливали на надходження енергії з врожаєм шавлії мускатної на третьому році використання. Визначено, що цей показник у досліджуваній культурі за першого строку сівби був максимальним і дорівнював, у середньому по фактору, 67,1 ГДж/га. На другому і третьому строках спостерігали його зменшення, відповідно, до 52,7 та 42,0 ГДж/га. Найменше значення надходження енергії (32,3 ГДж/га) було зафіксовано за четвертого строку сівби.

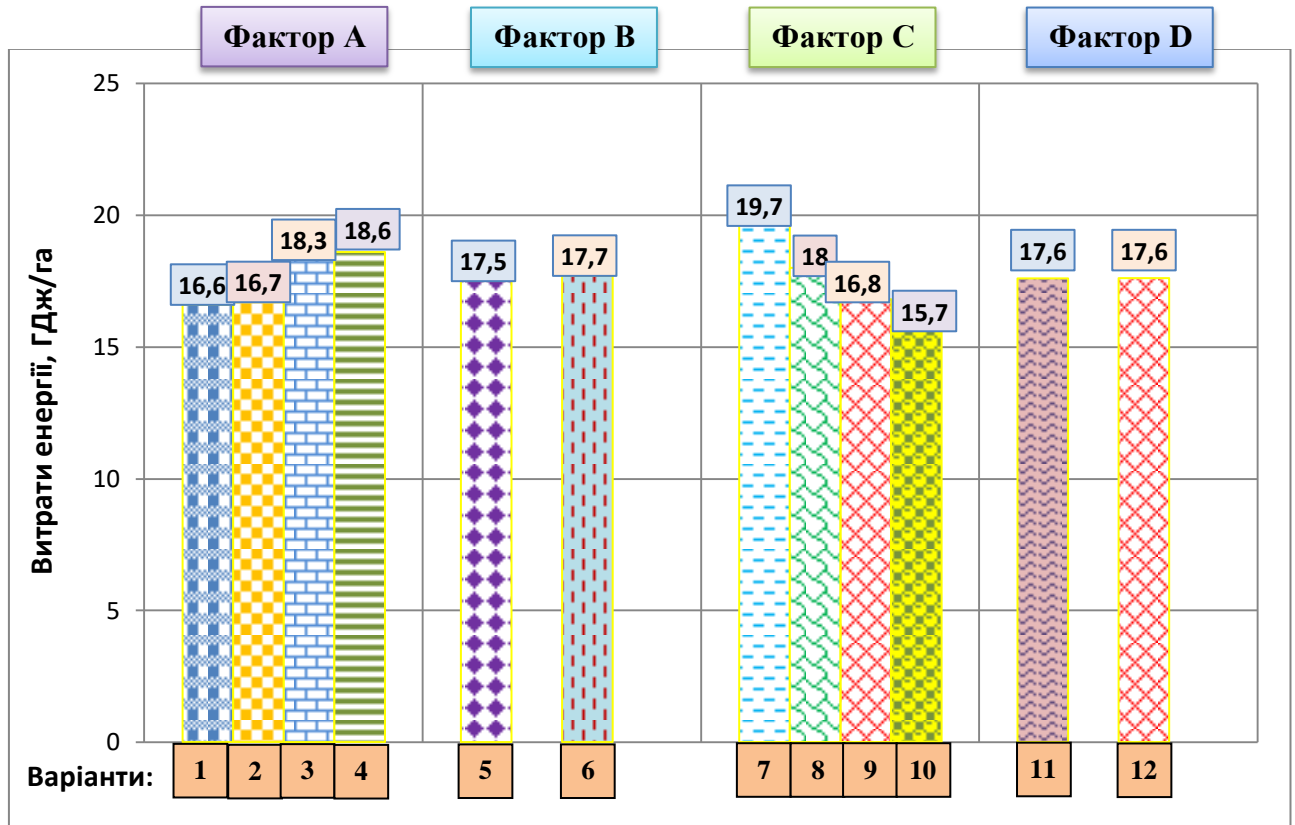
В досліджах не зафіксовано різниці у показниках надходження енергії у третій рік використання відносно фактору D зі змінами ширини міжрядь від 45 до 70 см.

Витрати енергії у третьому році використання шавлії порівняно з першим роком меншою мірою змінювались під впливом досліджуваних чинників (додаток Ж.7). Мінімальні значення цього енергетичного показника на рівні 15,2-15,7 ГДж/га зафіксовані у варіантах з четвертим строком сівби незалежно від фону мінерального живлення, глибини оранки та ширини міжрядь.

Суттєве зростання досліджуваного показника – в 1,5 рази – до 22,4 ГДж/га проявилось за глибокої оранки на 28-30 см, першому строці сівби,

ширині міжрядь 45 см та максимальній дозі азотно-фосфорних добрив ( $N_{60}P_{90}$ ).

У середньому, по фоні мінерального живлення (фактор А) витрати енергії склали 16,6-16,7 ГДж/га, були мінімальними у першому й другому варіантах удобрення. За підвищення доз добрив до  $N_{60}P_{60}$  і  $N_{60}P_{90}$  цей показник збільшився до 18,3-18,6 ГДж/га або на 8,7-10,7% (рис. 7.17).



Примітки: умовні позначення варіантів такі самі, як на рис. 7.1

**Рис. 7.17 Середньофакторіальні показники витрат енергії на вирощування шавлії мускатної у третій рік використання залежно від досліджуваних факторів, ГДж/га**

За глибини оранки 20-22 см витрати енергії склали, в середньому по фактору, 17,5 ГДж/га. Заглиблення основного обробітку ґрунту до 28-30 см обумовило дуже слабку тенденцію зростання даного показника до 17,7 ГДж/га або 1,1%.

Найменший рівень витрат енергії на вирощування шавлії мускатної у третій рік використання був за четвертого строку сівби – 15,7 ГДж/га. За

проведення сівби у перший, другий і третій строки цей енергетичний показник, відповідно, збільшився на 20,3; 12,8; 6,5%.

По фактору D різниця показників витрат енергії на вирощування шавлії мускатної була відсутньою, а цей показник слав 17,6 ГДж/га.

Приріст енергії при вирощуванні шавлії мускатної у третій рік використання змінювався у дуже широких межах – від 10,4 ГДж/га у варіанті без внесення мінеральних добрив, оранки на глибину 20-20 см, сівби у четвертий строк та міжрядді 45 см до 74,5 ГДж/га у варіанті з внесенням максимальної дози добрив ( $N_{60}P_{90}$ ), оранки на 28-30 см, проведення сівби у перший строк та ширині міжрядь на рівні 70 см.

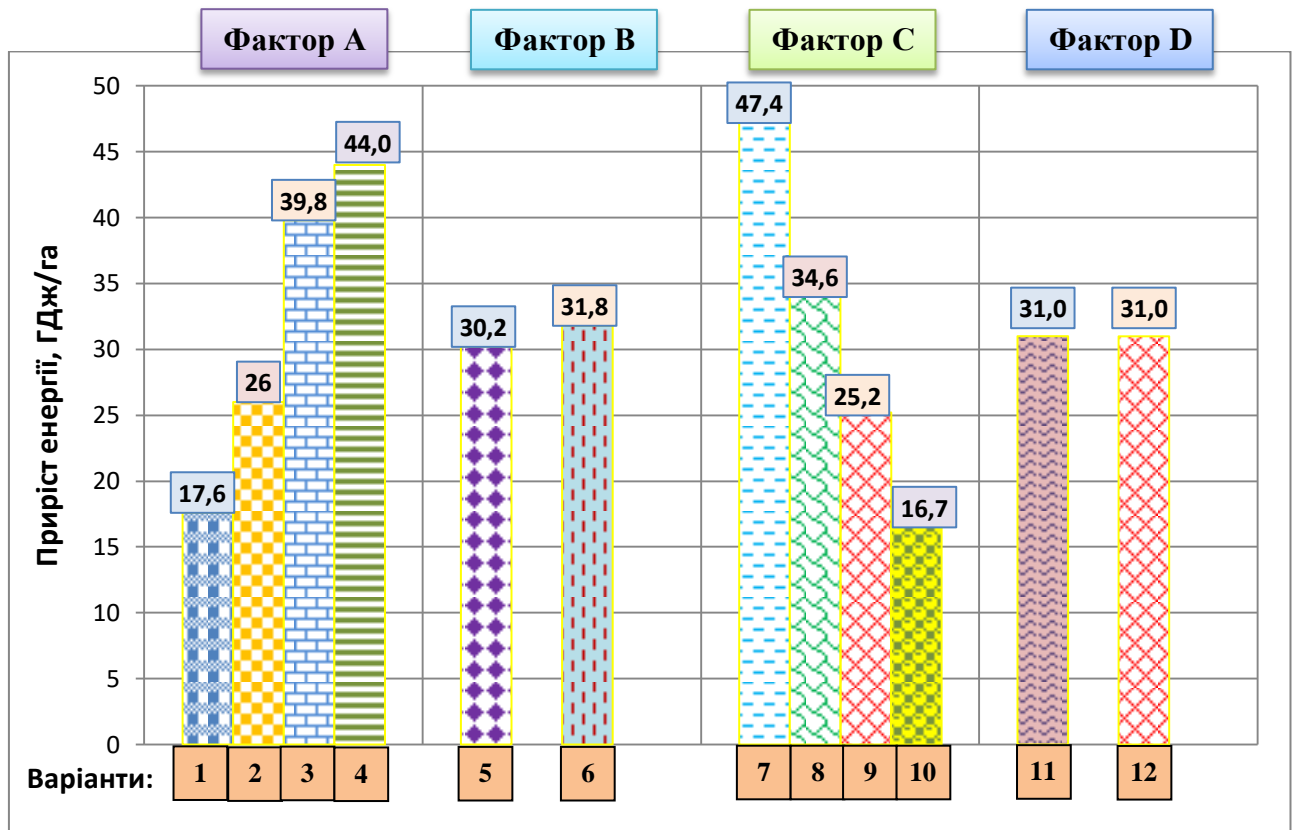
В середньому по фоні удобрення доведена висока ефективність використання підвищених доз азотно-фосфорних добрив (рис. 7.18). Приріст енергії на третьому і четвертому варіантах фактора А склав 39,8 та 44,0 ГДж/га, що на 34,7% більше за контроль та 60,1% більше за другий варіант удобрення.

Встановлено, що оранка на глибину 20-22 см забезпечує формування приросту енергії на рівні 30,2 ГДж/га, а збільшення її глибини до 28-30 см – сприяє його зростанню до 31,8 ГДж/га або на 5,0%.

Максимальний приріст енергії за вирощування шавлії на третьому році – 47,4 ГДж/га отримали за першого строку сівби. Проведення цього агрозаходу в інші строки зменшило досліджуваний енергетичний показник, відповідно, до 34,6; 25,2; 16,7 ГДж/га або на 27,0; 46,8; 64,8%.

Стосовно різної ширини міжрядь визначено, що цей фактор при вирощуванні досліджуваної культури не забезпечив зміни приросту енергії, яка склала, в середньому, 30,0 ГДж/га.

Коефіцієнт енергетичної ефективності на третьому році використання шавлії мускатної змінюється в широких межах (додаток Ж.9). В цілому проявилася тенденція зростання даного показника за першого строку сівби, внесення максимальних доз мінеральних добрив, оранки на глибину 28-30 см та сівби у перший строк.

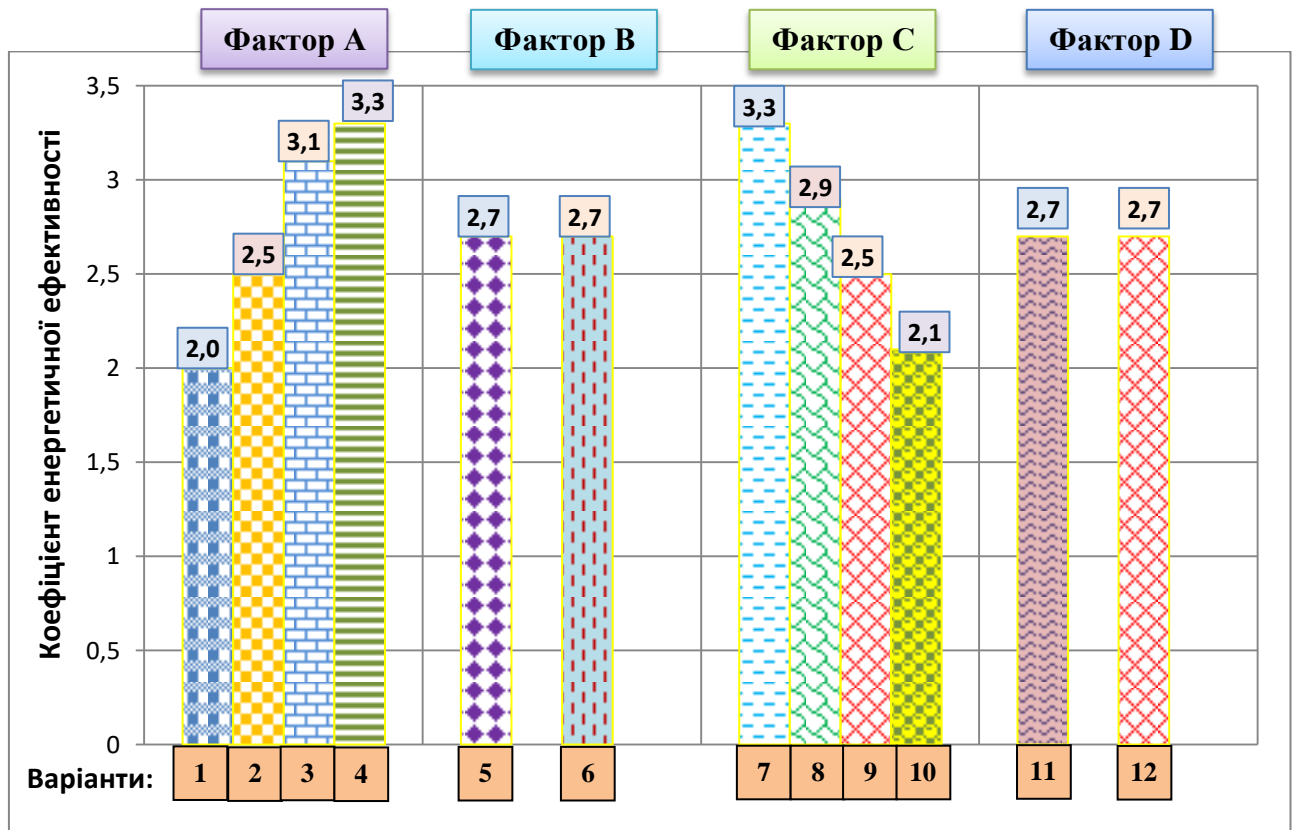


Примітки: умовні позначення варіантів такі самі, як на рис. 7.1

**Рис. 7.18 Середньофакторіальні показники приросту енергії при вирощуванні шавлії мускатної у третій рік використання залежно від досліджуваних факторів, ГДж/га**

Найменші значення цього показника (1,65) зафіксовані на неодобрених ділянках з мілкою оранкою, проведенням сівби у четвертий строк з міжряддям 45 см. Найкращі результати відносно формування коефіцієнту енергетичної ефективності (4,30) отримали за внесення мінеральних добрив у дозі  $N_{60}P_{90}$ , глибині оранки на 28-30 см, сівби у перший строк з міжряддями 70 см.

У середньому по першому досліджуваному фактору проявилось зростання коефіцієнту енергетичної ефективності від 2,0 на контрольному варіанті (без внесення добрив) до 2,5-3,3 у варіантах із застосуванням азотно-фосфорних добрив (рис. 7.19). Глибина оранки (фактор В) та ширина міжрядь (фактор D) практично не впливали на величину показників коефіцієнту енергетичної ефективності, який дорівнював, у середньому, 2,7.



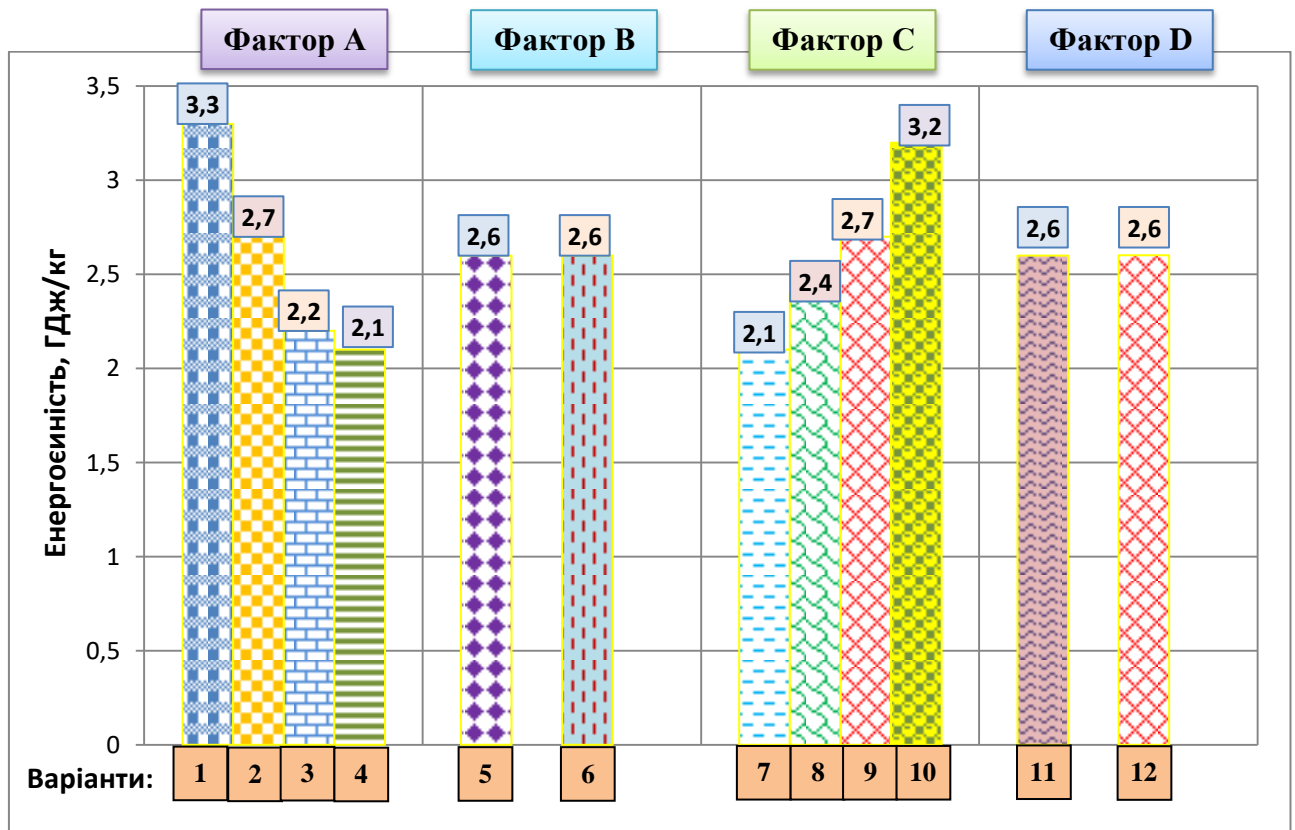
Примітки: умовні позначення варіантів такі самі, як на рис. 7.1

**Рис. 7.19 Середньофакторіальні показники коефіцієнту енергетичної ефективності вирощування шавлії мускатної у третій рік використання залежно від досліджуваних факторів**

Істотна різниця енергетичної ефективності вирощування шавлії мускатної у третій рік використання визначена за фактором С. Слід підкреслити, що за четвертого строку даний енергетичний показник був мінімальним і склав 2,1, за першого, другого та третього строків він збільшився до 3,3; 2,9; 2,5 або на 16,0; 27,8; 36,5; %, відповідно.

Енергоємність 1 кг суцвіть шавлії мускатної мала тенденцію до збільшення на удобрених варіантах, проведення сівби у третій і четвертий строки та міжрядді 45 см (додаток Ж.10.). Мінімальним даний показник на рівні 1,52-1,53 ГДж/кг був за найбільшої дози мінеральних добрив ( $N_{60}P_{90}$ ), оранки на 28-30 см та сівби у перший строк. Енергоємність підвищилась у 2,6 рази (до 4,0 ГДж/кг) на удобрених ділянках з четвертим строком сівби, оранкою на глибину 20-22 см та міжряддях 45 см.

По фактору А, в середньому по варіантах системи удобрення, зафіксовано максимальну енергоємність 1 кг суцвіть шавлії мускатної на контрольних ділянках без внесення добрив – 3,3 ГДж (рис. 7.20).



Примітки: умовні позначення варіантів такі самі, як на рис. 7.1

**Рис. 7.20 Середньофакторіальні показники енергоємності 1 кг суцвіть шавлії мускатної у третій рік використання залежно від досліджуваних факторів, ГДж**

На другому варіанті удобрення цей показник зменшився до 2,7 ГДж/га або на 18,1%. Мінімального рівня – 2,1 ГДж/кг він набув за внесення мінеральних добрив у максимальній дозі –  $N_{60}P_{90}$ .

За факторами В і D, як і при аналізі інших енергетичних показників, не виявлено різниці енергоємності вирощування досліджуваної культури на третій рік її використання, цей показник склав 2,6 ГДж/кг.

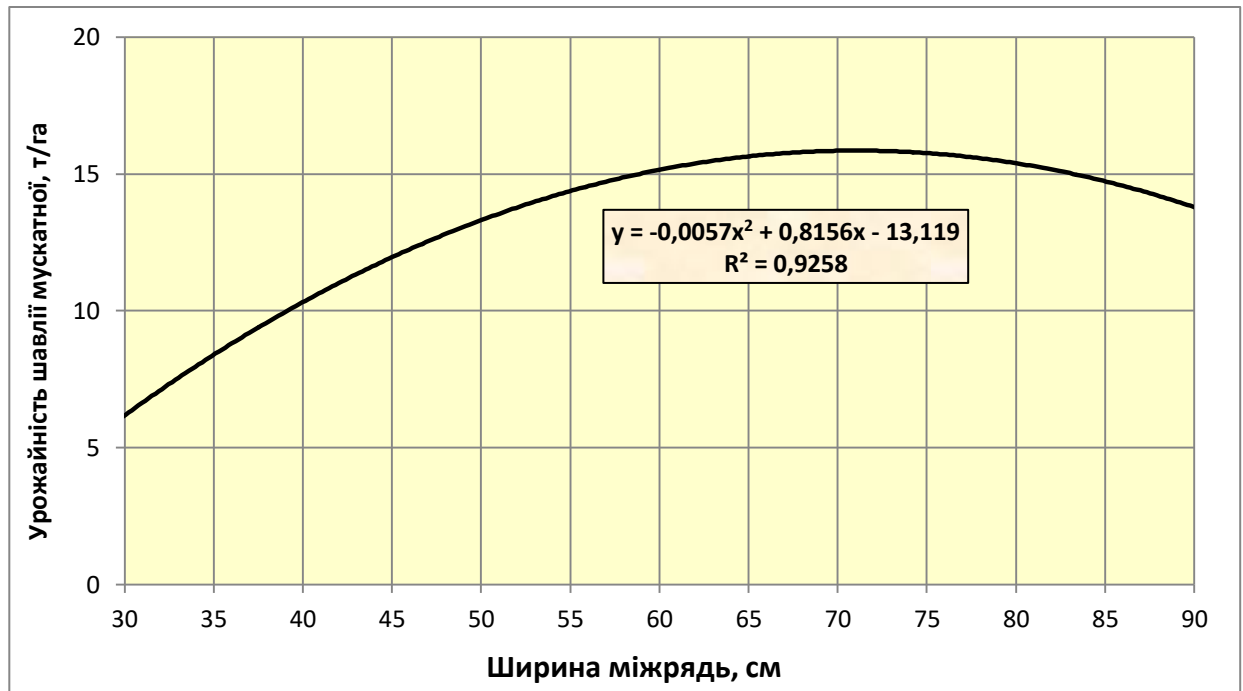
Мінімальна енергоємність одного кілограма суцвіть на рівні 2,1 ГДж сформувалась за першого строку сівби. При проведенні сівби у другий, третій та четвертий строки цей показник збільшився, відповідно, до 2,4; 2,7; 3,2 або

на 12,5; 22,2; 34,4%.

### **7.3 Програмування врожаю та економіко-енергетичних показників вирощування шавлії мускатної залежно від впливу досліджуваних факторів**

Програмування врожаю повинно бути спрямоване на формування науково обґрунтованих систем зрошувального землеробства для вирощування високих, сталих, якісних та економічно вигідних урожаїв. Програмування проводять із використанням таких основних показників: природні фактори (температура й вологість повітря, кількість опадів, фотосинтетична активна радіація, родючість ґрунту тощо); нормування потреб культури певного сорту або гібриду в регульованих чинників (поливи, добрива та ін.); параметри застосування регульованого фактора на основі природних факторів, що впливають на урожайність і створюють оптимальні умови для його формування (меліорація, агротехніка). Отже, в процесі програмування враховують не тільки природні фактори формування врожаю, а і комплекси заходів, що забезпечують одержання запланованого рівня врожаю [325]. Оскільки правильно управляти природними чинниками (наприклад, погодою), особливо в посушливі періоди, неможливо, це обумовлює значну різницю між величинами запланованого й фактично отриманого врожаю на неполивних землях. Зрошення дозволяє попередити істотні втрати врожайності, що викликані різким дефіцитом вологи, тому точність програмування на поливних землях суттєво зростає.

Кореляційно-регресійним аналізом доведено, що урожайність шавлії мускатної знаходиться у прямій залежності від ширини міжрядь. Визначено що за ширини міжрядь у діапазоні від 30 до 60 см відзначається стале зростання продуктивності досліджуваної культури в межах від 7 до 15 т/га (рис. 7.21).

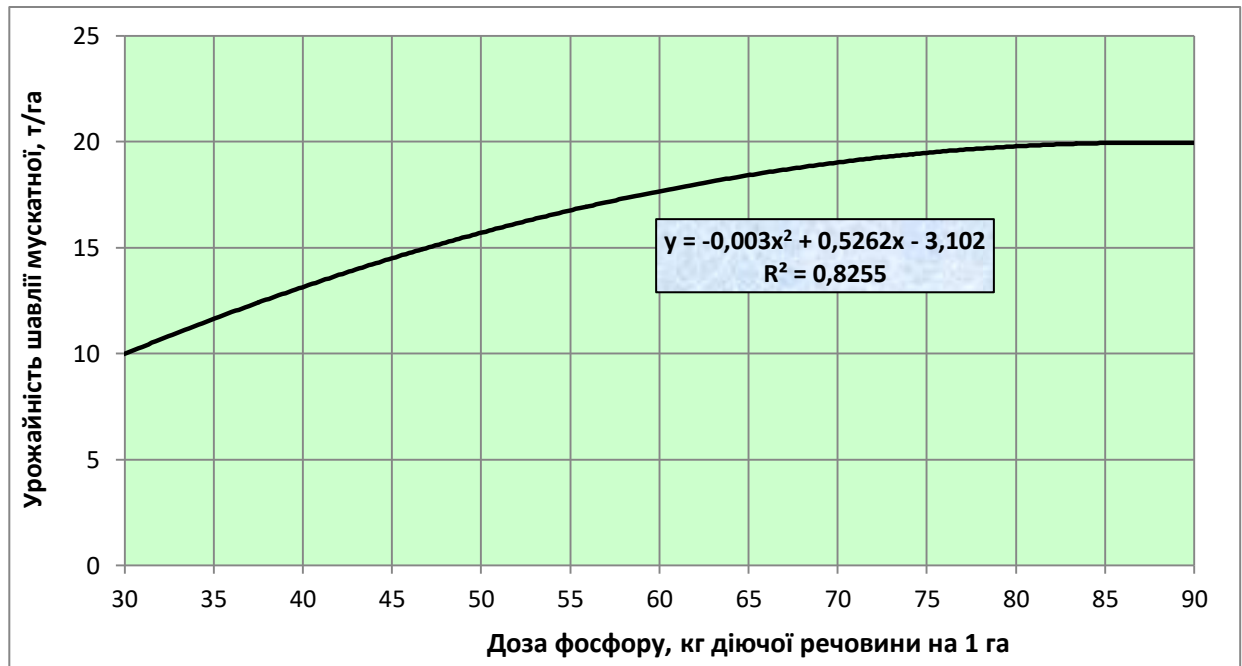


**Рис. 7.21 Кореляційно-регресійна модель взаємозв'язку між шириною міжрядь та змодельованими рівнями врожайності шавлії мускатної (середнє за 2013-2018 рр.)**

За шириною міжрядь 60-70 см досягається плато-фаза. При цьому врожайність шавлії мускатної зростає до 16 т/га. Подальше підвищення ширини міжрядь у діапазоні від 80 до 97 см призводить до зниження теоретичного рівня врожайності до 14.2 т/га. Таким чином, слід зауважити, що оптимальною з точки зору одержання максимальної урожайності шавлії мускатної є ширина міжрядь від 65 до 70 см. Вузькі міжряддя (30-45 см) обумовлюють внутрішньовидову конкуренцію рослин за воду й поживні речовини, а формування міжрядь у діапазоні 80-90 см обумовлюють непродуктивне використання посівної площі й сприяють масовому розвитку бур'янів.

Аналізом одержаних експериментальних даних доведено, що на фоні внесення  $N_{60}$  спостерігається стале підвищення врожайності шавлії мускатної за внесення фосфорних добрив дозою від 30 до 50 кг (рис. 7.22).





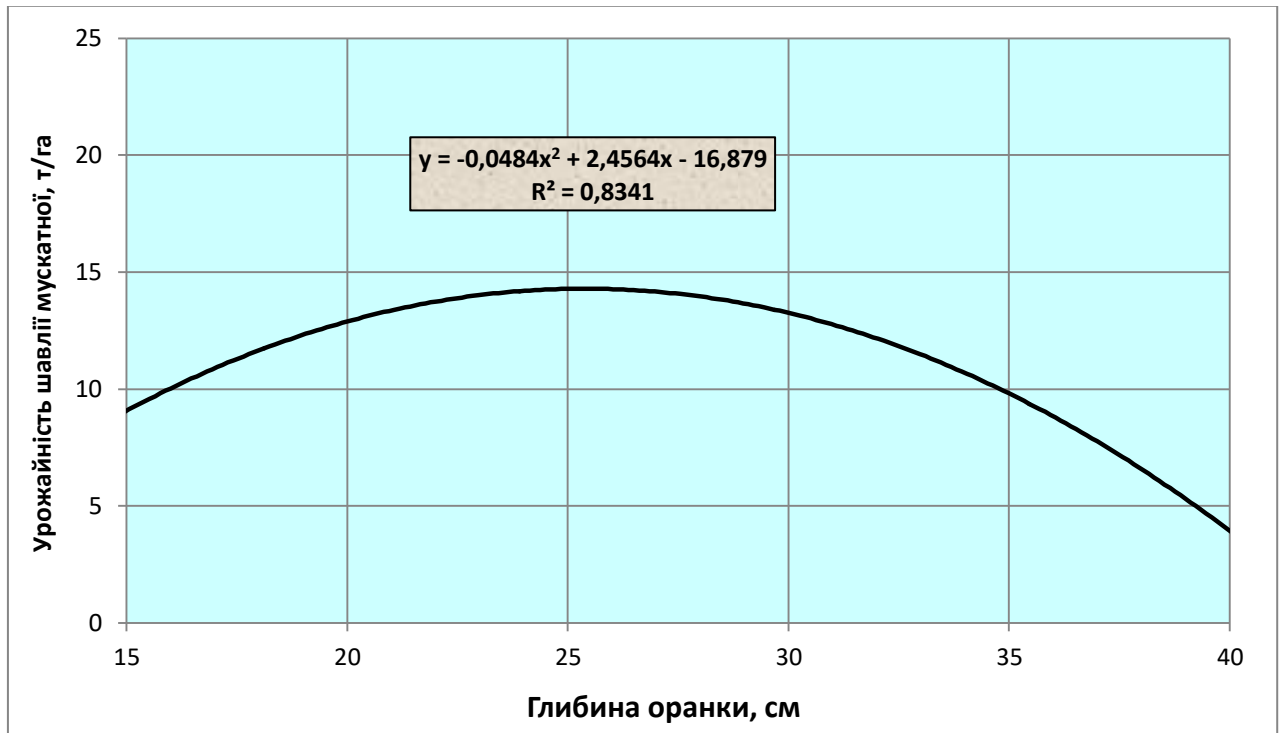
**Рис. 7.22 Кореляційно-регресійна модель взаємозв'язку між дозою фосфорних добрив (на фоні внесення  $N_{60}$ ) та змодельованими рівнями врожайності шавлії мускатної (середнє за 2013-2018 рр.)**

Максимального рівня показники теоретичної врожайності досліджуваної культури досягають внесення 80-85 кг д.р./га – 20 т/га. Подальше покращення фосфорного живлення не призводить до зростання врожайності шавлії мускатної. Отже, шляхом моделювання доведена необхідність нормування внесення фосфору, а також доцільність застосування макроелементів живлення у дозі  $N_{60}P_{80}$ .

Математичним аналізом доведено, що глибина оранки різною мірою відображається на показниках теоретичної врожайності шавлії мускатної (рис. 7.23). Так, за мілкою основною обробіткою ґрунту в межах від 15 до 20 см визначено, що продуктивність рослин досліджуваної культури знаходиться на рівні 8-13 т/га. Максимального рівня теоретична врожайність шавлії мускатної одержана за глибини оранки 25 см – 14 т/га. Подальше заглиблення основною обробіткою ґрунту, особливо до 35-40 см обумовлює різке зниження теоретичної врожайності досліджуваної культури до 4 т/га.

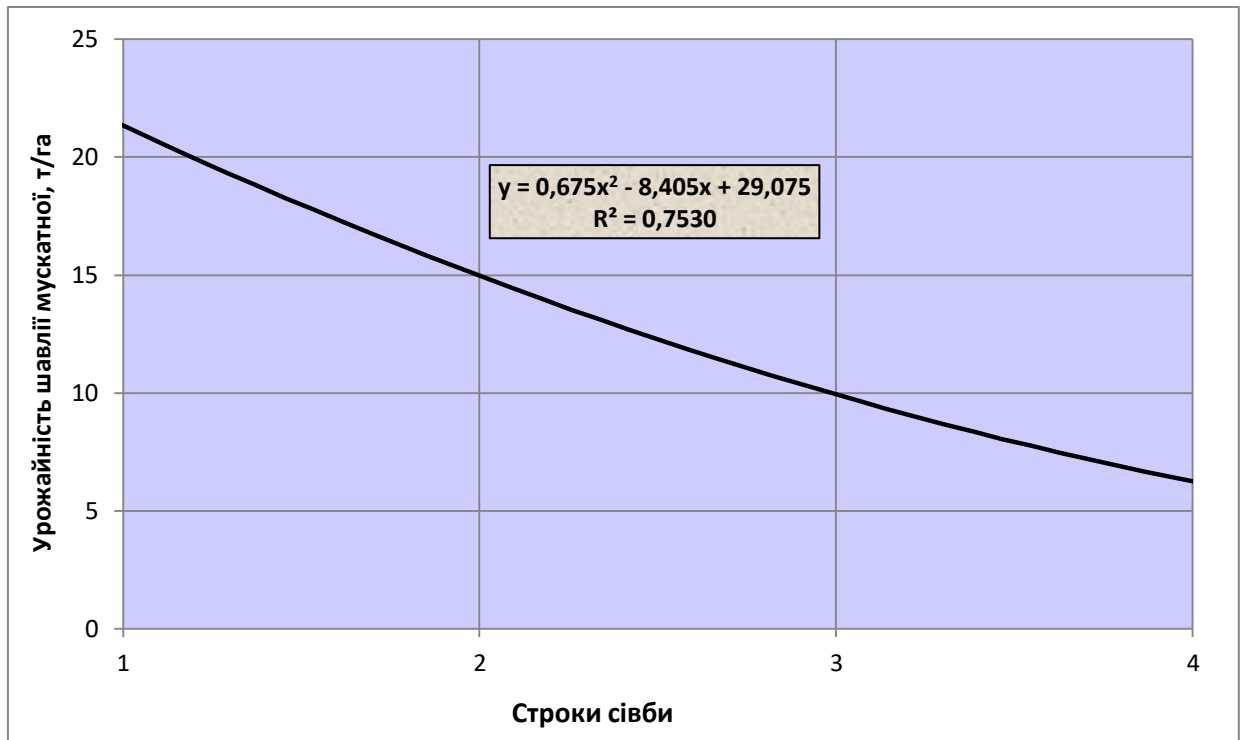
Таким чином, оптимальною глибиною оранки слід вважати 25-27 см.

Мілкий обробіток ґрунту в межах 15-20 см та глибока оранка на 35-47 призводить до різкого зниження врожайності культури, тому є недоцільною.



**Рис. 7.23 Кореляційно-регресійна модель взаємозв'язку між глибиною оранки та змодельованими рівнями врожайності шавлії мускатної (середнє за 2013-2018 рр.)**

Цікаві результати одержано після моделювання теоретичного рівня врожайності шавлії мускатної за досліджуваними строками сівби (рис. 7.24). Визначено що за першого строку програмований рівень врожайності перевищив 22 т/га. Проведення цього агрозаходу в другий строк зменшило досліджуваний показник до 15 т/га (на 31,8%). Слід підкреслити, що на третьому і четвертому строках сівби теоретична врожайність складає лише 10 та 7 т/га, відповідно. Зауважимо, що оптимальним є проведення сівби за першого та другого строків, які дають можливість рослинам шавлії мускатної пройти з максимальною ефективністю перші фази органогенезу, сформувати потужну кореневу систему і надземну масу, а це позитивно відображається на рівні врожайності культури.



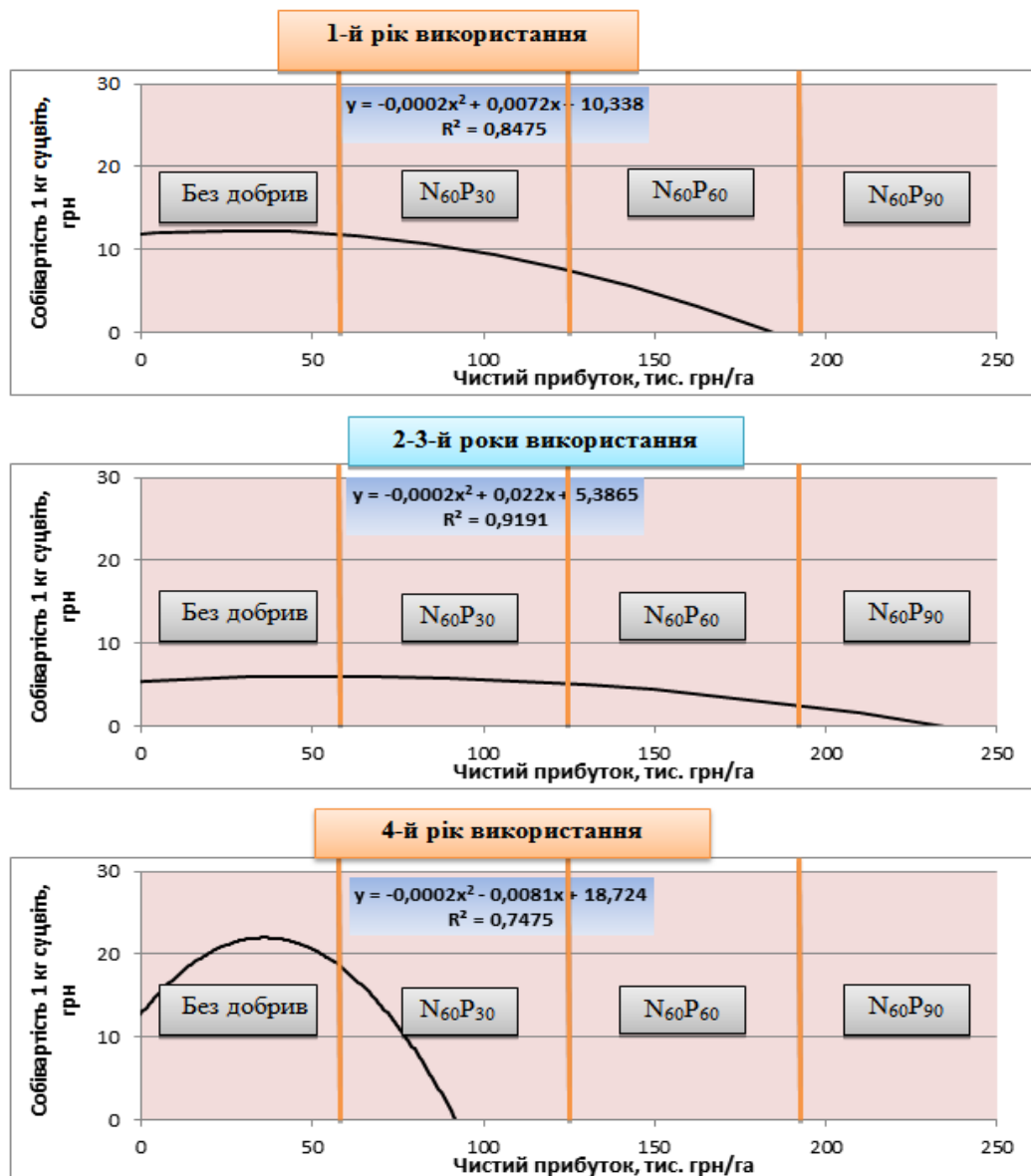
**Рис. 7.24 Кореляційно-регресійна модель взаємозв'язку між строками сівби та змодельованими рівнями врожайності шавлії мускатної (середнє за 2013-2018 рр.)**

Аналізом експериментальних даних визначено, що у 1, 2 та 3 роках використання шавлії мускатної спостерігається істотне підвищення чистого прибутку, а собівартість при цьому має мінімальні значення (рис. 7.25).

У варіантах без внесення мінеральних добрив чистий прибуток склав у першому році використання, у середньому, 28 тис. грн/га, а на другому й третьому – 38-78 тис. грн/га. Найбільший рівень цього показника був у 1-3 роках використання за внесення мінеральних добрив у дозі  $N_{60}P_{60}$ , в середньому, від 182 до 248 тис. грн/га.

Собівартість вирощування суцвіть шавлії мускатної мала зворотні тенденції. Так, у перший рік використання вона перевищувала 10 грн/кг у контрольному варіанті та за внесення мінеральних добрив у дозі  $N_{60}P_{30}$ . Цей показник зменшився до 3,2 грн/кг за зростання дози добрив до  $N_{60}P_{60}$ . У другий та третій роки використання собівартість, як на неудобрених ділянках, так і у варіантах з внесенням добрив, була мінімальною і коливалась в межах

від 6,1 до 1,2 грн/кг.

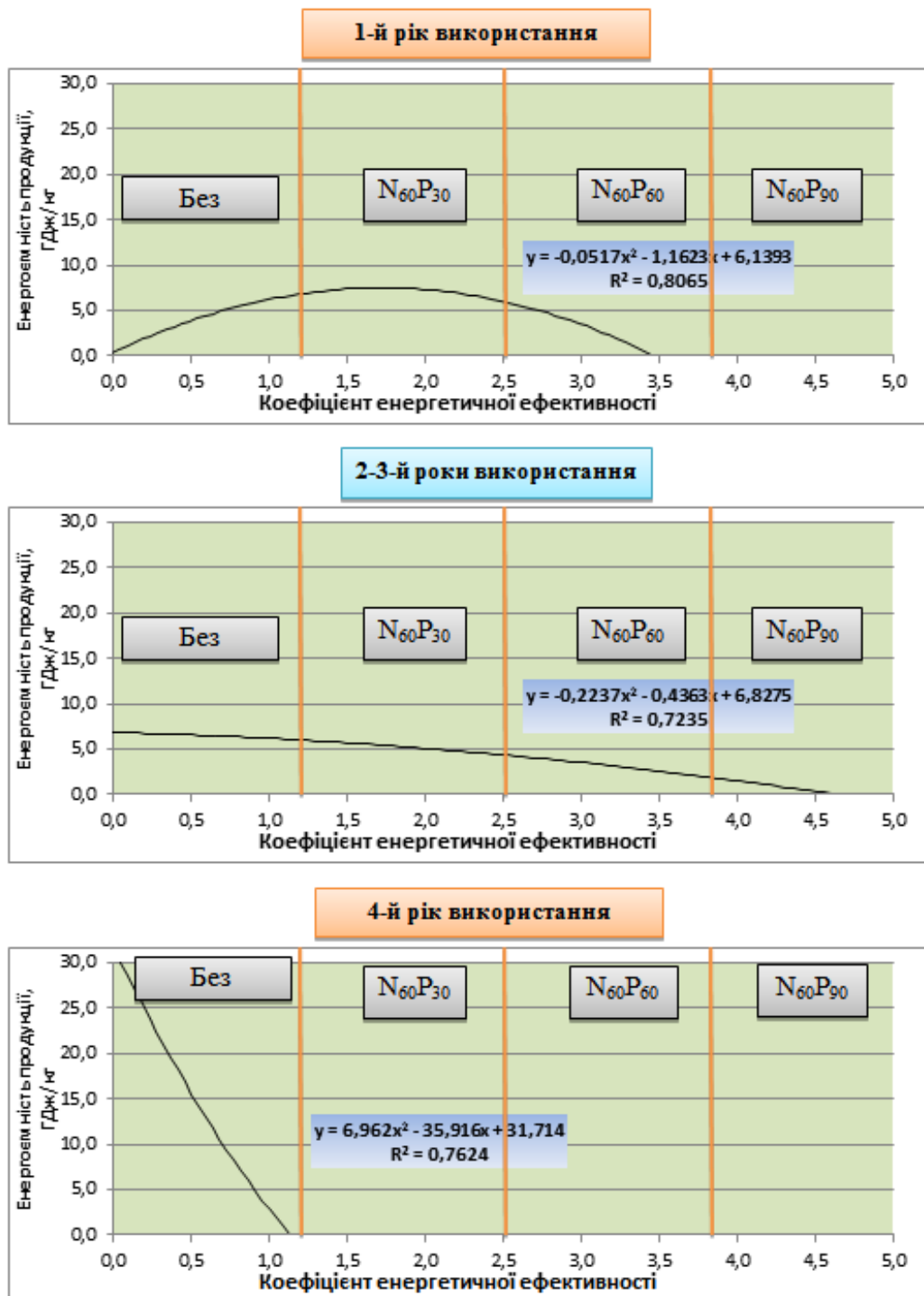


**Рис. 7.25 Кореляційно-регресійна модель взаємозв'язку між показниками чистого прибутку та виробничих витрат технології вирощування шавлії мускатної залежно від років використання та удобрення**

На четвертому році використання зафіксовано істотне зменшення чистого прибутку, як у контрольному варіанті без внесення добрив, де він склав, у середньому, 27 тис. грн/га, так і у варіантах з внесенням азотних і фосфорних добрив. У четвертому році також відзначено максимальне зростання собівартості у неодобреному варіанті до 23 грн/кг.

Кореляційно-регресійний аналіз показників енергетичної ефективності

дозволив встановити, що на першому році використання енергоємність продукції істотно зменшувалась у контрольному варіанті (без внесення азотних і фосфорних добрив), а також на ділянках із застосуванням їх у дозі  $N_{60}P_{60}$  (рис. 7.26).



**Рис. 7.26** Кореляційно-регресійна модель взаємозв'язку між показниками коефіцієнту енергетичної ефективності та енергоємності виробництва 1 кг олії шавлії мускатної залежно від років використання та удобрення

Даний показник підвищився до 5,2-7,3 ГДж/кг у варіанті з внесенням мінеральних добрив у дозі  $N_{60}P_{30}$ .

Коефіцієнт енергетичної ефективності сягнув 3,5 за використання добрив у дозі  $N_{60}P_{60}$ . Його мінімальний рівень був у контрольному варіанті.

На другому та третьому роках використання внаслідок істотного зростання надходження енергії та її зменшення за відсутності добрив, проведення основного обробітку ґрунту та сівби зафіксовано стале підвищення коефіцієнту енергетичної ефективності та, навпаки, поступове зменшення енергоємності 1 кг суцвіть за напрямом від контрольного варіанту (без внесення добрив) до варіанту з їх внесенням у дозі  $N_{60}P_{90}$ . При цьому коефіцієнт енергетичної ефективності зменшився до мінімального рівня, а енергоємність 1 кг суцвіть у контрольному варіанті була найбільшою – 6,1 ГДж.

На четвертому році використання посівів шавлії мускатної внаслідок суттєвого зменшення врожайності, відповідного надходження енергії зафіксовано підвищення енергоємності до 14,8 ГДж/кг та різке зменшення коефіцієнту енергетичної ефективності до 0,5-0,7.

### **Висновки до розділу 7:**

1. Економічним аналізом доведено, що найвищі показники вартості валової продукції шавлії мускатної сформовані за підвищених доз мінеральних добрив у 2-3 роках використання досліджуваної культури. Аналіз виробничих витрат свідчить про їх максимальне підвищення в 1,9-2,3 рази у першій рік використання, що пов'язано з витратами на краплинне зрошення, внесення добрив та проведення основного обробітку ґрунту.

2. Максимальні показники умовного чистого прибутку у другий рік використання – 336 тис. грн/га було отримано за вирощування культури на фоні внесення  $N_{60}P_{90}$ , сівбі в перший строк з міжряддям 45 см та проведення оранки на глибину 28-30 см. В інші роки використання суттєвої різниці між досліджуваними глибинами основного обробітку ґрунту виявлено не було.

3. Вирощування шавлії мускатної на четвертому році життя призвело до збитків на всіх неудобренних варіантах. Максимальну рентабельність одержано за оранки на глибину 28-30 см, внесення добрив у дозі  $N_{60}P_{90}$ , проведення сівби у перший строк з міжряддям 45 см з першого по третій роки використання. За цих умов досліджуваний економічний показник підвищився до 435%.

4. Кореляційно-регресійним аналізом доведено, що максимальний умовний чистий прибуток та мінімальна собівартість 1 кг суцвіть шавлії мускатної формуються на другому та третьому роках використання культури. Найгірші значення – чистий прибуток нижче 82 тис. грн/га та собівартість – 27 грн/кг одержали на четвертому році використання у варіанті без внесення мінеральних добрив.

5. Визначено, що надходження енергії з врожаєм суцвіть у перший рік використання збільшується до 97,0 ГДж/га у варіанті з сівбою у першу декаду грудня, ширині міжрядь 70 см, глибині оранки 20-22 см та внесення добрив у дозі  $N_{60}P_{90}$ . На другому та третьому роках використання зберігались тенденції, які зафіксовано у перший рік зі зростанням досліджуваного показника, в середньому, на 7,9%. На четвертому році використання зафіксовано значне зменшення надходження енергії. Витрати енергії найбільшою мірою змінювались у перший рік використання, а найбільшого рівня – 30,3-30,6 ГДж/га вони досягнули у варіанті з внесенням мінеральних добрив у дозі  $N_{60}P_{90}$  та проведенні сівби у першу декаду грудня.

6. Приріст енергії, який відображає різницю між її надходженням з врожаєм і витратами на технологію вирощування, змінювався за роками досліджень у дуже широкому діапазоні, а на четвертий рік використання набув від'ємних значень. Коефіцієнт енергетичної ефективності при вирощуванні шавлії мускатної перевищив 4 на другому та третьому роках у варіантах з внесенням азотно-фосфорних добрив та сівби у першу декаду грудня місяця, на четвертому році він був менше одиниці. В перший рік використання енергоємність 1 кг суцвіть шавлії мускатної була у

неудобреному варіанті з мілкою оранкою, сівбою у першу декаду квітня з міжряддям 45 см. Мінімальні значення цього показника (2,01 ГДж/кг) були за використання добрив у дозі  $N_{60}P_{90}$ , оранці на глибину 20-22 см, проведенні сівби у першу декаду грудня та міжрядді 70 см. На другому та третьому роках використання досліджуваної культури спостерігалась перевага оранки на глибину 28-30 см та проведення сівби у першу декаду грудня. За такої взаємодії варіантів енергоємність зменшилась до 1,58-1,64 ГДж/кг. На четвертий рік використання відбулося суттєве підвищення енергоємності, яке, у середньому, в 5,1-5,7 рази перевищувало цей показник у першому-третьому роках використання.

7. За результатами математичного моделювання доведена доцільність використання у перший рік мінеральних добрив у дозі  $N_{60}P_{60}$ . На другому та третьому роках одержано найкращі енергетичні результати з найвищим коефіцієнтом енергетичної ефективності – 4,6 та мінімальною енергоємністю одержаної лікарської продукції – на рівні 0,3-4,3 ГДж/кг. На четвертому році використання проявилось різке зростання (до 14,8 ГДж/кг) та зменшення коефіцієнту енергетичної ефективності (до 0,5-0,7).



## ВИСНОВКИ

1. При проведенні польових дослідів з шавлією мускатною при її вирощуванні за краплинного способу поливу визначено, що у першій рік життя у варіанті з унесенням добрив у дозі  $N_{60}P_{90}$  за сівби у першу декаду грудня щільність орного шару на початку вегетації становила 1,23, а наприкінці вегетації цей показник зріс на 8,9 %. На четвертому році використання культури досліджуваній показник змінювався несуттєво. Доведено, що оранка на глибину 28–30 см, порівнюючи з оранкою на 20–22 см, сприяє зростанню загальної шпаруватості на 0,9 відсоткових пунктів. Унесення добрив практично не впливає на цей показник. Збільшення глибини оранки до 28–30 см зумовило незначне зростання водопроникності на 1,9 % на початку вегетаційного періоду шавлії мускатної, а наприкінці її вегетації цей показник підвищився до 4,0 %. На четвертому році використання у неудобреному варіанті за глибини оранки 20–22 см водопроникність ґрунту знизилася до 0,62–1,20 мм/хв.

2. За результатами аналізу експериментальних даних встановлено, що вміст передпосівної вологості ґрунту в шарі 0–30 см на посівах шавлії мускатної коливався різною мірою, залежно від досліджуваних факторів. Отримані дані констатують перевагу показників передпосівної вологості ґрунту в шарі 0–30 см у варіанті глибокої оранки на 28–30 см та передпосівного обробітку бороною-культиватором БК-1,0. Визначено, що перенесення сівби досліджуваної культури на весну призводило до суттєвого зниження досліджуваного показника.

3. В дослідях встановлено, що забур'яненість посівів змінювалася у широких межах залежно від досліджуваних факторів, погодних умов та років використання шавлії мускатної. При визначенні ранньою весною на першому році вегетації у варіанті з унесенням мінеральних добрив у дозі  $N_{60}P_{90}$  під основний обробіток ґрунту (оранка на 20–22 см) кількість зимуючих бур'янів склала – 8 шт./м<sup>2</sup>, а у варіанті з більш глибокою оранкою на 28–30 см

кількість бур'янів знизилася на 16 %. У подальші роки використання культури їх кількість у посівах істотно зменшувалася. Забур'яненість зростала в усі роки досліджень на посівах шавлії мускатної з шириною міжрядь 70 см, що пояснюється кращою освітленістю міжрядь та зростанням площ, які не були зайняті рослинами досліджуваної культури.

4. Сумарне водоспоживання шавлії мускатної за роки досліджень коливалося від 4811 до 6014 м<sup>3</sup>/га. Максимальні значення цього показника одержали у варіанті з удобренням (N<sub>60</sub>P<sub>90</sub>). Ширина міжрядь, за якими висівали досліджувану культуру, впливала на загальну кількість спожитої води з її зростанням у варіантах з міжряддям 70 см. Суттєвої різниці у сумарному водоспоживанні шавлії мускатної, яка вирощувалася у варіантах з різною глибиною оранки та строками сівби, не було. Коефіцієнт водоспоживання шавлії мускатної на першому році використання мав найменший рівень – 362 м<sup>3</sup>/т у варіанті з оранкою на 28–30 см, унесенням добрив у дозі N<sub>60</sub>P<sub>90</sub>, сівбі у першу декаду грудня з міжряддям 45 см. Слід зауважити, що на другому та третьому роках використання перевага вищезазначених варіантів зберігалася, а на четвертому році відбулося дуже суттєве зростання цього показника – в 3,5–7,5 разів.

5. Визначено, що на другому році використання на неудобреному фоні та варіанті оранки на 28–30 см умовне споживання поживних речовин рослинами шавлії мускатної було найбільшим, порівнюючи з варіантом оранки на 20–22 см. На фоні N<sub>60</sub>P<sub>90</sub> і накопичення, і умовне споживання поживних речовин було більше у варіанті за оранки на 20–22 см. На четвертий рік використання (2016–2018 рр.) ущільнення ґрунту знизило процес накопичення нітратів у варіантах оранки на 41,2 %. Умовне споживання нітратів за оранки на глибину 20–22 см було найбільшим на неудобреному фоні. Накопичення та умовне споживання фосфатів мали подібні закономірності, що були отримані відносно нітратів. На четвертий рік використання шавлії мускатної помічено істотне зменшення фосфатів (до 5,9 мг/кг) у неудобреному варіанті за оранки на глибину 28–30 см та сівбі у

першу декаду квітня.

6. Доведено, що у період скошування суцвіть шавлії мускатної показники виділеного  $\text{CO}_2$  були найвищими. Внесення добрив у дозі  $\text{N}_{60}\text{P}_{90}$  сприяло максимальному виділенню  $\text{CO}_2$  на другий рік використання культури. На четвертий рік – цей показник зменшився, особливо на неудобреному фоні, в середньому, на 2,8–5,4 %. Несуттєвою була різниця у виділенні  $\text{CO}_2$  у варіантах оранки на глибину 20–22 та 28–30 см. Результати досліджень інтенсивності розкладання лляної тканини підтвердили закономірності, що були отримані при спостереженні за виділенням  $\text{CO}_2$  з поверхні ґрунту. Найбільший відсоток цього показника одержано на другому році використання культури за внесення добрив у дозі  $\text{N}_{60}\text{P}_{90}$ , оранці на глибину 20–22 см, сівбі у першій декаді грудня, де він підвищився до 50,7 %. На четвертому році використання він склав лише 36,8 %.

7. Використання краплинного зрошення сприяло оптимізації продукційних процесів шавлії мускатної у взаємодії з обробітком ґрунту, добривами та іншими агротехнологічними чинниками, позитивно відобразилося на проростанні насіння культури, проте вирішальне значення мали строки сівби, а також погодні умови в роки проведення досліджень. У варіанті без добрив поява сходів зафіксована на 109 день від дня підзимової сівби (перша декада грудня). За сівби у другу декаду березня при підвищенні температури у шарі ґрунту 0–10 см до  $16^{\circ}\text{C}$  виявлено появу сходів на 34 день. Унесені мінеральні добрива у досліджуваних дозах під основний обробіток ґрунту відтермінували появу сходів на 2–3 доби.

8. Розглядаючи показники проходження фенологічних фаз розвитку рослин шавлії мускатної першого-четвертого років використання залежно від досліджуваних чинників, можна зробити висновки про те, що на цей показник найбільшою мірою впливали міжфазні періоди розвитку культури. Найбільшого значення – 16–18 днів мав міжфазний період «розетка – стеблуння», а у технологічну стиглість – він зменшився до 2–5 днів. Унесення мінеральних добрив мало слабку тенденцію до подовження

міжфазних періодів на 1–3 дні, порівнюючи з неудобреним варіантом.

9. Збереженість рослин шавлії мускатної знижувалася відповідно до років використання посіву досліджуваної культури. При внесенні мінеральних добрив у перший рік життя за оранки на глибину 20–22 см збереженість рослин на початку вегетації становила 96, на другий – 79, третій – 72 %. На четвертому році життя даний показник зменшився до 55, а на п'ятому – до 12 %. Глибина оранки несуттєво впливала на збереженість рослин. Проявилася слабка тенденція зростання цього показника на 1 % у варіанті за оранки на глибину 28–30 см, порівнюючи з оранкою на 20–22 см.

10. Спостереженнями за динамікою формування густоти стояння рослин за роками життя шавлії мускатної залежно від досліджуваних факторів визначено, що ширина міжрядь несуттєво змінювала цей показник. За ширини міжрядь 45 см густина стояння рослин на першому році життя склала у варіанті без унесення добрив – 41 шт./м<sup>2</sup>. Добрива, які внесли в дозі N<sub>60</sub>P<sub>90</sub>, проявили свою позитивну дію на першому році життя, водночас цей показник зріс на 3 рослини на 1 м<sup>2</sup>. Визначено, що на другий рік використання шавлії мускатної (2014–2016 рр.), сівба у першій декаді грудня з міжряддям 45 см, удобренні N<sub>60</sub>P<sub>90</sub> та оранці на 20–22 см забезпечили зростання цього показника до 4,57 шт./м<sup>2</sup>. На четвертий рік використання помічено різке падіння індексу листової поверхні.

11. В лабораторних дослідках з ейхорнією товстонишковою доведено, що ця культура має велике значення для біологічного очищення поливної води за краплинного зрошення. Визначено, що хімічне споживання кисню знижувалося під рослинами очерету до 13,7, рогози – до 9,4, ейхорнії – до 7,0 мг O<sub>2</sub>/л, біологічне споживання кисню також зменшувалося відповідно до 10,4; 6,8; 5,4 мгO<sub>2</sub>/л, порівнюючи з контролем (без рослин). Після вегетації рослин проводилося дослідження біологічних зразків ейхорнії, попередньо висушених до сухого стану. Результати аналізів рослинних зразків досліджуваної культури показали, що вміст нітратів на першому місяці вегетації рослин склав: 87,3; другому – 81,9; третьому – 69,3 мг/кг, сира

клітковина – 7,9; 12,3; 13,3 %. Повне руйнування кишкових паличок надає цьому методу високу ефективність з погляду санітарії.

12. За результатами узагальнення експериментальних даних встановлено, що, в середньому, за варіантами досліду врожайність культури за перший рік використання склала 9,51 т/га, за другим – 9,69, а за третім – 9,38 т/га. Строки сівби також істотно впливали на продуктивність культури. Максимальна урожайність суцвіть шавлії мускатної за перший, другий і третій роки використання була отримана на першому (перша декада грудня) строці сівби – 14,61–15,01 т/га з приростом до 4,64 т/га. Ефективність застосування добрив істотно коливалася, залежно від років використання, глибини оранки та ширини міжрядь. У перший рік використання максимальну ефективність забезпечили: оранка на глибину 20–22 см, сівба у перший строк з міжряддям 70 см, водночас одержано приріст урожайності суцвіть на рівні 8,93 т/га. На другому і третьому роках проявилася перевага оранки на глибину 28–30 см і міжряддя 45 см. На четвертий рік використання внаслідок випадання значної кількості рослин помічено суттєве зниження врожайності в 10,4–10,7 разів. Дисперсійним аналізом доведена максимальна питома вага – у межах 30–40 % у формуванні врожаю суцвіть шавлії мускатної у перший-третій роки використання мінеральних добрив та строків сівби. Вплив глибини оранки та ширини міжрядь проявлявся несуттєво – на рівні 2–5%. На четвертий рік використання найбільший вплив на формування врожайності (29,3 %) мала взаємодія досліджуваних факторів – ABCD.

13. Математичним аналізом доведено, що глибина оранки до 20–22 см та понад 35 см недоцільна, а оптимальною, з погляду підвищення рівня теоретичної урожайності суцвіть, є глибина 25 см. Закономірності формування врожайності суцвіть шавлії мускатної підтверджують перевагу збільшення доз фосфорних добрив до 60–90 кг д.р./га (на фоні внесення  $N_{60}$ ), які забезпечують її зростання до 20 т/га. Визначено, що за сівби у першу декаду грудня (перший строк) програмований рівень урожайності перевищив 22 т/га, а на третьому і четвертому строках він різко зменшується – до 10 та 7

т/га відповідно. Розрахункова врожайність суцвіть шавлії мускатної знаходилася у прямій залежності від ширини міжрядь, причому за розширення їх понад 70 см було помітне істотне зниження продуктивності рослин.

14. Лабораторними аналізами встановлено, що вміст сахарози в коріннях шавлії мускатної коливався у перший рік використання в межах від 16,9 до 28,3 %, на другий, третій і четвертий роки помічено слабкі зміни досліджуваного показника. Доведена необхідність коригування робіт зі збирання лікарської сировини для отримання максимально високої якості. Для цього скошування шавлії мускатної необхідно проводити в період з 6 до 11 години та з 19 до 22 години, що сприяє зростанню вмісту олії до 88 %. Застосування мінеральних добрив сприяє підвищенню кількості зібраної ефірної олії на 128–281 %.

15. За результатами економічних розрахунків доведено, що найбільші виробничі витрати у перший рік використання суттєво зростають, порівнюючи з іншими роками в 1,9–2,3 рази, що пов'язано з придбанням та облаштуванням системи зрошення, внесенням добрив, проведенням оранки та сівби. Найбільша собівартість лікарської сировини шавлії мускатної була на четвертий рік використання у варіантах без унесення добрив та сівби на третій і четвертий строки, а найменша – за сівби у першу декаду грудня та внесення добрив у дозі  $N_{60}P_{60}$ . Максимальний умовний чистий прибуток на рівні 336 тис. грн/га сформувався у варіанті з унесенням мінеральних добрив у дозі  $N_{60}P_{90}$ , оранці на глибину 28–30 см, сівби у першу декаду грудня з міжряддям 45 см. Найбільша рентабельність – 435 % одержана за такої ж взаємодії досліджуваних варіантів.

16. Енергетичний аналіз дозволив установити, що надходження енергії з урожаєм суцвіть у перший рік використання збільшується до 97,0 ГДж/га у варіанті за сівби у першу декаду грудня, ширині міжрядь 70 см, глибині оранки 20–22 см та внесенні добрив у дозі  $N_{60}P_{90}$ . На другому та третьому роках використання зберігалися такі ж тенденції, а на четвертому році –

зафіксовано істотне зменшення надходження енергії. Витрати енергії найбільшою мірою змінювалися у перший рік використання, зростали у варіантах з унесенням високих доз мінеральних добрив та проведення оранки на глибину 28–30 см. Приріст енергії значною мірою змінювався за роками використання, а на четвертий рік він мав від’ємні значення. Коефіцієнт енергетичної ефективності максимальної величини (понад 4,0) сягнув на другий і третій роки використання у варіантах з унесенням азотно-фосфорних добрив та сівбі у першу декаду грудня. Найменша енергоємність 1 кг суцвіть шавлії мускатної на рівні 2,01 ГДж одержана за внесення добрив у дозі  $N_{60}P_{90}$ , оранці на глибину 20–22 см, сівбі у першу декаду грудня за міжряддя 70 см.

17. Моделювання економічних показників розробленої технології вирощування шавлії мускатної за краплинного зрошення дозволило встановити, що максимальний умовний чистий прибуток та мінімальна собівартість 1 кг суцвіть шавлії мускатної формуються на другому та третьому роках використання культури. Найгірші значення – чистий прибуток нижче 82 тис. грн/га та собівартість до 27 грн/кг одержали на четвертому році використання у варіанті без унесення мінеральних добрив. Енергетичні показники також сягнули найбільшого рівня на другий і третій роки використання, коли коефіцієнт енергетичної ефективності склав 4,6, водночас енергоємність зменшилася до мінімального рівня – 0,3–4,3 ГДж/кг. На четвертий рік використання зафіксовано суттєве зменшення енергетичних показників в усіх варіантах дослідів, особливо у неудобреному варіанті за сівби у першу декаду квітня.

## РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

З метою отримання врожайності суцвіть шавлії мускатної на рівні 14–15 т/га на темно-каштанових ґрунтах півдня України за мінімальних витрат матеріальних ресурсів рекомендуємо проводити наступні агротехнологічні заходи:

- після збирання зернового попередника – пшениці озимої, вносити мінеральні добрива із розрахунку  $N_{60}P_{90}$ ;
- проводити оранку на глибину 20–22 см;
- вирівнювати поле у міру зволоження ґрунту опадами;
- у першій декаді грудня проводити передпосівну культивуацію бороною-культиватором БК-1,0 на глибину 3–5 см;
- сівбу виконувати сіялкою СО-4,2, ширина міжряддя 70 см, норма висіву насіння 10 кг/га, що забезпечить загущення рослин у посіві 400 тис./га;
- на другому строці сівби передпосівний обробіток ґрунту і посів виконувати на ту ж саму глибину 3–5 см у другій декаді березня;
- на посівах шавлії мускатної в період вегетації проводити краплинне зрошення, розрахунковий шар ґрунту 0–50 см, вологість активного шару підтримувати на рівні 70–75 % НВ, зрошувальна норма культури – 750 м<sup>3</sup>/га;
- на другий-третій роки життя весною на посівах з міжряддям 70 см слід проводити дві міжрядні культивуації культиватором КРН-4,2, глибина обробітку 4–6 см.

Збирання врожаю суцвіть шавлії мускатної проводити кормозбиральним комбайном «РОСЬ-2», висота зрізу травостою 25 см, оптимальний час скошування з 6 до 11 години та з 19 до 22 години. Скошену масу терміново відвозити на місце перероблення сировини.



## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Агроклиматический атлас Украинской ССР / под ред. С. А. Сапожниковой. Киев: Урожай, 1964. 36 с.
2. Агроклиматический справочник по Херсонской области. Гидрометеоиздат, Ленинград: 1958. 91 с.
3. Аксенов Е. С., Аксенова Н. А. Декоративные растения. Москва: АВГ / АБГ, 2000. Т. II. 608 с.
4. Актуальні питання розвитку зрошення у контексті змін клімату / М. І. Ромащенко та ін. *Збірник наукових праць ННЦ «Інститут землеробства УААН»*. Київ: ВД «ЕКМО», 2008. С. 21–27.
5. Алимходжаева Н. З. Фармакогностическое изучение 3-х видов шалфея, произрастающих в Узбекистане: автореф. дисс... канд. фармац. наук: 15.00.02. Львов, 1974. 17 с.
6. Андреева В. Ю., Калинкина Г. И. Разработка методики количественного определения флавоноидов в манжетке обыкновенной *Alchemilla vulgaris* L.S.L. *Химия раст. сырья*. 2002. №1. С.85-88.
7. Арасимович В. В., Балтага В. В., Пономарева Н. П. Методы анализа пектиновых веществ, гемицеллюлоз и пектамических ферментов в плодах. Кишинев, 1970. С. 38.
8. Арзамасцев А. П., Садчикова Н. П., Харитоновна Ю. Я. Проект ОФС «Валидация фармакопейных методов». *Ведомости науч. центра экспертизы и гос. контроля лек. средств*. 2002. №1. С. 28–30.
9. Ахмедов А. Д. Аналитический подход к определению некоторых воднофизических характеристик почвогрунтов. *Роль мелиорации и водного хозяйства в реализации национальных проектов*: материалы Международной научно-практической конференции. Москва. 2008. С. 22–25.
10. Базилевская Н. А. Теория и методы интродукции растений. Москва: ЛГУ, 1964. С. 51–52.
11. Байкова Е. В. Род *Salvia* L. (*Lamiaceae*): сравнительно-

морфологический анализ и основные направления эволюции: автореф. дисс. докт. биол. наук: 03.00.05; ЦСБС Сиб. отд. РАН. Новосибирск, 2003. 32 с.

12. Байкова Е. В., Королюк Е. А., Ткачев А. В. Компонентный состав эфирных масел некоторых видов рода *Salvia* L., выращенных в условиях Новосибирска (Россия). *Химия раст. сырья*. 2002. №1. С. 37–42.

13. Балицкий К. П., Воронцова А. Л. Лекарственные растения. Киев: Наукова думка, 1982. С. 6–33.

14. Бандюкова В. А., Аванесов Э. Т. О вероятности обнаружения флавонов, флавононов и изофлавоноидов в некоторых семействах высших растений. *Раст. ресурсы*. 1973. Т. 9, Вып. 4. С. 508–515.

15. Бандюкова В. А., Шинкаренко А. Л. Тонкослойная хроматография флавоноидов. *Химия природ. соед.* 1973. №1. С. 20–25.

16. Барабані О. Ю. Овочівництво: підручник. Київ: Вища школа, 1994. 374 с.

17. Барабаш О. Ю., Семенчук П. С. Довідник овочівника. Львів: Каменяр, 1985. 208 с.

18. Бейдман И. Н. Методика изучения фенологии растений и растительных сообществ. Новосибирск, 1974. С. 8–11.

19. Беликов В. В., Шрайбер М. С. Методы анализа флавоноидных соединений. *Фармация*. 1970. С. 66–72.

20. Білявський Г. О., Падун М. М., Фурдуй Р. С. Основи загальної екології. Київ: Либідь, 1993. С. 37–44.

21. Біоенергетична оцінка сільськогосподарського виробництва (науково-методичне забезпечення) / Ю.О. Тараріко та ін. Київ: Аграрна наука, 2005. 199 с.

22. Бодруг М. В., Петов Г. М. Некоторые химические данные о составе эфирных масел из дикорастущих видов рода *Salvia* L. в Молдавии. *Раст. ресурсы*. 1970. Т.6, Вып. 2. С. 250–255.

23. Бондаренко А. К., Чуб В. Г., Бондаренко Б. С., Овдиенко О. А. Лекарственные растения юга Украины. Київ: Ассоциация украинских

експортеров печатной продукции, 1992. 262 с.

24. Ванеян С. С. Эффективность полива овощных культур малыми нормами. *Мелиорация и водное хозяйство*. 2001. № 02. С. 10–12.

25. Ванеян С. С., Вишнякова А. Ф. Орошение овощных культур. *Картофель и овощи*. 2001. № 3. С. 29–30.

26. Василенко Ю. К. и др. Промышленные продукты переработки эфирномасличных растений как источники антисклеротических соединений. *Респ. конф. по мед. ботанике: тез. докл.* Киев, 1988. С. 211–212.

27. Васильев А. Е. О локализации синтеза терпеноидов в растительной клетке (данные электронной микроскопии). *Растительные ресурсы*. 1970. Т. 6. Вып. 1. С. 29–45.

28. Васюта В. В. Водоспоживання томата за різних способів поливу в південному регіоні України. *Комплексні меліорації ландшафтів: стан, проблеми, перспективи: збірник матеріалів мжнар. наук,- практич. конф. (24-26 квітня 2013 р.)*. Херсон, 2013. С. 80–82.

29. Васюта В. В. Ефективність мікрозрошення овочевих культур відкритого ґрунту в умовах півдня України. *Проблеми гідромеліорації в Україні: матеріали наукової конференції*. Дніпропетровськ, 1996. С. 10–12.

30. Величко М. Г., Скрипников О. И., Чабан В. О. Устройство для определения площади поверхности листа и параметров растений. *Селекция и семеноводство*. Москва: ВАСХНИЛ. 1990. №1. С. 57–59.

31. Веселовський І. В. Довідник по бур'янах. Київ: Урожай, 1993. 187 с.

32. Вишневецький В. І., Косоєць О. О. Сонце обрало Україну. *Урядовий кур'єр*. 2015. № 244 (5618). Київ.. С. 2–6.

33. Вовк И. Ф. Экстракт мускатного шалфея в терапии больных псориазом. *Здравоохранение*. 1961. №4. С. 47–50.

34. Вожегова Р. А., Коваленко А. М. Ефективність застосування краплинного зрошення на Півдні України за вирощування соняшнику. *Краплинне зрошення як основна складова інтенсивних агротехнологій ХХІ століття*. Київ, 2014. С. 29–30.

35. Вожегова Р. А., Коковіхін С. В., Біляєва І. М. Адаптування систем зрошувального землеробства до локальних та регіональних умов Південного Степу України та глобальних змін клімату. *Таврійський науковий вісник*. Херсон: Грінь Д.С., 2017. Вип. 98. С. 29–35.

36. Вожегова Р. А., Писаренко П.В., Пілярський В. Г. Порівняльна оцінка різних способів поливу цукрових буряків в умовах Півдня України. *Агроном*. 2013. № 3 (41). С. 158–160.

37. Войткевич С. А. Эфирные масла, ароматизаторы, консерванты. *Органичения по использованию*. Москва: Пищевая промышленность, 2000. 180 с.

38. Гаврилюк М. М., Салатенко В. Н., Чехов А. В., Федорчук М. І Олійні культури в Україні: навч. посіб. / за ред. В. Н.Салатенка. 2-ге вид., переробл. і допов. Київ: Основа, 2008. 420 с. , іл.

39. Гамаюнова В. В., Задорожний Ю. В. Влияние орошения и режима питания на водопотребление и урожайность лука репчатого. *Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации*. 2015. № 3 (19). С. 40–50.

40. Гамаюнова В. В., Филиппев И. Д. Определение доз удобрений под сельскохозяйственные культуры в условиях орошения. *Вісник аграрної науки*. 1997. № 5. С. 15–20.

41. Гаммерман А. Ф., Кадаев Г. Н., Яценко-Хмелевский А. А. Лекарственные растения. Москва: Высшая школа. 1984. 400 с.

42. Гармашов В. В., Фомічова О. В. До питання органічного сільськогосподарського виробництва в Україні. *Вісник аграрної науки*. 2010. № 7. С. 11–16.

43. Гончаренко В. Ю. Краплинне зрошення овочів та картоплі. *Плантатор*. 2014. № 4. С. 22–24.

44. Гончаров Ф. И., Мацко П. В. Эффективность капельного орошения кукурузы. *Орошаемое земледелие*. Киев: Урожай, 1987. Вып. 32. С. 32–34.

45. Гончарова Т. А. Энциклопедия лекарственных растений: лечение травами: в 2-х т. Москва, 1997. Т.2. С. 136–139.

46. Городній М. М., Лісова А. П., Бикін А. В. Агрохімічний аналіз:

підручник для виклад, та студ. агроном, спец, вузів II-TV рівнів акредитації. Київ : Арістей, 2005. 476 с.

47. Грановська Л. М., Тетьоркіна О. Є. Обґрунтування досліджень з питань засолення та осолонцювання ґрунтів при застосуванні краплинного зрошення мінералізованими водами. *Таврійський науковий вісник*. Вип. 44. Херсон: Айлант, 2006. С. 188–190.

48. Григоров М. С. Дифференцированный режим орошения картофеля при капельном поливе. *Картофель и овощи*. 2009. № 9. С.19–20.

49. Григоров М. С., Жидков В. М., Захаров В. В. Капельное орошение картофеля на светло-каштановых почвах Нижнего Поволжья. *Мелиорация и водное хозяйство*. 2011. № 3. С. 29–30.

50. Гризенкова З. 1., Гончаров О. М., Левіна Р. В. Енергетична оцінка затрат на вирощування овочевих рослин. *Овочівництво і багтанництво*. 1996. Вип. 41. С. 9–13.

51. Гринкевич Н. И., Сафронич Л. И. Химический анализ лекарственных растений. Москва: Высшая школа, 1983. 176 с.

52. Губанова Е. А. Изучение противовоспалительной активности и острой токсичности настоя травы шалфея мускатного. *Клиническая фармакология-и терапия*: матер. науч.-прак. конф. 2009. №6. С. 267–268.

53. Губанова Е. А., Попова О. И. Анатомическое изучение травы шалфея мускатного (*Salvia sclarea* L.). *Разработка, исследование и маркетинг новой фармацевтической продукции*: сб. науч. тр. Пятигорск, 2008. Вып. 63. С. 24–26.

54. Губанова Е. А., Попова О. И. Опыт выращивания шалфея мускатного в условиях Ставропольского края. *Разработка, исследование и маркетинг новой фармацевтической продукции*: сб. науч. тр. Пятигорск, 2010. Вып. 65. С.28-30.

55. Гурвич Н. Л. Эфирные масла, их состав и свойства. *Эфиромасличные культуры*. Москва: Сельхозиздат, 1963.- С. 320-333

56. Джумаев Х. К., Мухамеджанова Р. М. Биология цветения и

плодоношення *Salvia sclarea* L. и *Origanum tuttanthum* Gontsch. (Узбекская ССР). *Раст. ресурсы*. 1990. Т.26, вып. 4. С. 519–524.

57. Джумаев Х. К. Эфирные масла из соцветий и листьев *Salvia sclarea* L., произрастающего на юге Узбекистана. *Раст. ресурсы*. 1989. Т.25, вып. 3. С. 410–415.

58. Джумаев Х.К., Ткаченко К. Г. Антивирусная активность эфирного масла *Salvia sclarea* L. *Международная конференция по медицинской ботанике*: тез. докл. Киев; 1997. С. 444–445.

59. Дроздова И. Л., Бубенчикова Р. А. Состав и противовоспалительная активность полисахаридных комплексов фиалки душистой и мальвы низкой. *Хим.-фарм. журн.* 2005. Т. 39, №4. С. 29–32.

60. ДСТУ 2730:1994. Система стандартів у галузі охорони навколишнього природного середовища та раціонального використання ресурсів. Якість природної води для зрошення. Агронамічні критерії. [Чинний від 1995-07- 01]. Київ : Держспоживстандарт України, 2006. 38 с.

61. ДСТУ 3651.0:1997.Метрологія. Одиниці фізичних величин. Основні одиниці фізичних величин міжнародної системи одиниць. Основні положення, назви та позначення. [Чинний від 1999-01-01]. Київ : Держстандарт України, 1998. 9 с.

62. ДСТУ 4115:2002. Ґрунти. Визначення рухомих сполук фосфору і калію за модифікованим методом Чирикова. [Чинний від 2003.01.01]. Київ : Держспоживстандарт України, 2002. 10 с.

63. ДСТУ 4289:2004. Якість ґрунту. Методи визначення органічної речовини. [Чинний від 2005-07-01]. Київ : Держспоживстандарт України, 2005. 9 с.

64. ДСТУ 4726:2007. Якість ґрунту. Визначання загального азоту в модифікації ННЦ ІХА ім. О.Н. Соколовського. [Чинний від 2008.01.01]. Київ: Держспоживстандарт України, 2008. 10 с.

65. ДСТУ 4730:2007. Якість ґрунту. Визначання гранулометричного складу методом піпетки в модифікації Н.А. Качинського. [Чинний від

2008.01.01].

66. ДСТУ 4744:2007. Якість ґрунту. Визначення структурно-агрегатного складу ситовим методом у модифікації Н.І. Савінова. [Чинний від 2008- 01-01]. Київ : Держспоживстандарт України, 2006. 12 с.

67. ДСТУ 4745:2007. Якість ґрунту. Визначення щільності твердої фази піктонометричним методом. [Чинний від 2008-01-01]. Київ : Держспоживстандарт України, 2006. 12 с.

68. ДСТУ 4838:2007. Технологія вирощування сільськогосподарських культур. Терміни та визначення понять. [Чинний від 2009-01-01]. Київ : Держспоживстандарт України, 2007. 21 с.

69. ДСТУ 7286:2012. Якість природної води для зрошення. Екологічні критерії. [Чинний від 2013-07-01]. Київ : Держспоживстандарт України, 2013. 14 с.

70. ДСТУ 7591:2014. Зрошення. Якість води для систем краплинного зрошення. Агрономічні, екологічні та технічні критерії. [Чинний від 2015-07-01]. Київ: Держспоживстандарт України, 2015. 14 с.

71. ДСТУ 7596:2015. Мікрозрошення. Краплинне зрошення овочевих культур. Загальні вимоги та методи контролювання. [Чинний від 2015-07- 01]. Київ: Держспоживстандарт України, 2015. 25 с.

72. ДСТУ 7704:2015. Зрошення. Мікрозрошення. Терміни та визначення основних понять. [Чинний від 2016-08-01]. Київ : Держспоживстандарт України, 2015. 18 с.

73. ДСТУ 7861 2015. Якість ґрунту. Визначання обмінних кальцію, магнію, натрію в ґрунті за Шолленбегером в модифікації ННЦ ІГА ім. ОН Сокол овського. [Чинний від 2016.07.01]. Київ : Держспоживстандарт України, 2016. 10 с.

74. ДСТУ 7863:2015. Якість ґрунту. Визначання легкогідролізного азоту методом Корнфілда. [Чинний від 2016.07.01]. Київ : Держспоживстандарт України, 2016. 11 с.

75. ДСТУ 7887:2015. Зрошення. Строки та норми поливу

сільськогосподарських культур за краплинного зрошення. Методи визначення. [Чинний від 2016-07-01]. Київ : Держспоживстандарт України, 2016. 34 с.

76. ДСТУ 7934:2015. Зрошення. Системи мікрозрошення. Класифікація. [Чинний від 2016-09-01]. Київ : Держспоживстандарт України, 2016. 9 с.

77. ДСТУ ISO 11272:2001 (ISO 11272:1998, ЮТ). Якість ґрунту. Визначання щільності складення на суху масу. [Чинний від 2003.07.01]. Київ: Держспоживстандарт України, 2008. 12 с.

78. ДСТУ ISO 14255-2005. Якість ґрунту. Визначення нітратного азоту, амонійного азоту та загального розчинного азоту в повітряно-сухих ґрунтах з застосуванням розчину хлориду кальцію для екстрагування. [Чинний від 2006-10-01]. Київ : Держстандарт України, 2006. 11 с.

79. Дудник С. П., Антонов В. М., Сернецький В. М. Зрошуване овочівництва / за ред. Дудника С. П. Київ: Урожай, 1983. 168 с.

80. Дудченко Л. Г., Козьков А. С., Крищенко В. В. Пряноароматические и пряновкусовые растения. Киев: Наукова думка, 1989.-304 с.

81. Емельянов В. А. Способы измерения влажности почв при орошении. *Гидротехника и мелиорация*. 1983. № 2. С. 56–60.

82. Енергетична оцінка системи землеробства і технології вирощування сільськогосподарських культур (методичні рекомендації). Інститут агроекології і біотехнології УААН. 2001. Київ: Нора-Принт. 61 с.

83. Євтушенко М. Д., Марютін Ф. М., Туренко В. П. Фітофармакологія. Київ: Вища освіта, 2004. С. 7–12.

84. Єгоршин О. О., Лісовий М. В. Планування і математична обробка багатofакторних дослідів. Харків: Міська друкарня, 2009. 32 с.

85. Жарінов В. І., Остапенко А. І. Вирощування лікарських, ефірноолійних, пряносмакових рослин. Київ: Вища шк., 1994. 234 с.

86. Жовтоног О. І. Планування адаптивного екологічно безпечного зрошення. *Вісник аграрної науки*. 1999. № 12. С. 62–64.

87. Журавльов О. В. Вплив режиму краплинного зрошення, густоти



рослин і мікродобрива на продуктивність цибулі ріпчастої в Південному Степу: автореф. дис. ... канд, с.-г. наук. Херсон, 2011. 16 с.

88. Журавльов О. В. Формування зон зволоження за краплинного зрошення цибулі ріпчастої на легкосуглинкових ґрунтах. *Зрошуване землеробство*. Херсон: Грінь Д. С., 2015. Вип. 63. С. 67–73.

89. Зауралов О. А. Изменение содержания эфирного масла и числа эфирномасличных железок у растений сем. губоцветных из различных географических зон. *Растительные ресурсы*. 1978. Т. 14. Вып. 3. С. 412–418.

90. Земельні ресурси України / під ред. Медведєва В. В., Лактіонової Т. М.. Київ: Аграрна наука, 1998. 150 с.

91. Зенкевич И. Г., Ткаченко К. Г., Коробова М. М. Использование растворов неорганических солей для увеличения выхода эфирных масел методом гидродистилляции. *Раст. ресурсы*. 1998. Вып. 3. С. 107–111.

92. Зимовець В. Фінансове забезпечення інноваційного розвитку економіки. *Економіка України*. 2003. №11. С. 9–17.

93. Зинченко С. Капля или дождь? Капельное орошение и дождевание. *Агроперспектива*. 2012. № 10. С. 28–33.

94. Зінченко О. І., Алексєєва О. С., Приходько П. М. та ін. Біологічне рослинництво: навч. посіб. / за ред. О.І.Зінченка. Київ: Вища школа, 1996. С. 122–128.

95. Зубець М. В., Медведєв В. В., Балюк С. А. Розвиток і наукове забезпечення органічного землеробства в європейських країнах. *Вісник аграрної науки*. 2010. № 10. С. 5–8.

96. Иванов В. И. Лекарственные средства в народной медицине Иванов В. И. Москва: Военное издательство. 1992. 446 с.

97. Илиева С. Лекарственные культуры. София, 1971. 261 с.

98. Ильницкий О. А., Работягов В. Д., Федорчук М. И. Динамическая модель водного режима шалфея лекарственного. *Вісник Львівського ДАУ*. Львів, 2003. Вип. 7. С. 49–55.

99. Ильницкий О. А., Лищук А. И., Ушкаренко В. А., Федорчук М. И. и др. Фитомониторинг в растениеводстве: монография. Херсон: ХГТ, 1997. 235 с.

100. Каламбет Е. С. Морфогенез и жизненный цикл шалфея эфиопского. *Бюллетень МОИП*. 1998. Т. 90, Вып. 5. С. 90–102.
101. Кіріяк Ю. П. Дослідження змін температурного режиму за багаторічний період у південно-степовій зоні України та вивчення його впливу на продуктивність пшениці озимої. *Таврійський науковий вісник*. 2017. Вип. 97. С. 53–59.
102. Клімат України / за ред. В.М. Ліонського, В.А. Дячука, В.М. Бабіченко, Київ: вид-во Раєвського. 2003. 343 с.
103. Клышев Л. Л., Бандюкова В. А., Алюкина Л. С. Флавоноиды растений. Распространение, физико-химические свойства: методы исследования. Алма-ата: Наука КазССР, 1978. 220 с.
104. Коковіхін С. В. Ефективність та актуальні проблеми краплинного зрошення на сучасному етапі світового землеробства. *Зрошуване землеробство*. 2007. Вин. 47. С. 30–34.
105. Коковіхін С. В. Перспективи використання методу Пенмана-Монтейта для встановлення евапотранспірації в умовах зрошення Півдня України. *Зрошуване землеробство*. 2010. Вип. 54. С. 280–286.
106. Коковіхін С. В. Теоретичні основи та агроекологічне обґрунтування заходів оптимізації продукційних процесів рослин у зрошуваних агрофітоценозах Південного Степу України; автореф. дис ... д-ра с.-г. наук. Херсон, 2010. 37 с.
107. Коковіхін С.В. Прогнозування водопотреби сільськогосподарських культур та формування графіків подивів з використанням програми «CropWat». *Зрошуване землеробство*. 2011. Вип. 55. С. 298–303.
108. Кондратенко П. Г., Кур С. Д., Рожко Ф. М. Заготовка, выращивание и обработка лекарственных растений. Москва: Медицина, 1971. 346 с.
109. Концепція відновлення та розвитку зрошення у південному регіоні України / за наук. ред. Ромащенко М. І. Київ: Ком принт, 2014. 28 с.
110. Королюк Е. А., Кениг В., Ткачев А. В. Состав эфирного масла двух-

видов рода шалфей (*Salvia deserta* Schang. и *Salvia verticillata* L.) из Алтайского края. *Химия раст. сырья*. 2002. С. 43–48.

111. Королюк Е. А., Тниг В. К., Ткачев А. В. Состав эфирного масла двух видов рода шалфей (*Salvia deserta* Schang. и *Salvia verticillata* L.) из Алтайского края. Новосибирск: НИОХ, 2001. С. 12–16.

112. Костяков А. Н. Основы мелиорации. Москва: Сельхозгиз, 1961. Т. 1. 808 с.

113. Кочетков Н. К. Химия биологически активных природных соединений. Москва, 1970. 378 с.

114. Краплинне зрошення: навч. посіб. / за ред. М. І. Ромащенко, А. М. Рокочинського. Рівне: НУВГП, 2015. 298 с.

115. Кружилин И. П., Болотин А. Г., Бекмаматов А. А. Капельное орошение сои в Волгоградской области. *Вестник АПК*. 2009. № 07. С. 14–15.

116. Кузьмич А. О., Пуценко Д. В. Капельное орошение: до успіху з продукцією Netafim. *Овощеводство*. 2012. № 1. С. 8–39.

117. Кулыгин В. А., Евтухов М. В., Райлян Р. Н. Совершенствуя технологию выращивания картофеля при орошении. *Мелиорация и водное хозяйство*. 2006. № 6. С. 48–49.

118. Кутько С. П., Работягов В. Д., Орел Т. И. Биохимический состав эфирного масла *Salvia officinalis* L. *Бюлл. Никит. ботан. сада*. 2004. Вып. 90. С. 91–94.

119. Кутько С. П., Работягов В. Д., Орел Т. И., Федорчук М. И. Шалфей лекарственный. *Биология, биохимия и технология возделывания в условиях Предгорной зоны Крыма*. Ялта: НБС, 2004. 34 с.

120. Кухта Е. П. и др. Пектиновые вещества эфирномасличных культур. III. Выделение и характеристика пектина *Salvia sclarea*. *Химия природ, соед.* 1979. №2. С. 222.

121. Кушке Э. Э. Шалфей лекарственный. *Агротехника или указания по возделыванию лекарственных растений*. Москва: Медгиз, 1950. С. 161–166.

122. Кьосев П. А. Полный справочник лекарственных растений. Москва: ЭКСМО-Пресс, 2000. С. 832–833.

123. Лавриненко Ю. А., Писаренко П. В. Способы полива картофеля на Юге Украины. *Оралдын гылым жаршысы*. Уральск: Уралнаучкнига, 2014. № 52 (131). С. 61–66.

124. Лавриненко Ю. О., Рубан В. Б. Продуктивність та економічна ефективність вирощування гібридів кукурудзи при краплинному способі поливу. *Зрошуване землеробство*. Херсон: Айлант, 2013. Вин. 60. С. 118–120.

125. Лекарственное сырье растительного и животного происхождения. Фармакогнозия: учеб. пособ. / под ред. Г.П.Яковлева. С-Пб.: СпецЛит, 2006. С. 189-192.

126. Леонов В. Е., Чабан В. О. Вплив синтезованих речовин та солей важких металів на життєдіяльність людини. *Сучасні інформаційні технології на транспорті*: матер. Міжнар. наук.-практ. конф. Херсон: Видавництво Херсонського державного морського інституту. 2009. ТОМ 5. С. 28–30.

127. Либусь О. К., Работягов В. Д., Кутько С. П., Хлыпенко Л. А. Эфиромасличные и пряноароматические растения. *Фито-, арома- и ароматотерапия*. Симферополь, 2004. 272 с.

128. Лимар В. А. Вплив способу поливу, режимів зрошення, прийомів обробітку ґрунту на продуктивність арахісу в умовах півдня України: автореф. дис. ... канд. с.-г. наук. Київ, 2004. 17 с.

129. Лимар В. А., Кашеев О. Я. Ефективність вирощування томата безрозсадного при краплинному зрошенні. *Вісник аграрної науки*. 2011. № 1. С. 52–57.

130. Литвиненко М. М. и др. Поиски биологически активных веществ среди растений родов ясменник, карагана, шалфей, лаванда и вика. Всесоюз. съезд фармацевтов. Кишинев, 1980. С. 195–196.

131. Лиховид П. В., Ушкаренко В.О., Лавренко С. О. Застосування системи краплинного зрошення при вирощуванні кукурудзи цукрової в умовах Півдня України. *Краплинне зрошення як основна складова інтенсивних агротехнологій XXI століття*. Київ, 2014. С. 33–34.

132. Лікарські рослини: енцикл. довід. / за ред. А.М. Гродзинського.

Київ: Голов, ред. УРЕ, 1989. 543 с.

133. Лісняк А. А. Використання інформаційних технологій для економічного обґрунтування моделі краплинного зрошення в Харківській області. *Вісник національного університету водного господарства та природокористування*. Рівне, 2009. Вип. 2 (46), Ч. 1. С. 80–85.

134. Лымарь А. О. Экологические основы систем орошаемого земледелия. Киев: Аграрна наука, 1997. 397 с.

135. Лысогоров С. Д., Ушкаренко В. А. Практикум по орошаемому земледелию.

136. Лысогоров С. Д., Ушкаренко В.А. Орошаемое земледелие. Москва: Колос. 1995. 445 с.

137. Лытов М. Н., Диденко А. А. Водопотребление сои при капельном орошении.. *Роль почв в сохранении устойчивости ландшафтов и ресурсосберегающее земледелие: материалы междунар. науч-практ. конф.* Пенза: РИО ПГСХА, 2005. С. 117–119.

138. Люта Ю. О., Косенко Н. П. Насінництво буряка столового за умов краплинного зрошення на Півдні України. *Краплинне зрошення як основна складова Інтенсивних агротехнологій XXI століття*. Київ, 2014. С. 47–48.

139. Майсурадзе Н. И. и др. Методики исследований при интродукции лекарственных растений. *Лекарственное растениеводство*. Москва: ЦБНТИ, 1984. № 3. 32 с.

140. Макаренко А. Б., Чабан В. А. Возделывание некоторых лекарственных культур в условиях юга Украины. Материалы тезисов Международной конференции по селекции, технологии возделывания и переработке нетрадиционных растений. Алушта, 1998. С. 47.

141. Малярчук С. В. Обоснование параметров микроорошения бахчевых культур. *Селекція і технологія вирощування багтанних культур: матеріали міжнар. наук. конф.* Гола Пристань, 1996. С. 173–174.

142. Мамчур Ф. Довідник з фітотерапії. Київ: Здоров'я. 1986. 278 с.

143. Матвієць О. Г., Сало Р. М. Особливості вирощування огірків на

шпалері при використанні крапельного зрошення в умовах Закарпаття. *Агроогляд*. 2004. № 2 (29). С. 33–36.

144. Мацку Я., Крейча И. Атлас лекарственных растений. Братислава: Изд-во Словацкой академии наук. 1981. 461 с.

145. Машанов В. И., Андреева Н. Ф., Машанова Н. С., Логвиненко И. Е. Новые эфиромасличные культуры. Симферополь: Таврия, 1988. 160 с.

146. Машанова Н. С. Изменение качества шалфейного масла при хранении сырья. *Раст. ресурсы*. 1969. Т.5, вып. 2. С. 274–275.

147. Машковский М. Д., Волошина Д. А. Лекарственные средства. 15-е изд., доп. Москва, 2005. 1200с.

148. Медведев В. В. Мониторинг почв Украины Концепция, предварительные результаты, задачи: монографія. Харьков: ИД «Антиква», 2002. 428 с.

149. Медведовський О. К., Іваненко П. І. Енергетичний аналіз інтенсивних технологій в сільськогосподарському виробництві. Київ: Урожай, 1988. 206 с.

150. Мелашич А. В., Дишлюк В. Є., Мелашич Т. А. Важкі метали у системі «зрошувальна вода - ґрунт - рослина» при вирощуванні цибулі-ріпки в умовах краплинного зрошення. *Зрошуване землеробство*. Херсон: «Олді плюс», 2010. Вип. 53. С. 86–91.

151. Мелик-Гусейнов В. В. Растения народной медицины флоры России и сопредельных государств. Пятигорск, 2005. 663 с.

152. Мелихов В. В., Ушакова В. Е. Возделывание сои при капельном орошении в условиях Нижнего Поволжья. *Плодородие*. № 05. 2013. С. 19–21.

153. Меліорація ґрунтів (систематика, перспективи, інновації): колективна монографія / за ред. С. А. Балюка, М. І. Ромащенко, Р. С. Трускавецького. Херсон: ОЛДТ-ПЛЮС, 2015. 664 с.

154. Метеорологічні відомості Херсонської ГМС. Херсон, 2012-2018 рр.

155. Методика польових і лабораторних досліджень на зрошуваних землях / за ред. Р. А. Вожегової. Херсон: Грінь Д.С., 2014. 286 с.

156. Методика польового досліду (зрошуване землеробство): навч. посіб. / В. О. Ушкаренко та ін. Херсон: Грінь Д. С., 2014. 448 с.
157. Методические рекомендации по изучению антропоэкологических особенностей цветковых растений / сост. В. Н. Голубев, Ю. С. Волокитин. Ялта: ГНБС, 1986. 38 с.
158. Методические рекомендации по проведению полевых опытов в условиях орошения УССР (особенности проведения, уборка и учет урожая) / УкрНИИОЗ, Днепропетровский филиал УНИИР, 1985. 115 с.
159. Методические рекомендации по селекции и семеноводству шалфея лекарственного / сост. Г. С. Турсин. Москва: ВАСХНИЛ, 1985. 23 с.
160. Методичні рекомендації з проведення досліджень за краплинного зрошення / за ред. М. І. Ромащенко. Київ: ДІА. ІВПіМ НААН, 2014. 46 с.
161. Мешаное В.И., Покровский АЛ. Пряноароматические растения. – М.: Агропромиздат, 1991. 286 с.
162. Минаев В. Г. Лекарственные растения Сибири. Новосибирск: Наука. 1991. 428 с.
163. Мікрозрошення сільськогосподарських культур / М. І. Ромащенко та ін. *Меліорація і водне господарство*. 2004. Вип. 90. С. 63–86.
164. Мойсейченко В. Ф., Єщенко В. О. Основи наукових досліджень в агрономії. Київ: Вища школа, 1994. 334 с.
165. Мороз П. А. Исследование капельного орошения полевых культур на юге Украины: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Київ, 1981. 22 с.
166. Мороз П. А. Особенности полива полевых культур капельным способом. *Мелиорация и водное хозяйство*. Киев: Урожай, 1979. Вып. 45. С. 7–11.
167. Морозов О. В. Теоретико-методологічне обґрунтування еколого-агромеліоративного моніторингу зрошуваних земель: автореферат дис. ... д-ра с.-г. наук. Херсон, 2012. 41 с.
168. Мудрий І. В., Лепьошкін І. В. Деякі аспекти проблеми вирощування якісної рослинницької продукції при застосуванні мінеральних добрив та

методичні підходи щодо токсиколого-гігієнічної їх оцінки. *Гигиена и санитария*. 2005. № 4. С. 28–32.

169. Мустьяца Г. И., Маковский М. И. Факторы, влияющие на эфирномасличность сырья шалфея мускатного. *Актуальные проблемы изучения эфиромасличных растений и эфирных масел*: тез. 2 симпоз. Кишинев, 1970. С. 112–113.

170. Настасенко В. О., Чабан В. О., Безкровний В. О. Спосіб очистки стоків води від токсикантів у водоймах із використанням рослини ейхорнії. Патент на корисну модель № 139980. Публікація відомостей: 10.02.2020 Бюл. № 3. Власник Херсонська державна морська академія, м. Київ.

171. Наукові основи планування та управління режимами зрошення сільськогосподарських культур в умовах півдня України: навч. посіб. / Р. А. Вожегова та ін. Херсон: Айлант, 2014. 165 с.

172. Науково-практичні аспекти формування високопродуктивних агровиробничих систем в умовах півдня України / М. І. Федорчук та ін. Херсон: Айлант, 2011. 158 с.

173. Наумов А. О. Продуктивність моркви за різних способів і режимів мікрозрошення та доз мінерального живлення на супіщаних ґрунтах півдня України: автореф. дис. ... канд. с.-г. Наук. Херсон, 2013. 20 с.

174. Наумов Р. Н. Сучасні технології в моніторингу вологості ґрунту. *Агроогляд*. № 2. С. 11–13.

175. Научно обоснованная система орошаемого земледелия / под ред. В. И. Остапова. Киев: Урожай, 1987. 192 с.

176. Ничипорович А. А. Физиология фотосинтеза и продуктивность растений. *Физиология фотосинтеза*. Москва: Наука, 1982. С. 7-33.

177. Обумахов Д. Л. Линейные параметры контуров увлажнения при капельном поливе. *Научный журнал КубГАУ*. 2014. № 100 (06). С. 30–43.

178. Овечко С. В., Бойко Н. В., Драчова Н. І., Федорчук М. І. Динаміка накоплення ефірного масла в процесі онтогенеза Змеєголовника молдавського. *Екологічні основи онтогенезу природних і культурних*



*сообществ в дендропарках Евразии.* Херсон. 2001. С. 41–42.

179. Овчарук В. Т., Мулярчук О. Т. Вплив краплинного зрошення і мінеральних добрив на врожайність капусти білоголової. *Науковий вісник НАУ.* 2008. Вип. 129. С. 208–213.

180. Олейник А. М., Гаджиев М. Г. Характер формирования контуров увлажнения почвы при капельном орошении. *Сб. научн. тр. ЮжНИИГиМ.* Новочеркасск, 1984.-С. 129-133.

181. Онопрієнко Д. М. Ефективність водозберігаючих режимів зрошення при вирощуванні запрограмованих урожаїв кукурудзи за інтенсивною технологією північному степу України: дис. ... канд. с.-г. наук. Дніпропетровськ, 1996. 201 с.

182. Орел Т. І., Работягов В. Д., Федорчук М. І. Підґрунтове зрошення ефіроолійних і лікарських культур в умовах степового Криму. *Таврійський науковий вісник.* Херсон: Айлант, 2001. Вип. 19. С. 53–55.

183. Пакалн Д. А. и др. Поиск флавоноидных и иридоидных соединений в семействе губоцветных флоры Кавказа. *Фармация.* 1976. №5. С. 36–41.

184. Персидская К. Т., Чипига А. Л. Справочник для работников лабораторий эфирномасличных предприятий. Москва: Пищ. пром-сть, 1981. 144 с.

185. Писаренко В. А., Головацький О. І. Ефективність способів поливу сільськогосподарських культур на півдні України. *Зрошуване землеробство.* Херсон: Айлант, 2005. Вип. 44. С. 21–25.

186. Победимова Е. Г. Род шалфей *Salvia* L. *Флора СССР.* Москва-Ленинград: АН СССР, 1954. Т.21. С. 244–363.

187. Полупан М. Л., Соловей В. Б., Величко В. А. Класифікація ґрунтів України. Київ: Аграрна наука, 2005. 300 с.

188. Польовий А. М. Моделювання гідрометеорологічного режиму та продуктивності агроєкосистем: навч. посіб. Київ: КНТ, 2007. 348 с.

189. Попа Д. П., Пасечник Г. С., Оргиян Т. М. Динамика накопления дитерпеноидов в некоторых растениях сем. Губоцветных. *Раст.*

*ресурси*.1974. Т.10, вып. 3. С. 365–367.

190. Попа Д. П., Салей Л. А. Маноол из *Salvia sclarea*. *Химия природ, соединений*. 1974. № 3. С. 405.

191. Попов А. П. Лекарственные растения в народной медицине. Київ: Здоров`я, 1994. 206 с.

192. Проведение полевых опытов с лекарственными культурами. Москва, 1981. 58 с.

193. Прокопенко С. О., Литвиненко В. І. Біологічні активні сполуки рослин роду шавлія. *Фармац. журн.* 1985. №6. С. 70.

194. Пряноароматические и пряновкусовые растения: Справочник / Л.Г. Дудченко и др. Київ: Наук, думка, 1989. 303 с.

195. Пулатова Т. П. Предварительное химическое изучение некоторых растений из семейства губоцветных. *Фармация*. 1968. №1. С. 69–70.

196. Пупыкина К. А., Кудашкина Н. В. Изучение возможности использования пряно-ароматических и эфирномасличных растений для экопротективной помощи населению. *Вестн. ВГУ*. 2009. №6. С. 499–502.

197. Пуценко Д. В. Біоенергетична ефективність технології вирощування посівних томатів. *Таврійський науковий вісник*. 2007. Вип. 55. Херсон: Айлант. С. 3–9.

198. Работягов В. Д., Ушкаренко В. А., Федорчук М. И., Гныдин А. Е. и др. Эфиромасличные и пряноароматические растения в народной медицине. Херсон: Айлант, 1998. 77 с.

199. Работягов В. Д., Ушкаренко В. А., Федорчук М. И. Эфиромасличные и пряноароматические растения в народной медицине. Херсон: Айлант, 1998. 78 с.

200. Районування території України за рівнем забезпеченості гідротермічними ресурсами та обсягами використання сільськогосподарських меліорацій / Ю. О. Тараріко та ін. Київ: ЦП «Компринт», 2015. 62 с.

201. Режимы орошения сельскохозяйственных культур / В.А. Писаренко, Е. М. Горбатенко, Д. Р. Иокич. Киев: Урожай, 1988. 96 с.

202. Ромащенко М. И. Совершенствование технологий и технических

средств микроорошения сельскохозяйственных культур: дис. ... д-ра техн. наук. Москва, 1995. 317 с.

203. Ромащенко М. Л., Шатковський А. П., Дячок О. В. Водоспоживання та продуктивність кавуна за краплинного зрошення. *Таврійський науковий вісник*. Вип. 70. Херсон: Айлант, 2010. С. 127–132.

204. Ромащенко М. І., Шатковський А. П., Рябков С. В. Концепція розвитку мікрозрошення в Україні до 2020 року Київ: ДІА, 2012. 20 с.

205. Ромащенко М. І., Шатковський А. П., Рябков С. В. Концептуальні засади розвитку краплинного зрошення в Україні. *Вісник аграрної науки*. 2012. № 2. С. 5–8.

206. Руководство по экспериментальному (доклиническому изучению) новых фармакологических веществ / под. ред. В.П. Фисенко. Москва: ИИА Ремедиум, 2000. С. 234–241.

207. Рябков С. В., Усатий С. В. Дослідження контурів зволоження ґрунту при краплинному зрошенні високоінтенсивних садів та розсаднику. *Актуальні проблеми землеробства на початку нового тисячоліття та шляхи їх вирішення*: матеріали міжнар. наук. конф. молодих учених. Херсон, 2002. № 3. С. 90–92.

208. Савенко Б. И. Орошение шалфея лекарственного в Крыму. *Лекарственное растениеводство*. Москва, 1971. С. 27–32.

209. Сайдак Р. В. Оцінимо забезпеченість України гідротермічними ресурсами з огляду на сучасні кліматичні зміни. *Зерно і хліб*. 2015. № 4. С. 50–53.

210. Салатенко В. Н., Писаренко В. А., Кононенко Ю. А. Эффективность селекция эфирномасличных культур: метод. указ. Симферополь, 1977. 150 с.

211. Самылина И. А., Ермакова В. А. Современное состояние и перспективы стандартизации лекарственного растительного сырья. *Мед.-фармац. вестн.* 1996. №6. С. 19–22.

212. Сернов Л. Н., Гацура В. В. Элементы, экспериментальной фармакологии. Москва, 2000. 352 с.

213. Сиволап Ю. Проблеми сучасної біотехнології рослин в Україні. *Пропозиція*. 2004. № 1. С. 64–68.
214. Системи краплинного зрошення: навч. посіб. / М. І. Ромащенко та ін. Дніпропетровськ: ТОВ ПКФ «Оksamит-Текс», 2007. 175 с.
215. Снеговой В. С., Голобородько С. П., Гомоюнов А. Ф. Статистическо-экономический анализ результатов лабораторных и полевых исследований в земледелии. Херсон: Айлант, 2002. 84 с.
216. Сніговий В. С. Проблемні питання розвитку зрошуваного землеробства на сучасному етапі: економічні та еколого-агрономічні аспекти. Херсон: Айлант, 2003. 11 с.
217. Солдатенко С. С., Николаевский В. В., Кириленко Е. С. Эфирные масла – древнейшее лечебное средство. Симферополь: Таврия, 1995. 48 с.
218. Солодовниченко Н. М., Журавльов М. С., Ковальов В. М. Лікарська рослинна сировина та фітопрепарати: посіб. з фармакогнозії з основами біохімії лікар. рослин. Харків: Вид-во НФАУ: Золоті сторінки, 2001. 408 с.
219. Статистичний аналіз результатів польових дослідів у землеробстві / В.О. Ушкаренко та ін. Херсон: Айлант, 2013. 381 с.
220. Степаненко Б. Н. Химия и биохимия углеводов: Полисахариды. Москва: Высш. шк., 1978. 256 с.
221. Стратегічні культури / С. О. Трибель та ін. Київ: Фенікс, Колоб'іг, 2012. 368 с.
222. Стукан В. Г. Применение гербицидов на шалфее лекарственном первого года вегетации. *Вопросы лекарственного растениеводства*. Москва, 1980. С. 16–20.
223. Танасиенко Ф. С. Эфирные масла. Содержание и состав в растениях. Киев: Наук. думка, 1985. 264 с.
224. Танчик С. П., Цюк О. А., В'ялий С. О. Розвиток органічного землеробства в Україні. *Вісник аграрної науки*. 2009. №1. С. 11–14.
225. Теплицкая Л. М., Резникова С. А. Исследование железистого аппарата у мяты в связи с задачами селекции. *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. 1975. Т. 54, Вып. 2. С. 262–267.

226. Терещенко О. О. Ставка дисконтування у прийнятті фінансово-інвестиційних рішень. *Фінанси України*. 2010. № 9. С. 77–90.
227. Тимошенко І. І., Майщук З. М., Косилович Г. О. Основи наукових досліджень в агрономії. Львів: ЛДАУ, 2004. 111 с.
228. Тимчасові рекомендації економічного обґрунтування Інвестицій в проекти зрошувальних систем. Рівне: НУВГП, 2004. 37 с.
229. Травянистые растения СССР / под ред. Т. А. Работнова. М.: Мысль, 1971. Т. 2. С. 136–156.
230. Трибель С. О., Сігарьова Д. Д., Секун М. П., Іващенко О. О. та ін. Методика випробування і застосування пестицидів / за ред. проф. С. О. Трибеля. Київ: Світ, 2001. С. 128–135.
231. Турова А. Д. Лекарственные растения СССР и их применение. Москва: Медицина. 1974. 424 с.
232. Турова А. Д., Сапожникова Э. Н. Лекарственные растения СССР и их применение. 3-е изд., перераб. и доп. Москва: Медицина, 1982. С. 227–237.
233. Турова А. Д., Сапожникова Э. Н. Лекарственные растения СССР и их применение. 3-е изд., перераб. и доп. Москва: Медицина, 1982. С. 227–237.
234. Уанкпо Б. Б., Саканян Е. И., Карасавиди А. О. Эфирномасличное лекарственное растительное сырье и современные подходы к методам его стандартизации. *Актуальные проблемы создания новых лекарственных препаратов природного происхождения*: матер. 7 Межд. съезда Фитофарм. С.-Пб. 2003. С. 104–107.
235. Унгуряну Ф. В. Расчет солевого режима почв при капельном орошении. *Гидротехника и мелиорация*. 1984. № 5. С. 63–65.
236. Ушкаренко В. А., Скрипников А. Я. Планирование эксперимента и дисперсионный анализ данных полевого опыта. Одесса.: Вища школа. 1988. 120 с.
237. Ушкаренко В. А., Ушкаренко Т. П., Петрова К. В., Логвиновский А. Я. Минимализация обработки почвы при интенсивном использовании

орошаемых земель юга Украины. *Ресурсозберегающие системы основной обработки почвы*. Москва: Агропромиздат, 1990.- С. 44-50

238. Ушкаренко В. А., Федорчук М. И. Изменение содержания и состава эфирного масла шалфея лекарственного. *Проблеми та перспективи розвитку зрошуваного землеробства на півдні України*. Херсон, 2003. С. 124–128.

239. Ушкаренко В. О. Зрошуване землеробство. Київ: Урожай, 1994. 328 с.

240. Ушкаренко В. О., Нікіщенко В. Л., Голобородько С. П., Коковіхін С. В. Дисперсійний і кореляційний аналіз у землеробстві та рослинництві: навч. посіб. Херсон: Айлант, 2008.- 272 с.

241. Ушкаренко В. О., Коковіхін С. В., Чабан В. О., Лавренко С. О., Шепель А. В. Продуктивності шавлії мускатної залежно від водно фізичних властивостей ґрунту за краплинного зрошення. *Збірник наукових праць Уманського НУС*. 2020. Вип. 96 (Ч. 1). С. 621–635.

242. Ушкаренко В. О., Лавренко С. О., Пуценко Д. В. Прогнозування параметрів величини врожаю залежно від елементів технології вирощування посівних томатів на півдні України. *Таврійський науковий вісник*. Вип. 54. Херсон: Айлант, 2007. С. 3–9.

243. Ушкаренко В. О., Лазер П. Н., Остапенко А. І., Бойко І. О. Методика оцінки біоенергетичної ефективності технологій виробництва сільськогосподарських культур. Херсон: Колос, 1997. 21 с.

244. Ушкаренко В. О., Пуценко Д. В. Економічна ефективність вирощування посівних томатів в зрошуваних умовах півдня України. *Таврійський науковий вісник*. Херсон: Айлант, 2007. Вип. 53. С. 10–15.

245. Ушкаренко В. О., Федорчук М. І., Коковіхін С. В. Програмування врожаю надземної маси шавлії лікарської в умовах Південного Степу України. *Таврійський науковий вісник*. 2008. Вип. 60. С. 11–17.

246. Ушкаренко В. О., Федорчук М. І., Нагорнюк Т. В., Тарасюк С. І., Глазко В. І. Генетична структура шавлії лікарської за поліморфними біохімічними системами. *Таврійський науковий вісник*. Херсон: Айлант, 2007. Вип. 48. С. 10–13.

247. Ушкаренко В. О., Федорчук М. І., Чабан В. О. Спосіб вирощування ехінацеї пурпурової на зрошувальних землях. Деклараційний патент на винахід від 15.05.2002 року Бюл. №5. Державний департамент інтелектуальної власності, м. Київ.

248. Ушкаренко В. О., Федорчук М. І., Чабан В. О. Спосіб вирощування лікарських рослин. Деклараційний патент на винахід від 15.07.2007 року Бюл. №7. Державний департамент інтелектуальної власності, м. Київ.

249. Ушкаренко В. О., Чабан В. О. Вплив добрив, обробітку ґрунту, строків, способів посіву шавлії мускатної на її урожайність в умовах Південного Степу України. *Наукові доповіді НУБіП України*, [S.l.], п. 2(84), квіт. 2020. URL: <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/14025/12220> (дата доступу: 08 лют. 2021).

250. Ушкаренко В. О., Чабан В. О. Вплив температурного режиму повітря на формування врожаю та ефірної олії на посівах шавлії мускатної. *Перспективні напрями та інноваційні досягнення аграрної науки*: Матеріали Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції, присвяченої 145-річчю від заснування кафедри ботаніки та захисту рослин (м. Херсон, 24 травня 2019 р.). ДВНЗ «Херсонський державний аграрний університет». С. 209-213.

251. Ушкаренко В. О., Чабан В. О. Забруднення пониззя Дніпра стічними водами та біологічний метод очищення вод для зрошення сільськогосподарських культур. *Безпека життєдіяльності на транспорті та виробництві – освіта, наука, практика*: Матеріали VI Міжнародної науково-практичної конференції. Херсон: ХДМА, 2019. С. 209–293.

252. Ушкаренко В. О., Чабан В. О. Застосування мінеральних добрив під час вирощування шавлії мускатної в умовах крапельного зрошення Південного степу України. *Наукові доповіді НУБіП України*. 2020. №1(83).

253. Ушкаренко В. О., Чабан В. О. Формування урожайності шавлії мускатної залежно від фону живлення, глибини основного обробітку та передпосівної підготовки ґрунту, строків сівби на продуктивність культури

по роках використання. Міжнародний електронний науково-практичний журнал «WayScience». 2020. №1 (5). С. 143–156.

254. Ушкаренко В. О., Чабан В. О., Аверчев О. В., Лавренко С. О. Вплив обробітку ґрунту на забур'яненість посівів та урожайність шавлії мускатної різних років вегетації в умовах краплинного зрошення півдня України. *Таврійський науковий вісник. Серія: Сільськогосподарські науки: ДВНЗ «Херсонський державний аграрний університет»* 2020. Вип 114. С. 140–147.

255. Ушкаренко В. О., Чабан В. О., Чабан О. В. Вплив температури на формування врожаю шавлії мускатної. *Лікарські рослини. Традиції та перспективи досліджень: наукове видання. Матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції присвяченої 140-річчю з дня народження П.І. Гавсевича* (Березоточа, 13-14 червня 2019 р.). С. 78-82.

256. Ушкаренко В. О., Шепель А. В., Коковіхін С. В., Чабан В. О. Густота стояння рослин та забур'яненість посівів шавлії мускатної залежно від впливу агрозаходів та років використання культури в умовах півдня України. *Зрошуване землеробство*. 2020. Вип. 73. С. 116–119.

257. Ушкаренко В. О., Шепель А. В., Пуценко Д. В. Застосування крапельного зрошення у вирощуванні овочевих культур відкритого ґрунту. *Таврійський науковий вісник*. Вип. 46. Херсон: Айлант, 2006. С. 124–128.

258. Ушкаренко В. О., Шепель А. В., Чабан В. О., Приймак В. В. Вплив добрив, обробітку ґрунту, строків та способів посіву на урожайність шавлії мускатної в зрошувальних умовах Південного Степу України. *Наукові доповіді НУБІП України*. 2020. Вип. 2(84). Агрономія. С. 30-37.

259. Ушкаренко В. О., Чабан В. О., Коковіхін С. В., Шепель А. В., Коваленко В.П. Економічна ефективність технології вирощування шавлії мускатної за краплинного зрошення в умовах півдня України. *Аграрні інновації*. 2020. Вип. 3. С. 38-43.

260. Ушкаренко В. О., Чабан В. О., Коковіхін С. В., Шепель А. В., Коваленко В. П. Енергетична оцінка технології вирощування шавлії мускатної залежно від удобрення, обробітку ґрунту, строку сівби та ширини



міжряддя. *Аграрні інновації*. 2021. Вип. 4.

261. Ушкаренко В. О., Чабан В. О., Чабан О. В. Аналіз формування урожаю та ефірної олії на посівах шавлії мускатної в умовах півдня України. *Журнал Агробіологія*. 2019. Вип. 1(146). Білоцерківський національний аграрний університет. С. 38–44.

262. Федорчук М. И. Агротехнические приемы возделывания шалфея лекарственного в условиях орошения юга Украины. *Международной конференции по селекции технологий возделывания нетрадиционных растений*: матер. тез. докл. Алушта, 1994. С. 155.

263. Федорчук М. И., Ушкаренко В. А., Работягов В. Д. Эфиромасличные и лекарственные растения. Херсон: Айлант, 2003. 136 с.

264. Федорчук М. И., Чабан В. А. Технология возделывания лекарственных растений. *Международной конференции по селекции технологий возделывания и переработки нетрадиционных растений*: матер. тез. докл. Алушта, 1995. С. 78.

265. Федорчук М. І., Глазко В. І., Тарасюк С. І. Диференціація шавлії лікарської та видів ехінацеї за 7-ма генетико-біохімічними системами. *Вісник аграрної науки*. 2003. № 4. С. 54.

266. Флора УРСР / за ред. проф. М. І. Котова. Київ: Вид-во АН УРСР, 1960. Т. ІХ. 364 с.

267. Фогель И. В. Характеристика пряноароматических растений из семейства Губоцветные (*Laminaseae* L.) по количественному содержанию и качественному составу эфирных масел: автореф. дисс... канд. биол. наук. С.-Пб., 1997.- 21 с.

268. Халматов Х. Х. Диуретическое действие флавоноидов, выделенных из некоторых растений флоры Узбекистана. *Симпоз. по фенольным соединениям*: тез. докл. Алма-Ата, 1970. С. 139.

269. Харченко Г. С. Удосконалення технології вирощування продовольчої картоплі в умовах зрошення на півдні України: дис. ... канд. с.-г. наук. Херсон, 2000. 147 с.

270. Химический анализ лекарственных растений / под ред. Н. И.

Гринкевич, Л. Н. Сафронич. Москва: Высшая школа, 1983. 176 с.

271. Химический анализ лекарственных растений / под ред. Н. И. Гринкевич, Л. И. Сафронич. Москва: Высш. шк., 1984. 176 с.

272. Ходжиматов К. Х. Исследование шалфея мускатного и шалфея пустынного в УзССР. *Актуальные проблемы изучения эфирномасличных растений и эфирных масел*. Кишинев, 1970. С. 68–70.

273. Ходжиматов, К. Х. Исследование шалфея мускатного и, шалфея пустынного в УзССР. *Актуальные проблемы изучения эфирномасличных растений и эфирных масел*. Кишинев, 1970. С. 68–70.

274. Цыганкова Е. А. Фитохимическое изучение шалфея мускатного и перспективы его применения в медицине. *Аптека 2007: тез. докл.* Москва, 2007. С. 158–159.

275. Чабан В. О. Біологічне очищення природних водоймищ від шкідливих «речовин за допомогою водних рослин для зрошення лікарських трав. Наукові праці: Науково-методичний журнал. Серія «Екологія». Вип. 244. Том 256. Миколаїв : ЧДУ ім. Петра Могили, 2019. С. 86-90.

276. Чабан В. О. Біологічне очищення природних водоймищ від шкідливих речовин за допомогою водних рослин для зрошення лікарських рослин. *Наукові праці: наук. журн. Нац. ун-т ім. Петра Могили*. Миколаїв. 2018. Вип. 306. Т. 318. С. 77–80.

277. Чабан В. О. Густота стояння рослин та забур'яненість посівів шавлії мускатної залежно від впливу агрозаходів та років використання культури в умовах півдня України. *Зрошуване землеробство*. 2016. Вип. 65. С. 38–43.

278. Чабан В. О. Густота стояння рослин та забур'яненість посівів шавлії мускатної залежно від впливу агрозаходів та років використання культури в умовах півдня України. *Зрошуване землеробство*. 2016. Вип. 66. С. 70–75.

279. Чабан В. О. Густота стояння рослин та забур'яненість посівів шавлії мускатної залежно від впливу агрозаходів та років використання культури в умовах півдня України. *Зрошуване землеробство*. 2017. Вип. 67. С. 62–69.

280. Чабан В. О. Густота стояння рослин та забур'яненість посівів шавлії

мускатної залежно від впливу агрозаходів та років використання культури в умовах півдня України. *Зрошуване землеробство*. 2017. Вип. 68. С. 82–88.

281. Чабан В. О. Густота стояння рослин та забур'яненість посівів шавлії мускатної залежно від впливу агрозаходів та років використання культури в умовах півдня України. *Зрошуване землеробство*. 2018. Вип. 69. С. 90–96.

282. Чабан В. О. Нові перспективи біологічного очищення стічних промислових відходів за допомогою ейхорнії товстоножкової. *Науково-методичний журнал*. Вип. 220. Т. 232. Екологія. Миколаїв: ЧДУ ім. Петра Могили. 2014 С. 89-91.

283. Чабан В. О. Особливості технології вирощування лікарських трав в умовах зрошення Південного Степу України. *Лікарських рослин: традиції та перспективи досліджень*: матер. Міжнар. наук. конф. Київ. 2006. С. 219.

284. Чабан В. О. Оцінка забруднення водоймищ морським транспортом та біологічний метод очищення водного середовища за допомогою ейхорнії товстоножкової. *Науковий журнал Вісник аграрної науки Причорномор'я*. Миколаїв: Видавництво ВНЗ МНАУ, 2014. Вип. 2 (78). С. 112–114.

285. Чабан В. О. Очищення водного середовища за допомогою ейхорнії товстоножкової. *Таврійський науковий вісник*: наук. журнал. 2014. Вип. 88. С. 314-319.

286. Чабан В. О. Правила обробки баластних вод. *Современные проблемы гидробиологии, Перспективы, пути и методы решений*: Материалы третьей Международной научной конференции (17-19 мая 2012 г.). Херсон, 2012 С. 368-371.

287. Чабан В. О. Правила обробки баластних вод. *Современные проблемы гидробиологии. Перспективы, пути и методы решений*: матер. третьей Междунар. науч. конф. (17-19 мая 2012 г.). Херсон, 2012. С 368–371.

288. Чабан В. О. Продуктивності шавлії мускатної залежно від водно фізичних властивостей ґрунту за краплинного зрошення. *Зрошуване землеробство*. 2018. Вип. 70. С. 80–85.

289. Чабан В. О. Продуктивності шавлії мускатної залежно від водно

фізичних властивостей ґрунту за краплинного зрошення. *Зрошуване землеробство*. 2019. Вип. 71. С. 54–61.

290. Чабан В. О. Сучасні методи очищення суднових стічних та лляльних скидних вод різного походження для зрошення сільськогосподарських культур: монографія. Херсон: ХДМА, 2020. 130 с.

291. Чабан В. О. Фактори забруднення світового океану та шляхи зниження екологічного лиха Наукові праці: науково-методичний журнал. Серія «Екологія». 2012. Вип. 194, Том 206. Миколаїв: Чорноморський державний університет ім. Петра Могили. С. 23–25.

292. Чабан В. О., Безкровний В. А., Камаев О. Ю. Влияние человеческого фактора на окружающую среду. *Сучасні енергетичні установки на транспорті, технології та обладнання для їх обслуговування*: збірник матеріалів 9 Міжнародної науково-практичної конференції (м. Херсон, 13-14 вересня 2018 р.). Херсон: Херсонська державна морська академія, 2018. С. 196–199.

293. Чабан В. О., Ушкаренко В. О. Наукове обґрунтування вирощування шавлії мускатної в умовах краплинного зрошення Південного Степу України: монографія. Херсон: ХДМА, 2021. 147 с.

294. Чернявский А. В. Род *Salvia* во флоре Украины (крит. системат. изучение естеств. видовой дифференциации): автореф. дисс... кандидата. биол. наук. Киев, 1983. 16 с.

295. Шанайда М. І. Ботаніко-фармакогностичні аспекти вивчення лікарських рослин родини. *LAMIACEAE JUSS*: огляд. 2005. Часопис 2: Фітотерапія. С. 50–57.

296. Шарапов Н. И. Влияние климата на продуктивность растений и качество эфирных масел. *Эфиромасличное сырье и технология эфирных масел*. Москва: Пищевая пром-сть, 1968. Вып. 1. С. 21.

297. Шатковский А. П. Баклажан на капельном орошении. *Овощеводство*. 2008. № 11 (47). С. 74–77.

298. Шатковский А. П. Свекла столовая на капельном орошении.

*Овощеводство*. 2008. № 5. С. 68–71.

299. Шатковский А. П., Губанев А. Г., Приведенюк Н. В. Лекарственные и эфиромасличные культуры на капельном орошении. *Овощеводство*. 2014. № 12 (119). С. 62–67.

300. Шатковский А. П., Мельничук Ф. С., Семенко Л. А. Основные аспекты внесения фунгицидов с поливной водой на системах капельного орошения. *Пути повышения эффективности орошаемого земледелия*. 2013. Вып. 50. С. 171–175.

301. Шатковський А. П. Економічна ефективність вирощування моркви при краплинному зрошенні. *Овочівництво і багтанництво*. Харків: Магда ЛТД, 2006. Вип. 52. С. 184–190.

302. Шатковський А. П. Мікрозрошення овочевих культур. Історія, сучасний стан та перспективи розвитку в Україні. *Водне господарство України*. 2008. 6. С. 22–27.

303. Шатковський А. П., Журавльов О. В., Черевичний Ю. О. Особливості формування та параметри зон зволоження ґрунтів за краплинного зрошення. *Зрошуване землеробство*. Херсон: Грінь Д.С., 2016. Вип. 65. С. 15–19.

304. Шатковський А. П., Приведенюк Н. В. Ліки на зрошенні. *Farmer*. 2015. № 10 (75). С. 90–92.

305. Шатковський А. П., Приведенюк Н. В., Серета Л. А., Трубка В. А. Вплив краплинного зрошення на вміст біологічно активних речовин в сировині лікарських рослин. Перспективні напрями наукових досліджень лікарських та ефіроолійних культур: матеріали II Всеукраїнської наук. конф. молодих учених (04-05 червня 2015 р.). Березоточа, 2015. С. 18–21.

306. Шатковський А. П., Рябков С. В., Журавльов О. В., Черевичний Ю. О. Теоретичні аспекти застосування підґрунтового краплинного зрошення. *Інноваційні розробки – підвищення ефективності роботи агропромислового комплексу*: матеріали міжнар. наук.-практ. інтернет-конф. (25 листопада 2015 р.). Херсон: 133 НААН, 2015. С. 105–107.

307. Шевченко С. В. Сезонная и суточная динамика содержания эфирного масла у *Salvia sclarea* L. *Раст. ресурсы*. 1973. Вып. 4. С. 566–570.
308. Шевченко С. В., Тихомирова Л. И. Некоторые данные о составе эфирного масла *Salvia sclarea* L. *Раст. ресурсы*. 1973. Т.9. вып. 3. С.391–395.
309. Шевченко И. В. Характер увлажнения почвы на виноградниках при различных способах полива. *Виноградарство и виноделие*. Київ: Урожай, 1978. Вып. 21.С. 31–35.
310. Шевченко С. В., Денисова Г. А. Развитие железистых образований листа *Salvia sclarea* L. *Растительные ресурсы*. 1971. Вып. 2. С. 282–287.
311. Шерстобоева О. В. Екологічні, економічні та соціальні передумови біологічного землеробства. *Агроекологічний журнал*. 2007. № 1. С. 67–70.
312. Шешегова Е. В. Фармакогностическое и фармакологическое изучение надземной части шалфея сухостепного *Salvia tesquicola* Klok. et Pobed: автореф. дис... канд. фармац. наук: 15.00.02. С.-Пб. 2004. 26 с.
313. Шешегова Е. В., Теслов Л. С. Флавоноиды надземной части шалфея сухостепного *Salvia tesquicola* Klok. et Pobed. *Раст. ресурсы*. 2004. Т. 40, вып. 1. С. 57–61.
314. Шишков Г. З., Пехов А. В., Пономарев В. Д. Биологически активный экстракт шалфея лекарственного. *Парфюмерно-косметическая эфирномасличная пром-сть*. 1981. Вып. 5. С. 10–11.
315. Шлирко Е. П. Лечение и профилактика растительными средствами. Баку: Азербайджан. 1992. 315 с.
316. Штойко Д. А., Андрусенко І. І. Способи визначення строків поливу за метеорологічними показниками. *Зрошувальне землеробство*. 1968. № 5. С. 21–26.
317. Шумаков Б. А. Изучение водопотребления сельскохозяйственных культур – основа для проектирования режима орошения. Биологические основы орошаемого земледелия. Москва: АН СССР, 1957. С. 370–376.
318. Шутова А. Г. Оценка антиоксидантной активности экстрактов и эфирных масел пряно-ароматических и лекарственных растений. *Раст.*

ресурси. 2007. Т.43, вып. 1. С. 112–125.

319. Юрчак Л. Д. Рослини роду *Salvia* L. в контексті лікарського використання. *Фітотерапія в Україні*. 1999. № 3-4. С. 20–24.

320. Яковлев С. О. Коренева система сільськогосподарських культур при зрошенні. *Зрошення. Наукові праці УкрНДІГіМ*. Вип. 81/7. Київ : Державне видавництво сільськогосподарської літератури, 1962. С. 40–45.

321. Ярошенко С. В., Сикан Н. Ф. Влияние капельного орошения на концентрацию солей в зоне увлажнения. *Мелиорация и водное хозяйство*. 1979. Вып. 46. С. 9–11.

322. Agrios G. Plant pathology. 5th. ed. Amsterdam and others: ELSEVIER, 2005. 922 p.

323. Anderson C. Linear programming analysis of a mini-local plot. *Am. J. Agric. Econ.* 1998. № 84. P. 42–49.

324. A-Z. Encyclopedia of Garden plants. Dorling Kindersley: London, New York, Stuttgart, Moscow. 1080 p.

325. Ball R.O., Church R.Z. Water analytic indexing and Scoring. *J. Environ. Eng. Div.* 1980. Vol. 106. P. 757–771.

326. Botanica. The illustrated A-Z of over 10,000 garden plants. Kohemann, 1997. 328 p.

327. Brase P. et al. Successful implementation of computerized irrigation scheduling. *Irrigation scheduling for water and energy*, 1981. P. 213–218.

328. Brieskorn C. H. Salbei seine inhaltsstoffe und sein therapeutischer wert. *Phytotlier*. 1994. №1-2. P. 61–69.

329. Capek P., Hribalova V. Water-soluble polysaccharides from *Salvia officinalis* L. possessing immunomodulatory activity. *Phytochem.* 2004. Vol. 65. №13. P. 11983-1992.

330. Christian G. Gartenblumen von A bis Z. Neumann Verlag Leipzig. *Radebeul*. 1982. 608 s.

331. Clary sage oil. European pharmacopoeia. *Medicinal and pharmaceutical substances: Monographs*. London, 2007. Vol.VI. 3 p.

332. Definitions of sustainable, agriculture a brief review. *Agrochemical News*

*in Brief*. 1990. Vol. 13. № 2. P. 11.

333. Dictionary of Gardening. Maximilian reference LGD, 1999. 888 p.

334. Dorman M. J., Bachmayer O. Antioxidant properties of aqueous extracts from selected Lamiaceae species grown in Turkey. *J. Agric. and Food Chem.* 2004. Vol. 52, №4. P. 762–770.

335. Dzamic A. et al. Chemical composition and; antifungal activity of *Salvia sclarea* (Lamiaceae) essential oil *Arch. Biol. Sci.* Belgrade. 2008. Vol. 60. № 21. P. 233-237.

336. Epling C. A revision of *Salvia*, subgenus *Calosphaea*. *Fedde Rep. Beich.*, 1939. Vol. 110. P. 352–383.

337. Farkas P. et al. Composition of the essential oils from the flowers and leaves of *Salvia sclarea* L. (Lamiaceae) cultivated in Slovak Republic *J. Essent. Oil Res.* 2005. Vol.17. №2. P. 141–144.

338. Faugere L., Derion G. Action des polluants atmosphériques sur les pierres en ceuvre. *Poll. Atm.* 1980. Vol. 22. №86. P. 239–242.

339. Fraternali D. et al. Composition and antifungal activity of essential oil of *Salvia sclarea* from Italy. *Химия природ, соединений*. 2005. №5. С. 495–496.

340. Gulpn L et al. Evaluation of the antioxidant and antimicrobial activities of clary sage (*Salvia sclarea* L.). *Turk. J. Agric. For.* 2004. №28. P. 25–33.

341. Harris H., Hopkinson D. Handbook of Enzyme Electrophoresis in Human Genetics. Amsterdam: North-Holland Comp. P. 212–234.

342. Harris T., Glover M., Wood T., Ulrich C. Transference of computerized irrigation cost budget generator. *The Nevada experience. Computers Electronics in Agronomy*. 1998. № 5. P. 161–165.

343. Hayet E. et al. Antibacterial and cytotoxic activity of the acetone extract of the flowers of *Salvia sclarea* and some natural products. *Pak. J. Phann. Sen.* 2007, Vol.20, №2. P. 146-148.

344. Hedge I. C. *Salvia* L. Flora Iranica. Graz. 1981. P. 403–476.

345. Hedge I. C. A version of *Salvia* Africa including Madagascar and Canary Islands. *Notes Roy. Bot. Gard. Edinburgh*. 1974. Vol. 33. № 1. P. 120–121.

346. Heeger F. E. Handbuch des Arznei- und Gewürzpflanzenbaues.



Drogengewinnung. Berlin: Deutscher, 1956. 792 s.

347. Hudaib M. et al. Chromatographic (GC-MS, HPLC) and virological evaluations of *Salvia sclarea* infected by BBWV-I. *Farmaco*. 2001. Vol. 56. №3. P. 219–227.

348. Jennings W. Qualitative Analysis of Flavor and Fragrance Volatiles by Glass Capillary Gas Chromatography. Academic Press rapid Manuscript Reproduction. 1980. 472 p.

349. Karakaya S., Nehir S. Quercetin, luteolin, apigenin and kaempferol contents of some foods. *Food Chem*. 1999. Vol. 66, №3. P. 289–292.

350. Kavvadias D. et al. Constituents of sage (*Salvia officinalis*) with in vitro affinity to human brain benzodiazepine receptor. *Planta Med*. 2003. Vol. 69. №2. P. 113–117.

351. Kavvadias D. The flavone hispidulin, a benzodiazepine receptor ligand with positive allosteric properties, traverses the blood-brain barrier and exhibits anticonvulsive effects. *British J. of Pharmacology*. 2004. Vol. 142, №5. P. 811–820.

352. Kincaid D., Cann R., Busch I., Hasheminia V. Low pressure center pivot irrigation and reservoir tillage / [ . *Visions of the future. Proceedings of the Third National Irrigation Symposium held in conjunction with the Annual International Irrigation Exposition*. 1999. Oct. 28/Nov. 1. P. 54–59.

353. Koshimis T. On the relation between the ripening stages of the maize-seed and its germination. Tokyo. 1936, Vol. 50. P. 504-513.

354. Lu Y. Rosmarinic acid derivatives from *Salvia officinalis*. *Phytochem*. 1999. Vol. 51. №1. P. 91–94.

355. Lu Y., Foo L.Y. Flavonoid and phenolic glycosides from *Salvia officinalis*. *Phytochem*. 2000. Vol.55, №3. P. 263–267.

356. Lu Y., Foo L.Y., Wong H. Sagecoumarin, a novel caffeic acid trimer from *Salvia officinalis*. *Phytochem*. 1999. Vol. 52, №6. P. 1149–1152.

357. Lu Y.L., Foo Y. Salvianolic acid L, a potent phenolic antioxidant from *Salvia officinalis*. *Tetrahedron Letters*. 2001. Vol. 42, №46. P. 8223–8225.

358. Lu, Y. Flavonoid and phenolic glycosides from *Salvia officinalis* / Y. Lu, L.Y. Foo // *Phytochem.*- 2000.- Vol.55, №3.- P.263-267.
359. Lu, Y., Foo L.Y. *Salvianolic acid* L., a potent phenolic antioxidant from *Salvia officinalis*. *Tetrahedron Letters*. 2001. Vol. 42, № 46. P. 8223–8225.
360. McMahon G. F., McMahon G. F., Mrozek J. R. Economy, entropy and stability. *Hydrological Sciences Journal*. 1997. Vol. 42. № 4. P. 501–512.
361. Metcalfe C., Chalk L. *Anatomy of the Dicotyledons*. Oxford, 1950. Vol. 7. № 5. P. 174–187.
362. Moretti M. D. L., Peana A. T., Satta M. A. A study of antiinflammatory and peripheral analgesic actions of *Salvia sclarea* oil and its main constituents. *J. Essent. Res.* 1997. №9. P. 199–204.
363. Murray M. J. The genetic basis for a third keton group in *Mentha spicata*. *Genetica*. 1960. V. 45, №7. P. 931–937.
364. Pank F. The influence of sprinkler irrigation on the Quality of Medicinal and Aromatic Plants. *Plant medica*. 1988. V. 57. P. 32–33.
365. Peana A. T., Moretti M. D. L., Juliano C. Chemical composition and antimicrobial action of the essential oils of *S. desoleana* and *S. sclarea*. *Planta med.* 1999. №65. P. 752–754.
366. Peana A. T., Moretti M. Pharmacological activities and applications of *Salvia sclarea* and *Salvia desoleana* essential oils. *Studies in natural product chemistry*. 2002. Vol. 26, №7. P. 391–423.
367. Peana A.T., Moretti M. Pharmacological activities and applications of *Salvia sclarea* and *Salvia desoleana* essential oils. *Studies in natural product chemistry*. 2002. Vol. 26, №7. P. 391–423.
368. Perry N. et al. *Salvia* for dementia therapy: review of pharmacological activity and pilot tolerability clinical trial. *Pharmacology Biochem. and Behavior*. 2003. Vol.75, №3. P. 651–659.
369. Perry N. *Salvia* for dementia therapy: review of pharmacological activity and pilot tolerability clinical trial. *Pharmacology Biochem. and Behavior*. 2003. Vol. 75, №3. P.651–659.

370. Pitarevic I., Kustrak D., Kuftinec J., Blazevic N. Influence of ecological factors on the content and composition of the essential oil in *Salvia officinalis*. *Essential oils and aromatic plants*. Boston. 1985. P. 19–21.

371. Pitarokili D. et al. Composition and antifungal activity on Soil-Borne pathogens of the essential oil of *Salvia sclarea* from Greece. *J. Agric. Food Chem.* 2002. Vol. 50. №23. P. 6688–6691.

372. Prakash M., Ramachandran K., Negarajan M. Effect of antitranspiration rate and diffusive resistanea of brinjal plants. *J.Agron. G. Crop Sci.* 1992. V. 169. № 4. P. 247–249.

373. Radtke O.A. et al. Evaluation of sage phenolics for their antileishmanial activity and modulatory effects on interleukin-6, interferon and tumour necrosis factor- $\alpha$ -release in RAW 264.7 cells. *Z. Naturforsch.* 2003. Vol. 58. P. 395–400.

374. Razborsek M. I. et al. Determination of major phenolic acids, phenolic diterpenes and triterpenes in Rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) by gas chromatography and mass spectrometry. *Acta. Chim. Slov.* 2007. Vol. 54. P. 60–67.

375. Saleh M. The effect of air temperature and Thermoperiod on the quality and quantity of *Matricaria chamomilla* L. *Planta Medica.* 1973. V.24. P. 334–341.

376. Shain S. S. Prospects of usage of growth regulators for medicinal plants. *4 Intern. symp. Of plant growth regulators*. Sofia. 1987. V.2. P. 833–889.

377. Stanassova-Shopova S., Roussinov S. Experimental studies on certain effects of the essential oil of *Salvia sclarea* L. on the central nervous system. *Izv. Ins. Fiziol.* Sofia. 1970. №13. P. 89–95.

378. Stebbins G .L. Evolutionary trends in the inflorescence of angiosperms. *Flora*. Bd. 162. P. 501–528.

379. Suchorska K., Jedroszko B. Influens of daylength on the content and composition of the essential oil from tarragon (*Artemisia dracunculus*). *Ann. Warsaw. Agr. Unit. SGGWAR hort.* 1992. № 6. P. 79–82.

380. Tomas-Barberan F. A., Wollenweber E. Flavonoid aglycones from the leaf surfaces of some Labiatae. *Phytochem.* 2002. Vol. 59, №2. P. 117–140.

381. Treibs W. Biogenesis or physiological significance of essential oils. *Perfumery and essential oil record*. 1955. P. 7.

382. Ulubelen A. et al. Terpenoids from *Salvia sclarea*. *Phytochem.* 1994. Vol. 36, № 4. P. 971–974.
383. Ulubelen A., Sonmez U., Topcu G. Diterpenoids from the roots of *Salvia sclarea*. *Phytochem.* 1997. Vol.44, №7. P. 1297–1299.
384. Ulubelen A., Topcu G. Flavonoids and terpenoids from *Salvia verticillata* and *Salvia pinnata*. *Lloydia.* 1984. Vol. 47, №6. P. 1068.
385. Validation of analytical procedures: methodology Q2B. Intern. Conf. on harmonization of technical requirements for registration of pharmaceutical for human use. Geneva: ICH Secretariat, 1996. 8 p.
386. Velickovic D. T. et al. Extraction of flavonoids from garden (*Salvia officinalis* L.) and glutinous (*Salvia glutinosa* L.) sage by ultrasonic and classical maceration. *J. Serb. Chem. Soc.* 2007. Vol. 72, №1. P. 73–78.
387. Vincenzi M. De., Maiaritti F., Dessi M. R. Monographs on botanical flavouring substances used in food. *Fitoterapia.* Vol. LXIII. 1992. №4. P. 350.
388. Voung V.R. Soym relation to human protein and amino acid nutrition I. / V. R. Voung. *Arm Diet Assoc.* 1991. P. 825–835.
389. Walencka E. et al. Salvipisone and aethiopinone from *Salvia sclarea* hairy roots modulate staphylococcal antibiotic resistance and express antibiofilm activity. *Planta Med.* 2007. Vol. 73, № 6. P. 545–551.
390. Walencka E., Rozalska S., Wysokinska H., Rozalski M., Kuzma L., Rozalska B. Salvipisone and aethiopinone from *Salvia sclarea* hairy roots modulate staphylococcal antibiotic resistance and express antibiofilm activity. *Planta Med.* 2007. Vol.73, №6. P. 545–551.
391. Weberling F., Troll W. Die Infloreszenzen – Typologie und Stellung in Aufbau des Vegetationskörpers. 1998. Bd. 2, T. 2 Stuttgart. P. 98.
392. Westervelt J., Reetz H. Hreetz Jr. GIS on local Agricultural site. *Computers Electronics in Agronomy.* 2003. № 12. P. 16–25.
393. Wittmann W. Aceto-iron-haemotoxylin for staining chromosomes in Squashes of plants Material. *Stain Tech.* 1962. V.1. P. 37.
394. Wollenweber E. Flavones and flavonols in exudates of *Salvia glutinosa*.

*Phytochem.* 1974. Vol. 13, №4. P. 753.

395. Wood J. R., Harley R. M. The genus *Salvia* (Labiaceae) in Colombia. *Kew. Bull.* 1989. P. 45–46.

396. Zupko I. et al. Antioxidant activity of leaves of *Salvia species* in enzyme-dependent and enzyme-independent systems of lipids peroxidation, and their phenolic constituents. *Planta Medi.* 2001. Vol. 67. P. 366–368.

## ДОДАТКИ

### Додаток А.1

## СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

### *Монографії*

1. **Чабан В. О.** Сучасні методи очищення суднових стічних та лляльних скидних вод різного походження для зрошення сільськогосподарських культур: монографія. –Херсон: ХДМА, 2020. –130 с.

2. **Чабан В. О.,** Ушкаренко В. О. Наукове обґрунтування вирощування шавлії мускатної в умовах краплинного зрошення південного степу України: монографія. –Херсон: ХДМА, 2021.– 147 с. (*Проведення польових дослідів з шавлією мускатною, узагальнення результатів досліджень, формулювання висновків і рекомендацій*).

### *Статті у наукових фахових виданнях України*

28. **Чабан В. О.** Фактори забруднення світового океану та шляхи зниження екологічного лиха *Наукові праці*. Серія «Екологія». – 2012. Вип. 194, Том 206. – Миколаїв: Чорноморський державний університет ім. Петра Могили. – С. 23-25.

29. **Чабан В. О.** Нові перспективи біологічного очищення стічних промислових відходів за допомогою ейхорнії товстонижкової. *Наукові праці*. Серія «Екологія». – 2012. Вип. 220. Том 232. – Миколаїв: ЧДУ ім. Петра Могили. – С. 89-91.

30. **Чабан В. О.** Біологічне очищення природних водоймищ від шкідливих речовин за допомогою водних рослин для зрошення лікарських трав. *Наукові праці*. – 2014. Серія «Екологія». Вип. 240. Том 248. – Миколаїв : ЧДУ ім. Петра Могили. – С. 80–89.

31. **Чабан В. О.** Очищення водного середовища за допомогою

ейхорнії товстоніжкової. *Таврійський науковий вісник*: наук. журнал. –2014. Вип. 88. – С. 315–319.

32. **Чабан В. О.** Оцінка забруднення водоймищ морським транспортом та біологічний метод очищення водного середовища за допомогою ейхорнії товстоніжкової. *Науковий журнал Вісник аграрної науки Причорномор'я*. –Миколаїв: Видавництво ВНЗ МНАУ, 2014. Вип. 2 (78). – С. 112–114.

33. **Чабан В. О.**, Круглий Д. Г., Камаєв О. Ю. Енергозберігаюча технологія очистки стічних лляльних вод. *Наукові праці*. Серія «Екологія». – 2015. Вип. 244, Том 256. – Миколаїв: Чорноморський державний університет ім. Петра Могили. С. 86–90 (*Проведення дослідів з очищення поливної води для краплинного зрошення шавлії мускатної, узагальнення результатів досліджень, формулювання висновків і рекомендацій*).

34. **Чабан В. О.** Наукове обґрунтування фітомеліоративних заходів з покращення якості поливної води для здійснення краплинного зрошення шавлії мускатної. *Зрошуване землеробство*: збірник наукових праць. – 2016. Вип. 66.– С. 132–137.

35. **Чабан В. О.** Динаміка поживного режиму ґрунту при вирощуванні шавлії мускатної при краплинному зрошенні в умовах Південного Степу України. *Зрошуване землеробство*: збірник наукових праць.– 2017. Вип. 67. – С. 150–155.

36. **Чабан В. О.** Продуктивність та якість шавлії мускатної залежно від впливу агрозаходів за вирощування при краплинному зрошенні на півдні України. *Зрошуване землеробство*: збірник наукових праць.– 2017. Вип. 68. – С. 199–205.

37. Ушкаренко В. О., **Чабан В. О.**, Коковіхін С. В., Шепель А. В. Урожайності суцвіть шавлії мускатної, раціональність внесення добрив та роль строків сівби за вирощування культури при краплинному зрошенні. *Зрошуване землеробство*: збірник наукових праць.– 2018. Вип. 69. – С. 100–

105 (Проведення польових дослідів з шавлією мускатною, узагальнення результатів досліджень, формулювання висновків і рекомендацій).

38. Ушкаренко В. О., **Чабан В. О.**, Коковіхін С. В., Шепель А. В., Коваленко В. П. Економічна та енергетична ефективність технології вирощування шавлії мускатної за краплинного зрошення в умовах Південного Степу України. *Зрошуване землеробство: збірник наукових праць*. – 2018. Вип. 70. – С. 104–108 (Проведення польових дослідів з шавлією мускатною, узагальнення результатів досліджень, формулювання висновків і рекомендацій).

39. **Чабан В. О.** Біологічне очищення природних водоймищ від шкідливих речовин за допомогою водних рослин для зрошення лікарських рослин. *Наукові праці*. Серія «Екологія». – 2018. Вип. 306, Том 318. – Миколаїв: Чорноморський державний університет ім. Петра Могили. – С. 77 – 80.

40. Ушкаренко В. О., Шепель А. В., Коковіхін С. В., **Чабан В. О.** Умовне споживання поживних речовин рослинами шавлії мускатної за вирощування в умовах Південного Степу України за краплинного зрошення. *Зрошуване землеробство: збірник наукових праць*. – 2019. Вип. 71. – С. 100–104 (Проведення польових дослідів з шавлією мускатною, узагальнення результатів досліджень, формулювання висновків і рекомендацій).

41. Ушкаренко В. О., **Чабан В. О.**, Чабан О. В. Аналіз формування урожаю та ефірної олії на посівах шавлії мускатної в умовах півдня України. *Журнал Агробіологія*. – 2019. Вип. 1(146). Білоцерківський національний аграрний університет. – С. 38–46 (Проведення польових дослідів з шавлією мускатною, узагальнення результатів досліджень, формулювання висновків і рекомендацій).

42. Ушкаренко В. О., Шепель А. В., Коковіхін С. В., **Чабан В. О.** Рациональність використання вологи в посівах шавлії мускатної при краплинному зрошенні на Півдні України. *Зрошуване землеробство: збірник наукових праць*. – 2019. Вип. 72. – С. 143–150 (Проведення польових дослідів з



шавлією мускатною, узагальнення результатів досліджень, формулювання висновків і рекомендацій).

43. Ушкаренко В. О., **Чабан В. О.**, Лавренко С. О. Агротехнологічна ефективність вирощування суцвіть шавлії мускатної в умовах південного степу України. *Agrology*. 2020. Vol. 3. Issue 3. – С. 181–187 (*Проведення польових дослідів з шавлією мускатною, узагальнення результатів досліджень, формулювання висновків і рекомендацій*).

44. Ушкаренко В. О., Шепель А. В., Коковіхін С. В., **Чабан В. О.** Густота стояння рослин та забур'яненість посівів шавлії мускатної залежно від впливу агрозаходів та років використання культури в умовах півдня України. *Зрошуване землеробство*. – 2020. Вип. 73.– С. 116–119 (*Проведення польових дослідів з шавлією мускатною, узагальнення результатів досліджень, формулювання висновків і рекомендацій*).

45. Ушкаренко В. О., Коковіхін С. В., **Чабан В. О.**, Лавренко С. О., Шепель А. В. Продуктивність шавлії мускатної залежно від водно-фізичних властивостей ґрунту за краплинного зрошення. *Збірник наукових праць Уманського НУС*. – 2020. Вип. 96 (Ч. 1).– С. 621–635 (*Проведення польових дослідів з шавлією мускатною, узагальнення результатів досліджень, формулювання висновків і рекомендацій*).

46. Ушкаренко В. О., Коковіхін С. В., **Чабан В. О.**, Шепель А. В. Енергетична та економічна ефективність вирощування шавлії мускатної в південному степу України при краплинному зрошенні. *Сільське господарство та лісівництво: збірник наукових праць*. – 2020. № 19. – С. 29–38 (*Проведення польових дослідів з шавлією мускатною, узагальнення результатів досліджень, формулювання висновків і рекомендацій*).

47. Ушкаренко В. О., **Чабан В. О.** Застосування мінеральних добрив під час вирощування шавлії мускатної в умовах крапельного зрошення південного степу України. *Наукові доповіді НУБіП України*. – 2020. №1(83). URL: <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/download/dopovidi/2020.01.009/12061>(дата доступу: 05.03.2020) (*Проведення польових дослідів з*

*шавлією мускатною, узагальнення результатів досліджень, формулювання висновків і рекомендацій).*

48. Ушкаренко В. О., Шепель А. В., **Чабан В. О.**, Приймак В. В. Вплив добрив, обробітку ґрунту, строків та способів посіву на урожайність шавлії мускатної в зрошувальних умовах південного степу України. *Наукові доповіді НУБІП України*. – 2020. Вип. 2 (84). Агрономія. URL: <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidy/article/view/14025/12220> (дата доступу: 08.01.2021) *(Проведення польових дослідів з шавлією мускатною, узагальнення результатів досліджень, формулювання висновків і рекомендацій).*

49. Ушкаренко В. О., **Чабан В. О.**, Аверчев О. В., Лавренко С. О. Вплив обробітку ґрунту на забур'яненість посівів та урожайність шавлії мускатної різних років вегетації в умовах краплинного зрошення півдня України. *Таврійський науковий вісник*. Серія: сільськогосподарські науки: ДВНЗ «Херсонський державний аграрний університет». – 2020. Вип 114. – С. 140 – 147 *(Проведення польових дослідів з шавлією мускатною, узагальнення результатів досліджень, формулювання висновків і рекомендацій).*

50. Ушкаренко В. О., **Чабан В. О.**, Коковіхін С. В., Шепель А. В. Коваленко В.П. Економічна ефективність технології вирощування шавлії мускатної за краплинного зрошення в умовах півдня України. *Аграрні інновації*. – 2020. Вип. 4. – С. 84 – 89 *(Проведення польових дослідів з шавлією мускатною, узагальнення результатів досліджень, формулювання висновків і рекомендацій).*

51. Ушкаренко В. О., Вожегова Р. А., Коковіхін С. В., Шепель А. В., **Чабан В. О.** Урожайність шавлії мускатної та вихід ефірної олії залежно від досліджуваних агротехнічних факторів. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. – 2020. № 2. – С. 57–64 *(Проведення польових дослідів з шавлією мускатною, узагальнення результатів досліджень, формулювання висновків і рекомендацій).*

52. Ушкаренко В. О., **Чабан В. О.**, Коковіхін С. В., Шепель А. В.,

Коваленко В. П. Енергетична оцінка технології вирощування шавлії мускатної залежно від удобрення, обробітку ґрунту, строку сівби та ширини міжряддя. *Аграрні інновації*. – 2021. Вип. 5. – С. 75–80 (*Проведення польових дослідів з шавлією мускатною, узагальнення результатів досліджень, формулювання висновків і рекомендацій*).

#### **Статті в інших виданнях**

26. Величко М. Г., Скрипников О. И., **Чабан В. О.** Устройство для определения площади поверхности листа и параметров растений. *Селекция и семеноводство*. – Москва: ВАСХНИЛ. 1990. №1.– С. 57–59 (*Проведення польових дослідів з шавлією мускатною, розробка методики для встановлення листкової площі шавлії мускатної та інших с.-г. культур*)..

27. Ушкаренко В. О., **Чабан В. О.** Формування урожайності шавлії мускатної залежно від фону живлення, глибини основного обробітку та передпосівної підготовки ґрунту, строків сівби на продуктивність культури по роках використання. Міжнародний електронний науково-практичний журнал «WayScience». – 2020. №1 (5). – С. 143 – 156 (*Проведення польових дослідів з шавлією мускатною, узагальнення результатів досліджень, формулювання висновків і рекомендацій*).

#### **Тези і матеріали наукових конференцій**

35. **Чабан В. О.** Особливості технології вирощування лікарських трав в умовах зрошення Південного Степу України. *Лікарські рослини: традиції та перспективи досліджень*: матер. Міжнар. наук. конф. – Київ. 2006. – С. 219.

36. Леонов В. Е., **Чабан В. О.** Вплив синтезованих речовин та солей важких металів на життєдіяльність людини. *Сучасні інформаційні технології на транспорті*: матер. Міжнар. наук.-практ. конф. – Херсон: Видавництво Херсонського державного морського інституту. 2009. Т. 5. – С. 28–30 (*Проведення польових дослідів з шавлією мускатною, встановлення екологічних параметрів агротехнології для виготовлення лікарської сировини,*

формулювання висновків).

37. **Чабан В. О.** Правила обробки баластних вод. *Современные проблемы гидробиологии. Перспективы, пути и методы решений*: матер. третьей Междунар. науч. конф. (17–19 мая 2012 г.). – Херсон, 2012. – С 368 – 371.

38. **Чабан В. О.**, Безкровний В. А., Камаев О. Ю. Влияние человеческого фактора на окружающую среду. *Сучасні енергетичні установки на транспорті, технології та обладнання для їх обслуговування*: збірник матеріалів 9 Міжнародної науково-практичної конференції (м. Херсон, 13–14 вересня 2018 р.). – Херсон: Херсонська державна морська академія, 2018. – С. 196–199.

39. Ушкаренко В. О., **Чабан В. О.**, Чабан О. В. Вплив температури на формування врожаю шавлії мускатної. *Лікарські рослини. Традиції та перспективи досліджень*: наукове видання. *Матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої 140-річчю з дня народження П.І. Гавсевича* (Березоточа, 13–14 червня 2019 р.). – С. 78 – 82 (*Проведення польових дослідів з шавлією мускатною, узагальнення результатів досліджень, формулювання висновків і рекомендацій*).

40. Ушкаренко В. О., **Чабан В. О.** Вплив температурного режиму повітря на формування врожаю та ефірної олії на посівах шавлії мускатної. *Перспективні напрями та інноваційні досягнення аграрної науки*: Матеріали Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції, присвяченої 145-річчю від дня заснування кафедри ботаніки та захисту рослин (м. Херсон, 24 травня 2019 р.). ДВНЗ «Херсонський державний аграрний університет». – С. 209 – 213 (*Проведення польових дослідів з шавлією мускатною, узагальнення результатів досліджень, формулювання висновків і рекомендацій*).

41. Ушкаренко В. О., **Чабан В. О.** Забруднення пониззя Дніпра стічними водами та біологічний метод очищення вод для зрошення сільськогосподарських культур. *Безпека життєдіяльності на транспорті та виробництві – освіта, наука, практика*: Матеріали V1 Міжнародної

науково-практичної конференції. – Херсон: ХДМА, 2019. – С. 209–293 *(Проведення польових дослідів з шавлією мускатною, узагальнення результатів досліджень, формулювання висновків і рекомендацій)*.

### **Патенти**

35. Ушкаренко В. О., Федорчук М. І., **Чабан В. О.** Спосіб вирощування лікарських рослин. Деклараційний патент на винахід від 15.07.2007 року, бюл. №7. Державний департамент інтелектуальної власності, м. Київ *(Проведення польових дослідів з шавлією мускатною, узагальнення результатів досліджень, формулювання висновків)*.

36. Ушкаренко В. О., Федорчук М. І., **Чабан В. О.** Спосіб вирощування ехінацеї пурпурової на зрошувальних землях. Деклараційний патент на винахід від 15.05.2002 року, бюл. №5. Державний департамент інтелектуальної власності, м. Київ *(Проведення польових дослідів, узагальнення результатів досліджень, формулювання висновків)*.

37. Настасенко В. О., **Чабан В. О.**, Безкровний В. О. Спосіб очищення стоків води від токсикантів у водоймах із використанням рослини ейхорнії. Патент на корисну модель № 139980. Публікація відомостей: 10.02.2020, бюл. № 3. Власник: Херсонська державна морська академія, м. Київ *(Проведення дослідів з ейхорнією, узагальнення результатів досліджень, формулювання висновків)*.

## Додаток А.2

## АКТ

## впровадження науково-технічної розробки

автор розробки (організація): Чабан Віктор Олександрович  
(ДВНЗ «Херсонський державний аграрний університет»)

Назва розробки: Продуктивність шавлії мускатної залежно від удобрення, обробітку ґрунту, строків сівби та ширини міжрядь за краплинного зрошення на Півдні України

Коротка характеристика розробки	Результати впровадження
<p>Результати дослідження здобувача ДВНЗ «Херсонський державний аграрний університет», кандидата сільськогосподарських наук Чабана Віктора Олександровича з оптимізованої технології вирощування шавлії мускатної були впроваджені впродовж 2018-2020 рр. у спеціальній сівозміні Фермерського господарства «Ельдорадо» Великоолександрівського району Херсонської області.</p> <p>Згідно рекомендацій автора вирощували шавлію мускатну сорту Тайган з використанням краплинного зрошення; вслід за збиранням попередника (пшениці озимої) вносили мінеральні добрива із розрахунку N<sub>60</sub>P<sub>90</sub>, проводили оранку на глибину 20-22 см, сівбу виконували з міжряддям 45 см</p>	Площа, га: <u>14</u> .
	Урожайність на контролі, т/га сировини: <u>7,5</u> .
	Урожай при впровадженні розробки, т/га сировини: <u>15,0</u>
	Економічний ефект від впровадження: <u>умовний чистий прибуток 343 тис. грн/га; рівень рентабельності 285%</u> .
	Інші показники, (підвищення якості продукції, економія енергоресурсів, трудових витрат та ін.): при використанні розробленої технології вирощування відмічено зростання показників якості лікарської сировини (вміст олії збільшився на 1,3-2,8%%). Також підвищилася окупність мінеральних добрив та поливної води

Даний Акт не є документом фінансової звітності

Директор

ФГ «Ельдорадо»



*(Handwritten signature)*

Ю.А. Малета

## Додаток А.3

## Акт

## впровадження науково-технічної розробки

автор розробки (організація): **ЧАБАН ВІКТОР ОЛЕКСАНДРОВИЧ**  
(ДВНЗ «Херсонський державний аграрний університет»)

Назва розробки: **АГРОТЕХНОЛОГІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ  
ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ШАВЛІ МУСКАТНОЇ ЗА  
КРАПЛИННОГО ЗРОШЕННЯ В УМОВАХ ПІВДЕННОГО СТЕПУ  
УКРАЇНИ**

Коротка характеристика розробки	Результати впровадження
<p>Результати дослідження здобувача ДВНЗ «Херсонський державний аграрний університет», кандидата сільськогосподарських наук Чабана Віктора Олександровича з оптимізованої технології вирощування шавлії мускатної були впроваджені у спеціальній сівозміні ПО СП «Надія» Великоолександрівського району Херсонської області.</p> <p>Згідно рекомендацій автора вирощували шавлію мускатну сорту Тайган в системі краплинного зрошення, під основний обробіток ґрунту вносили добрива у дозі <math>N_{60}P_{90}</math>, оранку з обертанням скиби проводили на глибину 20-22 см, висівали культуру з міжряддям 45 см. На другий та наступні роки життя шавлії мускатної весною проводили по 2 міжрядні культивуації на глибину 4-6 см. Збір врожаю суцвіть проводили кормозбиральним комбайном «РОСЬ-2», висота зрізу складала 25 см, час скошування – з 6 до 11 години дня та з 19 до 22 години вечора</p>	Площа, га: <u>28</u> .
	Урожайність на контролі, т/га: <u>5,6</u> .
	Урожай при впровадженні розробки, ц/га: <u>15,8</u> .
	Економічний ефект від впровадження: <u>умовний чистий прибуток 375 тис. грн/га; рівень рентабельності 422%</u> .
	Інші показники, (підвищення якості продукції, економія енергоресурсів, трудових витрат та ін.): при використанні розробленої технології вирощування ресурсні витрати зменшились на 7,9-16,4%

Даний Акт не є документом фінансової звітності

Директор

ПОСП «Надія»



Ю.А. Малета

## Додаток А.4

## Акт

## впровадження науково-технічної розробки

автор розробки (організація): Чабан Віктор Олександрович  
(ДВНЗ «Херсонський державний аграрний університет»)

Назва розробки: Оптимізація технології вирощування шавлії мускатної за використання краплинного зрошення в умовах Південного Степу України

Коротка характеристика розробки	Результати впровадження
<p>В умовах Приватного підприємства «Агрофірма «Родола» Бериславського району Херсонської області протягом 2018-2020 рр. було впроваджено оптимізовану технології вирощування шавлії мускатної, яка розроблена здобувачем ДВНЗ «Херсонський державний аграрний університет», кандидатом сільськогосподарських наук Чабаном Віктором Олександровичем. Вирощували шавлію мускатну сорту Тайган, попередник – пшениця озима, доза мінеральних добрив – N<sub>60</sub>P<sub>90</sub>, проводили оранку на глибину 20-22 см, сівбу виконували з міжряддям 45 см. У період вегетації поливали культуру краплинним зрошенням – розрахунковий шар ґрунту 0-50 см, вологість активного шару ґрунту підтримували на рівні 70-75% НВ, зрошувальна норма культури склала 950 м<sup>3</sup>/га</p>	Площа, га: <u>50</u> .
	Урожайність на контролі, т/га сировини: <u>8,2</u> .
	Урожай при впровадженні розробки, т/га сировини: <u>14,2</u>
	Економічний ефект від впровадження: <u>умовний чистий прибуток 219 тис. грн/га; рівень рентабельності 319%</u> .
	Інші показники, (підвищення якості продукції, економія енергоресурсів, трудових витрат та ін.): при використанні розробленої технології вирощування відмічено зростання показників якості лікарської сировини (вміст олії збільшився на 0,9-1,2%)

Даний Акт не є документом фінансової звітності

Директор

ПП «Агрофірма-Додола»



В.В. Штендера



## Додаток Б.1

Середньомісячна температура повітря в роки проведення досліджень з шавлією мускатною, °С (за даними Каховської ГМО)

Місяці	Роки							
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Січень	-2,5	-1,4	0	-1,2	-0,5	-3,1	-4	0
Лютий	-3,6	-7,2	2,4	0,3	0,9	4,2	-0,8	0,1
Березень	2,5	2,6	3,2	7,0	5,3	6,2	7,0	1,6
Квітень	9,7	13,2	12,0	11,4	9,5	12,9	9,4	13,9
Травень	17,4	20,9	20,8	18,3	17,4	16,4	16,5	19,8
Червень	22,2	23,2	23,3	20,7	21,5	22,3	22,1	22,9
Липень	25,3	26,5	23,7	25,2	23,5	24,6	23,5	24,3
Серпень	22,9	23,9	24,6	24,6	24,4	25,2	25,6	25,9
Вересень	18,7	19,7	15,3	19,2	21,4	18,1	20,4	19,4
Жовтень	10,1	15,2	9,5	10,2	10,2	9,2	11,5	14,1
Листопад	2,5	7,2	7,7	3,5	7,5	4,3	5,8	4,0
Грудень	3,9	-0,3	0,5	0,3	2,8	-1,1	6,1	0,7
Середнє за рік	10,8	12,0	11,9	11,6	12,0	11,6	11,9	12,2

## Додаток Б.2

Кількість атмосферних опадів в роки проведення досліджень з шавлією  
мускатною, мм (за даними Каховської ГМО)

Місяці	Роки							
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Січень	30,6	58,5	41,4	38,1	37,8	61,2	37,7	31,2
Лютий	12,4	21,7	28,1	10,2	45	28,7	19,2	47,7
Березень	3,5	27,1	41,4	18,4	51,3	35,8	3,1	68,6
Квітень	35,3	15,2	5,9	14,7	66,6	40,2	77,7	8,1
Травень	17,2	72,7	10,1	45,8	44,3	76,8	10,1	18,9
Червень	30,8	58,0	32,4	118,2	69,1	70,8	21,9	75,5
Липень	23,2	7,7	49,1	26,9	67,2	8,0	39,8	39,7
Серпень	17,3	25,4	11,1	8,0	0,7	23,4	11,7	0
Вересень	41,3	3,3	28,9	50,8	2,1	33,2	11,4	20
Жовтень	16,1	36,3	63,5	46,9	14	111,1	23,1	12,5
Листопад	1,6	7,6	6,3	20,8	49,3	38,9	43,4	47,1
Грудень	32,6	24,6	6,1	44,7	4,7	14,5	30,7	74,3
Сума за рік	261,9	358,1	324,3	443,5	452,1	542,6	329,8	443,6

## Додаток В.1

Вплив досліджуваних факторів на щільність орного шару ґрунту на початок вегетації мускатної у різні роки життя, г/см<sup>3</sup>

Глибина оранки, см	Строк сівби	Фони живлення	
		без добрив	N <sub>60</sub> P <sub>90</sub>
Перший рік життя, 2012-2014 рр.			
20-22	Перша декада грудня	1,21	1,23
28-30		1,20	1,21
20-22	Перша декада квітня	1,29	1,23
28-30		1,28	1,23
Другий рік життя, перший рік використання посіву, 2013-2015 рр.			
20-22	Перша декада грудня	1,28	1,24
28-30		1,26	1,23
20-22	Перша декада квітня	1,28	1,33
28-30		1,26	1,32
Третій рік життя, другий рік використання посіву, 2014-2016 рр.			
20-22	Перша декада грудня	1,30	1,29
28-30		1,29	1,28
20-22	Перша декада квітня	1,31	1,31
28-30		1,29	1,30
Четвертий рік життя, третій рік використання посіву, 2015-2017 рр.			
20-22	Перша декада грудня	1,33	1,30
28-30		1,31	1,29
20-22	Перша декада квітня	1,34	1,31
28-30		1,32	1,30
П'ятий рік життя, четвертий рік використання посіву, 2016-2018 рр.			
20-22	Перша декада грудня	1,33	1,33
28-30		1,31	1,32
20-22	Перша декада квітня	1,34	1,35
28-30		1,33	1,34

## Додаток В.2

Вплив глибини оранки, строків сівби та фону живлення на щільність орного шару ґрунту наприкінці вегетації шавлії мускатної за роками життя, г/см<sup>3</sup>

Глибина оранки, см	Строк сівби	Фони живлення	
		без добрив	N <sub>60</sub> P <sub>90</sub>
Перший рік життя, 2012-2014 рр.			
20-22	Перша декада грудня	1,32	1,35
28-30		1,29	1,34
20-22	Перша декада квітня	1,32	1,33
28-30		1,30	1,35
Другий рік життя, перший рік використання посіву, 2013-2015 рр.			
20-22	Перша декада грудня	1,32	1,34
28-30		1,29	1,29
20-22	Перша декада квітня	1,32	1,34
28-30		1,29	1,32
Третій рік життя, другий рік використання посіву, 2014-2016 рр.			
20-22	Перша декада грудня	1,32	1,34
28-30		1,20	1,29
20-22	Перша декада квітня	1,32	1,34
28-30		1,29	1,30
Четвертий рік життя, третій рік використання посіву, 2015-2017 рр.			
20-22	Перша декада грудня	1,33	1,34
28-30		1,31	1,29
20-22	Перша декада квітня	1,34	1,35
28-30		1,32	1,33
П'ятий рік життя, четвертий рік використання посіву, 2016-2018 рр.			
20-22	Перша декада грудня	1,33	1,34
28-30		1,31	1,32
20-22	Перша декада квітня	1,34	1,35
28-30		1,33	1,34

## Додаток В.3

Вплив факторів, що досліджувались, на загальну шпаруватість орного шару ґрунту 0-30 см на початку вегетації шавлії мускатної за роками життя, %

Глибина оранки, см	Строк сівби	Фони живлення	
		без добрив	N <sub>60</sub> P <sub>90</sub>
Перший рік життя, 2012-2014 рр.			
20-22	Перша декада грудня	52,6	52,7
28-30		53,1	53,4
20-22	Перша декада квітня	51,8	52,3
28-30		52,9	53,4
Другий рік життя, перший рік використання посіву, 2013-2015 рр.			
20-22	Перша декада грудня	51,2	50,4
28-30		52,9	50,4
20-22	Перша декада квітня	51,6	50,8
28-30		51,8	50,5
Третій рік життя, другий рік використання посіву, 2014-2016 рр.			
20-22	Перша декада грудня	50,4	50,4
28-30		50,8	50,4
20-22	Перша декада квітня	50,0	50,4
28-30		50,8	50,4
Четвертий рік життя, третій рік використання посіву, 2015-2017 рр.			
20-22	Перша декада грудня	49,3	50,4
28-30		50,0	50,4
20-22	Перша декада квітня	50,0	50,4
28-30		49,2	50,4
П'ятий рік життя, четвертий рік використання посіву, 2016-2018 рр.			
20-22	Перша декада грудня	48,2	50,4
28-30		50,0	50,0
20-22	Перша декада квітня	47,5	50,4
28-30		50,0	50,0

## Додаток В.4

Вплив досліджуваних факторів на загальну шпаруватість 0-30 см шару ґрунту наприкінці вегетації шавлії мускатної за роками життя, %

Глибина оранки, см	Строк сівби	Фони живлення	
		без добрив	N <sub>60</sub> P <sub>90</sub>
Перший рік життя, 2012-2014 рр.			
20-22	Перша декада грудня	50,0	50,4
28-30		50,7	49,6
20-22	Перша декада квітня	50,8	50,4
28-30		50,6	50,4
Другий рік життя, перший рік використання посіву, 2013-2015 рр.			
20-22	Перша декада грудня	50,0	50,4
28-30		50,7	49,6
20-22	Перша декада квітня	50,8	50,5
28-30		50,6	50,0
Третій рік життя, другий рік використання посіву, 2014-2016 рр.			
20-22	Перша декада грудня	50,0	50,0
28-30		50,5	51,1
20-22	Перша декада квітня	50,1	50,4
28-30		50,2	50,4
Четвертий рік життя, третій рік використання посіву, 2015-2017 рр.			
20-22	Перша декада грудня	49,6	50,4
28-30		49,6	50,4
20-22	Перша декада квітня	49,0	50,4
28-30		50,0	50,4
П'ятий рік життя, четвертий рік використання посіву, 2016-2018 рр.			
20-22	Перша декада грудня	49,2	50,4
28-30		48,8	50,0
20-22	Перша декада квітня	48,6	50,4
28-30		49,7	50,0

## Додаток В.5

Вплив факторів, що досліджувались, на водопроникність ґрунту наприкінці вегетації шавлії мускатної, мм/хв.

Глибина оранки, см	Ширина міжрядь, см	Роки використання посіву					середнє за роки використан ня посіву
		перший, 2012-2015 рр.	другий, 2013-2016 рр.	третій, 2014-2017 рр.	четвертий, 2014-2018 рр.		
Без добрив							
20-22	45	0,95	0,92	0,75	0,61	0,81	
	70	0,97	0,94	0,76	0,67	0,84	
28-30	45	1,04	1,04	0,96	0,87	0,98	
	70	1,06	1,06	0,94	0,86	0,73	
Середнє		1,00	0,99	0,85	0,75	0,84	
N <sub>60</sub> P <sub>90</sub>							
20-22	45	0,94	0,92	0,75	0,73	0,83	
	70	1,00	0,96	0,92	0,82	0,92	
28-30	45	1,06	1,03	1,02	0,96	1,01	
	70	1,08	1,02	0,96	0,84	0,97	
Середнє		1,02	0,98	0,91	0,83	0,93	

## Додаток В.6

Вплив факторів, що досліджувались, на водопроникність ґрунту наприкінці вегетації шавлії мускатної, мм/хв.

Глибина оранки, см	Ширина міжрядь, см	Роки використання посіву					середнє за роки виконання посіву
		перший, 2012-2015 рр.	другий, 2013-2016 рр.	третій, 2014-2017 рр.	четвертий, 2014-2018 рр.		
Без добрив							
20-22	45	0,95	0,92	0,75	0,61	0,81	
	70	0,97	0,94	0,76	0,67	0,84	
28-30	45	1,04	1,04	0,96	0,87	0,98	
	70	1,06	1,06	0,94	0,86	0,73	
Середнє		1,00	0,99	0,85	0,75	0,84	
N <sub>60</sub> P <sub>90</sub>							
20-22	45	0,94	0,92	0,75	0,73	0,83	
	70	1,00	0,96	0,92	0,82	0,92	
28-30	45	1,06	1,03	1,02	0,96	1,01	
	70	1,08	1,02	0,96	0,84	0,97	
Середнє		1,02	0,98	0,91	0,83	0,93	



## Додаток Д.1

Вартість валової продукції у перший рік використання залежно від досліджуваних факторів, тис. грн/га (середнє за 2013-2015 рр.)

Ширина міжрядь, см (фактор С)	Строк сівби (фактор D)	Фон живлення (фактор А)			
		Без добрив	N <sub>60</sub> P <sub>30</sub>	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	N <sub>60</sub> P <sub>90</sub>
Оранка на глибину 20-22 см					
45	Перший	145,5	221,0	294,5	365,3
	Другий	139,5	149,5	230,0	265,0
	Третій	112,0	143,5	155,5	187,8
	Четвертий	98,3	112,8	124,0	137,0
70	Перший	145,3	226,8	301,5	368,5
	Другий	144,5	162,5	225,3	248,3
	Третій	110,0	151,5	165,5	220,8
	Четвертий	112,5	123,0	128,5	138,0
Оранка на глибину 28-30 см					
45	Перший	159,0	225,0	318,5	362,8
	Другий	137,5	159,3	234,0	246,8
	Третій	108,0	155,3	181,5	186,8
	Четвертий	115,0	113,5	126,8	130,0
70	Перший	163,0	176,0	238,0	340,5
	Другий	135,8	166,8	239,0	248,0
	Третій	113,3	160,0	188,5	220,8
	Четвертий	118,0	113,0	131,5	136,5

## Додаток Д.2

Виробничі витрати при вирощуванні шавлії мускатної у перший рік  
використання залежно від досліджуваних факторів, тис. грн /га  
(середнє за 2013-2015 рр.)

Ширина міжрядь, см (фактор С)	Строк сівби (фактор D)	Фон живлення (фактор А)			
		Без добрив	N <sub>60</sub> P <sub>30</sub>	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	N <sub>60</sub> P <sub>90</sub>
Оранка на глибину 20-22 см					
45	Перший	58,6	62,2	64,2	66,2
	Другий	58,6	61,2	63,3	64,8
	Третій	58,2	61,1	62,3	63,8
	Четвертий	58,0	60,7	61,9	63,1
70	Перший	58,6	62,2	64,3	66,2
	Другий	58,6	61,4	63,3	64,6
	Третій	58,2	61,2	62,5	64,3
	Четвертий	58,2	60,9	62,0	63,2
Оранка на глибину 28-30 см					
45	Перший	59,5	62,9	65,2	66,8
	Другий	59,2	62,0	64,1	65,3
	Третій	58,8	62,0	63,4	64,5
	Четвертий	58,9	61,4	62,6	63,7
70	Перший	59,6	62,3	64,1	66,5
	Другий	59,2	62,1	64,1	65,3
	Третій	58,9	62,0	63,5	64,9
	Четвертий	59,0	61,4	62,7	63,8

## Додаток Д.3

Собівартість виробництва 1 кг суцвіть шавлії мускатної у перший рік  
використання залежно від досліджуваних факторів, грн  
(середнє за 2013-2015 рр.)

Ширина міжрядь, см (фактор С)	Строк сівби (фактор D)	Фон живлення (фактор А)			
		Без добрив	N <sub>60</sub> P <sub>30</sub>	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	N <sub>60</sub> P <sub>90</sub>
Оранка на глибину 20-22 см (фактор В)					
45	Перший	10,1	7,0	5,4	4,5
	Другий	10,5	10,2	6,9	6,1
	Третій	13,0	10,7	10,0	8,5
	Четвертий	14,8	13,5	12,5	11,5
70	Перший	10,1	6,9	5,3	4,5
	Другий	10,1	9,4	7,0	6,5
	Третій	13,2	10,1	9,4	7,3
	Четвертий	12,9	12,4	12,1	11,4
Оранка на глибину 28-30 см (фактор В)					
45	Перший	9,4	7,0	5,1	4,6
	Другий	10,8	9,7	6,8	6,6
	Третій	13,6	10,0	8,7	8,6
	Четвертий	12,8	13,5	12,4	12,3
70	Перший	9,1	8,8	6,7	4,9
	Другий	10,9	9,3	6,7	6,6
	Третій	13,0	9,7	8,4	7,4
	Четвертий	12,5	13,6	11,9	11,7

## Додаток Д.4

Умовний чистий прибуток при вирощуванні шавлії мускатної у перший рік  
використання залежно від досліджуваних факторів, тис. грн/га

(середнє за 2013-2015 рр.)

Ширина міжрядь, см (фактор С)	Строк сівби (фактор D)	Фон живлення (фактор А)			
		Без добрив	N <sub>60</sub> P <sub>30</sub>	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	N <sub>60</sub> P <sub>90</sub>
Оранка на глибину 20-22 см					
45	Перший	86,9	158,8	230,3	299,1
	Другий	80,9	88,3	166,7	200,2
	Третій	53,8	82,4	93,2	123,9
	Четвертий	40,2	52,0	62,1	73,9
70	Перший	86,6	164,5	237,2	302,3
	Другий	85,9	101,1	162,0	183,6
	Третій	51,8	90,3	103,0	156,5
	Четвертий	54,3	62,1	66,5	74,9
Оранка на глибину 28-30 см					
45	Перший	99,5	162,1	253,3	295,9
	Другий	78,3	97,2	169,9	181,5
	Третій	49,2	93,3	118,1	122,3
	Четвертий	56,1	52,1	64,1	66,3
70	Перший	103,4	113,7	173,9	274,0
	Другий	76,6	104,6	174,9	182,7
	Третій	54,4	98,0	125,0	155,8
	Четвертий	59,0	51,6	68,8	72,7

## Додаток Д. 5

Рівень рентабельності при вирощуванні шавлії мускатної у перший рік  
використання залежно від досліджуваних факторів, %  
(середнє за 2013-2015 рр.)

Ширина міжрядь, см (фактор С)	Строк сівби (фактор D)	Фон живлення (фактор А)			
		Без добрив	N <sub>60</sub> P <sub>30</sub>	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	N <sub>60</sub> P <sub>90</sub>
Оранка на глибину 20-22 см					
45	Перший	148,1	255,5	358,8	451,9
	Другий	138,2	144,2	263,2	308,7
	Третій	92,5	134,7	149,5	194,2
	Четвертий	69,4	85,7	100,3	117,0
70	Перший	147,7	264,3	369,0	456,5
	Другий	146,5	164,7	256,1	284,2
	Третій	89,1	147,4	164,9	243,6
	Четвертий	93,3	102,1	107,3	118,5
Оранка на глибину 28-30 см					
45	Перший	167,2	257,7	388,6	442,8
	Другий	132,2	156,7	265,3	278,0
	Третій	83,6	150,5	186,4	189,6
	Четвертий	95,2	84,8	102,4	104,0
70	Перший	173,7	182,7	271,2	411,8
	Другий	129,3	168,4	272,7	279,8
	Третій	92,3	157,9	197,0	239,9
	Четвертий	100,1	84,0	109,7	113,9

## Додаток Д.6

Вартість валової продукції у третій рік використання залежно від досліджуваних факторів, тис. грн/га (середнє за 2015-2017 рр.)

Ширина міжрядь, см (фактор С)	Строк сівби (фактор D)	Фон живлення (фактор А)			
		Без добрив	N <sub>60</sub> P <sub>30</sub>	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	N <sub>60</sub> P <sub>90</sub>
Оранка на глибину 20-22 см					
45	Перший	150,3	223,3	302,3	350,5
	Другий	140,8	153,5	231,8	251,0
	Третій	113,3	149,0	156,0	187,3
	Четвертий	100,5	112,5	124,5	136,5
70	Перший	150,0	227,0	301,5	323,3
	Другий	147,0	160,8	233,5	241,0
	Третій	112,8	152,0	163,3	188,3
	Четвертий	113,5	124,0	130,0	142,0
Оранка на глибину 28-30 см					
45	Перший	159,5	226,5	322,8	365,3
	Другий	140,5	156,8	233,5	290,0
	Третій	115,0	153,5	182,5	187,8
	Четвертий	114,0	115,3	126,5	137,0
70	Перший	170,0	199,5	236,5	368,5
	Другий	143,5	166,0	238,0	273,3
	Третій	118,3	161,0	192,8	220,8
	Четвертий	114,5	117,5	132,0	140,5

## Додаток Д.7

Виробничі витрати при вирощуванні шавлії мускатної у третій рік  
використання залежно від досліджуваних факторів, тис. грн/га  
(середнє за 2015- 2017 рр.)

Ширина міжрядь, см (фактор С)	Строк сівби (фактор D)	Фон живлення (фактор А)			
		Без добрив	N <sub>60</sub> P <sub>30</sub>	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	N <sub>60</sub> P <sub>90</sub>
Оранка на глибину 20-22 см					
45	Перший	29,5	30,5	31,5	32,2
	Другий	29,4	29,5	30,6	30,8
	Третій	29,0	29,5	29,6	30,0
	Четвертий	28,8	29,0	29,2	29,3
70	Перший	29,5	30,5	31,5	31,8
	Другий	29,5	29,6	30,6	30,7
	Третій	29,0	29,5	29,7	30,0
	Четвертий	29,0	29,2	29,2	29,4
Оранка на глибину 28-30 см					
45	Перший	29,6	30,5	31,8	32,4
	Другий	29,4	29,6	30,6	31,4
	Третій	29,0	29,5	29,9	30,0
	Четвертий	29,0	29,0	29,2	29,3
70	Перший	29,8	30,2	30,7	32,4
	Другий	29,4	29,7	30,7	31,1
	Третій	29,1	29,6	30,1	30,4
	Четвертий	29,0	29,1	29,3	29,4

## Додаток Д.8

Собівартість виробництва 1 кг суцвіть шавлії мускатної у третій рік  
використання залежно від досліджуваних факторів, грн  
(середнє за 2015- 2017 рр.)

Ширина міжрядь, см (фактор С)	Строк сівби (фактор D)	Фон живлення (фактор А)			
		Без добрив	N <sub>60</sub> P <sub>30</sub>	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	N <sub>60</sub> P <sub>90</sub>
Оранка на глибину 20-22 см					
45	Перший	4,9	3,4	2,6	2,3
	Другий	5,2	4,8	3,3	3,1
	Третій	6,4	4,9	4,7	4,0
	Четвертий	7,2	6,4	5,9	5,4
70	Перший	4,9	3,4	2,6	2,5
	Другий	5,0	4,6	3,3	3,2
	Третій	6,4	4,9	4,5	4,0
	Четвертий	6,4	5,9	5,6	5,2
Оранка на глибину 28-30 см					
45	Перший	4,6	3,4	2,5	2,2
	Другий	5,2	4,7	3,3	2,7
	Третій	6,3	4,8	4,1	4,0
	Четвертий	6,4	6,3	5,8	5,4
70	Перший	4,4	3,8	3,2	2,2
	Другий	5,1	4,5	3,2	2,8
	Третій	6,1	4,6	3,9	3,4
	Четвертий	6,3	6,2	5,5	5,2



## Додаток Д.9

Умовний чистий прибуток при вирощуванні шавлії мускатної у третій рік  
використання залежно від досліджуваних факторів, тис. грн/га  
(середнє за 2015- 2017 рр.)

Ширина міжрядь, см (фактор С)	Строк сівби (фактор D)	Фон живлення (фактор А)			
		Без добрив	N <sub>60</sub> P <sub>30</sub>	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	N <sub>60</sub> P <sub>90</sub>
Оранка на глибину 20-22 см					
45	Перший	120,7	192,8	270,7	318,3
	Другий	111,4	124,0	201,2	220,2
	Третій	84,2	119,5	126,4	157,3
	Четвертий	71,7	83,5	95,3	107,2
70	Перший	120,5	196,5	270,0	291,4
	Другий	117,5	131,1	202,9	210,3
	Третій	83,7	122,5	133,6	158,2
	Четвертий	84,5	94,8	100,8	112,6
Оранка на глибину 28-30 см					
45	Перший	129,9	196,0	290,9	332,9
	Другий	111,1	127,2	202,9	258,6
	Третій	86,0	124,0	152,6	157,7
	Четвертий	85,0	86,2	97,3	107,7
70	Перший	140,2	169,3	205,8	336,1
	Другий	114,1	136,3	207,3	242,1
	Третій	89,2	131,4	162,7	190,3
	Четвертий	85,5	88,4	102,7	111,1

## Додаток Д.10

Рівень рентабельності при вирощуванні шавлії мускатної у третій рік  
використання залежно від досліджуваних факторів, %  
(середнє за 2015-2017 рр.)

Ширина міжрядь, см (фактор С)	Строк сівби (фактор D)	Фон живлення (фактор А)			
		Без добрив	N <sub>60</sub> P <sub>30</sub>	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	N <sub>60</sub> P <sub>90</sub>
Оранка на глибину 20-22 см					
45	Перший	409,3	632,5	858,6	989,4
	Другий	379,1	419,5	657,6	713,7
	Третій	290,4	405,3	427,4	524,2
	Четвертий	248,5	287,9	327,0	365,6
70	Перший	408,5	643,6	856,5	916,2
	Другий	399,0	442,3	662,7	684,7
	Третій	288,7	414,8	450,1	527,3
	Четвертий	291,2	325,3	344,7	383,1
Оранка на глибину 28-30 см					
45	Перший	438,4	642,1	914,8	1028,4
	Другий	378,3	429,7	662,7	824,5
	Третій	296,1	419,5	509,7	525,8
	Четвертий	292,8	296,9	333,4	367,2
70	Перший	471,1	561,5	671,5	1036,9
	Другий	387,9	458,7	675,9	777,4
	Третій	306,7	443,1	541,0	625,1
	Четвертий	294,5	304,2	351,1	378,3

## Додаток Д.11

Надходження енергії з врожаєм шавлії мускатної у перший рік використання залежно від залежно від досліджуваних факторів, ГДж/га  
(середнє за 2013-2015 рр.)

Ширина міжрядь, см (фактор С)	Строк сівби (фактор D)	Фон живлення (фактор А)			
		Без добрив	N <sub>60</sub> P <sub>30</sub>	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	N <sub>60</sub> P <sub>90</sub>
Оранка на глибину 20-22 см					
45	Перший	38,3	58,2	77,5	96,1
	Другий	36,7	39,3	60,5	69,7
	Третій	29,5	37,8	40,9	49,4
	Четвертий	25,9	29,7	32,6	36,1
70	Перший	38,2	59,7	79,4	97,0
	Другий	38,0	42,8	59,3	65,3
	Третій	29,0	39,9	43,6	58,1
	Четвертий	29,6	32,4	33,8	36,3
Оранка на глибину 28-30 см					
45	Перший	41,8	59,2	83,8	95,5
	Другий	36,2	41,9	61,6	64,9
	Третій	28,4	40,9	47,8	49,2
	Четвертий	30,3	29,9	33,4	34,2
70	Перший	42,9	46,3	62,6	89,6
	Другий	35,7	43,9	62,9	65,3
	Третій	29,8	42,1	49,6	58,1
	Четвертий	31,1	29,7	34,6	35,9

## Додаток Д.12

Витрати енергії при вирощуванні шавлії мускатної у перший рік  
використання залежно від досліджуваних факторів, ГДж/га  
(середнє за 2013-2015 рр.)

Ширина міжрядь, см (фактор С)	Строк сівби (фактор D)	Фон живлення (фактор А)			
		Без добрив	N <sub>60</sub> P <sub>30</sub>	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	N <sub>60</sub> P <sub>90</sub>
Оранка на глибину 20-22 см					
45	Перший	22,9	25,1	27,3	29,5
	Другий	22,7	23,0	25,4	26,5
	Третій	21,9	22,8	23,2	24,1
	Четвертий	21,4	21,9	22,2	22,6
70	Перший	22,9	25,3	27,5	29,6
	Другий	22,8	23,4	25,3	25,9
	Третій	21,8	23,0	23,5	25,1
	Четвертий	21,9	22,2	22,4	22,6
Оранка на глибину 28-30 см					
45	Перший	23,3	25,3	28,1	29,4
	Другий	22,6	23,3	25,5	25,9
	Третій	21,7	23,2	23,9	24,1
	Четвертий	22,0	21,9	22,3	22,4
70	Перший	23,4	23,8	25,6	28,7
	Другий	22,6	23,5	25,7	25,9
	Третій	21,9	23,3	24,2	25,1
	Четвертий	22,0	21,9	22,4	22,6

## Додаток Д.13

Приріст енергії при вирощуванні шавлії мускатної у перший рік  
використання залежно від досліджуваних факторів, ГДж/га  
(середнє за 2013-2015 рр.)

Ширина міжрядь, см (фактор С)	Строк сівби (фактор D)	Фон живлення (фактор А)			
		Без добрив	N <sub>60</sub> P <sub>30</sub>	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	N <sub>60</sub> P <sub>90</sub>
Оранка на глибину 20-22 см					
45	Перший	15,4	34,2	52,6	66,7
	Другий	14,0	16,4	35,1	43,3
	Третій	7,6	15,0	17,8	25,3
	Четвертий	4,4	7,8	10,4	13,4
70	Перший	15,4	34,4	51,8	67,4
	Другий	15,2	19,4	34,0	39,4
	Третій	7,2	16,8	20,1	33,0
	Четвертий	7,7	10,2	11,5	13,7
Оранка на глибину 28-30 см					
45	Перший	18,6	34,0	55,8	66,1
	Другий	13,6	18,6	36,1	39,0
	Третій	6,7	17,7	23,8	25,1
	Четвертий	8,3	8,0	11,1	11,8
70	Перший	19,5	22,5	37,0	60,9
	Другий	13,2	20,4	37,2	39,3
	Третій	7,9	18,8	25,5	33,0
	Четвертий	9,0	7,9	12,2	13,3

## Додаток Д.14

Коефіцієнт енергетичної ефективності при вирощуванні шавлії мускатної у перший рік використання залежно від досліджуваних факторів

(середнє за 2013-2015 рр.)

Ширина міжрядь, см (фактор С)	Строк сівби (фактор D)	Фон живлення (фактор А)			
		Без добрив	N <sub>60</sub> P <sub>30</sub>	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	N <sub>60</sub> P <sub>90</sub>
Оранка на глибину 20-22 см					
45	Перший	1,67	2,43	3,11	3,26
	Другий	1,62	1,71	2,38	2,64
	Третій	1,35	1,66	1,77	2,05
	Четвертий	1,21	1,36	1,47	1,59
70	Перший	1,67	2,36	2,88	3,28
	Другий	1,67	1,83	2,35	2,52
	Третій	1,33	1,73	1,86	2,31
	Четвертий	1,35	1,46	1,51	1,60
Оранка на глибину 28-30 см					
45	Перший	1,80	2,35	2,99	3,25
	Другий	1,60	1,80	2,41	2,51
	Третій	1,31	1,76	2,00	2,04
	Четвертий	1,38	1,36	1,50	1,53
70	Перший	1,83	1,95	2,44	3,12
	Другий	1,58	1,87	2,45	2,52
	Третій	1,36	1,81	2,05	2,31
	Четвертий	1,41	1,36	1,54	1,59

## Додаток Д.15

Енергоемність 1 кг суцвіть шавлії мускатної у перший рік використання залежно від досліджуваних факторів, ГДж (середнє за 2013-2015 рр.)

Ширина міжрядь, см (фактор С)	Строк сівби (фактор D)	Фон живлення (фактор А)			
		Без добрив	N <sub>60</sub> P <sub>30</sub>	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	N <sub>60</sub> P <sub>90</sub>
Оранка на глибину 20-22 см					
45	Перший	3,93	2,71	2,12	2,02
	Другий	4,07	3,84	2,76	2,50
	Третій	4,88	3,97	3,72	3,21
	Четвертий	5,46	4,85	4,48	4,13
70	Перший	3,93	2,79	2,28	2,01
	Другий	3,95	3,60	2,80	2,61
	Третій	4,95	3,80	3,54	2,85
	Четвертий	4,86	4,51	4,35	4,10
Оранка на глибину 28-30 см					
45	Перший	3,66	2,81	2,20	2,02
	Другий	4,11	3,65	2,73	2,62
	Третій	5,03	3,73	3,30	3,23
	Четвертий	4,77	4,82	4,40	4,31
70	Перший	3,59	3,38	2,69	2,11
	Другий	4,16	3,52	2,69	2,61
	Третій	4,83	3,64	3,20	2,85
	Четвертий	4,67	4,84	4,27	4,14

## Додаток Д.16

Надходження енергії з врожаєм шавлії мускатної у третій рік використання залежно від залежно від досліджуваних факторів, ГДж/га  
(середнє за 2016-2017 рр.)

Ширина міжрядь, см (фактор С)	Строк сівби (фактор D)	Фон живлення (фактор А)			
		Без добрив	N <sub>60</sub> P <sub>30</sub>	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	N <sub>60</sub> P <sub>90</sub>
Оранка на глибину 20-22 см					
45	Перший	39,5	58,8	79,6	92,3
	Другий	37,0	40,4	61,0	66,1
	Третій	29,8	39,2	41,1	49,3
	Четвертий	26,5	29,6	32,8	35,9
70	Перший	39,5	59,7	79,4	85,1
	Другий	38,7	42,3	61,5	63,4
	Третій	29,7	40,0	43,0	49,5
	Четвертий	29,9	32,6	34,2	37,4
Оранка на глибину 28-30 см					
45	Перший	42,0	59,6	84,9	96,1
	Другий	37,0	41,3	61,5	76,3
	Третій	30,3	40,4	48,0	49,4
	Четвертий	30,0	30,3	33,3	36,1
70	Перший	44,7	52,5	62,2	97,0
	Другий	37,8	43,7	62,6	71,9
	Третій	31,1	42,4	50,7	58,1
	Четвертий	30,1	30,9	34,7	37,0



## Додаток Д.17

Витрати енергії при вирощуванні шавлії мускатної у третій рік використання залежно від досліджуваних факторів, ГДж/га (середнє за 2016-2017 рр.)

Ширина міжрядь, см (фактор С)	Строк сівби (фактор D)	Фон живлення (фактор А)			
		Без добрив	N <sub>60</sub> P <sub>30</sub>	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	N <sub>60</sub> P <sub>90</sub>
Оранка на глибину 20-22 см					
45	Перший	17,6	18,5	20,8	21,9
	Другий	17,3	16,5	18,7	19,0
	Третій	16,4	16,3	16,5	17,0
	Четвертий	15,2	15,2	15,5	15,5
70	Перший	17,6	18,7	20,8	21,1
	Другий	17,5	16,7	18,8	18,7
	Третій	16,4	16,4	16,7	17,1
	Четвертий	15,5	15,6	15,7	15,7
Оранка на глибину 28-30 см					
45	Перший	17,8	18,6	21,5	22,4
	Другий	17,3	16,6	18,8	20,1
	Третій	16,5	16,5	17,2	17,1
	Четвертий	15,5	15,3	15,6	15,5
70	Перший	18,2	17,8	18,9	22,5
	Другий	17,4	16,8	18,9	19,6
	Третій	16,6	16,7	17,6	18,0
	Четвертий	15,5	15,4	15,7	15,6

## Додаток Д.18

Приріст енергії при вирощуванні шавлії мускатної у третій рік використання залежно від досліджуваних факторів, ГДж/га (середнє за 2016-2017 рр.)

Ширина міжрядь, см (фактор С)	Строк сівби (фактор D)	Фон живлення (фактор А)			
		Без добрив	N <sub>60</sub> P <sub>30</sub>	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	N <sub>60</sub> P <sub>90</sub>
Оранка на глибину 20-22 см					
45	Перший	22,0	40,2	58,7	70,3
	Другий	19,8	23,9	42,3	47,1
	Третій	13,4	22,9	24,6	32,2
	Четвертий	10,4	14,4	17,3	20,4
70	Перший	21,9	41,1	58,5	64,0
	Другий	21,2	25,6	42,7	44,8
	Третій	13,2	23,6	26,3	32,5
	Четвертий	13,4	17,1	18,5	21,7
Оранка на глибину 28-30 см					
45	Перший	24,1	41,0	63,5	73,8
	Другий	19,7	24,7	42,7	56,2
	Третій	13,8	23,9	30,8	32,4
	Четвертий	13,5	15,0	17,7	20,5
70	Перший	26,6	34,7	43,4	74,5
	Другий	20,4	26,9	43,7	52,3
	Третій	14,5	25,7	33,2	40,1
	Четвертий	13,7	15,6	19,0	21,3

## Додаток Д.19

Коефіцієнт енергетичної ефективності при вирощуванні шавлії мускатної у третій рік використання залежно від досліджуваних факторів

(середнє за 2016-2017 рр.)

Ширина міжрядь, см (фактор С)	Строк сівби (фактор D)	Фон живлення (фактор А)			
		Без добрив	N <sub>60</sub> P <sub>30</sub>	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	N <sub>60</sub> P <sub>90</sub>
Оранка на глибину 20-22 см					
45	Перший	2,25	3,17	3,82	4,21
	Другий	2,14	2,46	3,26	3,49
	Третій	1,81	2,40	2,50	2,89
	Четвертий	1,65	1,94	2,11	2,32
70	Перший	2,25	3,20	3,81	4,03
	Другий	2,22	2,54	3,27	3,40
	Третій	1,81	2,44	2,58	2,90
	Четвертий	1,82	2,10	2,18	2,38
Оранка на глибину 28-30 см					
45	Перший	2,35	3,20	3,96	4,30
	Другий	2,14	2,49	3,27	3,79
	Третій	1,83	2,46	2,79	2,90
	Четвертий	1,82	1,98	2,14	2,32
70	Перший	2,47	2,94	3,30	4,32
	Другий	2,18	2,60	3,31	3,67
	Третій	1,88	2,54	2,89	3,22
	Четвертий	1,83	2,01	2,21	2,37

## Додаток Д.20

Енергоємність 1 кг суцвіть шавлії мускатної у третій рік використання залежно від досліджуваних факторів, ГДж (середнє за 2016-2017 рр.)

Ширина міжрядь, см (фактор С)	Строк сівби (фактор D)	Фон живлення (фактор А)			
		Без добрив	N <sub>60</sub> P <sub>30</sub>	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub>	N <sub>60</sub> P <sub>90</sub>
Оранка на глибину 20-22 см (фактор В)					
45	Перший	2,92	2,08	1,72	1,56
	Другий	3,07	2,68	2,02	1,89
	Третій	3,63	2,74	2,64	2,27
	Четвертий	4,00	3,38	3,11	2,84
70	Перший	2,93	2,06	1,73	1,63
	Другий	2,97	2,59	2,01	1,93
	Третій	3,64	2,70	2,55	2,27
	Четвертий	3,62	3,14	3,01	2,76
Оранка на глибину 28-30 см (фактор В)					
45	Перший	2,80	2,06	1,66	1,53
	Другий	3,07	2,64	2,01	1,73
	Третій	3,59	2,68	2,36	2,27
	Четвертий	3,61	3,32	3,08	2,83
70	Перший	2,67	2,23	1,99	1,52
	Другий	3,02	2,53	1,99	1,79
	Третій	3,51	2,59	2,28	2,04
	Четвертий	3,60	3,27	2,98	2,78