

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХЕРСОНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

ЧАБАН ВІКТОР ОЛЕКСАНДРОВИЧ

УДК 633.8011.631.674.6:58.05 (477)

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

06.01.02 – сільськогосподарські меліорації

Автореферат
дисертації на здобуття наукового ступеня
доктора сільськогосподарських наук

Херсон – 2021

Дисертацією є рукопис

Робота виконана в Херсонському державному аграрно-економічному університеті Міністерства освіти і науки України

Науковий консультант: доктор сільськогосподарських наук, професор, академік НААНУ, заслужений працівник вищої школи України
Ушкаренко Віктор Олександрович,
Херсонський державний аграрно-економічний університет, завідувач кафедри землеробства

Офіційні опоненти: доктор сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник
Шатковський Андрій Петрович,
заступник директора з наукової роботи Інституту водних проблем і меліорації НААН України

Хоміна Вероніка Ярославівна, докторка сільськогосподарських наук, доцентка, завідувачка кафедри садівництва і виноградарства, землеробства та ґрунтознавства Подільського державного аграрно-технічного університету

доктор сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник
Писаренко Павло Володимирович, головний науковий співробітник відділу зрошеного землеробства Інституту зрошеного землеробства НААН України

Захист відбудеться «29» квітня 2021 р. о 9⁰⁰ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 67.830.01 Херсонського державного аграрно-економічного університету за адресою: 73006, Херсон, вул. Стрітенська, 23, ауд. 104.

З дисертацією можна ознайомитися в науковій бібліотеці Херсонського державного аграрно-економічного університету за адресою: 73006, Херсон, вул. Стрітенська, 23 та на сайті навчального закладу.

Автореферат розісланий «25» березня 2021 року.

Вчений секретар спеціалізованої вченої ради,
кандидат сільськогосподарських наук, доцент



А. В. Шепель

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

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.

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.

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, врожайність, 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.

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.

Структура та обсяг дисертації. Дисертаційна робота викладена на 350 сторінках загального машинописного тексту (комп'ютерний набір), зокрема основний текст – на 241 сторінці. Містить вступ, сім розділів, висновки, рекомендації для виробництва, список використаної літератури (396 найменувань, з яких 73 – латиницею), 32 додатки. Робота ілюстрована 55-ма таблицями та 43-ма рисунками.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі автором обґрунтовано актуальність теми дисертаційної роботи, зазначено мету, висвітлено задачі, предмет та об'єкт досліджень, указано новизну, наукову й практичну цінність здійснення апробації результатів, надано загальну характеристику роботи.

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

У розділі проаналізовано результати досліджень вітчизняних та зарубіжних авторів з господарсько-економічних особливостей шавлії мускатної, які необхідно враховувати при формуванні технологій вирощування

на зрошуваних землях, визначено біолого-екологічні характеристики досліджуваної культури, здійснено наукове обґрунтування можливості вирощування її у різних ґрунтово-кліматичних зонах з коригуванням елементів технології вирощування. За аналізом даних висвітлено еколого-меліоративні аспекти організації штучного зволоження при вирощуванні шавлії мускатної. Встановлено, що недостатньо опрацьовані питання оптимізації агротехнологічних заходів вирощування шавлії мускатної за використання краплинного зрошення.

УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

Дослідження з визначення впливу добрив, глибини основного обробітку ґрунту, строків сівби та ширини міжрядь на продуктивність шавлії мускатної за краплинного зрошення проводилися згідно з методикою дослідної справи (Ушкаренко В.О., Вожегова Р.А., Голобородько С.П., Коковіхін С.В., 2008, 2010, 2012) шляхом проведення чотирифакторних польових дослідів, які закладали на території агрофірми «Додола» Бериславського району Херсонської області впродовж 2011–2018 рр.

Ґрунти дослідних ділянок – темно-каштанові, слабкосолонцюваті, середньосуглинкові. Агрофізичні властивості метрового шару ґрунту характеризуються такими показниками: щільність складення $1,43 \text{ г/см}^3$, загальна водопроникність – 45,0 %, найменша вологоємність – 21,5 %, вологість в'янення 9,1 %. Вміст гумусу в орному шарі – 2,18 %, азоту 12,5–24,8 мг/кг, фосфору – 16,8–39,5, калію – 325–380 мг/кг.

Погодні умови в роки проведення досліджень були типовими для умов південного степу України. В цілому вони були сприятливими для росту й розвитку шавлії мускатної упродовж 2016–2018 рр., проте винятком були 2011–2013 рр., в яких у період зими випала найбільша кількість атмосферних опадів. У весняний період проявлялася згубна дія повітряних посух, які негативно вплинули на початковий розвиток рослин, особливо у гостропосушливому 2012 році.

Схема досліду:

I. Фактор А – фон живлення:

- без добрив (контроль);
- $N_{60}P_{30}$;
- $N_{60}P_{60}$;
- $N_{60}P_{90}$.

II. Фактор В – глибина основного обробітку:

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

III. Фактор С – строки сівби:

- перший (перша декада грудня);
- другий (друга декада березня);
- третій (третя декада березня);
- четвертий (перша декада квітня).

IV. Фактор D – ширина міжрядь:

- сівба із шириною міжрядь 45 см;
- сівба із шириною міжрядь 70 см.

Закладення чотирифакторних польових дослідів проводилося методом розщеплення ділянок. Середній розмір посівних ділянок дорівнював 105 м^2 , облікових ділянок – 50 м^2 . Повторність досліду – чотириразова.

На дослідних ділянках висівали сорт шавлії мускатної Тайган.

При проведенні досліджень використовували загально визнані для меліоративного напрямку методики та нормативи. За їх допомогою встановлювали: показники водного й поживного режимів ґрунту, динаміку ростових процесів шавлії мускатної, забур'яненість, урожайність суцвіть та якість лікарської сировини, економічну та енергетичну ефективність.

Аналізи на вміст нітратів і аміачного азоту в ґрунті проводили за Грандваль-Ляжем, амонійного азоту – колориметрично з реактивом Неслера, рухомого фосфору – за Мачигіним у модифікації ЦНАО з аскорбіновою кислотою, рухомого фосфору – за Мачигіним, вміст у рослинах азоту – за приладом Сіренєва, фосфору – варіант Мерфі-Рейлі із застосуванням аскорбінової кислоти, ефірної олії – згідно з ДСТУ 14618.11.78. Вміст важких металів у надземній масі рослин визначали на атомно-сорбційному фотометрі «Сатурн» у витяжці НСІ у лабораторії ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії ім. О. Соколовського» НААН, цукрів у корневих зразках – за Бертраном.

Щільність складення орного шару ґрунту визначалася за методикою, описаною авторами, на початку вегетації культури та перед збиранням урожаю. Повторність визначення – 8-кратна, об'єм циліндрів – 50 см^3 . Водопроникність ґрунту визначалася за Н. С. Нестеровим, Н. А. Качинським на початку вегетації та при збиранні врожаю шавлії мускатної у 8-кратному накладенні. Вологу в ґрунті визначали в метровому шарі через кожні 10 см термостатно-ваговим методом.

Біологічну активність ґрунту визначали за методикою Штатнова В.І. (1976).

Величину поливних норм, сумарне водоспоживання шавлії лікарської та його коефіцієнт визначали за методикою Костякова (1961). Облік опадів проводився за даними метеорологічних спостережень Новокаховської агрометеорологічної станції з коригуванням їх кількості згідно з показниками ґрунтового дощоміра, який був установлений безпосередньо на дослідних ділянках.

Площу листової поверхні визначали за методом висічок, індекс листової поверхні – за відношенням площі листя на одиницю посівної площі шавлії мускатної (Ничипорович, 1961).

Умовний винос поживних речовин проводили згідно з методикою (Штатнов В.І., 1976).

Кількість бур'янів під час сходів та при збиранні врожаю шавлії мускатної підраховували на площадках в 1 м^2 по діагоналі ділянки в 10 місцях (Трибель С.О. та ін., 2005).

Вміст ефірної олії визначали згідно з державним стандартом ДСТУ

14618.11-78.

Статистичну обробку одержаних у польових дослідях експериментальних результатів та програмування рівнів урожаю шавлії мускатної проводили згідно з методикою дослідної справи в землеробстві та рослинництві (Ушкаренко В.О., Вожегова Р.А., Голобородько С.П., Коковіхін С.В., 2010, 2012; 2014).

Економічні показники визначали за електронними технологічними картами розрахунковим методом при використанні матеріалу, отриманого в дослідях. Біоенергетичну оцінку агротехнічних прийомів вирощування шавлії мускатної проводили згідно з методичними рекомендаціями «Біоенергетичні оцінки технологій виробництва рослинництва».

Крім того, були проведені додаткові лабораторні дослідження з біологічного очищення поливної води, яку використовували для краплинного зрошення шавлії мускатної. Водночас досліджували ефективність біологічного очищення води від солей важких металів, які містилися у водному середовищі – ставках для зрошення за допомогою рослини ейхорнії товстонижкової.

Агротехніка в дослідях складалася з таких елементів: попередник – пшениця озима, оранку проводили плугом ПЛН-5-35 на глибину 20–22 та 28–30 см згідно зі схемою досліду. Мінеральні добрива у вигляді гранульованого суперфосфату та аміачної селітри на ділянках уносили вручну під основний обробіток ґрунту. 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 верхнього шару ґрунту в перший період розвитку рослин (фаза появи сходів, гілкування) 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 перероблення.

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

У меліоративній науці та практиці вирішальне значення має формування оптимальних агрофізичних параметрів ґрунту, які б забезпечували нормальний ріст і розвиток сільськогосподарських культур, зокрема й шавлії мускатної, гарантували одержання високих і сталих урожаїв. Крім того, на зрошуваних землях ці показники мають значення також з еколого-меліоративного погляду, оскільки забезпечують ефективне використання поливної води та попереджають негативний антропогенний вплив на довкілля. До найважливіших агрофізичних показників, які необхідно покращувати за допомогою використання агротехнологічних заходів, належать – щільність складення, шпаруватість та водопроникність ґрунту.

Встановлено, що з глибиною основного обробітку ґрунту на 20–22 см визначено, що на посівах шавлії мускатної у перший 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 склала 1,23, а наприкінці вегетації цей показник підвищився до 1,35 г/см³ або на 8,9 % (табл. 1). За проведення сівби у першій декаді квітня на початку вегетації щільність складення зменшилася до 1,21 г/см³. Під час завершення вегетації у цьому варіанті даний показник збільшився до 1,34 г/см³ або на 9,7 %.

Таблиця 1

Вплив досліджуваних факторів на щільність орного шару на посівах шавлії мускатної, г/см³

Глибина оранки, см	Строки 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

Збільшення глибини 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, порівнюючи 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 $N_{60}P_{90}$, за першого строку визначення за сівби у першу декаду грудня цей показник становив 1,33 г/см³. Наприкінці вегетації він практично не змінився й становив 1,34 г/см³. У варіанті із сівбою у першу декаду квітня також не відбулося зростання цього показника.

Шпаруватість ґрунту безпосередньо залежить від років життя, строків

сівби та внесених мінеральних добрив. За першого року життя у варіанті без добрив, за глибини оранки 20–22 см зі 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. Під час завершення вегетації культури першого року життя – 50,0 % (табл. 2).

Таблиця 2

Вплив факторів, що досліджувалися, 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 за строками		52,6	50,5
$N_{60}P_{90}$			
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 за строками		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 за строками		48,9	48,9
$N_{60}P_{90}$			
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 за строками		48,9	50,2

При визначенні досліджуваного показника встановлено, що на початку вегетації у варіанті з глибиною оранки 28–30 см він склав 53,1, а лід час її завершення зменшився до 50,7 % відповідно.

Визначення шпаруватості ґрунту в більш пізній строк сівби (перша декада квітня) підтверджує її зниження в усіх варіантах польових дослідів. Так, у

варіанті з глибиною оранки 20–22 см досліджуваний показник на початку вегетації становив 51,8, а під час її завершення – несуттєво зменшився до 50,8 %. У варіанті з більш глибокою оранкою на 28–30 см засвідчено зменшення шпаруватості ґрунту до 52,9 %. Як показують дослідження ґрунтових зразків, загальна шпаруватість орного шару ґрунту 0–30 см знижувалася під впливом більш глибокої оранки, проведеної на глибину 28–30 см, що сприяло появі дружних сходів шавлії мускатної.

Результати розрахунків та аналіз даних шпаруватості ґрунту вказують на безпосередню залежність цього показника від щільності складання. До кінця вегетації шавлії мускатної шпаруватість ґрунту в усіх варіантах знижувалася. 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 зафіксовані у варіанті з оранкою на глибину 28–30 см за першого року використання посіву. В подальші роки використання посіву шавлії мускатної загальна шпаруватість ґрунту зменшувалася і наприкінці використання культури становила 49,2 %.

Визначено, що на дослідних ділянках першого року життя у варіанті з глибиною оранки 20–22 см без унесення добрив та сівбою у першу декаду грудня водопроникність на початку вегетації склала 2,60 мм/хв., а після її завершення – зменшилася до 0,95 мм/хв. або у 2,7 рази. Збільшення глибини оранки до 28–30 см зумовило несуттєве зростання цього показника – на початку вегетації на 1,9, а наприкінці – на 4,0 %. На четвертому році використання у неудобреному варіанті з глибиною оранки 20–22 см водопроникність ґрунту знизилася до 1,20 мм/хв. на початку вегетації культури й до 0,62 мм/хв. – під час її завершення.

Агрофізичні параметри ґрунту по-різному вплинули на вміст у ньому вологи. 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 у воді.

За результатами аналізу експериментальних даних встановлено, що вміст передпосівної вологості ґрунту в шарі 0–30 см на посівах шавлії мускатної коливався по-різному, 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 закономірного зниження досліджуваного показника.

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./м², а у варіанті з більш глибокою оранкою на 28–30 см кількість бур'янів знизилася на 16 %. У подальші роки використання культури кількість бур'янів у посівах істотно знижувалася.

При визначенні доведено, що кількість бур'янів у варіанті з глибиною оранки 20–22 см у різних варіантах за ширини міжрядь 45 та 70 см можна констатувати, що у варіанті з шириною міжрядь 45 см за першого року використання посіву у варіанті без добрив кількість бур'янів 16 шт./м². Унесення різних норм добрив не призвело до зростання кількості бур'янів у цьому варіанті (рис. 1).

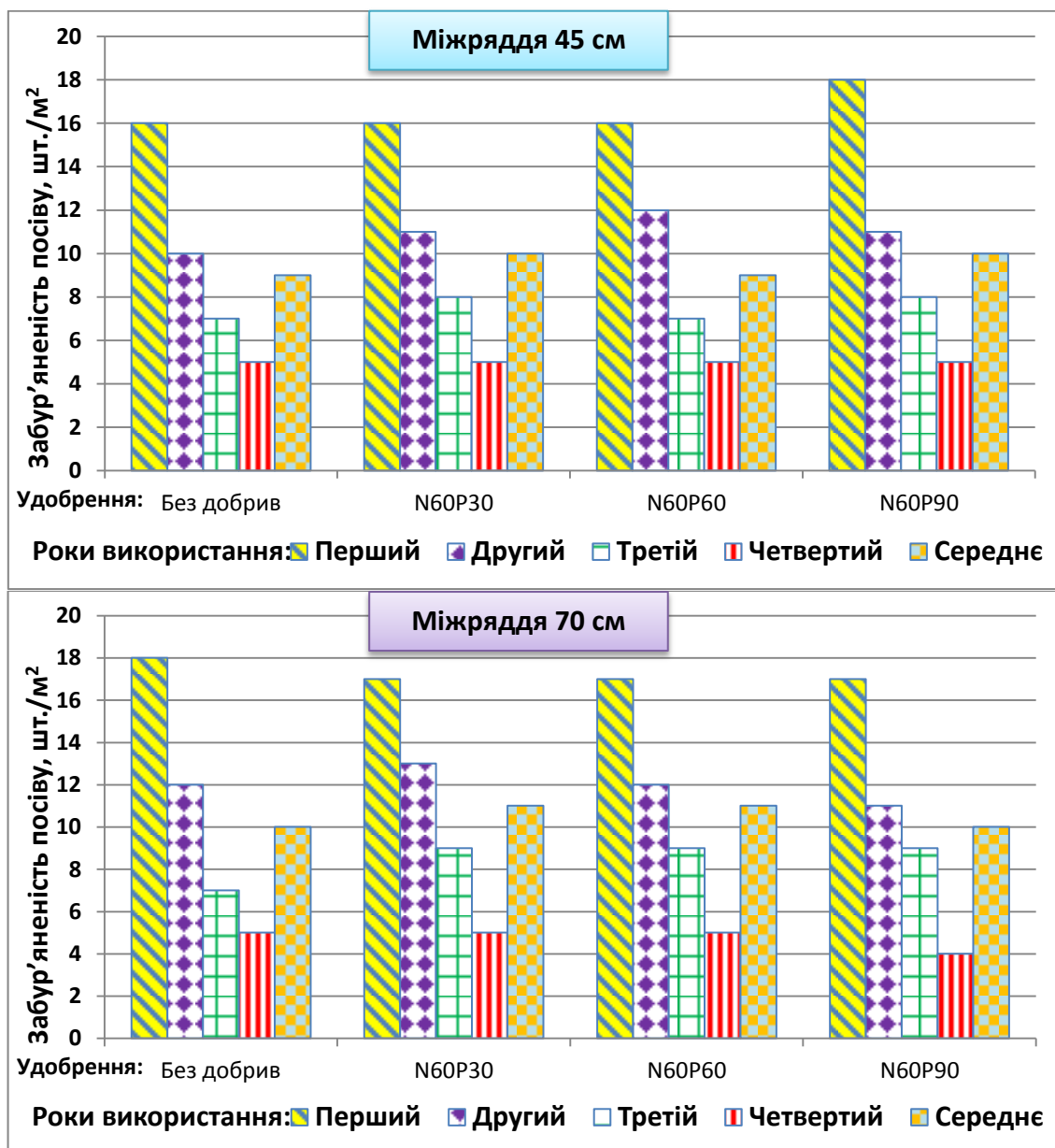


Рис. 1 Забур'яненість посіву шавлії мускатної залежно від досліджуваних факторів за оранки 20–22 см (під час збирання врожаю), шт./м²

Визначенням забур'яненості у варіанті досліді з шириною міжрядь 70 см було доведено, що кількість бур'янів на ньому зросла до 18 шт./м². Це можна пояснити кращою освітленістю міжрядь та зростанням площ, що не були зайняті рослинами шавлії мускатної.

**ВОДНИЙ ТА 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, насамперед, для зниження залежності сільськогосподарського виробництва від умов природного вологозабезпечення та дефіциту опадів. Для ефективного використання краплинного зрошення необхідно досліджувати динаміку водного та поживного режимів ґрунту, встановлювати їх вплив на розвиток рослин шавлії мускатної.

Проведені нами визначення сумарного водоспоживання шавлії мускатної у багатофакторних й багаторічних польових дослідках показали, що загальна кількість спожитої вологи посівами культури знаходилася у межах 4811–6014 м³/га (табл. 3).

Таблиця 3

**Вплив досліджуваних факторів на сумарне водоспоживання шавлії
мускатної в шарі ґрунту 0–100 см за різні роки її
використання, м³/га**

Строки сівби	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	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
Другий рік використання, 2014–2016 рр.					
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
Третій рік використання, 2015–2017 рр.					
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
Четвертий рік використання, 2016–2018 рр.					
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

Зазначимо, що суттєвої різниці у величинах сумарного водоспоживання культури за роками використання не проявилось.

Посів шавлії мускатної у наших дослідах використовували для отримання суцвіть культури в якості сировини для виготовлення ефірної олії. Треба зазначити, що загальна тривалість проведення даних польових дослідів була вісім років (2011–2018 рр.).

Визначено, що у перший рік використання у варіантах без унесення мінеральних добрив за сівби у першу декаду грудня сумарне водоспоживання становило 5050 м³/га, а за перенесення сівби на першу декаду квітня проявилось несуттєве зменшення цього показника до 4873 м³/га або 3,5 %.

Унесення мінеральних добрив у дозі N₆₀P₉₀ сприяло підвищенню сумарного водоспоживання у варіанті із сівбою у першу декаду грудня до 5556 м³/га (або на 2,3 %), а у першу декаду квітня до 4970 м³/га (на 9,0 %). У варіантах без унесення добрив у балансі сумарного водоспоживання питома вага опадів склала 47,5–49,3 %, а за внесення азотно-фосфорних добрив вона зменшилася на 2,1–9,1 відсоткових пунктів. Крім того, проявилася висока питома вага ґрунтової вологи, яка знаходилася в межах від 35,4–43,3 %. Зрошувальна норма у загальному балансі водоспоживання за варіантами досліду склала 13,5–15,4 %.

Коефіцієнт водоспоживання шавлії мускатної за різні роки її використання коливався значною мірою під впливом досліджуваних факторів – глибини оранки, фону живлення, строків сівби та ширини міжрядь (табл. 4).

Таблиця 4

Вплив досліджуваних факторів на коефіцієнт водоспоживання шавлії мускатної за різні роки її використання, м³/т

Строки сівби	Ширина міжрядь, см	Глибина оранки (см) та фону 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	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 першому році використання досліджуваної культури найкраща ефективність використання води з мінімальним коефіцієнтом водоспоживання – 362 м³/т одержана у варіанті з оранкою на глибину 28–30 см, унесенням мінеральних добрив у дозі N₆₀P₉₀, проведенням надранньої сівби у першу декаду грудня з міжряддям 45 см.

На другому і третьому роках використання шавлії мускатної зберігалася перевага вищезазначених варіантів. На четвертому році використання внаслідок істотного падіння врожайності шавлії мускатної та високих показників водоспоживання зафіксовано суттєве підвищення коефіцієнта водоспоживання в усіх факторах і варіантах досліду, порівнюючи з першим роком, у середньому, в 3,5–6,9 разів, а з другим і третім роками – в 6,4–7,5 разів.

У польовому досліді нами визначено динаміку умовного споживання поживних речовин рослин шавлії мускатної за 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. Умовне споживання нітратів за оранки на глибину 20–22 см було найбільшим на неудобреному фоні (табл. 5). На фоні внесення N₆₀P₉₀ умовне споживання було також вищим за оранки на глибину 20–22 см.

Таблиця 5

Умовне споживання нітратів рослинами шавлії мускатної у 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
Другий рік використання культури, 2014–2016 рр.					
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 ₆₀ P ₉₀	Перша декада грудня	96,4	55,8	91,5	44,1
	Перша декада квітня	90,2	39,6	86,2	36,8
Четвертий рік використання культури, 2016–2018 рр.					
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 ₆₀ P ₉₀	Перша декада грудня	64,1	34,2	54,2	28,6
	Перша декада квітня	58,6	29,8	50,9	25,9

НІР₀₅ для факторів А, В, С у роки досліджень коливалися від 0,9 до 1,2; для комплексної дії АВС – від 2,1 до 2,8 мг/кг ґрунту.

Визначено, що накопичення та умовне споживання фосфатів рослинами шавлії мускатної мало подібну закономірність, що було отримано стосовно нітратів, проте у деяких варіантів воно було нижчим. Також проявилася менша післядія фосфорних добрив, ніж азотних.

У четвертий рік використання шавлії мускатної було помітно істотне зменшення фосфатів (до 5,9 мг/кг) в неудобреному варіанті з оранкою на глибину 28–30 см та сівбою у першу декаду квітня.

У період скошування суцвіть шавлії мускатної показники виділеного CO₂ були найвищими. Добрива N₆₀ P₉₀ сприяли максимальному виділенню CO₂ на другому році використання культури, а на четвертому році – кількість виділеного газу зменшувалася, за середніми трирічними даними на фоні добрив та першому строці посіву культури від 4,28–5,87 г CO₂/м² 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 CO₂/м² за добу. Несуттєвою була різниця у виділенні CO₂ у варіантах оранки на 20–22 та 28–30 см (табл. 6).

Таблиця 6

Біологічна активність ґрунту на посівах шавлії мускатної залежно від досліджуваних факторів, г CO₂/м² за добу

Фон живлення (фактор А)	Строки посіву (фактор В)	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
Другий рік використання культури, 2014–2016 рр.					
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 ₆₀ P ₉₀	Перша декада грудня	4,98	5,87	4,28	5,40
	Перша декада квітня	4,02	5,30	3,96	4,19
Четвертий рік використання культури, 2016–2018 рр.					
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 ₆₀ P ₉₀	Перша декада грудня	3,62	3,76	3,62	3,80
	Перша декада квітня	3,09	3,12	2,94	3,05

НІР₀₅ для факторів А, В, С у роки досліджень коливалася від 0,05 до 0,08, а для комплексної дії АВС – від 0,16 до 0,23 г CO₂/м² за добу.

Максимальним за виділенням CO_2 із ґрунту за краплинного зрошення був агротехнічний комплекс: оранка на 20–22 см, унесення добрив із розрахунку $\text{N}_{60}\text{P}_{90}$, посівів у першій декаді грудня за другого року використання культури (2014–2016 рр.) – 5,97 г $\text{CO}_2/\text{м}^2$ за добу, а мінімальним – на неудобреному фоні за оранки на 20–22 см, на четвертому строці сівби – в першій декаді квітня – 1,42 г $\text{CO}_2/\text{м}^2$ за добу. Результати досліджень інтенсивності розкладання лляної тканини підтвердили закономірності, отримані при спостереженні за виділенням CO_2 з поверхні ґрунту. Найбільший відсоток цього показника отримано також в умовах агротехнічного комплексу: внесення добрив із розрахунку $\text{N}_{60}\text{P}_{90}$, оранці на глибину 20–22 см, посіву в першій декаді грудня на другий рік використання культури (2014–2016 рр.) – 50,7 %. На четвертому році використання (2016–2018 рр.) він склав усього 36,8 %. Весняний строк посіву (01 квітня) та глибока оранка на 28–30 см виявилися менш ефективними, порівнюючи з рекомендованими.

Використання краплинного зрошення сприяло оптимізації продуктивних процесів шавлії мускатної і у взаємодії з обробітком ґрунту, добривами та іншими агротехнологічними чинниками позитивно відобразилося на проростанні насіння шавлії мускатної, проте вирішальне значення мали строки сівби, а також погодні умови в роки проведення досліджень. Так, у варіанті без добрив поява сходів зафіксована на 109 день від дня підзимової сівби (перша декада грудня).

За сівби у другу декаду березня за підвищення температури у шарі ґрунту 0–10 см до 16°C помічено появу сходів на 34 день. За температури 20°C поява сходів на третьому строці посіву була на 29 день від дня сівби. Внесені мінеральні добрива у досліджуваних дозах під основний обробіток ґрунту відтермінували появу сходів на 2–3 доби (табл. 7).

Таблиця 7

Проходження фенологічних фаз розвитку рослин шавлії мускатної залежно від внесення добрив та строків сівби у 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
$\text{N}_{60}\text{P}_{90}$		
Перша декада грудня	111	87
Друга декада березня	41	66
Третя декада березня	32	64
Перша декада квітня	24	54

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 – стеблування», 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.

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 оранки 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 %.

Глибина оранки слабо впливала на збереженість. Проявилася слабка тенденція зростання цього показника на 1 % у варіанті за оранки на глибину 28–30 см, порівнюючи з оранкою на 20–22 см.

За порівняння впливу глибини основної обробки ґрунту, фону живлення та строків сівби на густоту стояння рослин за роками використання посіву шавлії мускатної встановлено, що у перший рік за весняного обстеження цей показник у неудобреному варіанті з глибиною оранки 20–22 см кількість рослин на 1 м^2 склала 40 шт., а у варіанті з унесенням добрив у дозі $N_{60}P_{90}$ вона підвищилася на 13,1 %.

При підзимовому підрахунку густоти стояння рослин різниця між варіантами була слабкою – 39 та 40 шт./ м^2 відповідно. У другий і третій роки використання проявилася зменшення кількості рослин на одиницю посівної площі – на другому році – до 24, а на третьому – до 21 шт./ м^2 .

Дослідженнями вітчизняних і закордонних учених доведено, що максимальна продуктивність агрофітоценозу більшості сільськогосподарських культур може бути досягнена за індексу листової поверхні до 4–5 (табл. 8).

У наших дослідженнях визначено, що у другий рік використання шавлії мускатної (2014–2016 рр.), сівбі у першій декаді грудня з міжряддям 45 см, удобренні $N_{60}P_{90}$ та оранці на 20–22 см забезпечило зростання цього показника до 4,57. На четвертий рік використання помічено різке падіння індексу листової поверхні.

При аналізі одержаних експериментальних даних встановлено, що на вміст сахарози в коріннях шавлії мускатної за роками 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 (рис. 2).

В середньому за 2014–2017 рр., в лютому, вміст сахарози склав лише 12,7 %. Одна з головних причин такого різкого зменшення – це старіння асиміляційного апарату на четвертому році використання рослин, що призвело до різкого зниження її в коріннях досліджуваних рослин.

Листковий індекс посівів шавлії мускатної залежно від досліджуваних факторів

Ширина міжрядь, см (фактор А)	Строки посіву культури (фактор В)	Глибина оранки та фони живлення (фактор С)			
		без добрив		N ₆₀ P ₉₀	
		20-22 см	28-30 см	20-22 см	28-30 см
Другий рік використання культури, 2014–2016 рр.					
45	перша декада грудня	2,56	2,74	4,57	4,46
	перша декада квітня	2,01	2,25	3,26	3,07
70	перша декада грудня	2,73	2,82	4,05	3,92
	перша декада квітня	2,22	2,16	3,64	3,22
Четвертий рік використання культури, 2016–2018 рр.					
45	перша декада грудня	1,81	1,68	1,94	1,82
	перша декада квітня	1,22	1,20	1,52	1,38
70	перша декада грудня	1,56	1,32	1,68	1,52
	перша декада квітня	1,08	1,03	1,37	1,30

HP₀₅ для факторів А, В, С в роки досліджень коливалася від 0,006 до 0,009, для комплексної дії АВС – від 0,019 до 0,022.

Проведеними дослідженнями встановлено, що продукти фотосинтезу у шавлії мускатної акумулюються в стрижневому корені, в якому на зиму накопичується до 35 % цукру, переважно у формі сахарози.

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

Визначено, що вміст сахарози в коріннях досліджуваної культури за роками 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 16,9 % сахарози, то в січні – 28,3 %. У лютому кількість сахарози знизилася до 22,6 %. У цей час вміст моносахаридів упав до 1,4 проти 12,8 % у жовтні.

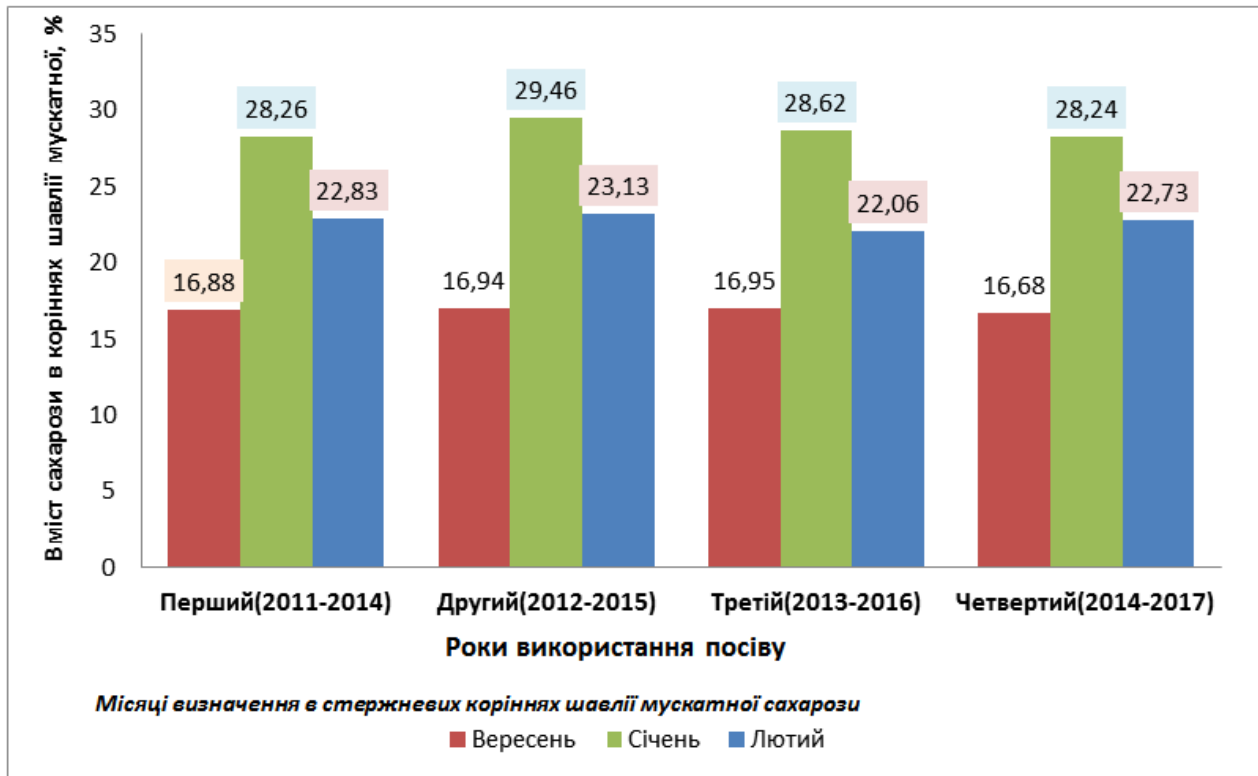


Рис. 2 Вміст сахарози в коріннях шавлії мускатної у різні місяці за роками використання, %

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

Тривалі спостереження констатують 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 було розпочате біологічне очищення поливної води, яку використовували для зрошення шавлії мускатної. Для цього використовували ейхорнію товстонижку, яка має велике значення як природний фітомеліорант.

Установлено, що особливості продукційного процесу рослин ейхорнії товстонижкової та продуктивність її розвитку значною мірою залежать від умов існування цієї рослини (табл. 9). У дослідях визначено, що середньомісячний приріст фітомаси рослин ейхорнії товстонижкової становив, у середньому, 39,2 г. Загальний приріст однієї рослини за 6 місяців склав 186–206 г. Максимальне значення місячного приросту становило 58 г у 6-місячних рослин та мінімальне – 27 г в одномісячних рослин. Склад зеленої маси ейхорнії товстонижкової, що використовувалася для очищення води, характеризувався досить високим вмістом вологи (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.

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 листової пластинки, см ²	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

Зелена маса характеризувалася високим вмістом каротину – до 40 кг/т. Хімічний склад ейхорнії, що використовувалася у процесах очищення СВ (стічні воли) за умов, що у стоках не було важких металів, радіонуклідів, відповідає ДСТУ 4685:2006 «Корма трав'яні штучно висушені. Технічні умови».

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. Її було розділено 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 3.

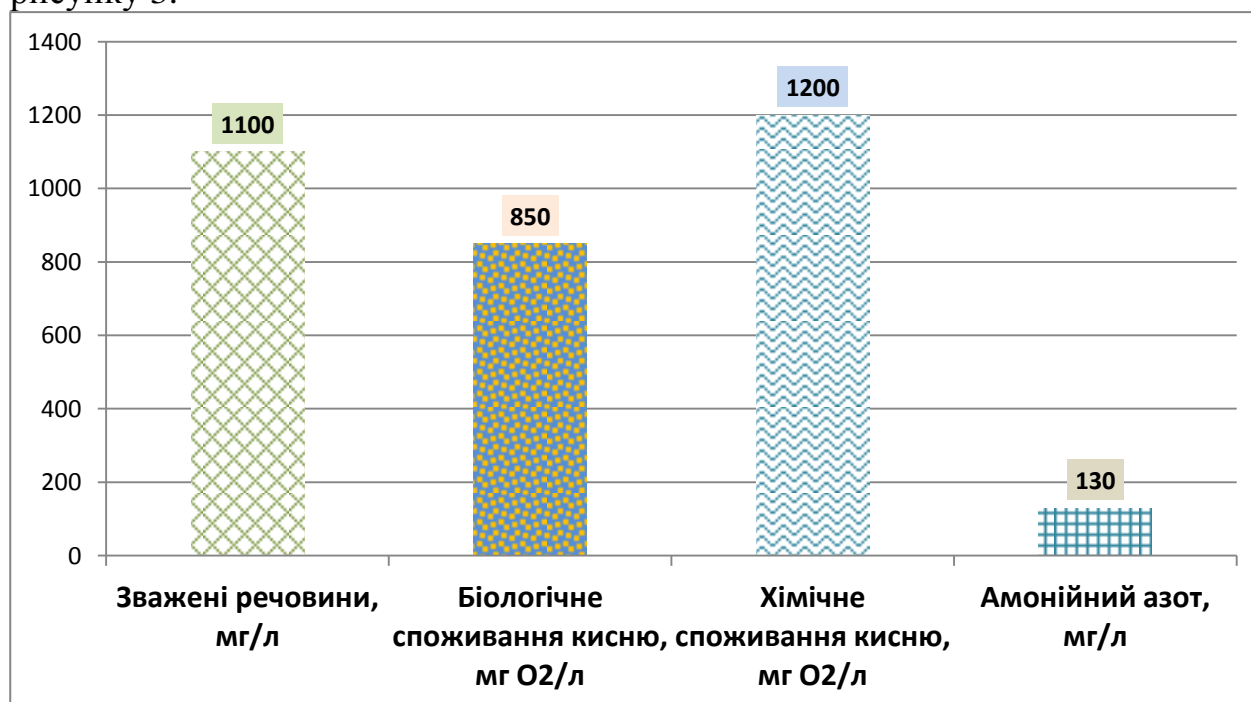


Рис. 3 Вміст забруднювальних речовин у водоймі ранньою весною

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.

Аналізуючи показники води після трьох тижнів відстоювання, можна зробити висновок, що якість води у водоймі поліпшилася, оскільки хімічне споживання кисню знизилося до 30,3, за попереднього відбору води цей показник становив 1200 мг O_2 /л, біологічне споживання кисню за попереднього відбору води становило 850, після відстоювання води – 12,6 мг O_2 /л.

Згідно з варіантом досліду першою водною ділянкою був контроль (без рослин), в інших були – очерет, рогіз та висаджена рослина ейхорнія. Відповідно до методичних указівок проводилися аналізи води у водоймах та відбір рослинних зразків на біохімічний аналіз у різні періоди розвитку рослин.

Після закінчення досліджень 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. 10).

Таблиця 10

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, мг O_2 /л	17,3	13,3	9,4	7,0
БСК, мг O_2 /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

Отже, 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, порівнюючи з контрольним варіантом. Водночас відбулося інтенсивне наростання кореневої системи та надземної маси рослини.

Після вегетації рослин проводилося дослідження біологічних зразків ейхорнії, попередньо висушених до сухого стану. Визначено, 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 погляду обґрунтування використання ейхорнії товстонижкової для очищення водойм для зрошення.

ПРОДУКТИВНІСТЬ ТА ЯКІСТЬ УРОЖАЮ ШАВЛІЇ МУСКАТНОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД ДОСЛІДЖУВАНИХ ФАКТОРІВ

Вирощування сільськогосподарських культур, зокрема й шавлії мускатної, на зрошуваних землях повинно бути спрямовано на отримання високої урожайності, яка має економічне та еколого-меліоративне обґрунтування. В наших дослідах встановлено, що за перший-третій роки використання одержано найвищу врожайність суцвіть – на рівні 14,6 т/га за проведення сівби у першу декаду грудня, внесенні мінеральних добрив у дозі $N_{60}P_{90}$ та міжрядді 45 см. На четвертому році помічено дуже істотне зменшення врожайності суцвіть до 0,6 т/га. Найбільший вплив на продуктивність рослин мали мінеральні добрива та строки сівби, а зміна глибини оранки та ширина міжрядь – меншою мірою вплинули на врожайність суцвіть досліджуваної культури.

За результатами узагальнення експериментальних даних встановлено, що в середньому за варіантами досліду врожайність суцвіть за перший та третій роки використання склала 9,5 т/га, а на другий рік несуттєво підвищилася до 9,6 т/га (табл. 11).

Лише на четвертий рік використання продуктивність шавлії мускатної стрімко впала до 1,40 т/га. Під час перезимівлі на четвертому році використання посіву відбулося випадіння рослин, одна з головних причин – під час входження рослин у зиму фотосинтетичний апарат почав відмирати, коренева система не змогла накопичити необхідну кількість цукру для перезимівлі рослин.

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 4,81 т/га за оранки на глибину 20–22 см та міжряддя 70 см, водночас на четвертому строці помічено її падіння на 4,46 т/га.

У другий і третій роки використання зберігалася перевага першого строку сівби, а також проявилася перевага глибокої оранки (на 28–30 см) та розширення міжрядь до 70 см, які забезпечили приріст урожайності на 4,8 т/га. На четвертому році використання різниця у приростах урожайності суцвіть шавлії мускатної істотно скоротилася, а позитивний ефект зафіксовано лише на першому строці сівби.

Ефективність застосування добрив також 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 на першому строці та міжряддя 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 відбулося істотне зменшення приросту врожайності суцвіть від застосування добрив, особливо на четвертому строці сівби, де цей показник склав лише 0,12–0,15 т/га, що менше $НР_{05}$ для дії та взаємодії досліджуваних факторів.

Таблиця 11

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 А)			
		20–22		28–30	
		фони живлення (фактор В)			
		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

$НР_{05}$, т/га за роки досліджень змінювалася: для факторів А, В, D – від 0,011 до 0,061, а для фактора С – від 0,02 до 0,087.

Дисперсійним аналізом визначено, що мінеральні добрива та строки сівби мали вирішальний вплив на формування врожаю шавлії мускатної у перший і другий роки використання – їх питома вага склала 32–38 % (рис. 4). Частка впливу факторів на формування врожаю шавлії мускатної третього року використання у відсотках була відповідно: фон живлення – 30,4, строки сівби – 43,9, ширина міжрядь – 5,3 та глибина оранки – 2,1 від загального врожаю. На четвертий рік використання відбулося істотне зменшення питомої ваги всіх

факторів, особливо дії та взаємодії мінеральних добрив. Водночас істотно зростає комплексна взаємодія досліджуваних факторів (ABCD), яка склала 29,3 %.

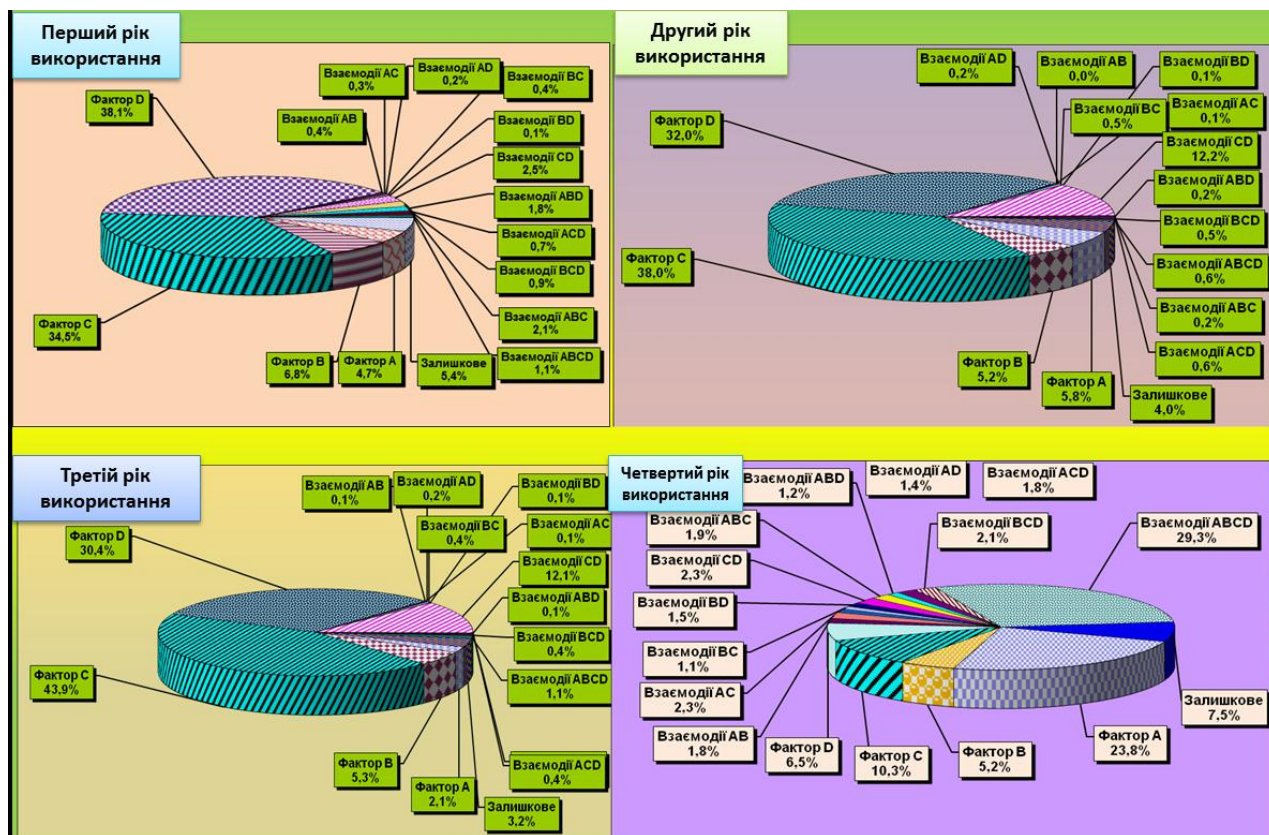


Рис. 4 Частка впливу на врожайність шавлії мускатної за роки використання залежно від дії та взаємодії факторів: фактор А - глибина оранки; фактор В - ширина міжряддя; фактор С – строки сівби; фактор D – фон живлення, %

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 відбувається стале зростання продуктивності досліджуваної культури в межах від 7 до 15 т/га. За ширини міжрядь 60–70 см досягається плато-фаза. Водночас урожайність шавлії мускатної зростає до 16 т/га. Подальше збільшення ширини міжрядь у діапазоні від 80 до 97 см призводить до зниження теоретичного рівня врожайності – до 14,2 т/га. Вузькі міжряддя (30–45 см) зумовлюють внутрішньовидову конкуренцію рослин за воду й поживні речовини, а формування міжрядь у діапазоні 80–90 см зумовлюють непродуктивне використання посівної площі.

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. Максимального рівня показники теоретичної врожайності досліджуваної культури досягають за внесення 80–85 кг д.р./га – 20 т/га. Подальше покращення фосфорного живлення не призводить до зростання врожайності шавлії мускатної (рис. 5).

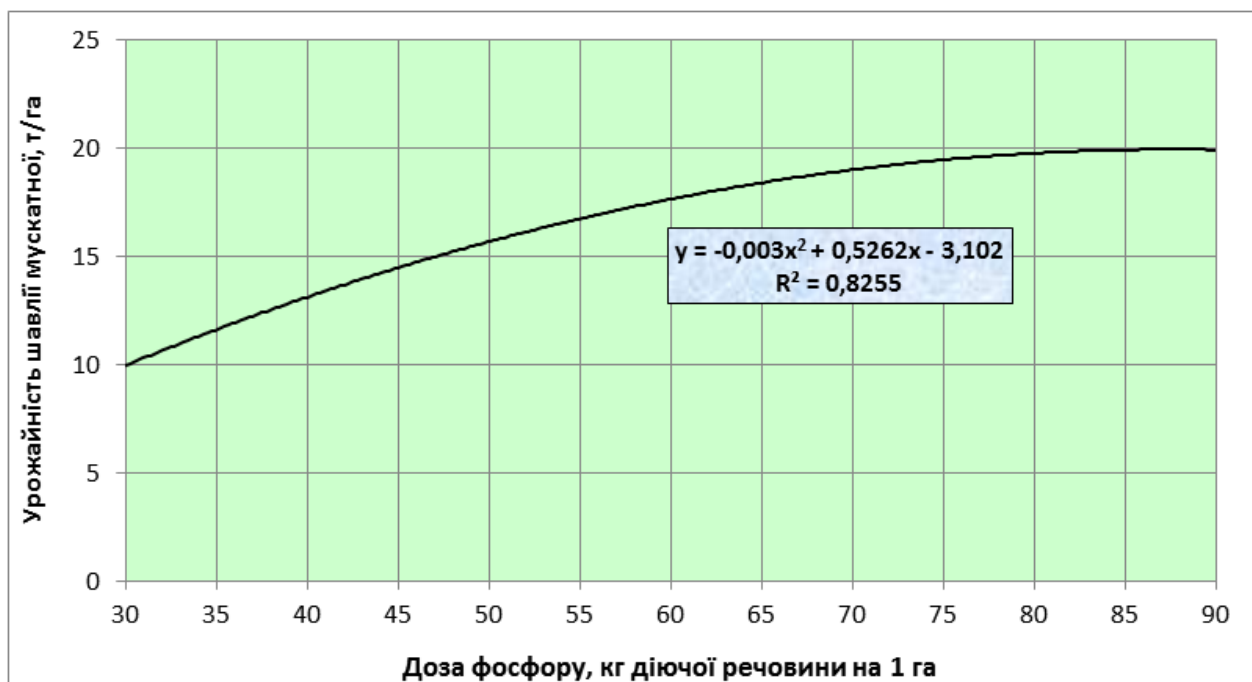


Рис. 5 Кореляційно-регресійна модель взаємозв'язку між дозою фосфорних добрив (на фоні внесення N_{60}) та змодельованими рівнями врожайності шавлії мускатної (середнє за 2013–2018 рр.)

Математичним аналізом доведено, що глибина оранки по-різному відображається на показниках теоретичної врожайності шавлії мускатної. Так, за оранки до 20 см визначено, що теоретична врожайність досліджуваної культури знаходиться на рівні 8–13 т/га. Максимального рівня теоретична врожайність шавлії мускатної одержана за глибини оранки 25 см. Подальше заглиблення основного обробітку ґрунту, особливо до 35–40 см, зумовлює різке зниження теоретичної врожайності досліджуваної культури до 4 т/га.

Цікаві результати одержано після моделювання теоретичного рівня врожайності шавлії мускатної за досліджуваними строками сівби. Визначено, що на першому строці програмований рівень врожайності перевищив 22 т/га. Проведення цього агрозаходу на другому строці зменшило досліджуваний показник до 15 т/га (на 31,8 %). Слід підкреслити, що на третьому і четвертому строках сівби теоретична врожайність склала лише 10 та 7 т/га відповідно.

Важливе значення при вирощуванні шавлії мускатної за умов краплинного зрошення має контроль якості лікарської сировини з урахуванням впливу агротехнічних факторів. Визначено, що вміст сахарози в коріннях досліджуваної культури за роками вирощування 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: другий, третій і четвертий з неістотними коливаннями.

В досліді доведена необхідність коригування часу збирання суцвіть шавлії мускатної. Так, сировина, яку збирали з 6 до 9 години, а також з 19 до 22 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 години 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 години підвищувало вміст ефірної олії у суцвіттях шавлії, що можна пояснити біохімічними процесами в тканинах рослин за суттєвого підвищення температури повітря та уповільнення процесів синтезу олії в суцвіттях досліджуваної культури.

Встановлено, що зміни умовного збору ефірної олії шавлії мускатної першого року використання відбуваються в такій же залежності, як і її синтез у рослині (табл. 12). Так, максимальну кількість ефірної олії в зібраних суцвіттях можливо отримати при скошуванні їх у період з 6 до 11 години або з 19 до 22 години. У період скошування суцвіть культури з 11 до 19 години умовний збір ефірної олії істотно знижувався – на 25,0–88,4 %.

Таблиця 12

Вплив строків сівби та добрив на умовний збір ефірної олії шавлії мускатної, кг/га (середнє за 2012–2018 рр.)

Роки використання	Строки сівби (фактор С)	Добрива (фактор А)				Середнє
		без добрив	$N_{60}P_{30}$	$N_{60}P_{60}$	$N_{60}P_{90}$	
1-й	1-й строк (підзимовий)	20,2	25,8	28,4	33,2	26,9
	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 за роком використання		17,2	21,0	25,6	28,6	23,0
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 за роком 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 за роком використання		5,5	6,8	7,12	7,4	6,6
HP_{05}	Часткових відмінностей: А – 0,10; В – 0,14; С – 0,21					
	Середніх (головних) ефектів: А – 0,03; В – 0,04; С – 0,07					

Унесення мінеральних добрив під основний обробіток ґрунту зумовило суттєве збільшення умовного збору ефірної олії з посівів шавлії мускатної. Так, у варіанті з удобренням у дозі $N_{60}P_{30}$ зафіксовано підвищення кількості зібраної ефірної олії, порівнюючи з природним фоном живлення на 128–281 %.

ЕКОНОМІКО-БІОЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ШАВЛІЇ МУСКАТНОЇ ТА ПРОГРАМУВАННЯ РІВНІВ УРОЖАЮ ДОСЛІДЖУВАНОЇ КУЛЬТУРИ

Економічним аналізом встановлено, що загальна вартість суцвіть цілком залежала від рівня врожаю та закупівельних цін. Тенденція змін цього показника мала такі ж самі закономірності, як і зміна продуктивності посівів під дією досліджуваних прийомів вирощування й досягла найвищого значення (375,3 тис. грн/га) на другому році використання у варіанті зв сівби 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 за сівби у першу декаду квітня, міжрядді 45 см та оранці на глибину 20–22 см.

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 на першому році використання шавлії мускатної в 1,9–2,3 рази. Внесення мінеральних добрив зумовило 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 %. Основним фактором, який формує початкову вартість продукту, є його собівартість. Проведені розрахунки показали, що собівартість урожаю (суцвіть) на другому та третьому роках вирощування була найменшою, а на першому, особливо на четвертому році використання – найвищою. Різниця за варіантами була вищою в 5–7 разів, що є беззаперечним фактом нераціональності використання посівів шавлії мускатної на четвертий рік, тобто на п'ятий рік життя.

За результатами проведення аналізу економічної ефективності визначено, що, незалежно від поєднання досліджуваних агрозаходів, високий рівень умовного чистого прибутку був отриманий в усіх варіантах дослідіду на першому-третьому роках використання, а на четвертому році – окремі варіанти виявилися навіть збитковими (табл. 13).

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 на третьому році, на 21,9 % – на першому, а також у 175 разів – на четвертому році вирощування.

Максимальні показники отримання умовного чистого прибутку – 343,0 тис. грн/га було отримано за вирощування культури на фоні внесення $N_{60}P_{90}$, 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.

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 ₆₀ P ₉₀	без добрив	N ₆₀ P ₉₀
Перший рік використання, 2013–2015 рр.					
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
Другий рік використання, 2014–2016 рр.					
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
Третій рік використання, 2015–2017 рр.					
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
Четвертий рік використання, 2016–2018 рр.					
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

Вирощування шавлії мускатної на четвертому році призвело до збитків на всіх неодобрених варіантах. Проте за внесення азотних і фосфорних добрив у дозі N₆₀P₉₀, 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.

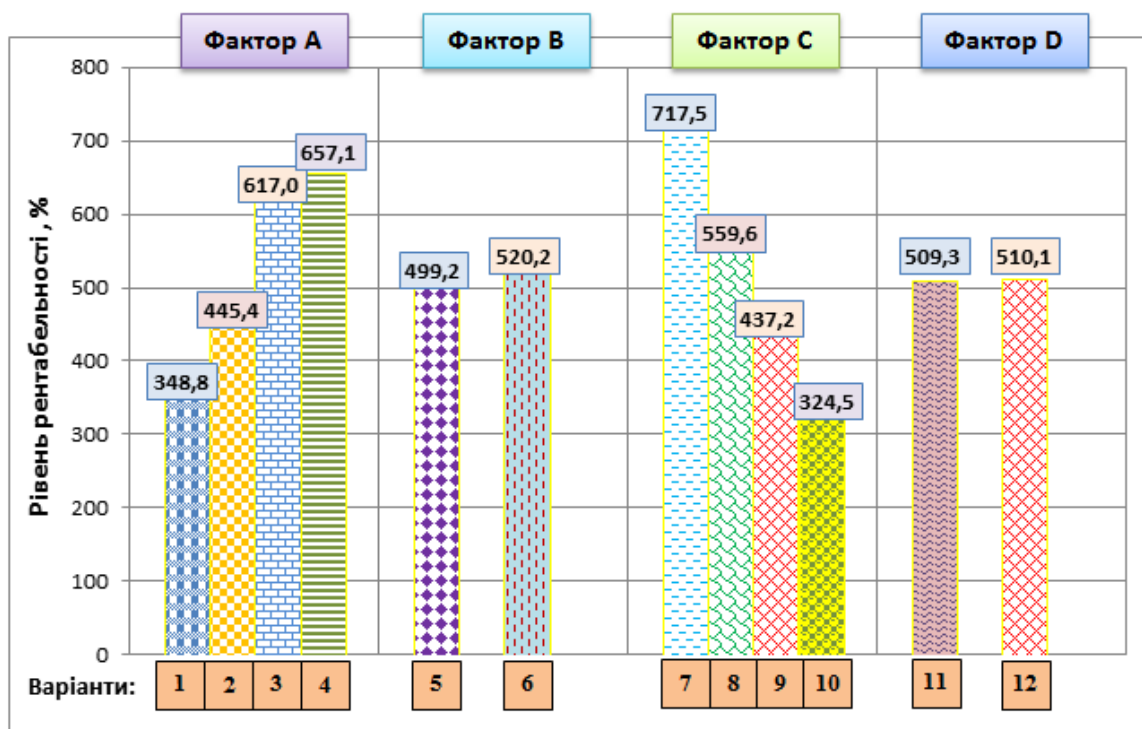
Рівень рентабельності вирощування шавлії мускатної мав суттєві розбіжності як за роками використання, так і залежно від досліджуваних факторів і варіантів (рис. 6).

Доведено, що, у середньому, по фоні живлення (фактор А) визначено дуже високий рівень позитивного впливу підвищення доз фосфорного удобрення (на фоні N₆₀), порівнюючи з контрольним варіантом (без добрив) на рентабельність вирощування шавлії мускатної на третій рік використання. Слід зауважити, що на контролі цей економічний показник склав 348,8 %, а у варіантах з унесенням азотно-фосфорних добрив він підвищився до 445,4–657,1 або в 1,3–1,9 рази.

Глибока оранка на 28–30 см сприяла зростанню рентабельності вирощування досліджуваної культури до 520,2 %. Деяко меншим (499,2 %) цей показник виявився у варіанті з оранкою на глибину 20–22 см.

Високий діапазон коливань виявлено під час аналізу

середньофакторіальної рентабельності за фактором С. Так, мінімальні значення цього показника 324,5 % були на четвертому строці сівби у першу декаду квітня. Даний показник максимально підвищився до 559,6 % на другому строці сівби й до 717,5 % – на першому.



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 – 45 см; 12 – 70 см

Рис. 6 Середньофакторіальні показники рівня рентабельності за вирощування шавлії мускатної за краплинного зрошення на третій рік використання, %

Практично однаковою – 509,3–510,1 % рентабельність була за сівби шавлії мускатної з міжряддями 45 і 70 см.

В цілому за роки використання досліджуваної культури встановлено, що найкращі умови формування рівня рентабельності склалися при вирощуванні культури за оранки на глибину 28–30 см, унесенні мінеральних добрив нормою $N_{60}P_{90}$ на першому строці сівби з міжряддям 45 см з першого по третій рік використання. За цих умов досліджуваний економічний показник складав, у середньому, 435%.

Моделюванням економічних показників розроблених елементів технології вирощування шавлії мускатної визначено, що на 1, 2 та 3 році використання шавлії мускатної спостерігається істотне підвищення чистого прибутку, а собівартість за такої умови має мінімальні значення. Найбільший рівень умовного чистого прибутку одержано за внесення мінеральних добрив у дозі

$N_{60}P_{60}$, в середньому, від 182 до 248 тис. грн/га.

На четвертому році використання зафіксовано істотне зменшення чистого прибутку як у контрольному варіанті без унесення добрив, де він склав, у середньому, 27 тис. грн/га, так і у варіантах з унесенням азотних і фосфорних добрив. На четвертому році також помічено максимальне зростання собівартості у неудобреному варіанті – до 23 грн/кг.

Енергетичним аналізом встановлено, що коефіцієнт енергетичної ефективності при вирощуванні шавлії мускатної перевищив 4 на другому та третьому роках у варіантах з унесенням азотно-фосфорних добрив та сівбі у першу декаду грудня (табл. 14).

Таблиця 14

Коефіцієнт енергетичної ефективності 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	
		Фон живлення			
		без добрив	$N_{60}P_{90}$	без добрив	$N_{60}P_{90}$
Перший рік використання, 2013–2015 рр.					
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
Другий рік використання, 2014–2016 рр.					
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
Третій рік використання, 2015–2017 рр.					
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
Четвертий рік використання, 2016–2018 рр.					
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

Найбільшим (4,17) цей енергетичний показник був зафіксований на другому році використання культури в удобреному варіанті за оранки 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 досліду коефіцієнт енергетичної ефективності був менше одиниці.

Кореляційно-регресійний аналіз показників енергетичної ефективності дозволив установити, що на першому році використання енергоємність продукції істотно зменшувалася у контрольному варіанті (без унесення азотних і фосфорних добрив), а також на ділянках із застосуванням їх у дозі $N_{60}P_{60}$.

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 коефіцієнта енергетичної ефективності, а на четвертому році – проявилось істотне зниження досліджуваних показників.

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./м², 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 м³/га. Максимальні значення цього показника одержали у варіанті з удобренням ($N_{60}P_{90}$). Ширина міжрядь, за якими висівали досліджувану культуру, впливала на загальну кількість спожитої вологи 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 м³/т у варіанті з оранкою на 28–30 см, унесенням добрив у дозі N₆₀P₉₀, 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 N₆₀P₉₀ 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 CO₂ були найвищими. Внесення добрив у дозі N₆₀P₉₀ сприяло максимальному виділенню CO₂ 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 CO₂ 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 CO₂ з поверхні ґрунту. Найбільший відсоток цього показника одержано на другому році використання культури за внесення добрив у дозі N₆₀P₉₀, 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 16⁰ 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 густота стояння рослин на першому році життя склала у варіанті без унесення добрив – 41 шт./м². Добрива, які внесли в дозі N₆₀P₉₀, проявили свою позитивну дію на першому році життя, водночас цей показник зріс на 3 рослини на 1 м². Визначено, що на другий рік використання шавлії мускатної (2014–2016 рр.), сівба у першій декаді грудня з міжряддям 45 см, удобренні N₆₀P₉₀ та оранці на 20–22 см забезпечили зростання цього показника до 4,57 шт./м². На четвертий рік використання помічено різке падіння індексу листової поверхні.

11. В лабораторних дослідах з ейхорнією товстонижковою 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 O₂/л, біологічне споживання кисню також зменшувалося відповідно до 10,4; 6,8; 5,4 мгO₂/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 другий – 9,69, а за третій – 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 першій-третьій 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 першій 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 сівбі 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, сівбі 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 досліду, особливо у неудобреному варіанті за сівби у першу декаду квітня.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА

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 м³/га;
- на другий-третій роки життя весною на посівах з міжряддям 70 см слід

проводити дві міжрядні культивациі 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 ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Монографії

1. **Чабан В. О.** Сучасні методи очищення суднових стічних та ляльних 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 товстоножкової. *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 товстоножкової. *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 товстоножкової. *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 ляльних 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 фотомеліоративних 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.** Раціональність 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. *Зрошуваче 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 воднофізичних 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 листової 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*).

АНОТАЦІЯ

Чабан В. О. Агротехнологічне обґрунтування технології вирощування шавлії мускатної за краплинного зрошення в умовах південного степу України. – 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.

За результатами досліджень обґрунтовано 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. Досліджено 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.

Доведено, що для отримання врожайності суцвіть шавлії мускатної на рівні 14–15 т/га на темно-каштановому ґрунті півдня України виробникам рекомендується після прибирання зернового попередника – пшениці озимої, вносити мінеральні добрива з розрахунку $N_{60}P_{90}$, проводити оранку на глибину 20 – 22 см, вирівнювати поле у міру зволоження ґрунту опадами, в першій декаді грудня проводити передпосівну культивуацію бороною-культиватором БК-1,0 на глибину 3–5 см, сівбу виконувати сівалкою СО-4,2, ширина міжряддя 70 см, норма висіву насіння 10 кг/га, що забезпечить загущення рослин у посіві до 400 тис./га. Під час другого терміну посіву передпосівний обробіток ґрунту й сівбу виконувати на ту ж глибину (3–5 см) у другій декаді березня. На посівах шавлії мускатної в період вегетації проводити крапельне зрошення, розрахунковий шар ґрунту 0–50 см, вологість активного шару підтримувати на рівні 70–75 % НВ, зрошувальна норма культури 750 м³/га, на другий-третій роки життя слід проводити дві міжрядні культивуації культиватором КРН-4,2, глибина обробки 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 й з 19 до 22 години. Скошену масу терміново вивозити на місце переробки сировини.

Ключові слова: шавлія мускатна, краплинне зрошення, удобрення, глибина оранки, строк сівби, ширина міжряддя, водоспоживання, врожайність, економічна ефективність, енергетична оцінка, програмування врожаю.

АННОТАЦІЯ

Чабан В. А. Агротехнологическое обоснование технологии выращивания шалфея мускатного при капельном орошении в условиях Южной Степи Украины. – На правах рукописи.

Диссертация на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук по специальности 06.01.02 «Сельскохозяйственные мелиорации». – Херсонский государственный аграрно-экономический университет, Херсон, 2021.

По результатам исследований обоснованы теоретические положения и практические рекомендации по повышению продуктивности шалфея мускатного за счет разработки новых и усовершенствования существующих агроприемов. В условиях капельного орошения установлено динамику водного и питательного режимов почвы, определено влияние природных и антропогенных факторов на рост и развитие исследуемой культуры, формирование урожайности и качества лекарственного сырья. Исследовано влияние удобрений, глубины вспашки, сроков посева и ширины междурядий на водопотребление, продуктивность, засоренность посевов шалфея мускатного. Теоретически обоснованы, обобщены оптимизированные подходы к нормированию ресурсов с учетом сохранения плодородия, рационального использования продуктивной влаги и получения высоких урожаев соцветий шалфея мускатного. Установлены оптимальные сроки посева и наиболее эффективные схемы размещения растений в посевах. Разработаны модели продуктивности культуры, установлены закономерности экономических и энергетических показателей.

Доказано, что для получения урожайности соцветий шалфея мускатного на уровне 14–15 т/га на темно-каштановых почвах юга Украины производству рекомендуется вслед за уборкой зернового предшественника – пшеницы озимой, вносить минеральные удобрения из расчета $N_{60}P_{90}$, проводить вспашку на глубину 20–22 см, выравнять поле по мере увлажнения почвы осадками, в первой декаде декабря проводить предпосевную культивацию бороной-культиватором БК-1,0 на глубину 3–5 см, посев выполнять сеялкой СО-4,2, ширина междурядья 70 см, норма высева семян 10 кг/га, что обеспечит загущение растений в посевах до 400 тыс./га. При втором сроке посева предпосевную обработку почвы и посев выполнять на ту же глубину (3–5 см) во второй декаде марта. На посевах шалфея мускатного в период вегетации проводить капельное орошение, расчетный слой почвы 0–50 см, влажность активного слоя поддерживать на уровне 70–75 % НВ, оросительная норма культуры 750 м³/га, на второй - третий годы жизни следует проводить две междурядные культивации культиватором КРН-4,2, глубина обработки 4–6 см.

Уборку урожая соцветий шалфея мускатного проводить кормоуборочным комбайном «Рось-2», высота среза травостоя 25 см, оптимальное время скашивания с 6 до 11 часов и с 19 до 22 часов. Скошенную массу срочно увозить на место переработки сырья.

Ключевые слова: шалфей мускатный, капельное орошение, удобрения, глубина вспашки, срок посева, ширина междурядья, водопотребление, урожайность, экономическая эффективность, энергетическая оценка, программирование урожая.

SUMMARY

Chaban V.A. Agrotechnological substantiation of the technology of the *Salvia sclarea* L. cultivation with drip irrigation in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine. - Manuscript.

Dissertation for the degree of Doctor of Agricultural Sciences in the specialty 06.01.02 "Agricultural land reclamation". – Kherson State Agrarian and Economic University, Kherson, 2021.

Based on the research results, theoretical provisions and practical recommendations for increasing the productivity of *Salvia sclarea* L. by developing new and improving existing agricultural practices have been substantiated. Under the conditions of drip irrigation, the dynamics of the water and nutrient regimes of the soil was established, the influence of natural and anthropogenic factors on the growth and development of the studied culture, the formation of the yield and quality of medicinal raw materials was determined. The influence of fertilizers, plowing depth, sowing time and row spacing on water consumption, productivity, weediness of clary sage crops was investigated. Optimized approaches to resource rationing, taking into account the preservation of fertility, rational use of productive moisture and obtaining high yields of clary sage inflorescences, are theoretically substantiated and generalized. The optimal sowing dates and the most effective schemes of plant placement in crops have been established. Models of crop productivity have been developed, patterns of economic and energy indicators have been established.

The total water consumption of crops was in the range of 4811-6014 m³/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 N₆₀P₉₀.

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. When applying mineral fertilizers dose N₆₀P₆₀ 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 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.

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.

It has been proven that in order to obtain the yield of clary sage inflorescences at the level of 14-15 t/ha on the dark chestnut soils of the south of Ukraine, it is recommended for production after harvesting the grain predecessor - winter wheat, to apply mineral fertilizers at the rate of $N_{60}P_{90}$, to plow to a depth of 20-22 cm, level the field as the soil is moistened with precipitation, in the first decade of December, carry out pre-sowing cultivation with a BK-1.0 harrow cultivator to a depth of 3-5 cm, sowing with a SO-4.2 seeder, row spacing 70 cm, seed rate 10 kg/ha, which will provide thickening of plants in the sowing 400 thousand/ha. At the second sowing period, pre-sowing soil cultivation and sowing should be carried out at the same depth of 3-5 cm in the second decade of March. On sage crops during the growing season, carry out drip irrigation, the calculated soil layer is 0-50 cm, the moisture content of the active layer is maintained at 70-75% FCW, the irrigation rate of the culture is 750 m³/ha, in the second - third years of life, 2 inter-row cultivation should be carried out cultivator KRN-4,2, processing depth 4-6 cm. Harvesting of clary sage inflorescences should be carried out by forage harvesters "Ros-2", the height of the herbage cut is 25 cm, the optimal mowing time is from 6 to 11 days and from 19 to 22 pm. Immediately take the cuttings to the place of raw material processing.

Key words: clary sage, drip irrigation, fertilizers, plowing depth, sowing time, row spacing, water consumption, productivity, economic efficiency, energy assessment.

Формат 60×84/16. Папір офсетний.
Ум. друк. арк. 2,81
Підписано до друку 26.03.2021 року
Тираж 100 примірників.

Видавництво
Херсонська державна морська академія,
просп. Ушакова, 20, м. Херсон, 73000
Тел. 49-20-20
Ел. адреса: rvv@ksma.ks.ua

Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої
справи до Державного реєстру
ДК № 4319 від 10.05.2012 р.