

В.О. Чабан, В.О. Ушкаренко

**НАУКОВЕ ОБҐРУНТУВАННЯ
ВИРОЩУВАННЯ ШАВЛІЇ МУСКАТНОЇ
В УМОВАХ КРАПЛИННОГО ЗРОШЕННЯ
ПІВДЕННОГО СТЕПУ УКРАЇНИ**

Монографія



Міністерство освіти і науки України
Херсонський державний аграрно-економічний університет
Херсонська державна морська академія

В.О. Чабан
В.О. Ушкаренко

**Наукове обґрунтування
вирощування шавлії мускатної
в умовах краплинного зрошення
південного степу України**

Монографія

Херсон
ХДМА
2021

Рецензенти:

Ю. О. Лавриненко – д. с.-г. н., професор, академік НААН,
головний науковий співробітник відділу
селекції Інституту зрошуваного землеробства НААН;
С. В. Коковіхін – д. с.-г. н., професор, заступник директора
Інституту зрошуваного землеробства НААН;
В. І. Базалій – д. с.-г. н., професор, завідувач
кафедри рослинництва, генетики, селекції та насінництва
Херсонського державного сільськогосподарського університету

*Рекомендовано до друку вченою радою
Херсонського державного аграрно-економічного університету
(протокол № 6 від 10.12.2020 року)*

Чабан В. О.

Ч12 Наукове обґрунтування вирощування шавлії мускатної в умовах краплинного зрошення південного степу України : монографія / В.О. Чабан , В.О. Ушкаренко. – Херсон : ХДМА, 2020. – 148 с.

ISBN 978-966-2245-70-7

У даній роботі надані результати багаторічних досліджень щодо вирощування шавлії мускатної на землях Херсонської області, що дало можливість рекомендувати господарствам інших областей України з вирощування даної культури, які знаходяться з даними сумами активних температур (забезпеченість теплом), сумарною сонячною радіацією (забезпеченість світлом), тривалістю безморозного періоду, умовами зволоження, кількістю опадів, забезпеченістю водними ресурсами, рельєфом тощо.

Дана монографія буде корисною для науково-педагогічних працівників сільськогосподарського спрямування у вирішенні питань щодо зниження навантаження на природні запаси, що дасть можливість збереження довкілля для майбутніх поколінь.

УДК 633.81:582.929.4:631:674.6(477.7)

ISBN 978-966-2245-70-7

© Чабан В. О.,

Ушкаренко В. О., 2020

© ХДМА, 2020

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1.....	12
1.1 Екологія, біологія шавлії мускатної та можливість вирощування її в умовах зрошення на півдні України.....	12
1.2 Медичне значення шавлії мускатної.....	17
1.3 Значення агроекологічних факторів росту та розвитку шавлії мускатної.....	20
1.4 Стан вивченості питання та задачі досліджень.....	26
РОЗДІЛ 2.....	76
2.1 Використання вологи рослинами шавлії мускатної та окупність урожаю зрошувальної води при краплинному зрошенні залежно від факторів, що досліджувалися.....	76
2.2 Поживний режим ґрунту та вплив його на розвиток рослин шавлії мускатної.....	82
2.3 Ріст та розвиток рослин шавлії мускатної залежно від досліджуваних факторів.....	95
2.4 Забур'яненість посівів шавлії мускатної залежно від досліджуваних факторів та тривалості вирощування культури.....	103
2.5 Збереження рослин шавлії мускатної у посівах.....	106
РОЗДІЛ 3.....	109
3.1 Формування вологозабезпеченості та забур'яненості посіву шавлії мускатної при використанні культиватора КПС-4 та борони культиватора БК-1,0.....	109
РОЗДІЛ 4.....	115
4.1 Біологічне очищення зрошувальної води від вмісту солей важких металів за допомогою ейхорнії товстоножкової.....	115
РОЗДІЛ 5.....	125

5.1 Вплив досліджуваних факторів на продуктивність шавлії мускатної при краплинному зрошенні.....	125
5.2 Вплив позитивних температур повітря на вміст ефірної олії в рослинах шавлії мускатної в різні роки життя.....	127
РОЗДІЛ 6.....	131
6. Економічна ефективність розробленої технології вирощування шавлії мускатної залежно від років використання, строків сівби та фонів живлення при краплинному зрошенні.....	131
ВИСНОВКИ.....	140
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	142

ВСТУП

Збільшення виробництва високоякісних медичних препаратів з лікарської сировини один із стратегічних напрямів розвитку фармацевтичної промисловості України, підвищення їх конкурентної здатності знайшли своє відображення в основних напрямках з охорони здоров'я населення на період до 2025 року.

Зростання попиту на лікарські трави пов'язано з тим, що європейські виробники поступово відмовляються власноруч вирощувати продукцію, закупаючи готову сировину в Україні та перепродаючи її іншим країнам. Аналізуючи наявну статистичну інформацію щодо виробництва лікарських культур в Україні в усіх категоріях господарств, зазначимо, що протягом 2014–2017 рр. відбулося скорочення обсягів виробництва на 14,1%. Наявний постійний попит стимулює операторів Західної та Центральної України нарощувати обсяги заготівлі лікарської сировини. У 2017 р. площі лікарських рослин в Україні склали 4,1 тис. га, а ефіроолійних – 9,1 тис. га, тоді як у 2016 р. ці площі склали 60,7 тис. га та 24,2 тис. га відповідно. Всього, згідно з оцінками спеціалістів, системно лікарські трави в Україні вирощують 10 компаній на землях, загальною площею у 2 тис. га [24].

Площі під певними культурами з року в рік можуть змінюватися у межах 0,5–100 га. До найбільш популярних культур належать: розторопша плямиста, ехінацея пурпурова, череда трироздільна, шавлія лікарська, м'ята перцева, лаванда [23].

Актуальність теми. В Україні є великі природні ресурси цінних видів рослин, зокрема й лікарських. Однак їх ресурсний потенціал обмежений, тому виявлення сировинних резервів та оцінка фіторесурсів, розробка наукового обґрунтування їх невиснажливого використання має загальнонаціональне значення [26]. Виснаження природних цінних видів рослин, що зростають в Україні, значною мірою спричинене відсутністю координації між основними міністерствами та іншими центральними

органами законодавчої та виконавчої влади, у віданні яких знаходяться відповідні ресурси, заготівельними організаціями та фармацевтичною промисловістю. Відсутність скоординованих дій між установами, що займаються вивченням, виявленням, відтворенням та заготівлею лікарських рослин призводить до ускладнень у процесі розробки та впровадження заходів щодо забезпечення національного виробництва медичних препаратів з рослинної сировини, невиснажливого використання природних фіторесурсів, тим більше їх відтворення. Лікарське рослинництво в Україні зараз переживає повний занепад [24]. Науково-дослідні станції не фінансуються, багато наукових проєктів, чекаючи інвестицій, припадають пилом на полицях. Втрачаються кадри, втрачаються технології, зруйнована селекційна робота та насінництво. Різко знизилася виробництво лікарської рослинної сировини на полях і заготівля дикоросів. Лікарське рослинництво відкинуто на багато років назад [26], [25]. На сторінках наукових видань багатьма авторами неодноразово розглядалися питання розвитку наукових досліджень у лікарському рослинництві [27]. Усі сходяться на тому, що необхідно відновлювати втрачені позиції і досягати нових успіхів. Частка лікарських препаратів на основі рослинних інгредієнтів у загальному обсязі медикаментів становить значний інтерес на світовому фармацевтичному ринку, що зумовлено двома чинниками: відносно невеликими розмірами первісних інвестицій і популярністю тренду «екологічності та натуральності», який охоплює всі сфери життя. У більшості розвинених країн, і Україна не є винятком, сировинна база лікарської рослинної сировини формується переважно з трьох джерел: заготівлі дикорослих лікарських рослин; культивування лікарських рослин; імпорту лікарської рослинної сировини. У різних країнах співвідношення обсягів сировини, заготовленої у той чи інший спосіб, є різним, що пов'язано з природно-кліматичними умовами, розвитком агропромислового комплексу і сформованими традиціями [27]. Однак унаслідок низки екологічних проблем

збір дикорослих рослин не завжди забезпечує отримання сировини відповідної екологічної якості і в необхідній кількості, що також визначає доцільність створення промислових виробництв. Культивування лікарських рослин здійснюється на спеціально відведених для цього територіях, що дає змогу отримувати високоякісну та екологічно безпечну сировину. Окрім того, істотною є також роль лікарського рослинництва як відтворювальної діяльності, що надає можливість знизити експлуатаційне навантаження з відновлюваних природних ресурсів і підтримує екологічну рівновагу. Поряд із тим таке сільськогосподарське виробництво сприятиме зниженню надлишкової експлуатації дикорослих запасів лікарських рослин. У промислових масштабах переробку лікарської рослинної сировини в Україні здійснюють спеціалізовані аграрні підприємства (багато з них є складовою частиною фармацевтичних підприємств), серед найбільших можна виокремити ТОВ «Сумифітофармація», ДП «Ліктрави», ВАТ «Лубнифарм», ТОВ «Фітосвіт ЛТД», ТОВ «Чиста Флора», ПОСП «Зоря», Дослідна станція лікарських рослин ІАП НААН та ін. Однак номенклатура, обсяги і якість вітчизняної продукції не задовольняють щораз більші потреби медицини та населення. Однією з причин такого становища є недостатній розвиток власної промислової сировинної бази. Адже в умовах планової економіки в колишній Українській РСР була доволі потужна база з вирощування та заготівлі лікарських трав, що за нинішньої економічної кризи в новій Україні прийшла в занепад. З 14 радгоспів-заводів, що входили в державну структуру з виробництва лікарських трав «Укрфітотерапія», залишилося всього чотири (у Полтавській, Сумській, Львівській та Тернопільській областях). Більшість державних спеціалізованих господарств у період економічних трансформацій були перепрофільовані та з часом збанкрутували, а матеріально-технічний та фінансовий стан решти господарств характеризується як украй незадовільний [25]. Слід наголосити, що фермерські господарства й досі не виявляють інтересу до лікарських трав, незважаючи на високу прибутковість їхнього

культивування, наприклад, вирощування ромашки, валеріани вдвічі перевищує рентабельність вирощування пшениці [23]. Це пояснюється відсутністю можливості отримання комерційної вигоди в короткі терміни, оскільки дохід від посівів більшості лікарських трав забезпечується через два-три роки, а отримати кредити на умовах дво-трирічного очікування економічної віддачі в Україні доволі складно. Тому, на нашу думку, необхідним у сучасних умовах є переведення підгалузі лікарського рослинництва на промислову основу, що передбачає створення мережі спеціалізованих господарств, оснащення їх сучасними засобами механізації і обладнанням, а також забезпечення організації первинної переробки сировини [25].

Окрім вище наведених перешкод у розвитку лікарського рослинництва, важливим аспектом є організаційне забезпечення екологічно орієнтованого виробництва лікарської рослинної сировини. Як відомо, експерти називають багато чинників, що зумовлюють підвищення споживчого попиту на екологічно безпечні лікарські рослинні засоби, насамперед: відносна безпека дії, незначна кількість побічних ефектів, можливість раціонального поєднання лікарських рослин між собою та із синтетичними лікарськими препаратами, цінова доступність [23]. Крім того, позитивне ставлення споживачів до лікарських засобів з рослинної сировини сформувалося завдяки багатовіковим традиціям і колосальному досвіду народної медицини [23]. Тому необхідною умовою розвитку лікарського рослинництва є врахування чинників впливу на організацію культивування лікарських рослин.

Передумовою такого розвитку було заснування у 1993 році у м. Женева неурядової організації Міжнародної ради з питань лікарських і ароматичних рослин (ICMAP). Мета організації полягає у сприянні взаєморозумінню та співробітництву у сфері використання лікарських і ароматичних рослин; для покращення обміну інформацією. У 2008 р. під егідою FairWild Foundation,

BfN, TRAFFIC (контроль і регулювання міжнародної торгівлі), WWF (сприяння розвитку освіти та регулювання виробництва і споживання), IUCN, SIPPO (Швейцарська програма заохочення імпорту) був створений Міжнародний стандарт щодо збирання дикорослих лікарських та ароматичних рослин (ISSC-MAP), основна ідея сталого використання якого полягає в тому, що біологічні ресурси повинні бути зібрані в обсягах можливого, що забезпечує їх самовідновлення. Основною метою ISSC-MAP є потреба зупинити надмірну експлуатацію, незаконний збір та несанкціоновану торгівлю дикорослими лікарськими рослинами через створення ефективної системи сприяння невиснажливому збору сировини в дикій природі, особливо в країнах, що розвиваються [9]. За фінансової підтримки Федерального міністерства економічного співробітництва та розвитку Німеччини засновники фонду приступили до здійснення ISSC-MAP – проєктів у всьому світі через спільні ініціативи [16]. Наразі вони діють у Бразилії, Камбоджі, Індії, Лесото, Непалі, Китаї, Боснії і Герцеговині. Теоретичні і практичні аспекти розвитку лікарського рослинництва висвітлено у працях таких вітчизняних і зарубіжних учених, як Б. Семак, Л. Демкевич, Т. Мірзоева, Н. Куценко, О. Губаньов, О. Тихонов та ін. Збереження та стале використання лікарських рослин вивчали також зарубіжні вчені (J. Small, J. Chamberlain, K. Appiah, H. Mardani, A. Osivand, R. Kumar, S. Dobhal, B. Maan, Z. Munzbergova, T. Dostalek) [23].

В Україні з 2012 року впроваджена належна практика культивування і збору лікарських рослин (GACP), що уможливорює використання лікарської рослинної сировини гарантованої якості, а також принципи та правила належної практики виробництва лікарських засобів рослинного походження (GMP), в яких висвітлено вимоги стандартизації до лікарської рослинної сировини та основні показники її якості [23].

Важливою складовою цих чинників, на нашу думку, повинна бути система екологічного контролю, що визначає відповідність виробництва

екологічним вимогам, установленим технічними регламентами та іншими нормативами, зокрема й міжнародними. До економічних чинників, що впливають на організацію виробництва лікарської рослинної сировини, відносяться [23] розмір основного й обігового капіталів; доступ до вільних грошових коштів, що реалізується через можливість залучення інвестицій або кредитів; структура земельних відносин, форма власності на землю, форма господарювання; кількісно якісні показники, що характеризують земельні угіддя в аспекті можливості інтенсифікації виробництва, освоєння невикористовуваних земель та меліорації; обсяги виробництва основної та побічної продукції; форма організаційно-виробничої структури господарства; рівень забезпечення трудовими ресурсами; також не менш важливою групою чинників є комплекс, що визначає спеціалізацію господарства, тобто: структура внутрішньогосподарських галузей, структура виробничих угідь, посівних площ і насаджень багаторічних ефіроолійних і лікарських рослин; система спеціальних сівозмін, зумовлених потребами галузі.

Одним із важливих елементів організації екологічно орієнтованого виробництва лікарської рослинної сировини є впровадження механізованих процесів вирощування лікарських культур, що є необхідною умовою для отримання продукції високої якості. Крім того, механізація виробництва дає змогу оптимізувати витрати ручної праці, підвищити продуктивність, а також скорочувати терміни збирання сировини, а отже, і раніше починати випуск готової продукції [24]. Винятково важливе значення мають соціальні чинники, що враховуються під час організації виробництва лікарської рослинної сировини, а саме: комплекс показників, які характеризують структуру та динаміку міграційних процесів, а також щільність населення; стан соціальної інфраструктури на виробничих територіях; мінімізація використання ручної праці в технологічних процесах вирощування культур та під час перероблення сировини; забезпечення відповідного рівня оплати, матеріального стимулювання праці для забезпечення мотиваційної функції;

сучасна система логістики; відповідне забезпечення водопостачанням. До екологічних чинників, що впливають на виробництво лікарської рослинної сировини, слід віднести продуктивні й територіальні властивості землі та природні умови, зокрема природні ресурси і їх родючість, геологічні, просторові, гідрологічні, гідрографічні, геоботанічні, природно-кліматичні умови, а також рельєф. До основних природно-кліматичних чинників, що визначають можливість розміщення галузі лікарського рослинництва, належать: якість ґрунтів, сума активних температур (забезпеченість теплом), сумарна сонячна радіація (забезпеченість світлом), тривалість безморозного періоду, умови зволоження, кількість опадів, забезпеченість водними ресурсами, рельєф тощо [9]. 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 ресурси (чинники) просторової організації виробництва [23].

Результати дослідження чинників, які впливають на організацію виробництва та переробку лікарських рослин, свідчать, що саме екологічні чинники є головною умовою розвитку лікарського рослинництва. У зв'язку з цим важливе значення має розробка основних технологічних операцій при вирощуванні шавлії мускатної (*Salvia sclarea* L.) і, які забезпечують формування запланованого урожаю з високим вмістом ефірної олії. Подібні дослідження в південному степу України не проводились, тому були проведені, оскільки стали складовою частиною тематики Херсонського державного аграрно економічного університету «Теоретичне обґрунтування агроекологічних систем вирощування лікарських та ефіроолійних культур в умовах півдня України» (№ д. р. 00199 ИА 003599).

РОЗДІЛ 1

1.1 Екологія, біологія шавлії мускатної та можливість вирощування її в умовах зрошення на півдні України

На півдні України важливе значення мають культури стійкі до стресових умов (підвищена температура, знижена відносна вологість повітря), які мають високу продуктивність та підвищені якісні характеристики сировини. Для даної зони такими можуть стати лікарські та ефіроолійні культури.

Зміни клімату, які ми спостерігаємо в останні роки, привертають велику увагу суспільства і тому постійно перебувають у центрі уваги. У ході досліджень нами встановлено, що в останні роки суми активних та ефективних температур на території південного степу України мають стійку тенденцію до зростання. Так, у 2012 р. сума активних температур $+15^{\circ}\text{C}$ була на 40 % вища за багаторічну. Так само опади мають нестабільний характер, значно коливаються із року в рік і не задовольняють потреб рослин у волозі [9].

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

Шавлія мускатна поширена в Європі (Причорномор'я, Крим, Кавказ); Середній Азії – (гірський Туркменістан, Киргизія, Тянь-Шань); Північній Африці. Звичайно вона росте в посушливих умовах, гірських і передгірських районах на кам'янистому ґрунті, глинистих і піщаних схилах, серед кущів,

При переселенні шавлії мускатної з гірських місцевостей у долину спостерігалась тенденція до зменшення вегетаційного періоду і в посівах появились однолітні форми, які відмирили після вегетації. Пояснюється, це тим, що потрапляючи в більш сприятливі умови для розвитку, багаторічні

форми шавлії мускатної встигають протягом одного року пройти всі етапи онтогенетичного розвитку і після плодоношення відмирають, як ярові культури (Г. К. Гунько, 1936, 1937, В. О. Казарян, 1952, М. Х. Чайлахян, 1958). Відносять шавлію мускатну до багаторічних рослин і вказують на вирощування багаторічної шавлії мускатної в умовах Криму та Північного Кавказу. Для Середньої Азії, де шавлія вирощувалась на богарі в зрівняно бідних ґрунтах, вони знаходили можливість отримання повного врожаю на третій рік її культивування [23].

Уперше її почали вирощувати у Франції в 1909 році [26]. В Україні культивують з 1929 р. Середній урожай суцвіть шавлії мускатної в Україні становить 35–40 ц/га [4, 12]. Хоча Петриченко В. Ф., Лихочвор В. В. [17] зазначають, що урожайність суцвіть шавлії коливається від 30 до 85 ц/га. Вихід ефірної олії 15–23 кг/га.

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

Отже, останнім часом актуальними є питання з удосконалення та розробки для конкретних ґрунтово-кліматичних умов регіону основних аспектів технології вирощування шавлії мускатної, яка б забезпечила збільшення продуктивності культури та отримання з неї максимально можливого врожаю екологічно чистої та якісної сировини

У перший рік життя шавлія утворює прикореневу розетку листя, на другий рік у неї утворюються стебла, суцвіття і плоди. На посівах другого року життя у південних районах України цвітіння починається на початку липня і закінчується у серпні.

В умовах Криму проведені дослідження з вивчення розвитку кореневої системи шавлії мускатної (Н.Я. Іванченко, 1964). Установлено, що насіння шавлії проростає одним корінцем з добре вираженими зонами: ділення

(довжиною 2–3 мм), зростання (3–4 мм) і всмоктування, довжина якої значно коливається. На кінчику корінця чітко виражений чохлик. Зона поділу має гладку, без опушення, поверхню, зона всмоктування густо покрита тонкими кореневими волосками, кількість яких досягає 150–200 штук на 1 мм. Це свідчить про те, що рослина пристосована до умов недостатнього зволоження і низької забезпеченості ґрунту елементами живлення. Довжина корневих волосків досягає 2,0–2,5 мм. До появи сім'ядоль на поверхні ґрунту корінець поглиблюється на 10–16 см. Добовий приріст корінця в довжину складає 10–25 мм, водночас чітко виражена періодичність його зростання. Загальний вигляд рослини шавлії мускатної другого – четвертого років життя показано на рисунку 1.



Рис. 1 Загальний вигляд рослини шавлії мускатної другого-четвертого років життя

Так, у період інтенсивного розвитку листя темпи зростання корінця знижуються, а в період повільного розвитку листя зростання його посилюється. Від фази сім'ядоль до фази утворення розетки зростає головним чином стрижневий корінь, який проникає на глибину 50–60 см, а потім починають зростати бічні корені, темпи зростання яких вище, ніж головного кореня. Радіус поширення і глибина проникнення бічних коренів шавлії в перший рік вегетації становить у фазі шести пар листя (липень) 10–12 і 20 см, а у фазі 18 пар (жовтень) – 30 і 30–35 см відповідно. У фазі шести пар листя до 72% бічних коренів зосереджені в орному шарі радіусом до 15 см, а решта можуть проникати і в середину міжрядь. Водночас до 4% всмоктувальних корінців розвивається біля поверхні ґрунту, під розеткою листя, на глибині 3–5 см, де підтримується достатня вологість ґрунту (Покрищенко В. Н., 1986).

Шавлія мускатна (*Salvia sclarea* L.) – трав'яниста рослина сімейства ясноквіткові (Lamiaceae), що має стержневий, розгалужений корінь, що, проникає в ґрунт на глибину до 2 м.

Стебло чотиригранне, згори волотисто-гіллясте, завтовшки 1–2 см гіллясте, висотою 30–100 см. Стебло та гілки закінчуються довгою розлогою мітллкою. Листя черешкові, великі, яйцевидні, двоякозубчаті, опушені. До верхівки стебла вони зменшуються, переходячи у безчерешкові, сидячі. Квітки двостатеві, великі, рожевувато-фіолетові, світло-сині, рідше білі.

Корінь стрижневий, дерев'янистий, проникає в ґрунт у перший рік на 90–120 см, у другий – на 130–150 см., що дозволяє рослинам використовувати вологу з глибоких шарів ґрунту та формувати врожай у посушливі роки.

Насіння дрібне (завдовжки до 2,5 мм), округле, темно-коричневе. Маса 1000 насіння 3,5–5 г.

Шавлія мускатна має ярі, озимі та дворічні форми. У виробництві більше поширені сорти озимого типу. У шавлії мускатної виділяють такі фази: сходи, розетка, стеблуння, цвітіння, технічна стиглість сировини,

дозрівання насіння.

Шавлія мускатна не пред'являє високих вимог до тепла. Її насіння починає проростати при 10–12°C. Сходи переносять заморозки мінус 6–8°C, а дорослі рослини – морози мінус 28°C. Звичайно чим вища температура під час цвітіння, тим більша олійність сировини.

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

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

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

Шавлія світлолюбна. У разі недостатньої кількості світла рослина сильно витягується і, зазвичай, у перший рік не дає суцвіть. Це рослина довгого дня.

Шавлія мускатна відноситься до засухостійких культур. Водночас вона відкликається на вологу. Особливо високі вимоги до вологи пред'являє в період проростання насіння. Вона поглинає води в 3,5, а плодова оболонка в 40 раз більше своєї маси. У фазі розетки шавлія стійка до посухи. В період

стеблювання витрати вологи різко збільшується. Дефіцит її в цей час негативно впливає на врожай, велика вологість у ґрунті впливає на розвиток грибних хвороб [24].

1.2 Медичне значення шавлії мускатної

(*Salvia sclarea*) – ще одна популярна середземноморська трава, яка широко використовувалась, це ефірна олія відома своєю заспокійливою дією. Вважається афродизіаком. Латинська назва її «*salvia*» (від лат. «*salvus*») означає «здоровий».

Шавлія мускатна має протизапальну, кровоспинну, ранозагоювальну, в'язучу дію. Знижує проникність стінок лімфатичних та кровоносних судин, клітинних мембран. Зміцнює епітелій, поліпшує роботу шлунково-кишкового тракту, дає невеликий спазмолітичний ефект. Тонізує серцевий м'яз, нормалізує обмінні процеси в організмі, позитивно впливає на стан нервової та кровотворної систем. Традиційно шавлія використовується від кашлю, запалень верхніх дихальних шляхів та ГРЗ. Дає результат при тонзилітах і ангінах. Настій п'ють при спастичних колітах та гастритах зі зниженою кислотністю. Шавлію призначають при стоматологічних захворюваннях: пульпіті, хейліті, гінгівіті, стоматиті. Шавлія має сильні антисептичні властивості, зумовлені вмістом рослинного антибіотика сальвіну. Вбиває золотистий стафілокок і прибирає сліди його життєдіяльності. Виявляє високу протигрибкову активність.

У плодах шавлії мускатної міститься до 31 % жирної висихаючої олії [23].

Головною складовою частиною ефірної олії є складні ефіри (50–77 %), серед яких переважають ліналілацетат (58–70 %) – квітковий запах, ліналоол (10–15 %) – запах конвалії та інші речовини [23].

За даними А. М. Гродзінського [23], надземна частина рослини містить ефірну олію (у листі 0,25–0,28 %, у суцвіттях близько 0,5 %), кумарини, флавоноїди (1,2 %), сапоніни (4 %), склареол та органічні кислоти.

До складу ефірної олії входять ліналілацетат, ліналоол, оцимен, міоцен, цедрен, нерохідол [3].

Традиційно шавлія використовується від кашлю, запалень верхніх дихальних шляхів та ГРЗ. Дає позитивний результат при тонзилітах і ангінах.

Шавлію призначають при стоматологічних захворюваннях: пульпіті, хейліті, гінгівіті, стоматиті та афтозних ураженнях. Із шавлії роблять кровоспинні та протизапальні примочки при загостренні геморою. Приймають ванни з настоєм від екземи, нейродерміту, псоріазу, інтритригінозної епідермофітії.

Шавлія входить до комплексної терапії хронічних обмінно-дистрофічних захворювань суглобів, ревматизму, запалень суглобів, радикуліту, деформувального остеоартрозу та міжхребцевого остеохондрозу. Вводиться у склад грудних, шлункових та специфічних лікувальних зборів.

Вирощують шавлію мускатну заради ефірної олії, яку широко використовують у парфумерії, миловарінні, виноробстві та кондитерській промисловості. Крім ефірної олії, шавлія мускатна багата на вітаміни, дубильні речовини, жирну олію [25]. Використовують відвари, екстракти, чаї, при захворюванні органів травлення, при гострих вірусних і бактеріальних захворюваннях [25], при нирковокам'яній хворобі, епілепсії, як чудовий антисептик, до того ж рослини медоносні та декоративні [30].

У народній медицині широко використовують настій з листя і трави шавлії мускатної як спазмолітичний, протизапальний, антимікробний. сечогінний засіб при сечокам'яній хворобі, як розчин для полоскання при стоматитах і катарах верхніх дихальних шляхів.

У вітчизняній народній медицині препарати з трави шавлії мускатної вживають при тахікардії, захворюваннях нирок (дезинфікувальна та протизапальна дія) та як засіб, що покращує травлення [24]. Доцільно вживати для лікування гострих респіраторних захворювань, бронхіту, ревматизму, імпотенції, запальних процесів статевих органів, тахікардії,

гіпертонії, підвищеної пітливості [22]. Шавлія мускатна містить гормонотропні речовини, тому її необхідно вживати для нормалізації гормонального стану організму. Крім того, препарати з неї стабілізують психічний стан людини [22]. У болгарській народній медицині настій трави шавлії мускатної вживають для лікування хвороб щитовидної залози, зокрема зобу, а потовчене свіже листя рослини прикладають до ран та фурункулів [15]. Настойку або настій шавлії вживають при зобі, хворобах нирок, тахікардії, для поліпшення травлення та як жарознижувальний засіб [24]. Чай із листків необхідно вживати при блюванні, хворобах шкіри, дихальної системи, зокрема кашлі, коклюші, набряках тощо [24]. Шавлія мускатна – добрий медонос. Вона може дати до 170–200 кг/га меду, який належить до кращих сортів та має певні лікарські властивості [22].

Олію шавлії мускатної і продукти її переробки використовують у парфумерно-косметичній, кондитерській, лікєро-горілчаній, тютюновій, медичній та інших галузях промисловості в багатьох країнах світу та Україні. З відходів переробки виробляють цінний продукт склареол, який використовують для синтезу пахучих речовин із запахом амбри.

Олію шавлії мускатної отримують з квіток суцвіть шляхом гідролізації або екстракції летючими органічними розчинниками. У заводських умовах вихід ефірної олії зі свіжих суцвіть коливається до 0,25 %.

Олія, що отримується шляхом перегонки з парою, має надзвичайно приємний запах, що нагадує запах амбри, апельсина та бергамота, і застосовується в парфумерно-косметичній, лікєро-горілчаній, миловарній, рибній промисловості та медицині. В ефірній олії головною складовою частиною є ліналоолацетатуксусний ефір ліналоола (до 70 %). У невеликих кількостях присутній також вільний ліналоол (А.А. Міхельсон, 1938; П.І. Калугін, 1951).

Так звана абсолютна ефірна олія, що отримується шляхом екстракції, і містить до 22 % з'єднань, складаються на 80 % з ліналоолацетата й на 20 % з

вільного ліналоола. Головною складовою частиною цієї олії (до 42 %) є спирт – склареол.

Вирощувати цю рослину економічно вигідно. Особливо високий результат отримують у роки із засушливим літнім періодом. Навіть в умовах сильної посухи шавлія дає досить високі врожаї суцвіть [23].

Шавлія мускатна порівняно молода культура. Вперше її почали вирощувати у Франції [23]. В Україні вирощують з 1929 р. Основні посіви розміщені в Криму, Запорізькій та Херсонській областях.

1.3 Значення агроекологічних факторів для росту та розвитку шавлії мускатної

У період стеблуння витрата вологи різко зростає. Недолік її в цей час негативно впливає на урожай. Надлишкова вологість ґрунту сприяє розвитку грибних хвороб.

У потомстві однієї і тієї ж рослини можуть траплятися дворічники, яких, зазвичай, більшість, однорічники і порівняно нечисленні багаторічники. Чим північніше вирощується ця рослина, тим більшу ставку треба робити на однорічні [23].

Насіння шавлії мускатної починає проростати при температурі верхнього шару ґрунту 8–10 градусів. Після утворення добре розвиненої розетки листя, потреба шавлії у волозі поступово знижується. Найбільш помітне зниження водоспоживання спостерігається до моменту викидання квітконосів.

До цього часу шавлія встигає утворити близько 80 % усієї надземної частини рослин. Завдяки сильному приросту листя і стебел, добре розвиненою кореневою системою транспірація води рослиною зменшується, в результаті чого добре розвинена шавлія порівняно легко переносить ґрунтову та повітряну посуху. Водночас шавлія позитивно реагує на опади, що випадають навесні й у першій половині літа.

Шавлія – теплолюбна рослина. У перший рік вегетації їй необхідна

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

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

На дуже забур'янених ділянках під шавлію застосовують пошаровий обробіток, багаторазові безполицеві й полицеві розпушування на різну глибину. Щоб знищити багаторічні кореневищні бур'яни (гумай, пирій повзучий), поле дискують уздовж і впоперек на глибину 10–12 см для подрібнення кореневищ. Після проростання кореневищ бур'яни загортають глибоко у ґрунт плугом з передплужником. Передпосівну культивуацію проводять на глибину 5–6 см з одночасним боронуванням шлейф-боронами [8].

Кращий термін посіву шавлії – підзимний, коли температура ґрунту знизиться до 12–10°C, що зазвичай збігається з кінцем жовтня - початком листопада. За цих умов восени насіння не сходить, але ослизнюється, набухає і тільки навесні дає сходи [24].

У попередні роки в країні проведені дослідження щодо підзимового способу посіву шавлії мускатної, що забезпечує дружну появу сходів і цвітіння в перший рік вегетації (І. А. Лук'янов, 1953). Вивчено питання розміщення її в сівозміні, збереження посівів і сходів шавлії від зимово-весняного видування пиловими бурями, рекомендована система добрив,

розроблялися хімічні способи боротьби з бур'янистою рослинністю (Г.К. Гунько, 1953; П.М. Чикалов і ін., 1953; Д.П. Зінченко, 1960; Н.Я. Іванченко, 1964, 1968, 1979, 1984; А.Т. Ксендз, С.Т. Шкарін, 1973; Л. П.Савчук, 1975; А.Т. Ксендз, Ю.Г. Шеркушева, 1978, 1979; Р. Н. Сидоренко, П. Г. Хабрат, 1979; А. Т. Ксендз, В. Н. Покрищенко, 1984; В. Н. Покрищенко, З. В. Сидорова, Л. Е. Мовчан, 1986; В. Н. Покрищенко, С. Б. Колтипіна, А. С. Петров, С. А. Кузнецов, 1989).

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

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

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

Шавлія мускатна порівняно невибаглива до ґрунтів, але для доброго цвітіння і формування потужних запашних квітконосів потрібні родючі ґрунти й достатнє зволоження. Вважається посухостійкою рослиною. Але все таки краще росте та розвивається за достатньої вологозабезпеченості. На багатих ґрунтах маса суцвіть більша, але на бідних і сухих ґрунтах у разі низького урожаю аромат олії виходить сильнішим завдяки більш високому вмісту найголовнішого компонента – линалилацетата.

У фазі 10 – 12 пар листя розетки шавлії витримують морози до – 28 – 30⁰С. Морозостійкість значною мірою залежить від фізіологічної зрілості рослин, що пішли в зиму. Не любить вона чергування відлиги з лютими морозами, це значно знижує зимостійкість. Інтенсивне зростання надземної маси та репродуктивних органів краще проходить за середньодобової температури +19+21⁰ С. а олія краще накопичується в жару. Чим жаркіше літо, тим сильніше пахнуть рослини. І, звичайно, для активного пишного цвітіння потрібні найбільш освітлені й сонячні місця.

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

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

Л. Д. Юрчак [27] доклала зусиль до підтвердження наукових уявлень про алелопатію. У своїх дослідженнях вона зацентувала увагу на

екологічних основах хімічної взаємодії рослин у різних типах фітоценозів, визначила роль мікроорганізмів ґрунтовтоми у посівах під різними типами сільськогосподарських культур, що на сьогодні є особливо актуальним і сприяє підвищенню рівня родючості ґрунту та збільшенню обсягів виробництва високоякісної продукції рослинництва. Вченою розроблено та введено у практику наукові агроекологічні основи альтернативного землеробства – сільськогосподарської алелопатії. На прикладі ароматичних культур дослідниця комплексно обґрунтувала екологічний підхід у вирішенні актуальних завдань сільського господарства, а саме: формування ефективних сівозмін, підбір толерантних культур у сумісних посівах, зменшення дії ґрунтовтоми, керування структурою та функціями ґрунтового мікробіоценозу тощо. Запропонувала та експериментально підтвердила оптимальну агротехніку вирощування провідних ароматичних культур в умовах лісостепу України впродовж онтогенезу з метою отримання екологічно чистої продукції. У результаті проведення комплексних досліджень під керівництвом Л. Д. Юрчак, в яких як основна культура використовувалася шавлія мускатна.

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

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

зубові борони БЗСС-1,0.

На парових полях і площах, оброблених восени поверхнево, за осіннього полицевого обробітку ґрунту закриття вологи проводиться зубовими боронами, зчепленими у два ряди. У такому положенні борони добре розпушують ґрунт, сприяють вирівнюванню його поверхні, що забезпечує збереження вологи. На необроблених з осені масивах по стерні закриття вологи проводиться знаряддями роторного типу, а за їх відсутності – дисковими луцильниками з кутом атаки 15 на найменшу глибину (3–4 см) з метою укладення стерні на поверхню поля, що створить додаткову мульчу й збереже вологу.

Щоб не допустити пересихання розпушеного верхнього шару після заходів закриття вологи за її дефіциту, треба обов'язково, особливо по стерньовому фону, провести прикочування кільчастими котками. Цей спосіб забезпечує вирівнювання поверхні поля й зменшує випаровування вологи. Чим сухіша поверхня ґрунту, і чим вища її брилистість, тим більшою є потреба в його прикочуванні [24].

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

За наявної в регіоні системи землеробства з безполицевим, мінімальним і нульовим обробітками ґрунту в поверхневому його шарі нагромаджується велика кількість насіння бур'янів, тож умови весни цього року будуть сприяти їх усебічному проростанню. Передпосівний обробіток слід проводити за наявності на поверхні поля сходів бур'янів на глибину загортання насіння тієї культури, яку висівають (3–5 см), краще використовувати культиватор, що не перемішує верхній сухий шар ґрунту з більш вологим нижнім. Річ у тому, що надмірно глибокий обробіток навесні

збільшує шпаруватість ґрунту, що посилює висушування його, особливо за спекотної вітряної погоди, призводить до зависання насіння в напівсухому прошарку та зрідженості сходів. Тому глибина передпосівної культивуації в усіх випадках має відповідати глибині загортання насіння. Серед знарядь передпосівного обробітку найкращим є культиватор зі стрілчатими лапами на S-подібних пружинних стояках.

Дослідженнями Б. І. Тарасенко (1960) та І. А. Кузнецова (1964), які надавали великого значення «стиглості» ґрунту при його обробітку, встановлено, що оптимальний інтервал вологості ґрунту для чорноземів Краснодарського краю дуже вузький і становить 24–25 %. Рихлість ґрунту з вологістю від 22 до 26 % не дуже розпорошує ґрунт. За більш низької вологості хорошого крошення ґрунту не досягається, а за більш високої - утворюються нестійкі агрегати великої величини (більше 1–3 см), підвищеної щільності та шпаруватості [8]. Проблемою є основний обробіток площ під ярі культури, попередньо не оброблені на зяб. Оранка таких площ навесні недоцільна, плоскорізні знаряддя малоприсадибні для роботи за підвищеної вологості. Найбільш раціональним буде застосування важких культиваторів з пружинними чи підпружиненими стояками робочих органів різної жорсткості залежно від ґрунтових і погодних умов з максимальною глибиною обробітку до 12–18 см.

1.4 Стан вивченості питання та задачі досліджень

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

вузька. Перелік культур залежить винятково від кон'юнктури ринку. Водночас посівні площі скоротились на 36%. Найбільше падіння зборів дикорослих лікарських рослин в Україні за 2006–2017 рр. зафіксовано у 2014 р., коли воно склало 3,6 тис. т [7], рисунок 2.

Наступні роки характеризуються тенденцією до збільшення обсягів зборів дикорослої лікарської сировини. Так, станом на 2017 р. досягнуто показник у 5,3 тис. т, що на 47% більше, ніж у 2014 р., та на 43% більше, ніж у 2006 р. [12].

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

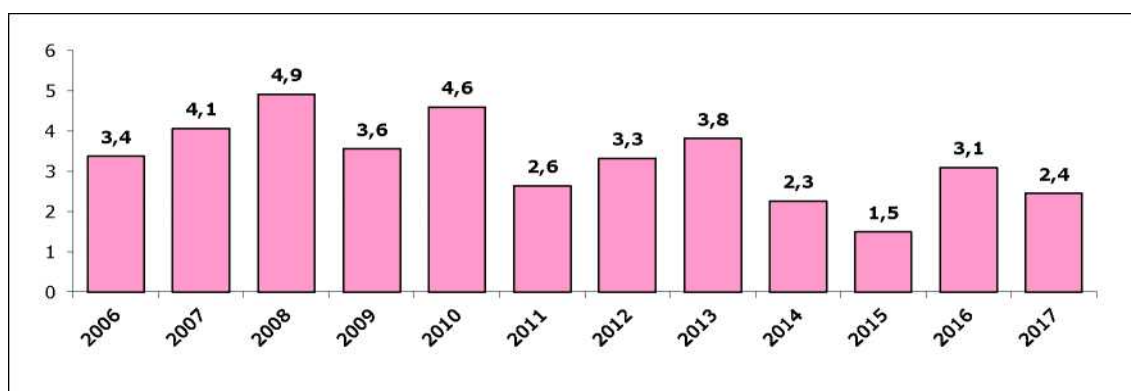


Рис. 2 Валовий збір лікарської сировини 2006 – 2017 рр. в Україні

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

галузі вирощування та переробки лікарських препаратів в Європі [24].

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

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

Багато активних речовин рослин дуже непостійні, адже вони швидко випаровуються, розкладаються за підвищеної температури та під дією сонячного проміння. Атмосферні опади навіть у такій невеликій кількості, як роса, вимивають розчинні речовини з надземних органів рослин. Неврахування якогось фактору може призвести до того, що в заготовленій лікарській сировині буде мало біологічно активних речовин, що відобразиться на реалізації, тому потрібно ретельно дотримуватись правил заготівлі, щоб уникнути цих утрат [25]. В умовах сьогодення одним із найбільших у світі комерційних ринків лікарських рослин і лікарських засобів рослинного походження вважається європейський ринок. Європейські країни не тільки імпортують, але й у великому асортименті вирощують лікарські рослини та виготовляють лікарські засоби рослинного

походження. Європейські споживачі, наприклад, у Франції, Німеччині, Італії, Швеції, Швейцарії та Англії часто застосовують лікарські рослини як доповнення до лікування традиційними лікарськими засобами [24]. У багатьох країнах Євросоюзу вже існують сформовані належним чином національна політика й програми регулювання стосовно лікарських засобів рослинного походження. Державна підтримка є надзвичайно актуальною, враховуючи, що ця галузь Західної Європи переживає нині не найкращі часи через різке скорочення природних ресурсів.

Дедалі більшого розповсюдження набуває культивуція лікарських рослин, тоді як на світових ринках більшим попитом користується продукція природного походження як біологічно чистіший продукт [23]. Галузь лікарського рослинництва в усьому світі є високодохідною, враховуючи наявний і щораз більший попит. Наприклад, у невеликій Угорщині дохід від реалізації лікарської сировини й продукції на основі лікарських рослин становить до 35 млн дол. США на рік. У цій країні під лікарські культури відведено близько 42 тис. га, на яких заготовляють близько 40 тис. т сировини.

Упродовж останніх десятиліть використання лікарських засобів на основі лікарських рослин характеризується тенденцією до зростання в усьому світі.

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

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

Низка питань, які пов'язані з культивуванням і вивченням біологічних особливостей ароматичних рослин родини *Lamiaceae*, досліджено вітчизняними та зарубіжними ученими (Г. М. Рибак, В. І. Жарінов, А. І. Остапенко, 1994; Ю. А. Утеуш, 1997; В. Д. Работягов, Н. Н. Бакова та Л. А. Хлипенко, 1998; V. Mitić, 2000; С. В. Овечко, 2002; Д. Б. Рахметов, О. А. Корабльова, 2003; Л. В. Свиденко, 2003; В. М. Мінарченко, 2005; Л. Д. Юрчак, 2006; Е. Л. Маланкіна, 2007; С. П. Кутько, 2009; V. Cvijović, 2010; Б. А. Виноградов, 2010; А. С. Нікітіна, О. І. Попова, 2011; А. Мого, 2011; А. М. Шибко, 2012; V. Pandey, 2014; С. М. Ковтун-Водяницька, 2014; Н. Я. Левчик, 2015 та ін.).

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

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

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

Глобально середня температура у 2016 році була на 0,99 градусів за

Цельсієм вища, ніж у середині 20-го століття. Якщо спостерігати більший відрізок часу, середня температура поверхні планети піднялася на близько 1,1 градус за Цельсієм з кінця 19 століття. Вчені вже не сумніваються [12], що ця зміна зумовлена в основному збільшенням концентрації вуглекислого газу та інших антропогенних викидів в атмосфері. В такій ситуації прогноз для України може бути наступним: у разі бездіяльності, за даними Світового банку, якщо не відбудеться кардинальних змін в економіці, способах виробництва та рівні споживання, середньорічна температура в Україні до 2100 року може підвищитись на 3,0–4,5°C [12]. У такому разі на Україну чекатимуть значні негативні наслідки, насамперед для сільського господарства через збільшення посух, зменшення рівня опадів улітку, більш різкі пікові температури (мінусової взимку та плюсової влітку), що негативно позначатиметься на кількості врожаю, буде вимагати значних інвестицій у заходи з адаптації до змін клімату (наприклад, у технології зрошування, роботу щодо створення стійких до перепадів температури видів тощо). В цілому, можуть спостерігатись значні зміни сезонних явищ, наприклад, ранній початок цвітіння рослин, а потім різке похолодання. Що негативно впливатиме як на господарські культури, так і на всі екосистеми в цілому. Посухи й повені, інші екстремальні погодні явища, такі, як урагани, не тільки частішають, але й збільшиться їх руйнівний вплив. Такі явища стануть постійними, завдаючи значних збитків економіці країни та загрожуючи продовольчій безпеці. Посухи та спека, зменшення кількості опадів улітку також сприятимуть збільшенню частоти лісових пожеж та опустелюванню південних і південно-східних регіонів України [12].

Згідно з висновками Національної академії наук України, Української академії аграрних наук та Держкомгідромету України, глобальне потепління в Україні відгукнеться незворотною деградацією степів Причорномор'я, Приазов'я та степової частини Криму, а також зниженням продуктивності лісу на всій території України, зокрема внаслідок поширення інфекційних

хвороб рослин та шкідників. За ще більш песимістичним сценарієм, можлива загроза міграції населення з країн південно-східних регіонів, де буде спостерігатися значене погіршення умов проживання внаслідок стрімкої зміни природно-кліматичних умов та загроза поширення інфекційних захворювань, непритаманних Україні (малярія, лихоманка Денге тощо). А за даними Національного інституту стратегічних досліджень [12], загрози для біологічного різноманіття через зміни клімату проявлятимуться у вигляді зменшення кількості корисних видів, зміни складу лісу та фауни, деградації ґрунтів та зміну видового складу ґрунтової флори і фауни [12].

На вирішення цього питання націлена якраз Паризька кліматична угода, яку Україна підписала й ратифікувала у 2016 році. Але в той час, коли ця угода стала закликком до дій для всіх країн світу, Україна вирішила проігнорувати основну ідею цього договору – взяття на себе зобов'язань зі скорочення викидів парникових газів. Згідно з національно-визначеним внеском зі скорочення викидів, поданого до Секретаріату Конвенції ООН з питань зміни клімату, Україна планує збільшувати викиди до 2030 року. Нині офіційна ціль України – скорочення викидів на 40% [9] відносно рівня викидів парникових газів 1990 року, що насправді означає збільшення викидів на 40,7 % до 2030 року, порівнюючи з рівнем викидів у 2018 році, адже зараз у повітря викидається вже приблизно на 60 % менше, ніж у 1990 році [12].

Найбільш важливими факторами, що впливають на технології вирощування сільськогосподарських культур, є глобальні зміни клімату, ресурсний потенціал ґрунтів та еколого-економічні умови [12]. У сучасних умовах головними наслідками кліматичних змін для сільського господарства є збільшення вегетаційного періоду рослин, екстремальні умови зимового та ранньовесняного періодів, засухи в південному регіоні [12]. В Україні за останні 30–40 років спостерігається підвищення середньої регіональної температури повітря на 1,1°C. Із підвищенням середньої річної температури

повітря на 1°C вегетаційний період збільшується до 10 днів. За останні роки підвищення середньорічної температури повітря становить 0,7–0,9°C. Спостерігається значна посушливість клімату у південних областях, відсутність опадів може тривати 60–80 і більше днів. Потепління клімату чітко проявляється у холодні періоди року. Підвищення середньої місячної температури повітря спостерігали на 2–3°C у січні й на 1,5–2°C – у лютому. Водночас спостерігається раннє настання весни. За такої умови не збільшується період активної вегетації, який починається з переходом середньої добової температури через +5°C та + 10°C, а збільшується лише період 379 між датами переходу температури через 0°C та 5°C навесні. За таких умов спостерігається небезпека виникнення весняних заморозків [4].

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

В ході досліджень нами встановлено, що за останні роки суми активних та ефективних температур на території південного степу України мають стійку тенденцію до зростання. Так, у 2012 р. сума активних температур +15°C була на 40% вища за багаторічну [12]. Також опади мають нестабільний характер, значно коливаються із року в рік і не задовольняють потреб рослин у волозі [12]. Враховуючи, що теплий період року зазнає значних кліматичних змін, ми вирішили звернути увагу на не менш важливий період – зиму. Для всіх живих організмів і рослин без винятку, зима є досить небезпечним періодом року і дуже велика кількість небезпечних природних явищ, які призводять до загибелі, або ж пошкодження також і пшениці озимої, основної продовольчої культури нашого регіону, припадають саме на цей час. Зима на території південного степу України, за класифікацією Д.І. Шашко, характеризується як помірно м'яка, тобто середня температура

повітря найхолоднішого місяця зими коливається в межах від 0°C до 13°C морозу [4]. Для аналізу кліматичних змін холодного періоду року (листопад–березень) на території південного степу України нами були взяті кліматичні дані агрометеорологічної станції Херсон за період 1882–2015 рр. [12].

Аналізуючи декадні середні температури повітря, ми можемо стверджувати, що температура нижче 10°C морозу в середньому на нашій території тримається не більше 20 днів. Водночас зафіксований мінімум становить 16,0–16,5°C морозу протягом 20 днів у 1911 році, а максимальна тривалість із температурою 10°C морозу протягом 50 днів у 1954 році. Максимальні середньомісячні значення температури мали місце у грудні – 1886 рік (+7,1°C), у січні – 1895 рік (+4,1°C) та у лютому 2002 рік (+4,3°C). Досліджуючи тривалість холодного періоду в попередні роки, нами було встановлено, що 100 років тому, а саме в період з 1882 по 1931 рік середня тривалість зимового періоду, тобто часу від стійкого переходу середньої температури повітря через 0°C в бік зниження до стійкого переходу через 0°C в бік підвищення, становила 131 день [12]. За даними дослідження, з 1981 по 2014 р. середня тривалість зимового періоду склала 59 днів, тобто на 74 дні менше ніж 100 років тому. Ба більше, за останні 10 років середня тривалість зими зменшилась до 40 днів і нині існують усі підстави стверджувати, що тенденція щодо зменшення зимових днів буде продовжуватись і надалі. Потепління у південній частині України, як і в цілому на земній поверхні відбувається внаслідок накопичення в атмосфері вуглекислого газу, що утворюється при спалюванні органічного палива. Дані були оприлюднені ще у першій половині ХХ століття, однак тоді вони не були підтвержені емпіричними даними й не привертали уваги наукової громадськості, були проведені моніторинги щодо визначення ролі поєднання діяльності людини з кліматом, яка змінилася на початку 70-х років минулого століття, коли був представлений кількісний прогноз майбутнього антропогенного потепління [12], який у подальшому видався досить

реалістичним.

У монографіях М. І. Будико [12], а також у сумісних монографіях цього автора та Ю. А. Ізраеля, що вийшла наприкінці 80-х років минулого століття, було детально розглянуто механізми впливу сучасної господарської діяльності на клімат.

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

В Україні за останні 30–40 років спостерігається підвищення середньої регіональної температури повітря на $1,1^{\circ}\text{C}$. Із підвищенням середньої річної температури повітря на 1°C вегетаційний період збільшується до 10 днів. За останні роки підвищення середньорічної температури повітря становить $0,7$ – $0,9^{\circ}\text{C}$. Спостерігається значна посушливість клімату у південних областях, відсутність опадів може тривати 60–80 і більше днів. Потепління клімату чітко проявляється у холодні періоди року. Підвищення середньої місячної температури повітря спостерігали на 2 – 3°C у січні й на $1,5$ – 2°C – у лютому. За таких умов спостерігається раннє настання весни. Водночас не збільшується період активної вегетації, який починається з переходом середньої добової температури через $+5^{\circ}\text{C}$ та $+10^{\circ}\text{C}$.

За останні 100–120 років особливо зросла роль сільськогосподарської науки у підвищенні родючості ґрунту й отриманні високих урожаїв. У зв'язку з цим вирішальне значення має створення таких систем землеробства, які б цілком відповідали місцевим природним умовам та особливостям кліматичної зони вирощування ефіроолійних культур, а передумови для цього існують [12].

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

У вказаних агрокліматичних умовах дослідження з інтродукції та розробка технологій вирощування нових культур із високим адаптаційним потенціалом, зокрема ефіроолійних культур, є актуальними. Водночас значна частка ефіроолійних культур є дво- або багаторічними рослинами, що має важливе ґрунтозахисне значення, оскільки рослинний покрив протистоїть вітровій і водній ерозіям, пригнічує проростання бур'янів, активізує ґрунтову мікрофлору.

Принципово правильні положення, розроблені ще в другій половині XIX сторіччя О. О. Ізмаїльським, В. В. Докучаєвим, Д. І. Менделєєвим, К. А. Тімірязєвим, О. І. Стебутом, О. М. Енгельгардом, О. С. Єрмоловим та іншими вченими щодо необхідності якомога повнішого врахування різноманітних особливостей землеробства як за розробки наукових теорій, так і впровадження їх у виробництво, на жаль, далеко не завжди враховуються. Оригінальність їхніх думок зводилася до того, що немає поганих земель, добрив, сівозмін і в цілому систем землеробства. Кожна система ефективна, якщо вона відповідає часу, місцевим умовам і забезпечує високий прибуток [8].

Наприклад, земельні ресурси, що мають певну характеристику (якість ґрунту, структура сільськогосподарських угідь), впливають на розміщення спеціалізованих аграрних підприємств, які водночас використовуються і як виробничий ресурс за територіального розміщення виробництва. Для вирощування більшості лікарських рослин необхідним є дотримання спеціалізованих сівозмін.

У господарствах виділяють кілька видів рослин (5–10), найбільш пристосованих до місцевих умов. Умотивованість сівозміни з лікарськими рослинами має базуватися на принципах широкої плодозміни, де головні культури розміщують після кращих попередників, що забезпечує високу родючість ґрунту, чистоту полів від бур'янів, накопичення необхідних запасів вологи, оброблення ґрунту в оптимальні терміни. Під час розробки сівозмін для лікарських рослин особливу увагу слід приділити технології їх вирощування. Всі лікарські рослини обробляють у польових умовах як просапні культури, що потребує багато ручної праці для їх догляду та збирання врожаю. Визначаючи сівозміну культур, необхідно передбачити й усунути можливість засмічення отруйними рослинами наступних посівів лікарських рослин, а також кормових культур [8]. Під час організації виробництва лікарської рослинної сировини слід зважати на ті чинники, що визначають можливість розміщення такого виробництва. Такий підхід сприятиме розвитку ефективного функціонування галузі лікарського рослинництва. Отже, виробництво лікарської рослинної сировини є однією зі сфер сільськогосподарської діяльності, що тісно переплітається з фармацевтичною, харчовою, косметичною та іншими галузями. Регулювання відносин у цій сфері повинно базуватися на таких принципах: пріоритетності культивування лікарських рослин щодо заготівлі дикорослих лікарських рослин; наукової обґрунтованості виробництва лікарської рослинної сировини; забезпечення екологічної якості лікарських рослин; принцип пріоритетності вітчизняних лікарських рослин на противагу імпортованій сировині.

Врахування вказаних чинників надасть змогу забезпечити ефективну організацію екологічно орієнтованого виробництва лікарської рослинної сировини, що в підсумку забезпечить збільшення обсягів вирощування лікарських рослин та розширення їх номенклатури.

Отже, можна стверджувати, що проблематика вирощування лікарських

рослин на територіях агросфери є надзвичайно актуальною для наукового дослідження і потребує детального аналізу.

Для того щоб успішно займатися вирощуванням і реалізацією таких культур, треба враховувати деякі особливості цього бізнесу. По-перше, на сьогодні вимоги до стандартів якості на цю продукцію значно змінюються. Тобто культивування 10-річної давнини та сучасне культивування суттєво відрізняються. Відмінності не в особливостях біології культури, а в особливостях оцінки якості сировини, тому основне завдання будь-якого фермерського господарства або промислового виробництва – отримати продукцію, яка буде відповідати вимогам стандартизації та яку можна буде реалізувати на ринку. На сьогодні ринок надзвичайно вимогливий до якості сировини, тому той, хто береться за культивування цих культур, мусить знати критерії якісних показників того чи іншого виду рослин. Залежно від культури при закупівлі дивляться вміст структурних складових, і якщо він не відповідає вимогам стандартизації, то реалізація такої сировини буде проблематичною [22].

Так, переведення на промислову основу виробництва лікарських рослин передбачає зниження собівартості сировини цих рослин, що надасть змогу за одночасного підвищення якісних показників зробити його конкурентоспроможним на внутрішньому, а в перспективі й на зовнішньому ринках. Завдяки інтенсифікації процесів виробництва та зниженню невиробничих витрат буде забезпечено підвищення прибутку, рівня рентабельності виробництва, а також переробки лікарської рослинної сировини.

В інтенсивних сівоzmінах значення гумусу як регулятора родючості ґрунту значно зростає. Гумус як основа біогенності ґрунту зумовлює ефективніше сприймати, акумулювати внесені з добривами елементи живлення і рівномірно забезпечувати останніми рослини, забезпечувати утилізацію пестицидів та інших хімічних речовин, а також пом'якшувати дію

екстремальних погодних умов. Звідси існує пряма кореляційна залежність між гумусом, енергією фунту, урожаєм і якістю продукції рослинництва.

Для розрахунку утворення гумусу з рослинних решток Г. Я. Чесняк (1985) розробив коефіцієнти гуміфікації. В основу цих коефіцієнтів покладено співвідношення вуглецю до азоту в рослинних рештках. Коефіцієнти гуміфікації рослинних решток в орному шарі чорнозему типового становлять: для цукрових буряків – 0,10; соняшнику – 0,14; кукурудзи на силос – 0,17; озимої пшениці та кукурудзи на зерно – 0,20; ячменю – 0,22; гороху – 0,23; люцерни – 0,25; гною – 0,23.

Дослідженнями встановлено й практикою підтверджено, що внесення тільки мінеральних добрив посилює процеси мінералізації органічної речовини ґрунту, водночас значно погіршуються агрохімічні та агрофізичні властивості його [7].

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

У 30-і роки минулого сторіччя проти мілкового обробітку виступили академік В. Р. Вільямс уважав: «... що мілка оранка являє собою агротехнічне і виробниче безглуздя і що будь-яка глибока оранка, а особливо зяблева, має проводитися плугами з передплужниками на глибину не менше як 20 см». З цього часу в теорії і практиці обробітку ґрунту почався крутий поворот у бік глибокої оранки й майже до 50-х років ХХ сторіччя у науковій літературі

були відсутні протилежні думки. Тільки після появи праць Т. С. Мальцева питання обробітку ґрунту знову почали всебічно переглядати.

У 1943 р. проти глибокої оранки в США виступив Е. Фолкнер. погляди якого на обробіток ґрунту збігалися з поглядами І. Овсінського. У книзі «Безумие пахаря» він назвав оранку помилкою, а плуг з полицею – лиходієм у світовій сільськогосподарській драмі й запропонував мілкий обробіток фунту дисковими знаряддями із залишенням на поверхні поля органічної речовини. Ідеї Е. Фолкнера стали початком критичного перегляду основ наукового землеробства в США, яке набуло найбільшого розвитку після 50-х років ХХ сторіччя.

Результати більшості дослідів Ротамстедської дослідної станції в Англії (Рассел Е., 1955) підтверджують, що оранка на глибину 10 см або будь-який інший спосіб розпушування ґрунту на таку глибину були достатні для вирощування пшениці, ячменю, вівса за умови, що поле чисте від бур'янів.

Проте цій теорії суперечать багато наукових даних про різну роль названих частин орного шару у формуванні ефективної родючості фунту. Дослідженнями Л. М. Барсукова (1953), І. Б. Ревута (1970) встановлено, що верхня частина орного шару ґрунту у результаті великого нагромадження в ньому коріння, перемінного зволоження і висихання у кінці вегетаційного періоду підвищує свою родючість. Після обробітку відбувається своєрідна диференціація орного шару фунту за родючістю, і вже через 5–6 місяців, а іноді й раніше верхня його частина стає більш родючою, ніж нижня. Наукова теорія про наявність аеробних і анаеробних умов у межах орного шару дослідями не підтвердилася. Наприкінці вегетаційного періоду не під усіма культурами нижня частина орного шару краще оструктурена, ніж верхня [8].

У післявоєнні роки з питань глибини та способу обробітку ґрунту вийшли праці І. Ревута (1950), В. В. Кваснікова (1951), С. Д. Лисогорова (1955), С. М. Тайчинова (1956), А. М. Мельничука (1959), І. Е. Бухара (1960) та багатьох інших учених, які значно збагатили аграрну науку та практику.

Проте одностайної думки щодо оптимальної глибини обробітку ґрунту не існує і тепер, як і наукового обґрунтування необхідності того чи іншого способу обробітку та його глибини [8].

Проте заходи й способи обробітку ґрунту в Росії і в Україні удосконалювалися досить повільно. Різкий поворот у цьому питанні почався з 50-х років ХХ сторіччя, коли дослідженнями Т.С. Мальцева (1954) була показана неспроможність теоретичного обґрунтування обертання орного шару ґрунту з метою відновлення його структури як основи родючості ґрунту. Т.С. Мальцев запропонував чергування за роками в полях глибокого (на 40–50 см) безполицевого обробітку (один раз у 4–6 років) спеціальними плугами з вузькооптичними стояками і поверхневих обробітків дисковими знаряддями на глибину 10–12 см у польових зернопарових і зернопаропросапних сівозмінах. Він уважав, що однорічні культури, як і багаторічні кормові трави, здатні збагачувати ґрунт органічною речовиною і поліпшувати його структуру. Погіршення структурного стану ґрунту під однорічними польовими культурами Т. С. Мальцев пояснював неправильним обробітком [7].

Незважаючи на велику кількість наукових досліджень з обробітку ґрунту, зацікавленість цією важливою складовою системи землеробства не послаблюється. Проводиться багато досліджень як у теоретичному, так і в прикладному плані, оскільки наявні заходи систем обробітку ґрунту частково відповідають сучасним поглядам.

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

розпилення його верхнього шару і, як наслідок, зниження стійкості до ерозійних процесів. Кожний прохід полем трактора, автомобіля, сільськогосподарськими машинами та знаряддями призводить до переущільнення ґрунту, що негативно впливає на агрофізичні властивості ґрунту й урожайність культур.

Розрахунки свідчать, що ґрунт, який складається із первинних гранулометричних елементів, теоретично може ущільнюватися до стану з ємною масою 1,8–2,0 г/см³; мікроагрегати ґрунту самоущільнюються до 1,5–1,6 г/см³, а макроагрегатні ґрунти мають верхню межу ущільнення 1,1–1,2 г/см³. Отже, залежно від вмісту в ґрунті макроагрегатів самоущільнення ґрунту, або так звана рівноважна щільність його будови, змінюється в широких межах. Сіроземи й багато видів підзолистих, солонцюватих, каштанових фунтів самоущільнюються до об'ємної маси 1,4–1,6 г/см³ й більше. Решта ґрунтів займає проміжне положення за здатністю ущільнюватися (Манько Ю. П., 2008).

На основі цього у світовому землеробстві почався новий поворот від інтенсивних багаторазових обробітків ґрунту до можливого зменшення їх кількості та глибини аж до повної відмови. З'явилися ідеї так званого мінімального й навіть нульового або хімічного обробітку ґрунту.

Мінімальним вважається такий обробіток ґрунту, який забезпечує зниження енергетичних витрат до необхідних найменших шляхом зменшення кількості та глибини обробітків, поєднання заходів (прийомів) в одному робочому проході комбінованих агрегатів або зменшення оброблюваної частини поверхні поля. За нульового обробітку насіння рослин висівається в оброблений ґрунт, а бур'яни знищуються гербіцидами.

За повну відмову від плужного обробітку ґрунту виступили в Україні І. Є. Щербак (1974), Ф. Т. Моргун (1981), М. К. Шикула (1990) та інші вчені. На їхню думку, безполіцевий обробіток у поєднанні з добривами більше, ніж оранка, сприяє підвищенню вмісту гумусу й зможе забезпечити його

бездефіцитний баланс за меншої кількості внесення гною. М. К. Шикіла вважає, що локалізація рослинних решток, кореневої системи рослин і добрив у поверхневому шарі ґрунту потрібна для забезпечення ґрунтозахисного ефекту, поліпшення ґрунтоутворення, збільшення гумусу в ґрунті, а безполицевий обробіток і мульчування ґрунту післяжнивними рештками моделюють дерновий (чорноземний) процес ґрунтоутворення у виробничих умовах. Проте П. У. Бахтін (1969), С. С. Сдобніков (1980), Л. І. Нікіфоренко (1985) та багато інших учених зазначають, що локалізація елементів живлення у верхньому шарі ґрунту – явище не завжди позитивне. За відсутності обертання оброблюваного шару ґрунту, внаслідок диференціації кореневмісного шару й підвищення елементів живлення у його верхній частині, культурні рослини формують основну масу кореневої системи у верхніх шарах [8]. За умов дефіциту вологи це призводить до зниження урожайності польових культур і, як наслідок, до зниження стійкості землеробства в цілому.

Вчені Інституту зрошуваного землеробства УААН пропонують будувати систему обробітку ґрунту в сівозміні відповідно до біологічних властивостей сільськогосподарських культур до диференціації оброблюваного шару за родючістю [12].

Полицево-чизельний обробіток аналогічний до полицево-плоскорізного, але, замість плоскорізного розпушування, проводили чизелювання.

Поверхневий обробіток на глибину 8–10 см дисковою бороною застосовується під усі культури сівозміни.

За урожайністю вирощуваних культур і продуктивністю ріллі в сівозміні кращими варіантами виявилися полицево-чизельний і полицево-плоскорізний обробітки ґрунту зі стійкою тенденцією до підвищення цих показників порівняно з контролем [8].

Таку ж тенденцію, але до зниження урожайності культур і

продуктивності ріллі демонструють варіанти плоскорізного та чизельного обробітків ґрунту.

У варіанті систематичного поверхневого обробітку ґрунту урожайність культур і продуктивність ріллі суттєво, на 15%, поступалися контролю, а за систематичної оранки ці показники не відрізнялися від контролю.

Під час вирощування культури виявляють різну реакцію на системи основного обробітку ґрунту. На фоні безполицевого й поверхневого обробітків суттєво на 20–25 % знижують урожайність цукрові буряки [2]. Кукурудза на зерно, горох, ячмінь мають тенденцію до зниження урожайності.

Основними аргументами, які зумовлюють зниження урожайності сільськогосподарських культур за безполицевого й поверхневого основних обробітків ґрунту виявилися: підвищення його щільності за межі оптимальної, особливо для просапних культур і, головне, суттєве погіршення фітосанітарного стану полів. Забур'яненість посівів на тлі безполицевого й поверхневого обробітків зростає в 1,7–2 рази порівняно з контролем. Коефіцієнт кореляції між продуктивністю ріллі та забур'яненістю полів становить 0,85–0,9 [8]. У зв'язку з цим, заслуговує на увагу ефект суттєвого зниження потенційної забур'яненості ріллі на 35–40 % і актуальної забур'яненості посівів на 37–40 % під впливом полицево-безполицевого обробітку ґрунту в сівозміні. Біологічний механізм самоочищення ґрунту полягає у відмиранні протягом 4–5 років 80–90 % розміщених у ґрунті на глибині більше 10 см насінневих зачатків бур'янів через загибель їхніх проростків, відмирання самого насіння, і, як внаслідок, відомого природного гербістатного процесу отруєння зародка насіння його токсичними метаболітами за тривалого перебування у глибшому ґрунтовому середовищі. Таке очищення забезпечує система полицево-безполицевого основного обробітку ґрунту в сівозміні, за якої оранку виконують один раз на 4–5 років, а упродовж інтервалу між оранками ґрунт обробляють безполицевими або

дисковими знаряддями [8].

Тривалість розпушувальної дії оранки в різних регіонах однакова. Частіше всього в більш розпушеному стані знаходиться ґрунт після оранки протягом 1–3 місяців. Потім щільність вирівнюється у всіх варіантах обробітку, і наближається до рівноважної [7].

Водночас у науковій літературі наводяться дані про те, що при мінімальному обробітку нерідко збільшується щільність і твердість у нижній частині (10–20 см, 10–30 см) орного шару ґрунту [8].

Глибока оранка допомагає розподіленню мікроорганізмів у нижні шари ґрунту. Так, у 0–40 см шарі нітрифікувальних мікроорганізмів налічувалося значно більше при глибокій оранці, ніж при мілкій. Азотобактер розвивається в тих шарах, куди загортається органічна маса післязливних залишків. Поглиблена оранка каштанових ґрунтів на півдні України від 17–20 до 38 см збільшує загальну кількість мікроорганізмів, азотобактера й нітрифікувальних мікроорганізмів [8].

За даними авторів [8] довгострокове зрошення зумовлює вплив на фізичні властивості ґрунту: збільшується щільність орного шару, знижується загальна пористість, погіршується повітряний обмін унаслідок ущільнення ґрунту й утворення кірки на його поверхні.

У разі збільшення щільності різко погіршується використання рослинами води з ґрунту. Як стверджує вчений [8], при підвищенні щільності чорнозему з 1,1 до 1,6 г/см³ мертвий запас вологи зростав з 11 до 19 % маси абсолютно сухого ґрунту, а при щільності до 2,0 г/см³ уся волога була недоступною для рослин.

За даними авторів [8], було встановлено, що чим довше ґрунт знаходиться під рослинним покривом, і чим вищий їх урожай, тим більше створюється структурних агрегатів і, навпаки, якщо ґрунт без рослин і піддається руйнівній дії води та значному механічному обробітку, то його структура гіршає. Так, досліді вченого свідчать, що коренева система с.-г.

культур і рештки інших рослин підвищують вміст водотривких агрегатів на 6,9% [8]. Учений [7] пропонує за агрономічноцінні агрегати прийняти розміри від 0,5 до 0,25 мм. На основі численних експериментальних даних [7], кожному виду рослин, залежно від їх особливостей, відповідає своя щільність ґрунту, за якої створюються найкращі умови для їх росту, розвитку та формування врожаю.

На думку авторів [7,8], на зрошуваних землях півдня України рівноважна щільність зложення орного шару ґрунту встановлюється під впливом зрошення та природних факторів і становить 1,40–1,45 г/см³.

Учені [8] зазначають, що ґрунт під впливом поливів і під дією сільськогосподарської техніки ущільнюється, а його шпаруватість і водопроникність знижуються, тому для поліпшення його агрофізичних властивостей у цих умовах найбільш ефективною є різноглибинна оранка від 20–22 см до 28–30 см. Глибока оранка займає в цьому відношенні особливе місце. Забур'яненість орного шару знижується від верхнього шару до нижнього. Так, у дослідях, проведених ученими Киргизького сільськогосподарського інституту, в шарі 0–10 см на 1м² нараховувалося 19680 шт. насінин бур'янів, що склало біля 57,4 % від загальної кількості їх в орному шарі; в шарі від 10 до 20 см – 9182 штуки, або 26,7 %; у шарі 20 – 30 см – 5446 шт., відповідно 15,9 % [7].

В умовах зрошення створюються додаткові джерела забур'яненості полів. Так визначили, що з кожним кубічним метром зрошувальної води на поля може заноситися до двох тисяч шт. насінин бур'янів, що при поливній нормі 700 м³/га складає до 140 насінин на квадратний метр [8].

При глибокій оранці до 30 см на поверхню піднімається найменш забур'янений шар ґрунту, а верхні шари зароблюються глибоко вниз, де під дією різних факторів насіння бур'янів втрачає чи різко зменшує здатність до проростання [8].

Тому, за висновками більшості науковців, глибока оранка допомагає

значному очищенню полів від бур'янів, насіння яких зберігається протягом декількох років [7, 8].

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

Одним із завдань, яке постає перед основним обробітком ґрунту, є боротьба з бур'янами. За даними Науково-дослідного інституту економіки сільського господарства України, внаслідок забур'яненості посівів щорічно, в середньому, втрачається 10,8 % урожаю зернових, 10,3 % льону, 8,2 % цукрових буряків, 6,5 % картоплі, 10 % овочів, 20 % багаторічних трав [9].

За даними автора [7], в степу України при середній або сильній забур'яненості посівів кукурудзи бур'яни виносили 190 кг калію та фосфору, збільшували ураженість рослин хворобами утричі, знижували урожай на 21 %.

Багато науковців зазначають, що мілкий обробіток призводить до збільшення в посівах кількості бур'янів, які знижують урожайність сільськогосподарських культур та якість продукції [7, 8].

Результати дослідів показали, що в умовах північного степу України на чорноземах звичайних, середньосуглинкових ґрунтах кращим обробітком під горох, озимі та кукурудзу на силос є оранка, яка забезпечує стійку тенденцію до зниження забур'яненості в 1,5 рази порівняно з іншими прийомами обробітку ґрунту [8].

За даними авторів [8], забур'яненість посівів просапних культур (кукурудза, цукрові буряки) за оранки на 28–30 см нижча, ніж за мілкою.

У дослідженнях, проведених ученими, бур'яни пригнічують розвиток шавлії мускатної в перший рік вегетації, виносять з ґрунту велику кількість поживних речовин і ґрунтової вологи, затіняють молоді рослини, що

негативно впливає на ріст і подальший розвиток даної культури [7, 8].

Спектр даних про вплив різних систем і способів механічного обробітку ґрунту на забур'яненість його і посівів у науковій літературі досить широкий.

Автори [8] стверджують, що полицева система обробітку ґрунту є найбільш ефективною в боротьбі з бур'янами. В літературних джерелах немає повідомлень про вплив глибини обробітку ґрунту на формування врожаю шавлії мускатної.

Протягом останніх 20–25 років в Україні склалася так звана комбінована система обробітку ґрунту, яка полягає у використанні плуга, плоскоріза, чизеля, дискових та інших знарядь. Залежно від ґрунтово-кліматичних зон і вирощуваних культур, технології обробітку різняться за глибиною, кількістю операцій, набором знарядь [7]. Частка глибокого плужного обробітку ґрунту залишається високою в усіх ґрунтово-кліматичних зонах України, особливо у вирощуванні просапних культур і в полях, де необхідно приорати гній і рослинні рештки.

Наукою і практикою встановлені позитивні і негативні властивості комбінованої системи.

До позитивних належать: створена будова орного шару, що забезпечує рослинам оптимальний розвиток кореневої системи й ефективне використання елементів живлення; очищення ґрунту від насіння бур'янів; глибоке загортання органічних добрив і побічної продукції рослинництва, що підвищує процес їхньої гуміфікації.

До негативних: погіршення структури ґрунту; посилення проявів водної та вітрової ерозій; посилення мінералізації органічних речовин ґрунту; агрофізична деградація ґрунтів: високі витрати енергії і ресурсів.

Сучасні екологічні й економічні причини зумовили необхідність удосконалення методології обробітку ґрунту. Зазначені недоліки комбінованої системи обробітку ґрунту значною мірою усуваються за

мінімізації, тобто у разі зменшення глибини, кількості механічних операцій, об'єднання кількох технологічних процесів під час проходження комбінованих агрегатів тощо. Значною мірою це залежить від фізичних, біологічних та хімічних властивостей ґрунтів. Якщо рівноважна щільність ґрунту дорівнює або близька до оптимальної для вирощуваних культур, на таких ґрунтах інтенсивність механічного обробітку може бути меншою або від певних прийомів можна відмовитися взагалі.

Різноглибинний полицевий обробіток ґрунту створює глибокий гомогенний орний шар ґрунту, який забезпечує сприятливі умови для вирощування більшості сільськогосподарських культур, особливо просапних (цукрові буряки, картопля, соняшник, кукурудза тощо). Створює нормативну віддачу від унесених добрив, особливо тривалу післядію органічних і рослинних решток вирощуваних культур. Полицевий обробіток покращує фітосанітарний стан ґрунту: знижується кількість шкідливих організмів (бур'янів, шкідників, хвороб). Висока ефективність оранки проявляється в умовах нестійкого й особливо достатнього зволоження. Проте систематична різноглибинна оранка погіршує структуру ґрунту і, як наслідок, посилює ерозійні процеси; посилює надмірно високі непродуктивні витрати (випаровування) вологи й мінералізацію органічної речовини ґрунту; завдяки активній мобілізації гумусу знижується загальний вміст доступних елементів живлення, посилюється рухомість органічної речовини; погіршуються агрофізичні властивості ґрунту, що веде до підвищення його щільності.

Безполицевий обробіток ґрунту створює гетерогенний за родючістю оброблюваний шар. Поліпшує, порівняно з поливневим, водний режим ґрунту, особливо верхню його частину, що створює сприятливі умови для отримання дружних сходів вирощуваних сільськогосподарських культур, особливо озимих. Локалізація рослинних решток у верхньому шарі ґрунту приводить до оптимальних величин щільності, загальної пористості та повітроємності, проявляється тенденція до підвищеного вмісту, порівняно з

оранкою, органічної речовини. За систематичних безполицевих обробіток покращується біологічна активність верхнього шару ґрунту. Одночасно такий обробіток призводить до ущільнення нижніх шарів ґрунту, істотно знижує біологічну його активність та диференціюється оброблюваний шар за родючістю.

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

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

Спосіб і система основного обробітку ґрунту в сівозміні залежать від:

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

Цьому найбільше відповідає комбінована система основного обробітку, тобто поєднання полицевого, безполицевого та поверхневого обробітків

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

Ґрунтозахисний енергозберігальний обробіток передбачає залишення на поверхні ґрунту рослинних решток (мінімалізація) або повністю побічної рослинної продукції (за системою N o-TiII), зниження глибини та кількості розпушувачів або повну відмову від них. За таких обробітків потребує вирішення проблема системи захисту посівів від шкідливих організмів (бур'янів, шкідників та хвороб) та системи застосування добрив, особливо мінеральних. Проведені дослідження у нашій країні і за кордоном дають можливість чітко визначити основні принципи вирішення цих проблем, проте цілісної системи щодо внесення добрив і засобів захисту особливо ґрунтових, ще не розроблено.

Особливого значення набуває економічне, енергетичне та екологічне обґрунтування систем механічного обробітку ґрунту. Будуючи ту чи іншу систему обробітку ґрунту або обираючи окремі його заходи, слід ураховувати витрати пального та експлуатаційні витрати на їхнє проведення, вплив цих систем на довкілля та ґрунтові умови.

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

Необхідність мінімалізації обробітку ґрунту викликається потребою збереження і підвищення його родючості (усунення надмірного ущільнювального та розпилювального впливів важкої сільськогосподарської

техніки, боротьба з водною і вітровою ерозіями, поліпшення гумусового балансу, зменшення втрат поживних речовин і вологи), а також причинами економічного порядку (необхідністю зростання врожайності, продуктивності праці та зниження собівартості продукції).

Мінімалізація – якісно новий етап науки та практики в галузі механічного обробітку ґрунту. Вона викликана зменшенням долі природної родючості ґрунту у формуванні урожаю у зв'язку із щораз більшим застосуванням добрив, зменшенням кількості завдань обробітку ґрунту з підвищенням загальної культури землеробства та інтенсифікації сільськогосподарського виробництва, розширенням технологічних можливостей сільськогосподарської техніки завдяки використанню енергонасичених тракторів, комбінованих машин і агрегатів, знарядь з активними робочими органами.

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

Можливість мінімалізації обробітку ґрунту доведена багатьма дослідженнями як за кордоном, так і в нашій країні, що значною мірою змінило й змінює систему обробітку ґрунту в цьому напрямі.

Нульовий обробіток (пряма сівба) на значних площах застосовують у країнах Північної Америки та Західної Європи. В нашій країні він поширений поки що мало. Це вже крайня межа мінімалізації, яка вимагає досконалої техніки й ефективних засобів захисту рослин від бур'янів, хвороб і шкідників. Проте дані про фізичні властивості багатьох ґрунтів свідчать про можливість такого посіву.

При мінімалізації обробітку ґрунту здебільшого одержують такі ж урожаї як і при традиційному обробітку, але позитивно вирішується ряд

важливих завдань, а саме:

- економія робочої сили, техніки та пального;
- забезпечується висока оперативність польових робіт, особливо в умовах обмеженого часу та стислих строків;
- поліпшення ґрунтових умов і зменшення ризику розвитку водної і вітрової ерозій.

Для успішного застосування мінімалізації обробітку ґрунту, визначення її агротехнологічних меж, необхідні глибокі знання умов, за яких можливий такий обробіток. Мінімалізація обробітку ґрунту зумовлюється як постійними факторами, так і тимчасовими причинами. До першої групи відносять фактори, які впливають на будову ґрунту, а саме: гранулометричний склад, структура, склад вбирних основ, вміст гумусу тощо. До тимчасових причин відносяться наявність відповідних і- машин і знарядь, якість обробітку ґрунту, його засміченість насінням і вегетативними органами розмноження бур'янів, розповсюдження хвороб і шкідників, наявність засобів боротьби з ними тощо [26]. Дослідження, проведені в Англії на Ротамстедській дослідницькій станції (Аллен Х. П., 1985) понад 50 років тому, показали, що найбільш істотними вимогами, які ставляться до будь-якої системи обробітку ґрунту, є ефективна боротьба з бур'янами.

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

Схильність ґрунтів до ущільнення збільшується з півдня на північ і зі сходу на захід. У тих же напрямках зменшується придатність ґрунтів до мінімалізації. Найбільш придатні до мінімального обробітку чорноземи, серед інших типів – достатньо гумусовані ґрунти легкого й середнього

гранулометричних складів з долею водотривких агрегатів (більше 0,25 мм) не менше 50 %. Дерново-підзолисті та сірі лісові ґрунти піддаються більшому ущільненню, ніж чорноземи і каштанові ґрунти. На думку І. В. Кузнецової та С. І. Долгова (1975), можливість не використовувати або скорочувати кількість механічних обробіток можна визначати за наявністю в ґрунті водостійких агрегатів величиною понад 0,25 мм. Якщо їх не менше 40 %, ґрунт тривалий час зберігає стійке сприятливе складення, що досягається вже першим обробітком.

На основі характеристики структурного стану та складення різних ґрунтів на території України виділено три зони ефективного застосування мінімального обробітку:

До зона високої ефективності входять райони з чорноземними ґрунтами. Механічні обробітки парів і міжрядь культур можна скоротити або повністю замінити хімічними. Можлива заміна глибоких обробіток поверхневими.

Можливість скорочення кількості та глибини механічного обробітку на слабозабур'ячених полях або при використанні гербіцидів можна визначити, порівнюючи показники рівноважної та оптимальної для рослин об'ємної маси ґрунту.

Чим менша різниця між оптимальною і рівноважною щільністю, тим менш інтенсивного обробітку вимагає такий ґрунт. Велике значення має і швидкість переходу ґрунту з наданого йому стану до рівноважного. Важливим показником є і величина критичної щільності ґрунту, при якій починають складатися несприятливі умови для рослин. Саме ця величина є найбільш об'єктивним показником необхідності обробітку ґрунту, якщо, звичайно, операція не буде викликатися іншими причинами (бур'яни тощо).

Знання рівноважної і критичної щільностей може слугувати основою для прогнозування можливості мінімалізації обробітку ґрунту. Так, рівноважна щільність чорноземів південних карбонатних ґрунтів Криму в

шарі 0-10 см знаходиться в межах 1,17–1,19 г/см³, у шарі 10–20 см – 1,24–1,26 і в шарі 20–30 см – 1,26–1,28 г/см³, тобто не виходить за межі оптимальної, що свідчить про можливість мінімалізації їх обробітку [8].

При використанні об'ємної маси ґрунту як діагностичного показника необхідності його обробітку слід враховувати, що в умовах різного зволоження на ґрунтах одного і того ж типу параметри оптимальної щільності дещо зміщуються. Так, у роки з нормальним і недостатнім зволоженням на дерново-підзолистому середньосуглинковому ґрунті оптимальна об'ємна маса орного шару для ячменю дорівнювала 1,2–1,25 г/см, а в умовах підвищеного зволоження – 1,1–1,2 г/см. Це пов'язано зі складним впливом на урожай водно-повітряного режиму, який, залежно від метеорологічних факторів, може бути оптимальним при різних значеннях. Є також дані, що при високій забезпеченості рослин елементами живлення зменшується несприятливий вплив високої об'ємної маси ґрунту на урожайність сільськогосподарських культур.

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

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

Слід зазначити, що межа раціональної мінімалізації обробітку тих чи

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

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

- зменшення кількості глибоких обробітків ґрунту в сівозміні і запровадження поверхневих та мілких обробітків замість оранки, особливо при підготовці полів під озимі культури;

- скорочення кількості і глибини обробітків ґрунту перед сівбою і при догляді за посівами;

- використання широкозахватних плоскорізів, важких дискових борін, луцильників, фрез та інших знарядь, які забезпечують високоякісний обробіток за один прохід агрегату й зменшують кількість проходів ґрунтообробної техніки по полю;

- поєднання декількох технологічних операцій і заходів в одному робочому процесі шляхом застосування комбінованих ґрунтообробних і посівних агрегатів – повне відмовлення від механічних обробітків ґрунту (пряма сівба) – N0-611 технологія.

Один із шляхів мінімалізації обробітку ґрунту – використання комбінованих агрегатів і машин, які дають можливість за один прохід виконувати декілька технологічних операцій та заходів. Поєднувати можна тільки агротехнічно сумісні операції, причому, якщо строки їх виконання збігаються, наприклад: оранка, вирівнювання, розпушування і ущільнення; культивация, вирівнювання, локальне внесення мінеральних добрив; передпосівний обробіток ґрунту, внесення гербіцидів і сівба; подрібнення рослинних решток просапних культур, розпушування і коткування ґрунту; нарізування гряд, передпосівний обробіток верхнього шару ґрунту та

внесення добрив; проріджування сходів, міжрядне розпушування; розпушування міжрядь і внесення гербіцидів.

Для якісного передпосівного обробітку ґрунту за один прохід використовують комбіновані агрегати типу АКП- 2,5, АКП-5, РВК-3,6, РВК-5,4, АКР-3,6, КФГ-3,6, ВИП-5,6 тощо.

Для кращого кришіння ґрунту й вирівнювання поверхні ріллі плуги обладнують пристроями ПВР-2,3, ПВР-3,5 та ін. [5].

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

Вивчення глибокої обробки, зокрема оранки, показало, що не всі сільськогосподарські культури однаково на неї реагують. Найбільш вимогливі до глибокої оранки просапні, зернобобові, багаторічні трави, менш – зернові. Тому цілком можливо проводити під зернові культури прийоми мінімалізації основного обробітку ґрунту шляхом зменшення її глибини та заміни оранки мінімальною та безвідвальною обробками. Слід зазначити, що застосування оранки у своїй основі базується на інтенсивній експлуатації ріллі з недостатнім урахуванням біології оброблюваних до природних і техногенних ресурсів, що вимагають диференціації її глибини в полях зернопарових сівозмін. Така обробка є екологічно незбалансованою і необґрунтованою з погляду проблем ресурсозбереження. Ґрунти піддаються

деградації внаслідок порушень принципів адаптації систем основного обробітку ґрунту до ґрунтового-кліматичних умов, вимог біології культур, екології виробництва та ринку.

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

Пошук шляхів скорочення енергоємності основного обробітку ґрунту з оборотом пласга (глибокої оранки), зменшення її глибини, можливостей поліпшення ефективності плоскорізної і безвідвальної обробок, знаходження місця і кратності застосування прийомів у зернопарових сівозмінах з урахуванням посушливості клімату, спеціалізації виробництва товарного зерна в умовах багатокладності господарств викликає нагальну потребу продовження досліджень з розробки принципів підходу до вдосконалення систем основного обробітку ґрунту в поєднанні з унесенням добрив, які сприяють підвищенню стійкості виробництва зерна за роками й такими, що відповідають вимогам ресурсозбереження в ринковій економіці.

Водночас важливим напрямом удосконалення основного обробітку ґрунту є не тільки оптимізація прийомів і глибин, а й правильна науково обґрунтована побудова в зернопарових сівозмінах уся система обробітку ґрунту залежно від вимог зернових культур і взаємозв'язку основних обробітків у ротації [8].

Тому розробка в зернопарових сівозмінах найбільш ефективних систем обробки ґрунту, спрямованих на накопичення і збереження ґрунтової

родючості, зростання врожайності і якість зерна, зниження витрат, є актуальною.

Метою досліджень була обрана розробка та оптимізація в зернопаровій сівозміні ґрунтово- й ресурсозберігальних систем основного обробітку чорноземних ґрунтів посушливого степу Поволжя в напрямі більш раціонального використання ґрунтово-кліматичних ресурсів і подальшої їх адаптації до різних рівнів інтенсифікації виробництва з урахуванням можливого скорочення енергозатрат і запобігання в ґрунтах деградаційних процесів.

В умовах зрошення особливе значення має раціональний обробіток ґрунту.

Застосування мінеральних добрив, використання зрошувальної води призводить до поліпшення водно-повітряного режиму та підвищення врожайності лікарських культур [7]. Система обробітку ґрунту повинна бути диференційована відповідно до біологічних вимог даної культури, особливостей ґрунтового покриття, ступеня окультурення ґрунту, характеру забур'яненості полів, кліматичних та інших умов [8].

Нині зберегли свою цінність думки, висловлені з цього приводу автором [7]: «Сільське господарство, передусім – місцева справа, поліпшення в якій головним чином зумовлюється боротьбою з місцевими перешкодами, оцінка яких з прекрасного минулого призводить тільки до помилок. Вивчення їх "проїздом" – справа також малопродуктивна». Ще більш слушно з цього приводу висловлювався Єрмолов А. С. [7]: «Не тільки в одній місцевості, а й в одному маєтку однакові форми рільництва можуть виявитися непридатними». До таких висновків, правда значно пізніше, прийшли і в Західній Європі [7]. А. А. Ізмаїльський в умовах Херсонської губернії віддавав перевагу глибокій оранці [8]. Однак це не заперечує в деяких випадках винятків, наприклад, загрози висихання ґрунту в передпосівній оранці.

За останні 100–120 років особливо зросла роль сільськогосподарської науки у підвищенні родючості ґрунту й отриманні високих урожаїв. У зв'язку з цим вирішальне значення має створення таких систем землеробства, які б цілком відповідали місцевим природним умовам та особливостям.

Для збереження глибокого орного шару зовсім не обов'язково всюди й кожного року орати глибоко, а втрата структурності верхнього шару – не єдина і не головна причина необхідності перевертання скиб ґрунту [8].

При оранці насіння бур'янів більш рівномірно розподіляється в оброблюваному шарі, значна їх частина переміщується в глибокі шари ґрунту, особливо тоді, коли плуг працює з передплужником, а більша частина насіння гине [8].

Встановлено, що багаторічні бур'яни, глибоко підрізані й заорані, гинуть від виснаження [7].

На думку низки дослідників, глибока оранка збільшує кількість водотривких агрегатів у верхньому шарі ґрунту, її шпаруватість та водопроникність [7, 8]. Особливо помітні переваги глибокого обробітку з метою накопичення вологи в нижніх горизонтах ґрунту [8].

Глибина обробітку впливає на розвиток та проникнення в ґрунт кореневої системи рослин і часто визначає використання вологи та елементів живлення. Встановлено, що за оранки на 20–22 см на чорноземах лісостепової зони України в 0–30 см шарі ґрунту сконцентровано 80 % кореневої маси зернових культур і 55 % цукрових буряків [88]. Глибока оранка поліпшує використання добрив, підсилює проникнення коренів у глибину, відзначається і збільшення загальної маси коріння рослин, їх активно вбирної площі [8].

За глибокої оранки підвищується кількість азоту, фосфору та калію. Так, при збільшенні глибини оранки від 20–22 см до 27–32 см, вміст рухомих елементів живлення змінюється [8].

Нині на чорноземах поглиблення оранки понад 27 см знижувало

забезпечення базилика нітратами в орному шарі, але їх водночас було більше у верхньому шарі й посилювалися процеси мінералізації гумусу в піднятому на поверхню шарі, підвищувалась активність мікроорганізмів [8].

Зазначається, що при внесенні під сільськогосподарські культури добрив, які доцільно заорювати, підвищується аерація ґрунту, що значно впливає на діяльність мікроорганізмів [8]. Завдяки цьому збільшується біологічна активність ґрунту, підвищується коефіцієнт гуміфікації органічної речовини, окультурюється верхній прошарок ґрунту, зменшується змив ґрунту на схилах та забруднення навколишнього середовища.

На середньосуглинкових каштанових ґрунтах і на чорноземах південних регіонів України післядія глибокої оранки може проявлятися протягом 3-х і більше років [8].

Установлено, що в Україні на сучасному етапі розвитку землеробства традиційно використовується різноглибинний обробіток ґрунту з періодичним використанням полицевих плугів [7, 8].

Глибина оранки ґрунту впливає на так званий процес диференціації орного шару. Коли він залишається без обробітку, то має слабку біогенність, а якщо довгий час обробляється без обороту пласта, то біогенність різко знижується [8].

Нині усе більше уваги приділяється «біологічному» землеробству. Вченими Німеччини пропонується мінімалізація обробітку ґрунту як одного з основних прийомів окультурення безструктурних запливаючих ґрунтів [18].

Тривалість розпушувальної дії оранки в різних регіонах однакова. Частіше всього в більш розпушеному стані знаходиться ґрунт після оранки протягом 1–3 місяців. Потім щільність вирівнюється у всіх варіантах обробітку й наближається до рівноважної [7, 8].

Водночас у науковій літературі наводяться дані про те, що при мінімальному обробітку нерідко збільшується щільність і твердість у нижній частині (10–20 см, 10–30 см) орного шару ґрунту [7, 8].

Глибока оранка допомагає розподіленню мікроорганізмів у нижні шари ґрунту. Так, у 0–40 см шарі нітрифікувальних мікроорганізмів налічувалося значно більше при глибокій оранці, ніж при мілкій. Азотобактер розвивається в тих шарах, куди загортається органічна маса післязбираних залишків. Поглиблена оранка каштанових ґрунтів на півдні України від 17–20 до 38 см збільшує загальну кількість мікроорганізмів, азотобактера й нітрифікувальних мікроорганізмів [8].

За даними авторів [8], довгострокове зрошення зумовлює вплив на фізичні властивості ґрунту: збільшується щільність орного шару, знижується загальна пористість, погіршується повітряний обмін унаслідок ущільнення ґрунту і утворення кірки на його поверхні.

У разі збільшення щільності різко погіршується використання рослинами води з ґрунту. Як стверджує вчений [12], при підвищенні щільності чорнозему з 1,1 до 1,6 г/см³ мертвий запас вологи зростає з 11 до 19 % маси абсолютно сухого ґрунту, а при щільності до 2,0 г/см³ уся волога була недоступною для рослин.

За даними авторів [8], було встановлено, що чим довше ґрунт знаходиться під рослинним покривом, і чим вищий їх урожай, тим більше створюються структурних агрегатів і, навпаки, якщо ґрунт без рослин і піддається руйнівній дії води та значному механічному обробітці, то його структура гіршає. Так, дослідження вченого свідчать, що коренева система с.-г. культур і рештки інших рослин підвищують вміст водотривких агрегатів на 6,9% [79]. Учений [7] пропонує за агрономічноцінні агрегати прийняти розміри від 0,5 до 0,25 мм. За численними експериментальними даними [7, 13, 23], кожному виду рослин, залежно від їх особливостей, відповідає своя щільність ґрунту, при якій створюються найкращі умови для їх росту, розвитку та формування врожаю.

На думку авторів [7,8], на зрошуваних землях півдня України рівноважна щільність зложення орного шару ґрунту встановлюється під

впливом зрошення та природних факторів і становить 1,40—1,45 г/см³.

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

Внаслідок випадання великої кількості опадів ущільнення ґрунту збільшується через збільшення його маси або запливання. Зрошення ущільнених ґрунтів неефективне, оскільки нерідко призводить до цементації поверхні. Після підсихання на ній утворюються величезні тріщини.

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

Щільність ґрунту тісно пов'язана з іншими показниками, оскільки вона впливає на режими ґрунту. В. В. Медведєв (2004) зазначає, що водний режим як сукупність процесів надходження, перерозподілу, акумуляції і випаровування вологи в ґрунті залежить від щільності складення. Загалом вважається, що пухкий ґрунт краще сприймає вологу, ніж щільний. Вбирання вологи пухким ґрунтом супроводжується його ущільненням, швидким настанням рівноважного стану. Водночас різко зменшується надходження вологи у ґрунт. Що пухкішим і гірше оструктуреним є ґрунт, то стрімкіше відбувається процес затухання вбирання ним вологи. Переміщення вологи всередині ґрунту також залежить від його щільності. В пухкому ґрунті глибина промочування більша, ніж у щільному. Щільність зумовлюють

також і висхідні потоки вологи: фізичне випаровування, транспірація. Надмірно пухкий ґрунт швидко втрачає вологу, щільний – повільніше, оптимальна транспірація спостерігається за помірного ущільнення.

У формуванні повітряного режиму також особлива роль належить щільності складення. Повітрообмін ґрунту за найменшої вологості має зворотний лінійний зв'язок із щільністю складення, причому найтісніша залежність – у ґрунтах суглинкового та глинистого гранулометричного складу. Також існує зв'язок між складом газової фази ґрунту та динамікою і щільністю ґрунту.

Тепловий режим, як і два вищезазначені, регулюється щільністю складення. Від неї залежать теплопровідність і теплоємність ґрунту. Розпушування або коткування можна розглядати як прийоми теплової меліорації. Водночас щільність здійснює істотний вплив на біологічний режим ґрунту. Так, надмірне ущільнення ґрунту призводить до зниження біологічної і ферментативної активності і, як наслідок, знижує доступність для рослин елементів живлення [8]. Дослідженнями встановлено, що у процесі польових робіт машинно-тракторна техніка залишає свої сліди на 40–80 % обробленої ділянки, а на поворотні смуги припадає ще більше проходів. А оскільки сформувалася стійка тенденція до збільшення маси сільгосптехніки, то під негативну дію, крім орного шару, підпадає ще й підорний до глибини близько 1–1,5 м. Це призводить до зниження загальної та капілярної пористості родючого шару. Внаслідок підвищення щільності, а відповідно і твердості ґрунту, знижується рівень життєдіяльності мікрофлори родючого шару, що значною мірою спричиняє втрати врожаю – приблизно 20–30 %.

Консервувальний обробіток ґрунту передбачає відмову від застосування плуга. В результаті цього на поверхні ріллі залишаються речовини від попередника або проміжної культури. Характерні особливості такого способу обробітку: зниження звичайної інтенсивності основного

обробітку ґрунту за видом, глибиною та частотою механічного втручання; безвідвальне спусування забезпечує створення стабільної структури ґрунту для запобігання ущільненню в результаті проїзду машин; рослинні рештки зберігаються на поверхні ґрунту або відбувається їх неглибоке закладання; структура ґрунту зберігається непошкодженою, тим самим зменшується запливання й ерозія; посів здійснюється в мульчований ґрунт спеціальними або пристосованими сівалками.

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

Однак значна кількість полів обробляється традиційно – оранкою. Найважливішою характеристикою такої обробки ґрунту є щорічне спусування орного шару полицевим плугом. При цьому бур'яни та рослинні рештки закладаються в ґрунт, значна частина заораного насіння гине. Створюється рихле орне поле без рослинних решток, яке дає змогу безперешкодно застосовувати традиційну посівну техніку. В цілому все має гарний вигляд, однак при оранці спусується лише верхній шар. За такої умови леміш, рухаючись як клин, не тільки переміщує відрізану частину ґрунту до полиці, а й штовхає іншу його частину вглиб, утворюючи «плужну підшву». Утворення занадто ущільненого ґрунту під шаром орного призводить до перешкоджання вільному проникненню вологи у підорні шари. Таким чином, волога випаровується з нижніх горизонтів, а земля залишається пересушеною. Крім того, «плужна підшва» сприяє виникненню не тільки так званих мокрих «блюдець» на рівнинній і низинній місцевостях, а й значної водної ерозії – на схилах. У результаті спостерігається розширення ареалу водної ерозії та деградація родючих земельних ділянок.

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

сільськогосподарських культур.

В. В. Медведєв (2006) підкреслює, що система агротехнічних заходів має бути направлена не просто на покращення певної властивості ґрунту, а на приведення її параметрів у відповідність до потреб конкретної культури. Оптимальні значення щільності коливаються в широких межах. Потреби рослин до щільності залежать від вологопостачання, а також від рівня забезпечення поживними елементами. Так, в умовах недостатнього зволоження зернові культури краще відгукуються на підвищену щільність [17].

Одним із шляхів профілактики агрофізичної деградації є мінімізація обробітку ґрунту. Проте досить поширеною є думка, що зниження інтенсивності обробітку ґрунту призведе до ущільнення орного шару. Науковою підставою щодо вибору глибини обробітку є різниця між фактичними й оптимальними (встановленими для конкретної культури) параметрами щільності посівного та підпосівного шарів ґрунту. Якщо ці показники збігаються або є близькими – є підстава для зменшення глибини основного обробітку ґрунту [8].

У зв'язку з цим вирішальне значення має створення таких систем землеробства, які б цілком відповідали місцевим природним умовам та особливостям кліматичних зон вирощування ефіроолійних культур, а передумови для цього існують – це температурні умови в цій зоні. Саме завдяки локальному характеру зволоження забезпечується значна економія води та добрив порівнюючи з іншими способами поливання, але водночас перевага зумовлює зростання питомого водного та мінерального (внесення із поливом добрив) навантаження на ґрунт у зонах зволоження. Тому питання ефективності краплинного зрошення органічно поєднане з його екологічною безпекою. Зростання потужності орного шару позитивно впливає на водний режим ґрунту. При його збільшенні ґрунт може повніше використовувати опади. На ґрунті з глибоким високоокультуреним орним шаром навіть при

випаданні дощів зливогого характеру значна частина опадів зазвичай устигає проникнути в товщу цього шару й затримуватися в ньому, надалі надлишок вологи понад польову вологоємність поступово йде в шари, що пролягають нижче. і навпаки, на ґрунті з мілким орним шаром за таких самих умов рельєфу, однакових стану поверхні й сільськогосподарського використання ґрунту дощі зливогого характеру зазвичай бувають малокорисними, оскільки значна частина опадів стікає по плужній поверхні [26]. За підвищеної кількості опадів ґрунт із мілким орним шаром швидко перезволожується, рослини на ньому страждають від надлишку вологи й недоліку кисню. Водночас на ґрунті з глибоким орним шаром, хоча він і містить у цілому більше вологи, ніж у першому випадку, рослини розвиваються нормально, жодних ознак страждання їх від надлишку вологи не спостерігається. На такому ґрунті культурні рослини краще протистоять засусі та менше страждають від надмірних дощів.

Зі збільшенням потужності орного шару поліпшуються умови живлення культурних рослин. Навіть у дуже бідному ґрунті вміст поживних речовин у сотні разів перевищує ті їх кількості, які використовуються сільськогосподарськими рослинами щорічно при найвищих урожаях. Незважаючи на такі великі запаси поживних речовин у ґрунті, рослини далеко не завжди мають можливість своєчасно та повністю задовольняти свої потреби в них [7].

Так, в умовах недостатнього зволоження зернові культури краще відгукуються на підвищену щільність. Одним із шляхів профілактики агрофізичної деградації є мінімізація обробітку ґрунту. Проте досить поширеною є думка, що зниження інтенсивності обробітку ґрунту призведе до ущільнення орного шару.

Науковою підставою щодо вибору глибини обробітку є різниця між фактичними й оптимальними (встановленими для конкретної культури) параметрами щільності посівного й підпосівного шарів ґрунту. Якщо ці

показники збігаються або є близькими, виникає підстава для зменшення глибини основного обробітку ґрунту.

Особливо актуальним є аналіз показників щільності ґрунту за впровадження технології прямого висіву культур (нульового обробітку ґрунту), за якої висів культур здійснюють у необроблений ґрунт спеціальними сівалками. Цю технологію активно впроваджують в Україні, особливо у посушливих регіонах.

Рівноважною вважають щільність горизонтів, які довгий час не оброблялись. Оптимальною вважається така щільність, за якої у разі інших рівних умов отримують найбільші врожаї сільськогосподарських культур. Численними дослідженнями у ґрунтово-кліматичних зонах України було встановлено оптимальні параметри агрофізичних властивостей ґрунтів для вирощування сільськогосподарських культур [8].

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

Результати досліджень підтверджують різноплановий вплив краплинного зрошення на зміни водного, повітряного, окисно-відновного режимів, активізацію газохімічних процесів, інтенсифікацію біологічних процесів, посилення рухомості сполук і речовин, що входять до складу

рідкої та твердої фаз ґрунту, підвищення мінливості деяких фізичних ґрунтових параметрів (щільність, твердість, липкість, структурність, водопроникність тощо), у деяких випадках перерозподілення гранулометричних часток різного розміру в межах ґрунтового профілю. Поряд із генетичними особливостями ґрунтів визначальну роль у їхній стійкості до дії краплинного зрошення відіграють і природно-кліматичні умови території їхнього місце знаходження, а саме: посушливість клімату, ґрунтоутворні породи, дренажність території, природний рівень зволоження, глибина залягання ґрунтових вод тощо. Безперечно, всі ці та інші фактори слід урахувати під час проєктування систем краплинного зрошення. Наприклад, норми поливання культур мають унеможливити втрати вологи у нижні горизонти й цим самим зменшувати ймовірність підняття рівнів ґрунтових вод, а також можливість розмивання агрономічноцінних агрегатів до найменших фракцій тощо. За відомих рівнів засолення чи осолонцювання ґрунтів і якості поливної води передбачають заходи із попереднього поліпшення їхніх властивостей шляхом хімічної меліорації [8].

Шляхом правильного вибору меліорантів і добрив впливають на ступінь лужності та кислотності ґрунтів. Агрономічні критерії поливної води визначають із метою запобігання процесам самозасолення, осолонцювання, підлуження ґрунтів та унеможливлення токсичного впливу на рослини, а екологічні критерії для попередження негативного впливу на компоненти довкілля та здоров'я населення, а саме: зміни стійкості ландшафтів, санітарно-гігієнічного стану та харчової якості сільськогосподарської продукції, характеристик санітарно-гігієнічного стану поверхневих та підземних вод, захищеності горизонтів питних вод від забруднення тощо [7].

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

Краплинне зрошення дає змогу управляти поживним режимом ґрунтів

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

Вторинне засолення як процес накопичення водорозчинних солей у ґрунтах під час зрошення спричинюється надходженням солей у разі використання для поливання води із підвищеною мінералізацією. Водночас максимальна кількість усіх водорозчинних та токсичних солей зосереджується у межах зони зволоження ґрунту, нижня частини якої у деяких ґрунтах менше засолена, що пов'язано зі сприятливими умовами вимивання солей атмосферними опадами в осінньо-зимово-весняний період .

Дослідження, проведені різними авторами у різних природно-кліматичних умовах, мали подібні результати, що дає змогу стверджувати, що за краплинного зрошення межі зон соленакопичення у ґрунтах практично збігаються із межами зон зволоження, а максимальна кількість солей концентрується у центральній частині зон зволоження або на периферії [17]. Із підвищенням засоленості ґрунту частка солей, що міститься у ґрунтовому розчині, зменшується, а саме: за 0,1–0,2% засоленості у ньому міститься близько 70 % загальної кількості водорозчинних солей, за 1,0–1,1 % засоленості знижується до 10–20 % [8].

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

вторинного гідроморфізму.

Підвищений попит аграріїв до використання краплинного зрошення для вирощування сільськогосподарських культур (площі цього способу поливання у 2018 р. досягли 85 тис. га) все частіше спонукає науковців шукати доказів його екологічної безпеки для ґрунтів, родючість яких залишається під державним контролем. Найбільші площі краплинного зрошення просапних культур знаходяться у Херсонській області – 56 % усіх наявних в Україні. Широко застосовують КЗ просапних культур також у Миколаївській, Одеській, Дніпропетровській і Запорізькій областях (рисунк 3).

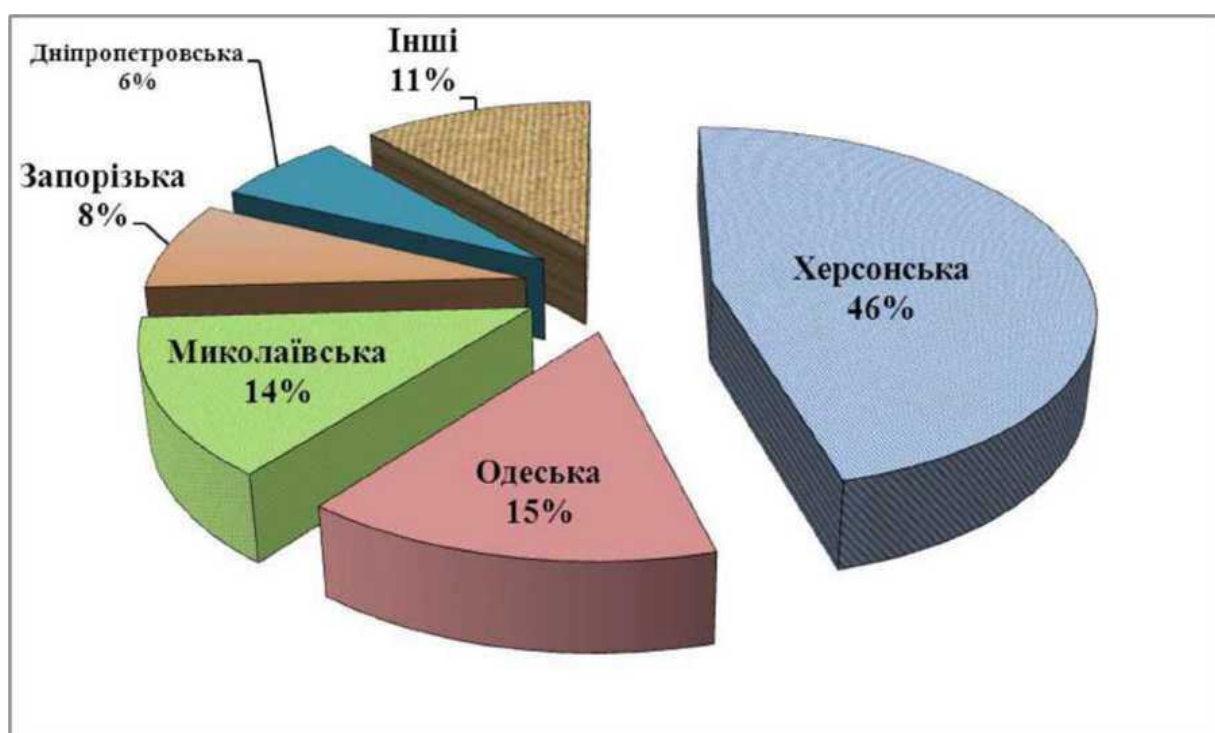


Рис.3 Розподіл площ краплинного зрошення просапних сільськогосподарських культур у розрізі регіонів України (2018 р.)

Важливим фактором у популяризації краплинного зрошення просапних культур відіграють, безумовно, дослідження вітчизняних учених установ НААН з розробки та наукового обґрунтування різних елементів технологій вирощування цих культур. Лише за останні 10–15 років з цих питань було закладено та проведено десятки польових стаціонарних дослідів. Більшість

розробок отримали реальне впровадження у виробництві, на їх основі захищено дисертаційні роботи, підготовлено численні науково-практичні рекомендації, посібники та нормативні документи.

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

Однак правильно встановлені системи краплинного поливу, за умови належного управління та дотримання експлуатаційних вимог, можуть дати змогу використовувати високовартісну систему близько 20 років, а термін окупності обладнання становить тільки два роки [8].

При вживанні препаратів з лікарської рослинної сировини в організм людини надходить цілий комплекс біологічно активних речовин, зокрема й мікро- та макроелементи, які надають комплексний вплив на організм людини. Але водночас в організм людини можуть надходити потенційно небезпечні хімічні сполуки техногенного походження, небезпечні для здоров'я людей [16, 17]. Найбільш небезпечними є важкі метали й радіонукліди через їх здатність до міграції по біологічних ланцюгах. Кожен з хімічних елементів, що поглинається рослинами, виконує у фізіологічних процесах певні функції.

Свинець. Хоча в природних умовах свинець присутній у всіх рослинах, виявити яку-небудь його роль у метаболізмі не вдалося. Останнім часом свинець привертає велику увагу як один з головних компонентів хімічних

забруднень середовища і як елемент, токсичний для рослин. У рослини свинець надходить двома шляхами; поглинається корінням і листям. В огляді статті О.А. Ельчініної наводяться концентрації свинцю в рослинах, прийняті за нормальні – 0,1...0,5 мг/кг повітряно-сухої маси, а максимальні – 10 мг/кг. Звичайний вміст свинцю в сільськогосподарських культурах, які використовуються в їжу, знаходиться в межах 1...5 мг/кг сухої речовини [44]. У досліджених лікарських рослинах Північного Прикаспію концентрація свинцю варіювала від 0,06 до 2,5 (0,24) мг/кг. У літературі нами не знайдено допустимі рівні токсичних елементів безпосередньо для лікарських рослин.

Кадмій. Кадмій – елемент надзвичайно високої токсичності. Іони кадмію володіють великою рухливістю в ґрунтах, легко транслюються в рослини й по харчових ланцюгах надходять в організми тварин і людей. Солі кадмію характеризуються мутагенними та канцерогенними властивостями й становлять потенційну генетичну небезпеку. У харчуванні людей і тварин кадмій є кумулятивною отрутою. Нормальний вміст кадмію в рослинах 0,05 ... 0,20 мг/кг повітряно-сухої маси, імовірно максимальне – 3 мг/кг. Питання про максимально допустиму межу вмісту кадмію в рослинних харчових продуктах є предметом широкої дискусії. В основній масі досліджених зразків вміст кадмію коливався від 0,073 до 0,175 мг/кг, що не перевищує допустимий рівень, 1,0 мг/кг ґрунту.

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

Миш'як. Він входить до складу рослин, але його біохімічна роль

практично не вивчена. Передбачається, що миш'як поглинається рослинами разом з водою, проте можливе й активне поглинання. Концентрація миш'яку в рослинах, які ростуть на незабруднених ґрунтах, змінюється в межах 0,001...1,500 мг/кг сухої маси. В умовах забруднення рослини можуть накопичувати екстремально велику кількість миш'яку, понад 6000 мг/кг сухої маси [14]. Концентрація миш'яку в досліджених нами рослинах варіювала в межах від 0,007 до 0,012 мг/га. Гранично допустима концентрація – 0,5 мг/кг (17, 21).

Тому до вивчення було поставлене питання, яким чином очистити лікарські рослини від шкідливих домішок, що потрапляли разом з поливною водою в рослини. Нами була взята водна рослина Ейхорнія товстоноожкова, на яку посилається низка зарубіжних авторів [15].

У пошуках нових технологій очищення стічних вод було розглянуто й проаналізовано розробки технологій у сферах обробки питної і технічної води та очищення комунальних і промислових стічних вод за допомогою Ейхорнії, водяного гіацинта (*Eichornia crassipes*, раніше *E. speciosa*), багаторічної трав'янистої водної рослини сімейства понтедерієвих.

Стебло укорочене з розетками овального листя. Черешки листя пухлякоподібно роздуті, наповнені повітрям і забезпечують вільне плавання рослини на поверхні води; кореневища довгі; при висиханні водоймищ *E.* укорінюється в мулові відкладення. Батьківщина Ейхорнії – тропічні та субтропічні райони Північної і Південної Америки. Нафтопродукти, технічні масла, феноли, сульфати, фосфати, синтетичні поверхнево-активні речовини (СПАР), мінеральні солі, патогенні мікроорганізми – нічим не гребує ця рослина. Окисляє, розщеплює, не вдаючись до допомоги ґрунтових мікроорганізмів, які для більшості вищих рослин проводять первинну переробку «їжі». В науковій діяльності широко відомий ефект евтрофікації або доступ до чистої води міського (А) і сільського (Б) населення окремих регіонів (евтрофікування) річок та озер від дії забруднення їх вуглеводнями

[16, 17]. Вивчено поглинання іонів міді, свинцю, кадмію та цинку з водних розчинів водним гіацинтом у модельних умовах. Зазначено, що рослини витримують перевищення ГДК даних елементів у воді, зберігають життєздатність і успішно розмножуються. За десять днів модельного експерименту концентрація металів знижується більше ніж у 5 разів для цинку, в 6 разів для кадмію, в 4 рази для свинцю, у 8,5 разів для міді [16].

Зрошувані землі, особливо на півдні України, один з основних чинників інтенсифікації землеробства в районах з недостатнім та нестійким зволоженням.

В Україні краплинне зрошення застосовують для поливання на різних типах ґрунтів, які за своїми характеристиками є засоленими, солонцюватими, лужними, кислими, із відповідним вмістом гумусу, карбонатів, водорозчинних солей, що мають певну ємність катіонного обміну, насиченість основами, найменшу вологоємність, гранулометричний склад і т. ін. Зрошують навіть ті ґрунти, які за своїми характеристиками непридатні для цього. До властивостей ґрунтів завжди додається вплив поливної води, якість якої для краплинного зрошення оцінюють за двома нормативними документами: ДСТУ 2730:1994 і ДСТУ 7286:2012 [23].

РОЗДІЛ 2

2.1 Використання вологи рослинами шавлії мускатної та окупність урожаєм зрошувальної води при краплинному зрошенні залежно від факторів, що досліджувалися

Головне завдання у зоні південного регіону України – це збереження вологи у верхньому шарі ґрунту. Незважаючи на наявність таких факторів землеробства, як нестача вологи, прояви водної та вітрової ерозії головне – це збереження вологи, тому передпосівна культивуація, яка проводилася агрегатом КПС-4 призводила до зниження вологи на 60% НВ у верхньому шарі ґрунту, що не дозволяло появи дружних сходів рослин шавлії мускатної. Тому нами для збереження вологи у верхньому шарі ґрунту у відповідальний період розвитку рослини – сходи, були проведені дослідження щодо використання борони культиватора (БК-1.0(007)), що добре вичісував бур'яни з ґрунту, які знаходилися у фазі шильця, що дало змогу у цьому варіанті отримати на два тижні пізнішу появу сходів бур'янів, що зменшило трамбування посіву агрегатами під час проведення міжрядних культивацій посіву. За такої технології обробітку ґрунту вологість у шарі ґрунту 0–30 см. зберігалася на рівні 75 % Н В, дана борона із сегментами створювала ложе в ґрунті для насіння шавлії мускатної на глибині до 3 см., що сприяло рівномірній заробці насіння на відповідну глибину та появи дружних сходів рослин, а в іншому варіанті під час виконання передпосівної культивації агрегатом КПС-4 вологість ґрунту знижувалася до 60% Н В, одна з причин зниження вологи в ґрунті – це підймання з нижніх шарів ґрунту вологи на верх, що негативно вплинуло на появу сходів шавлії мускатної [24].

Відомо, що краплинне зрошення, як і інші способи поливу, використовують насамперед для зниження залежності сільськогосподарського виробництва від умов природного вологозабезпечення. Але за краплинного зрошення подавання води здійснюється не на всю площу

зрошеної ділянки, а лише у кореневу зону рослин, тобто локально. Локальний характер зволоження як основна технологічна ознака краплинного зрошення зумовлює його переваги [7].

Водоспоживання шавлії мускатної в досліді визначалось у польових умовах з використанням методу водного балансу за різних рівнів підтримання передполивної вологості ґрунту у відповідний період розвитку рослин. При водобалансових розрахунках враховували надходження вологи з метрового шару ґрунту від опадів і зрошувальної вологи за міжфазними періодами вегетації шавлії мускатної в цілому за вегетаційний період.

Поливні норми призначалися з розрахунку зволоження активного шару ґрунту 0,3...0,4 м залежно від міжфазного періоду й прийнятої в досліді нижньої межі передполивної вологості ґрунту до верхньої межі оптимального зволоження до найменшої вологоємності (НВ). В сумарному водоспоживанні шавлії мускатної найбільшу долю складала зрошувальна норма (78,8...84,4 % залежно від волого- й теплозабезпеченості досліджуваних років). З ґрунту витрачено 11,2...13,1 %, доля атмосферних опадів 0...5,3 %. При визначенні впливу досліджуваних факторів на сумарне водоспоживання шавлії мускатної в шарі ґрунту 0–100 см у різні роки життя згідно з таблицею 2.11 було різним і залежало від строків посіву, так у варіанті з глибиною оранки 20–22 см другим роком життя з шириною міжрядь 45 см, без унесення добрив при першому строці посіву – 5050 м³/га., посів шавлії мускатної в більш пізні строки – перша декада квітня цей показник знизився на 177 м³/га. Післядія оранки у варіанті з більшою глибиною оранки 28–30 см призвела до зростання сумарного водоспоживання шавлії мускатної до 5133 м³/га перед варіантом з меншою глибиною оранки. Внесені добрива на першому році життя в дозі N₆₀P₉₀ призвели до зниження цього показника перед варіантом без добрив до 304 м³/га. Сумарне водоспоживання шавлії мускатної в шарі ґрунту 0-100 см у різні роки життя залежало від кліматичних умов, які склались під час життя

шавлії мускатної [24].

Таблиця 2.1.1 Вплив досліджуваних факторів на сумарне водоспоживання шавлії мускатної в шарі ґрунту 0–100 см у різні роки життя, м³/га

Строки посіву 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
Другий рік життя, 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
Третій рік життя, 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
Четвертий рік життя, 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
П'ятий рік життя, 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

Сумарне водоспоживання шавлії мускатної в шарі ґрунту 0–100 см – основний критерій існування культур в умовах різкоконтинентального й засушливого клімату півдня України. Потреба рослин у воді залежить від біологічних особливостей рослин, періоду їх вегетації, розвитку кореневої системи, будови листового апарату, а також від таких зовнішніх факторів, як світло, тип ґрунту й інше [24]. Полив рослин здійснювався системою краплинного зрошення, яка забезпечувала рівномірний розподіл поливної води між рослинами, водночас не створюючи ґрунтової кірки, все це

сприяло дружній появі сходів шавлії мускатної в першій фазі розвитку – сходи. Полив здійснювався безпосередньо під рослину, не витрачаючи воду на полив міжрядь, що зменшувало кількість міжрядних культивуацій перед традиційним – дощуванням, водночас щільність ґрунту поліпшувалась, розвиток кореневої системи шавлії мускатної при першому-другому роках використання посіву шавлії мускатної покращувався. Запаси доступної вологи за шарами ґрунту можуть бути різними, а також можуть змінюватися залежно від ширини міжрядь, густоти стояння рослин і багатьох інших факторів. Тому дослідження впливу геометричного розміщення рослин та запасів ґрунтової вологи на продуктивність рослин шавлії мускатної є актуальними. Аналіз останніх досліджень та публікацій показує, що урожайність шавлії мускатної залежить від запасів продуктивної вологи в ґрунті, які накопичуються упродовж осінньо-весняного періоду, генетичного потенціалу конкретного сорту, впливу бур'янів, шкідників, хвороб тощо. Вода є важливим фактором для забезпечення високої продуктивності рослин шавлії мускатної. Нерівномірне розподілення опадів протягом вегетаційного періоду, а також їх кількість тісно пов'язані з рівнем продуктивності рослин шавлії мускатної. Коли опади випадають в оптимальній кількості та рівномірно розподіляються ґрунтовими шарами, необхідність у зрошенні для реалізації високого рівня урожайності зменшується. За допомогою моделювання вчений Lamn визначив середньообаторічну кількість води, необхідну для зрошення шавлії мускатної – 367 мм. Викликаний посухою стрес рослин може залежати від різноманітних факторів, таких, як фаза розвитку, тяжкість та тривалість стресу для рослин шавлії мускатної. Дефіцит ґрунтової вологи може впливати на рослини по-різному, починаючи від візуальних змін, до в'янення та загибелі всієї рослини у зв'язку з відмиранням тканин. За дефіциту води у ґрунті знижується вміст хлорофілу у листках шавлії мускатної, погіршуються фізіологічні процеси, такі, як швидкість фотосинтезу, ефективність асиміляції вуглецю, дефіцит вологи

знижує ріст біомаси шавлії мускатної, площу поверхні кореня та його довжину, висоту рослин, площу листової поверхні, суху масу всіх органів рослин, урожайність насіння, кількість гілок, суцвіть. Тому нами до дослідження були взяті такі фактори – основний обробіток ґрунту 20–22 та 28–30 см, з різними строками посіву від підзимного – перша декада грудня та до весняного – від березня до першої декади квітня з різними фонами живлення з посівом шавлії мускатної і шириною міжрядь 45 та 70 см. Згідно з даними, поданими в таблиці 2.1.2, коефіцієнт культури залежав на другому році життя від внесених добрив на першому році життя під основний обробіток ґрунту, так і у варіанті з першим строком посіву – перша декада грудня у варіанті без добрив з глибиною оранки 20–22 см – 868 м³/т, внесенні добрива в дозі N₆₀P₉₀ зменшили на коефіцієнт водоспоживання до – 380 м³/т.

Таблиця 2.1.2 Вплив досліджуваних факторів на коефіцієнт водоспоживання шавлії мускатної в різні роки життя, м³/т

Строки посіву культури	Ширина міжряддя, см	Глибина оранки (см) та фони живлення			
		20–22		28–30	
		Без добрив	N ₆₀ P ₉₀	Без добрив	N ₆₀ P ₉₀
Другий рік життя, 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
Третій рік життя, 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

Четвертий рік життя, 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
П'ятий рік життя, 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

У варіанті з глибиною оранки 28–30 см без добрив коефіцієнт водоспоживання шавлії мускатної на варіанті без внесення добрив склав при першому строці посіву – 807 м³/т. Глибока оранка знизилася коефіцієнт водоспоживання порівнюючи з мілким обробітком ґрунту на 67м³/т.

Післядія строків посіву також вплинула на коефіцієнт водоспоживання шавлії мускатної в різні роки життя, так при посіві в першій декаді грудня – у варіанті без добрив цей показник – 762, більш пізній строк посіву – перша декада квітня призвела до зростання коефіцієнту водоспоживання шавлії мускатної до 1240 м³/т. На першому році життя коефіцієнт водоспоживання у варіанті з глибиною оранки 28–30 см з унесенням мінеральних добрив у дозі N₆₀ P₉₀ за ширини міжрядь 45 см становив – 362, посів шавлії мускатної з міжряддям 70 см цей показник збільшився на 80 м³/т, така ж закономірність зберігалася і на третьому та четвертому роках життя шавлії мускатної. Використання посіву на п'ятому році життя з шириною міжрядь 45см призвело до зростання цього показника порівнюючи з першим роком життя в дозі N₆₀ P₉₀ – 2064 м³/т. Строки посіву шавлії мускатної у цьому варіанті

також впливали на величину коефіцієнту водоспоживання, так, у варіанті з першим строком посіву і шириною міжрядь 45 см цей показник становив 2426, при визначенні показника в більш пізні строки посіву цей показник зріс у першій декаді квітня на 3502 м³/т, така ж закономірність простежувалася і за ширини міжрядь 70 см.

Тому доречно для ефективного використання поливної води в зоні з посушливим кліматом Південного регіону України вносити мінеральні добрива на першому році життя в дозі N₆₀ P₉₀ з шириною міжрядь 45 см. та проводити посів у першій декаді грудня – до третьої декади березня, подальше відтермінування строків посіву призводить до зниження врожаю шавлії мускатної та вмісту ефірної олії на посівах шавлії за роками життя [23].

2.2 Поживний режим ґрунту та вплив їх на розвиток шавлії мускатної

На півдні України при зрошенні тепло та волога перестають бути факторами, які знаходяться в мінімумі. Водночас рівень урожайності сільськогосподарських культур часто залежить від вмісту в ґрунті поживних речовин, їх доступності. Головна роль тут належить азоту, доступність якого при зрошенні зростає [23]. Названі вище автори встановили, що нітрифікаційна здатність азоту зменшується при щільності ґрунту нижче 1,35 г/см³.

Відомо, що гумус зумовлює сприятливий водно-повітряний, тепловий та поживний режими ґрунтів, що забезпечує нагромадження в ньому біологічно активних речовин [8].

Однією з головних причин зниження вмісту гумусу в ґрунті може бути відносно низька норма внесення добрив, збільшена аерація ґрунту при його механічному обробітку, що призводить до його мінералізації а також до зниження вмісту гумусу в ґрунті через витрати азоту рослинами [8].

Дослідження вчених [23] пояснюють зниження запасів нітратів при

мілкому обробітку ґрунту його біологічним закріпленням.

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

Однією із задач основного обробітку ґрунту є рівномірний розподіл та якісна заробка мінеральних добрив як важливі умови вискоєфективного використання зрошуваних земель і гарантія не тільки збереження, але й підвищення родючості ґрунту [8].

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

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

Стан застосування добрив у землеробстві південного степу України та аналіз наукових даних дає змогу зробити висновок, що теорія родючості ґрунту потребує подальшого розвитку на основі переусвідомлення багатьох установлених положень, вирішення складних і спірних питань для максимально повного використання найновіших досягнень багатьох галузей науки. Проблема варта системного й цілеспрямованого вивчення. В агроєкосистемах повинні діяти механізми, які забезпечують підвищення родючості ґрунтів і вирішення проблем екологічної стійкості щодо здатності протягом усього часу експлуатації зберігати біопродуктивність за високої якості вирощеної продукції. Вивчення закономірностей кількісної дії основних агроприємів у їх сукупному чи в роздільному прояві відкриває

можливість для створення раціональних технологій вирощування сільськогосподарських культур і розробки системи керування родючістю ґрунту. На основі вивчення цих закономірностей, а також дії тривалого застосування різних доз мінеральних та органічних добрив, їх поєднання, розміщення і періодичного внесення на властивості ґрунту, механізм формування врожаю, його структуру і якість, обґрунтовується енергоекономна та природоохоронна інтегрована система удобрення культур польової сівозміни. Переважна частина необхідних для рослин поживних речовин міститься у ґрунті в недоступних формах – в органічних залишках, у перегної, у складі ґрунтових мікроорганізмів, а також у важкорозчинних мінеральних сполуках. Лише в результаті переробки цих складників мікроорганізмами, а також розпаду тіл відмерлих мікроорганізмів поживні речовини виходять у формі легкокорозчинних сполук, доступних рослинам.

Однак корисна діяльність ґрунтових мікроорганізмів може протікати нормально лише за сприятливих для них ґрунтових умов – за наявності у ґрунті потрібних їм поживних речовин, тепла, вологи, повітря (кисню) та за відсутності підвищеної кислотності ґрунту. У сильно ущільненому або перезволоженому ґрунті через брак кисню життєдіяльність корисних для рослин мікроорганізмів пригнічується [8].

В таких умовах у ґрунті розвивається інша група мікроорганізмів, продукти життєдіяльності яких не тільки не використовуються сільськогосподарськими рослинами для живлення, а й навіть можуть негативно позначитися на зростанні та розвитку.

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

Аналіз отриманих даних (таблиця 2.2.1) показує, що вміст нітратів у 0–30 см шарі ґрунту при відборі ґрунтових зразків перед посівом під час

осіннього посіву 2011–2013 рр. склав у варіанті без добрив з глибиною оранки 20–22 см. – 0,17 при внесенні добрив у дозі $N_{60}P_{90}$ – 0,54 мг/кг ґрунту. При визначенні вмісту нітратів за глибини оранки 28–30 см. було визначено, що у варіанті з внесенням добрив у дозі $N_{60}P_{30}$ вміст нітратів в шарі ґрунту 0–30 см склав 0,47, збільшення дози внесення добрив до $N_{60}P_{90}$ призвело до зростання його вмісту в ґрунті до 0,68 мг/ кг.

При відборі ґрунтових зразків у фазі сходи в 2012–2014 рр. на першому році вегетації культури вміст нітратів у варіанті з глибиною оранки 20–22 см та дозою $N_{60}P_{90}$ нітрати – 0,54, більш глибока оранка на 28–30 см. призвів до зростання вмісту нітратів у шарі ґрунту 0–30 см до 0,56 мг/кг.

У подальшій фазі розвитку рослин – розетка, при визначенні нітратів на варіанті з унесенням добрив у дозі $N_{60}P_{90}$ вміст нітратів у ґрунті в результаті споживання елементів живлення знизився до 0,43 мг/кг у варіанті з глибиною оранки 28–30 см.

Таблиця 2.2.1 Вміст нітратів у 0–30 см шарі ґрунту при вирощуванні шавлії мускатної, відбір ґрунтових зразків перед посівом, мг/кг

Фони живлення	Вміст нітратів у шарі ґрунту 0–30 см	
	Глибина оранки, см	
	20–22	28–30
	Відбір ґрунтових зразків під час осіннього посіву, 2011–2013 рр.	
Без добрив	0,17	0, 21
$N_{60}P_{30}$	0,38	0,47
$N_{60}P_{60}$	0,46	0,47
$N_{60}P_{90}$	0,54	0,68

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

Перший рік вегетації культури

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

Поживні речовини мінеральних добрив рослини використовують не тільки в періоді прямої дії, але й у післядії, так у перший рік використання посіву дані таблиці 2.2.2 констатують, що на першому році використання вміст нітратів у 0–30 см шарі ґрунту при вирощуванні шавлії мускатної на варіанті без добрив у фазі відновлення вегетації – 0,16, мг/кг, у подальших роках використання посіву вміст цього елемента в шарі ґрунті 0–30 см. знижувався на другому до 0,14 а на четвертому році використання посіву до 0,10 мг/кг.

Унесені мінеральні добрива на першому році життя в дозі N₆₀P₉₀ проявили свою післядію в ґрунті на першому році використання посіву при настанні фази – відновлення вегетації, вміст нітратів становив 0,54 мг/кг, у подальшому проявлялась їх післядія на другому–четвертому роках використання посіву.

При настанні фази – бутонізація вміст нітратів у шарі ґрунту 0–30 см у варіанті N₆₀P₉₀ знизився до показника на 0,28 мг/кг порівнюючи з попередньою фазою розвитку рослин шавлії мускатної. Згідно з даними авторів [7], азот рослини засвоюють у вигляді аніона NO₃, катіона NH₄⁺

амідів та амінокислот. При живленні рослин нітратною формою азоту останній відновлюється до аміаку у коренях і листях за участю вуглеводнів.

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

Таблиця 2.2.2 Вміст нітратів у 0–30 см шарі ґрунту при вирощуванні шавлії мускатної в різні роки використання, мг/ кг

Фони живлення	Фази розвитку рослин та роки їх використання			
	Перший, 2013–2015	Другий, 2014–2016	Третій, 2015–2017	Четвертий, 2016–2018
	Відновлення вегетації			
Без добрив	0,16	0,14	0,13	0,10
N ₆₀ P ₉₀	0,54	0,46	0,34	0,30
	Бутонізація			
Без добрив	0,11	0,93	0,11	0,10
N ₆₀ P ₉₀	0,26	0,22	0,21	0,13
	Цвітіння			
Без добрив	0,11	0,11	0,93	0,85
N ₆₀ P ₉₀	0,26	0,22	0,23	0,23

Вміст рухомого фосфору у 0–30 см (таблиця 2.2.3) шарі ґрунту при відборі ґрунтових зразків перед посівом в осінній період відбору становив у варіанті з глибиною оранки 20–22 см без добрив – 0,27, унесення фосфорних добрив дозою N₆₀P₉₀ призвело до зростання вмісту цього елемента в шарі ґрунту 0–30 см до – 0,54 мг/кг, більш глибока оранка на 28–30 см не вплинула на зростання цього елемента в ґрунті.

На високу ефективність добрив у підвищенні врожаю

сільськогосподарських культур на зрошуваних землях указує багато авторів [8,18]. Так, не удобрена кукурудза без поливу в дослідях Інституту зрошуваного землеробства забезпечила урожайність 45,6 ц/га, при поливі без добрив – 52,2 ц/га, а при удобренні – 91,7 ц/га зерна. Урожайність з озимої пшениці становила відповідно 30,8; 38,5 та 55,0 ц/га.

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

На основі дослідів наукових установ України, а також зарубіжних країн встановлено, що система основного обробітку ґрунту на сучасному стані землеробства має поєднувати у сівозміні чергування різноглибинних полицевих та безполицевих обробітків із урахуванням конкретних ґрунтово-кліматичних умов. Відповідним чином повинна перебудовуватись і система застосування добрив під сільськогосподарські культури. Водночас слід ураховувати особливості розміщення в орному шарі добрив при застосуванні різних знарядь. Так, при загортанні мінеральних добрив у ґрунт пласкорізом найбільша їх кількість (80–90 %) зосереджується у шарі 0–10 см, а при загортанні добрив плугами з передплужниками основна частина добрив (60–75 %) потрапляє у глибші шари ґрунту [8].

Вплив способів обробітку ґрунту в різних зонах України на ефективність застосування добрив залежить від культури й умов її вирощування.

У наших дослідях глибина основного обробітку ґрунту 20–22 і 28–30 см та ширина міжрядь при вирощуванні шавлії мускатної на поживний режим ґрунту суттєво не впливали.

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

Нітрифікаційна здатність темно-каштанових зрошуваних ґрунтів досить висока. Вона коливається в межах від 5.0 до 15.5 мг/100 г ґрунту

(В. І. Криштопа, 1980, [8]). Таким чином, нітрати на зрошуваних ґрунтах є основною формою мінерального азоту.

У наших дослідках (таблиця 4.2.3) у варіанті без унесення добрив з глибиною оранки 20–22 см вміст рухомого фосфору у 0–30 см шарі ґрунту при відборі ґрунтових зразків під час осіннього посіву 2011–2013 рр. становив перед посівом 0,27, у варіанті з унесенням добрив дозою $N_{60}P_{90}$ – 0,54 мг/кг. Основну кількість фосфору рослини з ґрунту засвоюють у перший період життя, створюючи його запас, який потім реутилізується. При відборі ґрунтових зразків на фазі розвитку рослин сходи на варіанті з основним обробітком ґрунту 28–30 см та внесенням мінеральних добрив нормою $N_{60}P_{60}$ становив за сходами 0,41 мг/кг ґрунту застосування добрив у дозі підвищувало їх кількість на 0,2 мг/кг ґрунту. Максимальна кількість нітратів спостерігалась у ґрунті у варіанті $N_{60}P_{90}$ – 0,54 мг/кг.

У фазу розетка їх вміст зменшується в усіх варіантах дослідку, що пов'язано з виносом азоту ґрунту рослинами. Але кількість нітратів у ґрунті у варіантах із унесенням добрив лишались на 0,53–0,56 мг більшою, ніж у контролі.

Спостереження в наших дослідженнях за вмістом рухомого фосфору в ґрунті показало, що найбільша його кількість була у сходах шавлії мускатної у варіанті $N_{60}P_{90}$ – 0,54 мг/кг (таблиця.2.2.3), а на наступних етапах розвитку даної культури вміст його в усіх варіантах дослідку зменшувався.

Таблиця 2.2.3 Вміст рухомого фосфору у 0–30 см шарі ґрунту при вирощуванні шавлії мускатної, відбір ґрунтових зразків перед посівом, мг/кг

Фони живлення	Глибина оранки, см	
	20–22	28–30
	Відбір зразків під час осіннього посіву, 2011–2013 рр.	
Без добрив	0,27	0,29

Продовження таблиці 2.2.3

$N_{60}P_{30}$	0,37		0,39	
$N_{60}P_{60}$	0,41		0,45	
$N_{60}P_{90}$	0,54		0,53	
Фази розвитку рослин				
Фони живлення	Сходи		Розетка	
	20–22	28–30	20–22	28–30
	Відбір зразків під час весняного посіву, 2012–2014 рр.			
Без добрив	0,21	0,21	0,20	0,18
$N_{60}P_{30}$	0,37	0,36	0,31	0,30
$N_{60}P_{60}$	0,41	0,39	0,35	0,29
$N_{60}P_{90}$	0,54	0,53	0,57	0,56

Найменша кількість рухомого фосфору визначена на четвертий рік використання рослин у фазі цвітіння – 0,35 мг/кг. Найменша ж кількість фосфору простежувалася у варіанті без добрив.

Як показали наші дослідження (таблиця 2.2.4) та застосування мінеральних добрив, $N_{60}P_{60}$ підвищувало вміст рухомого фосфору в період сходів рослин на 0,2 мг/кг порівнюючи з контролем. Максимальна ж кількість рухомого фосфору спостерігається в ґрунті у варіанті – $N_{60}P_{90}$. Найменша кількість рухомого фосфору визначена на четвертому році використання посіву у фазі цвітіння – 0,35 мг/кг. Найменша ж кількість фосфору простежувалася у варіанті без добрив.

Таблиця 2.2.4 Вміст рухомого фосфору у 0–30 см шарі ґрунту при вирощуванні шавлії мускатної в різні роки використання, мг/кг

Фони живлення	Фази розвитку рослин та роки їх використання			
	Перший, 2013–2015	Другий, 2014–2016	Третій, 2015–2017	Четвертий, 2016–2018
	Відновлення вегетації			
Без добрив	0.26	0.25	0.24	0.24
N ₆₀ P ₉₀	0.47	0.46	0.43	0.35
	Бутонізація			
Без добрив	0.24	0.24	0,22	0,23
N ₆₀ P ₉₀	0,41	0,40	0,31	0.31
	Цвітіння			
Без добрив	0,25	0,24	0.23	0.22
N ₆₀ P ₉₀	0,38	0,38	0,39	0,35

Вміст рухомого фосфору у 0–30 см шарі ґрунту при вирощуванні шавлії мускатної в роки використання становили при настанні фази – відновлення вегетації у варіанті без добрив га першому році використання шавлії мускатної – 0.26, унесення добрив у дозі N₆₀P₉₀ під час основного обробітку ґрунту призвели до зростання вмісту цього елемента в 0–30 см шарі ґрунту на 0,47 мг/кг . При настанні фази розвитку рослин – бутонізація – у варіанті без добрив вміст рухомого фосфору в ґрунті знизився до показника 0.25, у варіанті з дозою внесення N₆₀P₉₀ цей показник зріс до 0,41 мг/кг, у подальшій фазі – цвітіння на варіанті без добрив – 0,25, при

внесенні $N_{60}P_{90}$ вміст рухомого фосфору у 0–30 см шарі ґрунту знизився до 0,38 мг/кг у ґрунті.

Аналізуючи показники (таблиця 2.2.5) на вміст загального азоту в рослинних зразках шавлії мускатної, залежно від факторів, які досліджувались, – при відборі зразків рослин шавлії мускатної в посіві на першому році використання у варіанті без добрив при настанні фази відновлення вегетації вміст азоту в рослинних зразках становив – 0,38, у варіанті з унесенням добрив у дозі $N_{60}P_{60}$ призвело до зростання вмісту азоту в рослинних зразках до 0,48 %.

Таблиця 2.2.5 Вміст загального азоту в рослинних зразках шавлії мускатної залежно від факторів, які досліджувались, %

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

У подальшій фазі розвитку рослин вміст загального азоту в рослинних зразках у фазі бутонізація зріс у варіанті N₆₀P₉₀ до 1,10% порівнюючи з контролем, у подальшій фазі – цвітіння вміст азоту в рослинних зразках у варіанті N₆₀P₉₀ зріс до 1.13 % порівнюючи з попередньою фазою розвитку шавлії мускатної. Низка дослідників [8] висловлюють думки про те, що використання великих доз мінеральних добрив доцільно, щоб зберегти органічну речовину ґрунту з метою поліпшення біохімічного та фізичного станів, ніж використати її як джерело живлення рослин.

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

Аналізуючи показники (таблиця 2.2.6) на вміст фосфору в рослинних зразках шавлії мускатної, можна помітити, що вміст його у варіанті без добрив на першому році використання при відновленні вегетації становив 0,24, у варіанті N₆₀P₉₀ вміст цього елемента в рослинних зразках зріс – 0,80 %. У подальшій фазі – бутонізація вміст його в рослинних зразках зріс у варіанті N₆₀P₉ – 1,26 при настанні фази цвітіння вміст фосфору в рослинних зразках шавлії мускатної у варіанті N₆₀P₃₀ становив 0,89, післядія внесених добрив на першому році проявлялась у варіанті N₆₀P₆₀, показник зріс –1.23, при N₆₀P₉₀ – 1,29 %.

Таблиця 2.2.6 Вміст фосфору в рослинних зразках шавлії мускатної залежно від факторів, які вивчались, %

Фони живлення	Фази розвитку рослин			
	Роки використання			
	Перший, (2013–2015)	Другий (2014–2016)	Третій (2015–2017)	Четвертий (2016–2018)
	Відновлення вегетації			
Без добрив	0,24	0,26	0,27	0,27

Продовження таблиці 2.2.6

N ₆₀ P ₉₀	0,80	0,89	0,76	0,59
Бутонізація				
Без добрив	0,80	1,20	1,19	1,15
N ₆₀ P ₉₀	1,26	1,53	1,39	1,31
Цвітіння				
Без добрив	0,82	1,12	1,12	1,09
N ₆₀ P ₃₀	0,89	1,26	1,22	1,23
N ₆₀ P ₆₀	1,23	1,30	1,24	1,25
N ₆₀ P ₉₀	1,29	1,48	1,40	1,32

Роки використання впливали на вміст фосфору в рослинних зразках шавлії мускатної залежно від факторів, які вивчалися. Так, на другому році використання при настанні фази – відновлення вегетації у варіанті N₆₀P₉₀ – 0,89, бутонізація – 1,53, цвітіння – 1,48%.

Відповідно до внесених добрив відбувався різний розвиток рослин, рис. 5, так внесені добрива під основний обробіток ґрунту в дозі N₆₀ P₆₀ мали більш розвинену кореневу систему, ніж у варіанті без добрив, що в майбутньому впливало на формування врожаю шавлії мускатної за роками використання. При зрошенні та сумісно внесених добрива стали провідним фактором у поєднанні тепла та світла, що впливали на родючість ґрунту й продуктивність сільськогосподарських культур в умовах посушливого степу України.

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

На рис.5 помітним є вплив вивчених факторів на формування біометричних показників шавлії мускатної першого року життя при

проведенні краплинного зрошення. Перевага цього поливу перед дощувальними машинами різної конструкції в тому, що при краплинному зрошенні полив проводиться в рядок під рослину, водночас не зрошується міжрядковий простір, що зменшує появу бур'янів у міжряддях та призводить до зменшення кількості культиваций у міжряддях та покращення фізичних властивостей ґрунту.



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

2.3 Ріст та розвиток рослин шавлії мускатної залежно від досліджуваних факторів

Ріст та розвиток рослин є основним показником продуктивності землеробства. Корегування нерегульованих факторів, таких, як сонячна радіація, температура повітря, так і регульованих людиною (сорт, гібриди, добрива, агротехніка).

Аналізуючи показники (таблиця 2.3.1) на залежність проходження фенологічних фаз розвитку рослини шавлії мускатної, так, у варіанті без

добрих поява сходів помічена на 109 день від дня підзимного посіву – перша декада грудня, насіння під час перебування в ґрунті в зимовий період отримувало вологу з атмосферних опадів. Насіння шавлії ослизнювалося під час перезимівлі та тримало вологу у своїй оболонці до 40 % від маси насіння, але не сходило, температурний режим ґрунту не дозволяв появі сходів, під час цього періоду насіння шавлії мускатної проходило процес стратифікації, а при настанні позитивних температур ґрунту 12°C почало сходити, так, у варіанті без добрив ця фаза настала на 109 день після посіву, внесення добрив у дозі N₆₀, P₃₀, N₆₀, P₆₀, N₆₀, P₉₀ у цих варіантах затримувало появу фенологічної фази – сходи на 2 доби, при посіві насіння рослин шавлії мускатної в другій декаді березня 2012–2014 рр. при настанні температури 16°C у шарі ґрунту 0–10 см помічали появу сходів на 34 день, на варіанті з дозою внесення мінеральних добрив поява сходів була відмічена на 41 день від дня посіву. При настанні позитивної температури 20°C у цьому шарі ґрунту поява сходів на третьому строці посіву – на 29 день від дня посіву, внесені добрива під основний обробіток ґрунту відтермінували появу сходів на 2–3 доби.

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

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

Таблиця 2.3.1 Залежність проходження фенологічних фаз розвитку рослин шавлії мускатної залежно від унесення добрив та строків посіву, 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
	На фоні N ₆₀ P ₉₀	
Перша декада грудня	111	87
Друга декада березня	41	66
Третя декада березня	32	64
Перша декада квітня	24	54

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

Висока вологість ґрунту необхідна в період проростання насіння. У цей час плодова оболонка поглинає води в 42,5 рази більше власної маси. Вода міцно утримується слизом оболонки, що забезпечує проростання насіння. У разі зниження вологості ґрунту у цей період слиз плодової оболонки, швидко

висихаючи, перетворюється у водонепроникну плівку, яка перешкоджає надходженню вологи та повітря в насіння.

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

Тому у відповідальний період розвитку рослин – сходи, особливу увагу слід приділяти підтриманню вологи в межах 70 – 75% НВ. У подальших періодах розвитку рослин ця особливість у підтриманні вологи у вище перерахованих межах відпадає.



Рис. 5 Перший рік життя. Загальний вигляд посіву шавлії мускатної

7.09.2013 р. Фон живлення $N_{60}P_{90}$

При розгляді рисунка 5 можна констатувати, що сходи шавлії мускатної в перший рік життя при першому строці посіву мали рівномірну появу сходів.



Рис. 6 Перший рік життя. Загальний вигляд шавлії мускатної, перший строк посіву без добрив, фаза розвитку рослин – сходи, (2012–2014 рр.)

На рис. 6 показано як інтенсивно розвиваються рослини без унесення добрив, слабо формуються біометричні показники, листовий апарат представлено тільки п'ятьма листочками, які за роками використання посіву формували врожай з низькими показниками як з урожаю сирої маси, так і ефірної олії у цьому варіанті досліджень.



Рис. 7 Перший рік життя. Загальний вигляд шавлії мускатної, перший строк посіву, перша декада грудня, фаза розвитку рослин – сходи. Фон живлення $N_{60}P_{90}$, (2012–2014 рр.)

Відповідно до рисунка 7 надано загальний вигляд рослини шавлії мускатної на першому році життя з першим строком посіву – перша декада грудня, фаза розвитку рослини – сходи. Норма внесення добрив $N_{60}P_{90}$ (2012–2014 рр.). На цьому рисунку коренева система має розгалужену систему, що дозволяла поглинати більшу кількість поживних речовин з ґрунту, фотосинтетична поверхня має більшу площу листового апарата, що сприяло формуванню в майбутньому більш високого врожаю біомаси та біологічно активних речовин у рослині.

На другому–п'ятому роках використання значних змін у проходженні фенологічних фаз розвитку рослин шавлії мускатної від унесення добрив та

строків посіву не відбувалося.

Розглядаючи показники (таблиця 2.3.2), можна зробити висновки про те, що на проходження фенологічних фаз розвитку рослин впливали тільки метеорологічні умови, які склалися на відповідних фазах розвитку рослин за роками використання посіву шавлії мускатної.

Таблиця 2.3.2 Проходження фенологічних фаз розвитку рослин шавлії мускатної першого–четвертого років використання залежно від унесення добрив та строків посіву

Середнє за 2013–2018 рр.			
Міжфазний період, дні			
Строки сівби	Розетка – стеблування	Стеблування – бутонізація – цвітіння	Технологічна стиглість
	Без добрив		
Перша декада грудня	16	8	4
Друга декада березня	16	8	4
Третя декада березня	18	7	3
Перша декада квітня	18	7	2
	N ₆₀ P ₉₀		
Перша декада грудня	17	8	5
Друга декада березня	17	8	4
Третя декада березня	17	8	5
Перша декада квітня	18	10	4

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

Загальний вигляд шавлії мускатної – фаза бутонізація, наданий на рисунку 9, ця фаза наступала відповідно до метеорологічних умов, які склалися в середньому з 4 по 10 червня 2015–2017 рр.



Рис. 8 Загальний вигляд шавлії мускатної четвертого року життя, третього року використання, фази бутонізації. Фон живлення $N_{60}P_{90}$, (2015–2017 рр.)



Рис.9 Загальний вид шавлії мускатної четвертого року життя, третього року використання у фазу цвітіння. Фон живлення $N_{60} P_{90}$, (20.06.2015 рік)

2.4 Забур'яненість посівів шавлії мускатної залежно від досліджуваних факторів та тривалості вирощування культури

При визначенні ранньою весною на першому році вегетації у варіанті з унесеними мінеральними добривами у дозі $N_{60}P_{90}$ під основний обробіток ґрунту 20–22 см кількість зимуючих бур'янів склала – 46 шт./м², а у варіанті

з більш глибокою оранкою на 28–30 см кількість бур'янів знизилась на 15% (таблиця 2.4.1).

Таблиця 2.4.1 Видовий склад бур'янів у посівах шавлії мускатної залежно від досліджуваних факторів, років вегетації та років життя, шт./м²

Кількість бур'янів та їх види	Оранка на глибину 20–22 см		Оранка на глибину 28–30 см	
	Фони живлення		Фони живлення	
	Без добрив	N ₆₀ P ₉₀	Без добрив	N ₆₀ P ₉₀
Перший рік вегетації. Середнє за 2012–2014 рр.				
Зимуючі, зокрема й	45	46	30	30
грицики звичайні	43	45		30
кучерявець Софії	2	1	-	-
Другий рік життя. Середнє за 2013–2015 рр.				
Ранні ярі, зокрема й	45	46	37	36
редька дика	45	45	37	36
пізні ярі, зокрема й	39	40	29	29
мишій сизий	36	37	28	28
мишій зелений	3	3	1	1
Усього	84	86	66	65
Третій рік життя. Середнє за 2014–2016 рр.				
Ранні ярі, зокрема й	31	35	22	21
редька дика	31	35	22	21
пізні ярі, зокрема й	29	30	24	23
мишій сизий	21	20	22	22
мишій зелений	8	10	2	1-
Усього	60	65	44	44

Четвертий рік життя. Середнє за 2015–2017 рр.				
Ранні ярі, зокрема й	28	29	18	18
редька дика	28	29	18	18
пізні ярі, зокрема й	22	24	21	22
щириця запрокинута	20	23	20	21
мишій зелений	2	1	1	1
Усього	50	53	39	40
П'ятий рік життя. Середнє за 2016–2018 рр.				
Ранні ярі, зокрема й	5	6	4	5
редька дика	5	6	4	5
пізні ярі, зокрема й	3	4	3	4
щириця запрокинута	3	4	2	3
мишій зелений	-	–	1	1
Усього	8	10	7	9

Примітка. Видовий склад бур'янів перед початком цвітіння культури у варіанті першого строку посіву

У подальші роки використання культури кількість бур'янів у посівах шавлії мускатної знижувалась. Одна з головних причин – регулярний міжрядний обробіток ґрунту, що в кінцевому результаті на четвертому році використання посіву зумовив зменшення кількості мишію зеленого та сизого, проте було помічено появу сходів у посівах щириці запрокинutoї у кількості 21 шт./м².

За оцінкою вченого [8], в Україні витрати на боротьбу з бур'янами становлять майже 30%, що веде до суттєвого підвищення собівартості продукції. Труднощі боротьби з бур'янами пов'язані з їх високою пристосованістю до умов життя. Підвищена насіннева продуктивність і довгий період збереження насіння сприяє їх накопиченню в орному шарі

грунту, обробіток якого за такої обставини відіграє подвійну роль: створює умови для їх проростання з подальшим знищенням сходів або загортає на глибину, з якої їх проростання неможливе, і де вони з часом гинуть [8].

2.5 Збереження рослин шавлії мускатної у посівах

Показник збереженості при вивченні технології вирощування шавлії мускатної відіграє важливу роль для встановлення тривалості її використання та оптимальних строків сівби.

Аналізуючи показники збереженості рослин першого року використання (таблиця 2.5.1) у варіанті контроль, можна сказати, що вона знижувалася відповідно до років використання посіву.

При внесенні мінеральних добрив дозою $N_{60}P_{60}$ у перший рік життя посіву з оранкою на глибину 20–22 см збереженість рослин на початку вегетації становила 96, у другий – 79, третій – 72%. На четвертому році життя шавлії мускатної збереженість на цьому році різко знизилась до 55 та на п'ятому до 12 %.

За глибини оранки основного обробітку ґрунту на глибину 28–30 см на третьому році життя відсоток збереженості рослин шавлії мускатної зріс на 1% порівнюючи з глибиною оранки 20–22 см, така ж тенденція зберігалась і на четвертому році життя.

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

Низка учених [7,8] стверджує, що на п'ятому році життя шавлії мускатної мали місце й інші причини, тому недоцільно тримати цей посів для подальшого використання.

Водночас у старовіковому посіві накопичувались шкідники, які не спостерігались протягом чотирьох років життя шавлії мускатної та хвороби

– іржа листя, хлороз, що викликало зниження врожаю та виходу ефірної олії із сировини, тому всі вище перераховані фактори не сприяли в подальшому використанню посіву.

Таблиця 2.5.2 Збереження рослин шавлії мускатної залежно від досліджуваних факторів, %

Фони живлення	Перший рік життя, (поява сходів) 2012–2014 рр.	Другий рік життя, перший рік використання, 2013–2015 рр.	Третій рік життя, другий рік використання, 2014–2016 рр.	Четвертий рік життя, третій рік використання, 2015–2017 рр.	П'ятий рік життя, четвертий рік використання, 2016–2018 рр.
Оранка на глибину 20–22 см					
Без добрив	93	78	71	55	12
N ₆₀ P ₃₀	96	79	72	55	12
N ₆₀ P ₆₀	97	93	77	64	12
N ₆₀ P ₉₀	98	93	77	66	12
Середнє	96	85	74	60	12
Оранка на глибину 28–30 см					
Без добрив	93	78	72	56	12
N ₆₀ P ₃₀	96	79	73	56	13
N ₆₀ P ₆₀	97	94	76	66	13
N ₆₀ P ₉₀	98	94	77	66	13
Середнє	96	86	74	61	13

Тому цей посів мав бути передискований, одна з головних причин (Юрчак) – це фітосинтетична діяльність корневих решток на наступні

культури. Така ж закономірність алопатії виникла з іншими культурами в сівозміні з даною культурою.

В подальших дослідженнях ми вивчали вплив ширини міжрядь посіву, фону живлення на формування густоти стояння рослин за роками життя шавлії мускатної (табл. 2.5.3), за нашими даними ширина міжрядь суттєво не впливала на формування врожаю за роками життя. За ширини міжрядь 45 см густота стояння рослин на першому році життя становила у варіанті без унесення добрив – 41. Добрива в дозі $N_{60} P_{90}$ проявили свою позитивну дію на першому році життя, цей показник зріс до трьох рослин на m^2 .

На п'ятому році життя ця залежність зникла. Тому за низької густоти стояння рослин не було змоги отримувати повноцінний гарантований урожай шавлії мускатної.

РОЗДІЛ 3

3.1 Формування вологозабезпеченості та забур'яненості посіву шавлії мускатної при використанні культиватора КПС-4 та борони культиватора БК-1,0

Метою наших досліджень було розробити агротехнічний комплекс заходів, який включає основний обробіток ґрунту, передпосівний, фон живлення, строки сівби, ширину міжрядь вирощуваної культури.

За результатами аналізу експериментальних даних встановлено, що вміст передпосівної вологості ґрунту в шарі ґрунту 0–30 см на посівах шавлії мускатної різною мірою коливався залежно від досліджуваних факторів (таблиця 3.1.1). Отримані дані свідчать про перевагу показників передпосівної вологості ґрунту в шарі 0–30 см у варіанті глибокої оранки на 28–30 см та передпосівного обробітку бороною культиватора БК-1,0.

Таблиця 3.1.1 Передпосівна вологість ґрунту в шарі 0–30 см на посівах шавлії мускатної залежно від глибини оранки, передпосівного обробітку ґрунту та строків посіву, % НВ (середнє за 2011–2014 рр.)

Знаряддя передпосівного обробітку ґрунту	Строки посіву			
	Перша декада грудня (перший)	Друга декада березня (другий)	Третя декада березня (третій)	Перша декада квітня (четвертий)
Оранка на глибину 20–22 см				
КПС – 4	70	70	67	67
БК – 1,0	75	74	73	67
Оранка на глибину 28–30 см				
КПС – 4	75	73	69	68
БК – 1,0	76	75	76	75

Відповідно до цього було поставлене питання вивчення впливу агротехнічних заходів та краплинного зрошення на водопровідність ґрунту за роками використання шавлії мускатної в зоні півдня України (табл. 3.1.2).

Таблиця 3.1.2 Вплив факторів, що досліджувалися на водопроникність ґрунту на початку вегетації шавлії мускатної на першому та четвертому роках використання посіву, мм/хв

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

Краплинне зрошення не впливало на водопроникність ґрунту, що підтвердили результати визначення величин цього показника у зоні зволоження (табл. 3.1.3).

Таблиця 3.1.3 Вплив років використання та глибини оранки, що вивчалися, на водопроникність ґрунту на кінець вегетації шавлії мускатної, мм/хв

Фони живлення	Ширина міжрядь, см	Роки використання посіву		Середнє за роки використання посіву
		Перший 2011–2014 рр.	Четвертий, 2014–2017 рр.	

Оранка на 20–22 см				
Без добрив	45	0,95	0,61	0,78
	70	0,67	0,67	0,82
	Оранка на 28–30 см			
	45	1,04	0,87	0,95
	70	1,06	0,75	0,90
Оранка на 20–22 см				
N ₆₀ P ₉₀	45	0,94	0,73	0,83
	70	1,08	0,82	0,95
	Оранка на 28–30 см			
	45	1,06	0,96	1,01
	70	1,08	0,84	0,96

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

Перенесення посіву культури на весну наступного року призводило до закономірного зниження досліджуваного показника. Так, під час посіву в другу декаду березня передпосівна вологість указанного шару ґрунту була нижчою порівняно з першим строком посіву на 1–2 % НВ і максимальною серед весняних строків посіву – 70–75 % НВ. Перенесення строків посіву на кінець березня і початок квітня призвело до зниження передпосівної вологості 0–30 см шару ґрунту в середньому на 2 та 4 % від НВ відповідно.

Для аналізу зміни врожайності суцвіть шавлії мускатної за роками використання ми взяли показники продуктивності культури, отримані на рівні N₆₀P₉₀. Як бачимо, рівень урожайності шавлії мускатної був стабільним

протягом трьох років використання (таблиця 3.1.4). На четвертий рік використання посіву урожайність суцвіть різко зменшувалась – до 0,82–2,16 на фоні оранки на 20–22 см та до 0,8–2,16 на фоні глибокої оранки.

Таблиця 3.1.4 Урожайність суцвіть шавлії мускатної в роки використання залежно від досліджуваних факторів, т/га

Ширина міжрядь, см	Строки сівби	Роки досліджень			
		Перший, 2013–2015 рр.	Другий, 2014–2016 рр.	Третій, 2015–2017 рр.	Четвертий, 2016–2018 рр.
Оранка на 20-22 см					
45	Перший	14,61	14,72	14,02	2,16
	Другий	10,60	11,54	10,04	1,64
	Третій	7,51	7,49	7,49	1,06
	Четвертий	5,48	5,66	5,46	0,86
70	Перший	14,74	12,93	12,93	1,87
	Другий	9,93	9,64	9,64	1,37
	Третій	8,83	7,53	7,53	1,08
	Четвертий	5,52	5,68	5,68	0,82
Середнє за роками		9,61	9,39	9,12	1,36
Оранка на 28–30 см					
45	Перший	14,51	15,01	14,61	2,16
	Другий	9,87	10,60	11,60	1,67
	Третій	7,47	7,61	7,51	1,09
	Четвертий	5,20	5,58	5,48	0,80
70	Перший	13,62	14,74	14,74	2,14
	Другий	9,92	9,93	10,93	1,56

Продовження таблиці 3.1.4

	Третій	8,83	8,83	8,83	1,28
	Четвертий	5,46	5,52	5,62	0,83
Середнє за роками		9,36	9,73	9,91	1,44

Частка впливу факторів на формування урожаю шавлії мускатної третього року використання у %. була: фон живлення – 30,4, строки посіву – 43,9, ширина міжрядь – 5,3 та глибина оранки – 2,1 від загального урожаю. На четвертому році використання посіву відбулося різке зменшення урожаю шавлії мускатної, одна з головних причин – це старіння асиміляційного апарата рослин та випадання їх на площі посіву.

Економічні переваги краплинного зрошення: висока ефективність використання води завдяки дозованій та локалізованій її подачі; відносно низькі витрати енергії завдяки подачі води під низьким тиском та без перетікання, порівнюючи з іншими системами зрошення, які потребують застосування високого тиску; скорочення обсягів використання засобів захисту рослин завдяки зменшенню забур'яненості, оскільки земля між рядками залишається сухою; можливість освоєння земель на схилах та зі складним рельєфом, а також малопродуктивних (малопотужних, піщаних, супіщаних, рекультивованих); істотне підвищення врожайності сільськогосподарських культур за значного поліпшення товарної та споживчої якості продукції; високий рівень механізації та автоматизації технологічних процесів (полив, унесення добрив, хімічних меліорантів, засобів захисту рослин) і на цій основі високий ступінь контрольованості всіх процесів.

Технологічні переваги: рівномірний розподіл вологи, особливо на краях; зниження ураження рослин грибовими та бактеріальними хворобами, порівнюючи з традиційними системами зрошення, за яких змочується

поверхня листя; глибоке просочування води безпосередньо до кореневої системи; забезпечення внесення оптимальної кількості добрив відповідно до фізіологічних потреб рослин на основі створення сприятливого водного та поживного режимів ґрунту; зниження ерозії ґрунту, порівняно з іншими системами поливу; унеможливлення впливу вітру на процес зрошення; зниження вимог до систем дренажу; екологічна безпека застосування [8].

Проведені нами багаторічні дослідження з шавлією мускатною в умовах посушливого клімату України дозволили встановити, що оранка 28–30 см з наступним передпосівним обробітком ґрунту за допомогою бороны культиватора БК-1,0 дали змогу збільшити передпосівну вологість ґрунту 0–30 см на 1–7 % НВ порівнюючи з варіантом передпосівної культивації КПС-4. Краплинне зрошення в поєднанні з передпосівним обробітком бороною культиватора БК-1,0 не впливало на водопровідність ґрунту, що підтвердило результати визначення величин цього показника у зоні зволоження. Рівень урожайності суцвіть шавлії мускатної під час збору був стабільним протягом трьох років використання, в середньому за перший рік вона склала 9,51, за другий – 9,38, третій – 9,69 т/га. Лише на четвертому році використання посіву (п'ятий рік життя) урожайність різко знизилась – до 1,40 т/га.

РОЗДІЛ 4

4.1 Біологічне очищення зрошувальної води від вмісту солей важких за допомогою ейхорнії товстоножкової

Основною причиною забруднення поверхневих вод є скидання неочищених та недостатньо очищених господарсько-побутових і виробничих стічних вод, що призводить до виникнення анаеробних процесів, гниття органічних забруднень і, врешті-решт, до непридатності водойм-приймачів стічних вод для потреб водокористування, замору риби, цвітіння і заростання, ускладнення рекреаційного використання водних об'єктів. Особливо небезпечні стічні води низки галузей промисловості (легкої, харчової, нафтових комплексів), які містять високі концентрації завислих речовин, високомолекулярних органічних сполук, а також жирів, СПАР (синтетично поверхнево-активні речовини), іонів важких металів та інших забруднювальних речовин. Для очищення комунальних і багатьох типів промислових стічних вод здебільшого використовують традиційні технології біологічного очищення в аеротенках у процесі аеробного окиснення за участю активного мулу. Використання таких технологій для очищення висококонцентрованих стічних вод має низку недоліків: вплив на ефективність очищення нерівномірності надходження стічних вод за витратами та концентраціями забруднень, залежність від температури (низька й швидка зміна температури уповільнюють процес), рН, токсичних для активного мулу речовин (СПАР, іонів важких металів, барвників тощо), невідповідність якості очищеної води встановленим нормам (особливо за сполуками азоту, фосфору), спухання мулу внаслідок розвитку нитчастих бактерій і, як результат, погане відокремлення його від очищеної води, велика кількість надлишкового мулу, який потребує значних витрат на оброблення та утилізацію [13].

Учені постійно вивчають методи біологічного очищення вод за допомогою рослин. Так, у публікаціях авторів [13, 17] було надано інформацію про те, що як природний фільтр було використано ейхорнію,

яка, як і всі вищі водні рослини, здатна в значних кількостях накопичувати важкі метали (свинець, ртуть, мідь, кадмій, нікель, кобальт, олово, марганець, залізо, цинк, хром), а також радіонукліди (цезій, стронцій, церій, кобальт та ін.). Водночас їх концентрації в рослинній тканині можуть бути в сотні (залізо, стронцій), тисячі (ртуть, мідь, кадмій, цезій), сотні тисяч разів (цинк, марганець) вище їх вмісту у воді [21]. Як усі водні рослини, ейхорнія за допомогою листя використовує для фотосинтезу вуглекислий газ повітря, а за допомогою кореневої системи, яка контактує з водою, засвоює з неї неорганічний вуглець, карбонати, мінеральні солі, низькомолекулярні вуглеводи, амінокислоти та інші речовини. Коренева система ейхорнії дуже сильно розвинена та складається з великої кількості дрібних корінців. У цілому вони утримують на власній поверхні різні органічні забруднювальні речовини й дозволяють рослині ефективно витягати з води різні сполуки азоту. Загальновідомо, що більшість хімічних елементів у стоках знаходяться у з'єднаннях. Так, наприклад, азот може бути в поєднанні з іншими елементами – киснем, воднем та іншими елементами. Водночас для ейхорнії в цих з'єднаннях сам азот є продуктом харчування для цієї рослини, і щоб виділити його зі з'єднання в кореневій системі відбувається біохімічний процес – окислювально-відновлювальні реакції, у яких бере участь уся коренева система рослини, що забезпечує киснем аеробні бактерії в цій зоні, які здійснюють цей біохімічний процес; тобто являє собою потужну хімічну лабораторію, яка перероблює високомолекулярні речовини в низькомолекулярні [21].

Для очищення стоків у світовій практиці нині вивчаються менш затратні методи очищення стічних вод, тому до вивчення постало питання використання в нашій місцевості рослини ейхорнії, яка швидко росте та інтенсивно поглинає із водного середовища практично всі біогенні елементи та їх з'єднання. Стебло ейхорнії укорочене з розетками овального листя. Черешки листя пузиревиднороздуті, наповнені повітрям і забезпечують вільне плавання рослини на поверхні води; кореневища довгі; при висиханні

водоймищ ейхорнія укорінюється в мулові відкладення. Квітки в колосовидному суцвітті, з воронковидною ліловою оцвітиною із 6 долей і 6 тичинками. Батьківщина ейхорнії – тропічні та субтропічні райони Північної і Південної Америки. Рослина переробляє продукти руйнівної діяльності людської цивілізації в нешкідливі елементи таблиці Менделєєва, частину з яких успішно використовують для власної життєдіяльності, а частину – кисень, водень – викидають в атмосферу на підтримку нашого життя, ейхорнія швидко росте та інтенсивно поглинає із водного середовища практично всі біогенні елементи та їх з'єднання [14], фітопродукти, технічні масла, фенол, сульфати, фосфати, синтетичні поверхнево-активні речовини (СПАР), мінеральні солі, патогенні мікроорганізми. Окисляє, розщеплює, не вдаючись по допомогу ґрунтових мікроорганізмів, які для більшості вищих рослин проводять первинну переробку «їжі». В науковій діяльності широко відомий ефект евтрофікації або доступ до чистої води міського (А) і сільського (Б) населення в окремих регіонах (евтрофірування) річок та озер від дії забруднення їх вуглеводнями [13].

За таких умов різко гинуть кормові запаси (фітопланктон), рибні запаси та інші організми, потім рослинна маса, яка відмирає, інтенсивно поглинає із води кисневі запаси, водні запаси накопичують сірководень, що призводить до загибелі всього живого у воді, водойми стають непридатними до споживання води, а частина – кисень, водень – викидають в атмосферу на підтримку нашого життя. Зимівлю за температури нижче нуля градусів ейхорнія не переживе, але можна її зберегти до весни, створивши їй відповідні умови в опалювальному приміщенні [14].

Ейхорнія товстоножкова – типовий представник класу вищих рослин, добре пристосовується до умов та здатна інтенсивно трансформувати органічні та неорганічні сполуки з водних розчинів. Водночас, концентруючись у великих кількостях, вона може ефективно мінералізувати детрит та контролювати кількість мікроорганізмів. Перспективність культивування даного виду в очисних спорудах

пояснюється також тим, що в процесі подібних методів очищення стічних вод утворюється надлишкова біомаса, яка нерідко є високопротеїновим продуктом та може слугувати додатковим джерелом кормового білка. Застосування стічних вод як поживного середовища для отримання білкової біомаси економічно виправдано, тому що, з одного боку, допомагає вирішенню проблеми боротьби із забрудненням довкілля, а з другого – сприяє розширенню виробництва кормових ресурсів. Отже, представники виду ейхорнії можуть ефективно використовуватись у процесах біологічного очищення стічних вод, забруднених органічними та неорганічними сполуками, що здатні легко окиснюватись. Рослини виду Ейхорнія товстоножкова успішно адаптувалися до умов Південного регіону, оскільки їхня фітомаса збільшувалася досить швидкими темпами, у неї утворювалося до 8–15 дочірніх рослин за місяць. Найбільш активна вегетація рослин відбувалася у проточному режимі, де у водойму постійно надходила вода з підвищеною концентрацією інгредієнтів, серед яких було багато речовин органічного походження, що *E.crassipes* засвоює найкраще. У лабораторних установках періодичного очищення цих речовин дещо менше, однак більше солей калію, кальцію, магнію та інших елементів. Рослина Ейхорнія товстоножкова в цих умовах була яскраво-зеленого кольору, діаметр рослин сягав 35 см.

Приріст рослин на одиницю розсади – 8–10 (таблиця 4.1.1).

Таблиця 4.1.1 Розвиток ейхорнії товстоножкової за різних умов зростання

Показники	Умови зростання рослин	
	Проточний режим	Періодичний 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

Середньомісячний приріст фітомаси рослин ейхорнії товстоножкової (рисунок 4.1) становить 39,2 г.

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

Склад зеленої маси ейхорнії товстоножкової, що використовувалася для очищення стоків, в яку попали стічні води з ріки Дніпро, характеризувався досить високим вмістом води (94–88,9 %). Вміст протеїнів – 27,89–10,60 % і в перерахунку склав до 10–30 кг/т зеленої маси, азоту – до 20–35 кг/т, фосфору – до 17 кг/т. Зелена маса характеризувалася високим вмістом каротину – до 40 кг/т. Хімічний склад *E.crassipes*, що використовувалася у процесах очищення СВ (стічні воли), за умови, що у стоках не було важких металів, радіонуклідів, відповідає ДСТУ 4685:2006 «Корма трав'яні штучно висушені. Технічні умови».



Рис. 10 Загальний вигляд ейхорнії товстоножкової до очищення водойми

Створення рослиною сприятливих умов існування корисного біоценозу в кілька разів підсилює деструктуроване (розщеплення, розкладання) мікроорганізмами розчинених органічних і неокислених мінеральних сполук, наприклад, сірководень, аміак, нітрати, які містяться в стічних водах.

Ейхорнія використовує їх у процесі власної життєдіяльності. Крім того, найпростіші стимулюють ріст корисних бактерій і поліпшують якість очищеного стоку за показниками БСК (біологічного споживання кисню), ХСК (хімічного споживання кисню), вмістом зважених речовин тощо. Відбувається завдяки дезодорації прилеглих територій зниження загрози забруднення підземних, поверхневих вод, і тим самим зниження ризику екологічних бід, поліпшення екологічної обстановки.

За об'єкт дослідження нами було взято водну поверхню у 2,5 га де було систематичне викидання стоків від промислових підприємств у р. Дніпро, в дану водойму була закачана вода з р. Дніпро, дана водойма була розділена на чотири ділянки, які були відділені одна від одної земельним валом. Ранньою весною в даній водоймі були взяті аналізи води, результати наведені у таблиці 4.1.2.

Таблиця 4.1.2 Вміст забруднювальних речовин у водоймі ранньою весною

Зважені речовини, мг/л	1100
Біологічне споживання кисню, мг O ₂ /л	850
Хімічне споживання кисню, мг O ₂ /л	1200
Амонійний азот, мг/л	130

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 (таблиця 4.1.3).

Таблиця 4.1.3 Показники якості води після трьох тижнів відстоювання води у водоймі

Контрольний показник води	Після відстоювання води
ХСК, мгО ₂ /л	30,3
БСК, мгО ₂ /л	12,6
Жорсткість, мг-екв./л	2,6
Хлориди, мг/л	23,6
Сульфати, мг/л	77,0
Фосфати, мг/л	1,2
Нітрати, мг/л	4,1
Амонійний азот мг/л	5,0
Зважені, мг/л	220,0
Сухий залишок, мг/л	420,5

Аналізуючи показники води після трьох тижнів відстоювання можна зробити висновок, що якість води у водоймі поліпшилась, так як хімічне споживання кисню знизилось до 30,3 за попереднього відбору води цей показник становив 1200 мгО₂/л, біологічне споживання кисню за переднього відбору води становило 850, після відстоювання води – 12,6 мг О₂/л.

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

Після закінчення дослідження на кожній дослідній ділянці були взяті аналізи води на вміст у ній забруднювальних речовин, вони були різними залежно від наявних на дослідних ділянках рослин, так, хлориди у варіанті – з рослинами очерет та ейхорнія знижувалися відповідно до варіанту досліджень (таблиця 4.1.4).

Таблиця 4.1.4 Результати аналізу показників забруднювальних речовин у воді залежно від застосування різних варіантів досліджень під кінець вегетації рослин (середнє за 2012–2018 рр.)

Контрольні показники води	Варіанти досліджень			
	Контроль (водойма без рослин)	Види рослин		
		Очерет	Рогіз	Ейхорнія
ХСК, мгО ₂ /л	17,3	13,3	9,4	7,0
БСК, мгО 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

Таким чином результати аналізів води з варіантів досліджень показали: хімічне споживання кисню знижувалося під рослинами – очерет – 13,7, рогіз – 9,4, ейхорнія – 7,0 мг О₂/л, біологічне споживання кисню також знижувалося – 10,4 – 6,8 – 5,4 мгО₂/л, амонійний азот – 4,6, – 3,6 – 0,96 мг/л. порівнюючи з контрольним варіантом.



Рис. 11 Загальний вигляд ейхорнії товстоножкової після 60-денного перебування у забрудненій водоймі

Після вегетації рослин проводилося дослідження біологічних зразків ейхорнії, попередньо висушених до сухого стану, результати аналізів викладені у таблиці 4.1.5.

Таблиця 4.1.5 Результати аналізів рослинних зразків ейхорнії товстоножкової в сухій речовині за періодами відбору (середнє за 2012–2018 рр.)

Показники якості біологічних зразків	Період відбору зразків рослин під час їх вегетації		
	25.05	25.06	12.07
Вологість, %	25,0	26,3	22,0
Сирий протеїн, %	34,70	35,98	36,83
Фосфор, %	1,32	1,39	1,12
Кальцій, %	1,63	1,72	1,71
Сира зола, %	20,12	21,10	19,76
Мінеральна домішка, нерозчинна в НСІ, %	1,02	2,60	2,30
Каротин, мг/кг	11,46	22,70	60,02
Сира клітковина, %	7,91	12,26	13,34
Нітрати, мг / кг	87,30	81,90	69,30
Сирий жир, %	1,73	1,70	1,47

Результати аналізів рослинних зразків ейхорнії показали – нітрати склали на першому місяці вегетації рослин – 87,30, другому – 81,90, третьому – 69,30 мг / кг, сира клітковина – 7,91–12,26–13,34 %, сирий протеїн – 34,70–35,98–36,83 %. Повне руйнування кишкових паличок надає цьому методу високу ефективність з погляду санітарії[15].

Висновок. Уперше в умовах півдня України були проведені наукові дослідження з очищення водної поверхні, яка мала у власному складі надлишкову кількість хлоридів, сульфатів, фосфатів, нітратів, нафтопродуктів, фенолів за допомогою очерету, рогозу, ейхорнії. Як показали результати наших досліджень, найкращим очисником води від сторонніх домішок виявилась водна рослина ейхорнія. В подальшому будуть продовжені дослідження із даною рослиною для очищення водоймищ та краплинного поливу лікарських культур.

РОЗДІЛ 5

5.1 Вплив досліджуваних факторів на продуктивність шавлії мускатної при краплинному зрошенні

В Україні мало даних порівняльного оцінювання ефективності різних способів зрошення. Зважаючи на це, вченими Херсонщини розпочато дослідження з ефективності впливу різних способів зрошення на врожайність культур, витрати поливної води за конкретних погодних умов, а також вивчення ефективності краплинного зрошення так званих нетрадиційних культур [22].

На основі проведених нами досліджень встановлено, що однорічні форми шавлії цвітуть у перший рік вегетації і після цього в зимовий час, зазвичай, гинуть. Дворічні форми в перший рік вегетації формують тільки прикореневу розетку, дають суцвіття і урожай насіння лише на другому році життя.

Таблиця 5.1.1 Урожайність суцвіть шавлії мускатної за роками використання залежно від досліджуваних факторів, т/га

Строки сівби (фактор С)	Ширина міжряддя, см (фактор D)	Глибина оранки, см (фактор В)			
		20–22		28–30	
		Фони живлення (фактор А)			
		Без добрив	N ₆₀ P ₉₀	Без добрив	N ₆₀ P ₉₀
Перший рік використання, 2013–2015 рр.					
Перший	45	5,82	14,61	6,36	14,51
Четвертий		3,93	5,48	4,6	5,48
Перший	70	5,81	14,74	6,52	13,62
Четвертий		4,50	5,52	4,72	5,46

Продовження таблиці 5.1.1					
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

НІР₀₅, т/га за роки досліджень змінювалася: для факторів А, В, Д – від 0,011 до 0,061, а для фактору С – від 0,02 до 0,087.

Для аналізу зміни врожаю суцвіть шавлії мускатної (табл. 5.1.1). за роками використання були використані показники продуктивності культури, отримані на неудобреному фоні та на фоні живлення N₆₀P₉₀. Згідно з отриманими експериментальними даними, рівень урожайності шавлії мускатної був стабільним на обох досліджуваних фонах протягом трьох років використання. На четвертий рік використання посіву врожайність суцвіть різко знизилася навіть на удобреному фоні – до 0,82–2,16 т/га, на фоні оранки на глибину 20–22 см та до 0,80–2,16 т/га на фоні оранки на глибину 28–30 см. Одна з головних причин, як зазначено вище, – це старіння асиміляційного апарата рослин та їх відмирання на площі посіву.

5.2 Вплив позитивних температур повітря на вміст ефірної олії в рослинах шавлії мускатної в різні роки життя

Дослідження проведені в умовах південного берега Криму засвідчили, що масова доля ефірної олії у квітковій сировині *Thmus* протягом доби змінюється у досить великих межах. Розмах варіювання може сягати 21–27% [8].

Найбільший вплив на біосинтез ефірної олії протягом доби має: вологість ґрунту, температура й відносна вологість повітря. Їх вплив становить 26–50%. Так, згідно з експериментальними дослідженнями, запаси продуктивної вологи в шарі ґрунту 0–50 см мали долю впливу у 38,51, а температури повітря – 11,82% [12].

Подібні результати були отримані в наших дослідженнях з *Salvia sclarea L.* (таблиця 5.2.1).

Сировина, відібрана з 6 до 9 години ранку, а також з 9 до 11 години на природному фоні живлення (без добрив) і температурі повітря 15 та 28°C, мала вміст ефірної олії – 0,08%, а на фоні живлення N₆₀P₉₀ – 0,35%. При підвищенні температури повітря до 40°C (період відбору з 13 до 16 години) вміст ефірної олії в суцвіттях був мінімальним у всіх варіантах досліду й складав 0,05% на природному фоні живлення і 0,25% – на фоні живлення N₆₀P₉₀.

Таблиця 5.2.1 Вплив температури повітря на синтез ефірної олії в суцвіттях *Salvia sclarea L.* першого року використання залежно від фонів живлення,%. Середнє за 2013 –2015 рр.

Фони живлення	Час відбору зразків, години доби					
	6–9	9–11	11–13	13–16	16–19	19–22
	Температура повітря, °С					

Продовження таблиці 5.2.1

	15	28	35	40	35	30
Без добрив	0,08	0,08	0,06	0,05	0,05	0,06
N ₆₀ P ₃₀	0,15	0,15	0,11	0,08	0,08	0,16
N ₆₀ P ₆₀	0,25	0,25	0,20	0,20	0,22	0,25
N ₆₀ P ₉₀	0,35	0,35	0,25	0,25	0,25	0,35

Примітка. Експериментальні дані отримані на посівах культури за оранки на глибину 28–30 см, першого строку сівби з міжряддям 45 см.

Збір врожаю з 16 до 19 години, а також з 19 до 22 години збільшив вміст ефірної олії у суцвіттях шавлії мускатної порівнюючи з більш жаркими періодами доби, але не перевищив показників з ранніх часів збирання, яке було проведене з 6 до 11 години. Такі результати, на нашу думку, можливо пояснити біохімічними процесами в тканинах рослини, в яких відбувається дефіцит вологи і, як результат, – уповільнення процесів синтезу ефірної олії в суцвіттях шавлії лікарської.

Вплив екологічних факторів, умов вирощування, норм мінеральних добрив суттєво впливає на вихід ефірної олії, а також залежить від часу збору врожаю, що підтверджують багаточисленні дослідження щодо вмісту масової долі ефірної олії у м'яти перцевої (*Mentha × Piperita L.*), меліси (*Melissa L.*), материнки (*Origanum vulgare*), тим'яна (*Thymus serpyllum L.*) [12].

Таким чином, вміст ефірної олії у суцвіттях шавлії мускатної в онтогенезі схильний до значних коливань і залежить від температури повітря, яка зумовлена часом скошування суцвіть та фоном живлення шавлії мускатної.

Шавлія мускатна вирощується з метою отримання ефірної олії, яка синтезується в суцвіттях культури. Для визначення її виходу ми провели розрахунки умовного збору залежно від фону живлення та часу скошування суцвіть культури (таблиця 5.2.2).

Як бачимо, зміни умовного збору ефірної олії шавлії мускатної першого року використання відбуваються в такій же залежності, як і її синтез у рослині. Максимальна кількість ефірної олії в зібраних суцвіттях шавлії мускатної була отримана 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 дня умовний збір ефірної олії знижувався на 1,26–14,6 кг/га або 25,0–88,4%.

Таблиця 5.2.2 Умовний збір ефірної олії із суцвіть шавлії мускатної першого року використання залежно від досліджуваних факторів, кг/га. Середнє за 2013–2015 рр.

Фони живлення	Час відбору зразків, години доби						Урожайність суцвіть, т/га
	6-9	9-11	11-13	13-16	16-19	19-22	
Без добрив	5,05	5,05	3,79	3,16	3,16	3,79	6,32
N ₆₀ P ₃₀	13,6	13,6	9,9	7,22	7,22	14,45	9,03
N ₆₀ P ₆₀	30,5	30,5	24,4	24,4	26,8	30,5	12,19
N ₆₀ P ₉₀	51,1	51,1	36,5	36,5	36,5	51,1	14,61

Унесення мінеральних добрив сприяло збільшенню умовного збору ефірної олії з посівів шавлії мускатної. Внесення мінеральних добрив нормою N₆₀P₆₀ забезпечило подальше збільшення умовного збору ефірної олії культури на 20,61–28,71 кг/га порівнюючи з неудобреними варіантами. Внесення мінеральних добрив нормою N₆₀P₉₀ дало можливість отримати максимальний умовний збір ефірної олії, який залежно від часу скошування суцвіть шавлії мускатної складав 36,5–51,1 кг, що на 32,71–47,31 кг/га більше, ніж на природному фоні живлення.

Отже, максимальний умовний збір ефірної олії з 1 га – 51,1 кг у південному степу України можна отримати з посівів шавлії мускатної першого року використання при застосуванні краплинного зрошення, внесення мінеральних добрив нормою N₆₀P₉₀ та оранки на глибину 28–30 см.

Скошування суцвіть культури доцільно проводити або зранку (з 6 до 11 години) або ввечері (з 19 до 22 години). Вдень (з 11 до 19 години) скошування суцвіть культури проводити недоцільно.

Рівень урожайності суцвіть шавлії мускатної під час збору був стабільним упродовж трьох років використання. У середньому в перший рік вона складала – 9,51, за другий рік – 9,38, третій – 9,69 т/га. На четвертому році використання посівів (п'ятий рік життя) середня врожайність суцвіть знизилася до 1,40 т/га. Максимальна врожайність суцвіть шавлії мускатної в перший, другий і третій роки використання була отримана при першому (перша декада грудня) терміні посіву – 15,01–14,61 т/га за оранки на глибину 28 – 30 см, унесенні мінеральних добрив нормою $N_{60}P_{90}$ та сівбі із шириною міжряддя 45 см.

Синтез ефірної олії в суцвіттях шавлії мускатної залежав від температури повітря, яка була зумовлена часом відбору зразків. Так, максимальним він був у період відбору з 6 до 11 години (0,08–0,35%) та з 19 до 22 години (0,06–0,35%). Унесення мінеральних добрив забезпечило збільшення вмісту ефірної олії в суцвіттях культури, а максимальних величин було зафіксовано за внесення $N_{60}P_{90}$ – 0,25–0,35%.

Унесення мінеральних добрив сприяло збільшенню синтезованої рослинами ефірної олії. Так, на неудобреному фоні живлення найвищий умовний збір склав 5,05 кг/га. Внесення мінеральних добрив нормою $N_{60}P_{30}$ сприяло збільшенню показника до 14,45 кг/га. Найвищий умовний збір ефірної олії – 51,1 кг/га забезпечив унесення мінеральних добрив нормою $N_{60}P_{90}$.

РОЗДІЛ 6

6.1 Економічна ефективність розробленої технології вирощування шавлії мускатної залежно від років використання, строків сівби та фонів живлення при краплинному зрошенні

Вирощування лікарських трав визначають виробничі витрати, врожайність та закупівельні ціни на неї.

Ефективність виробництва лікарських рослин залежить від низки факторів, серед яких можна виділити: обґрунтована система землеробства з урахуванням кліматичних особливостей і властивостей ґрунтів; вибір ефективних технологій вирощування культур, тому загальна вартість суцвіть цілком залежала від рівня врожаю та закупівельних цін (табл. 6.1.1).

Таблиця 6.1.1 Вартість валової продукції шавлії мускатної за роками використання залежно від досліджуваних факторів, тис. грн/га

Строки сівби культури	Ширина міжрядь, см	Глибина оранки (см) та фони живлення			
		20–22		28–30	
		Без добрив	N ₆₀ P ₉₀	Без добрив	N ₆₀ P ₉₀
Перший рік використання, 2013–2015 рр.					
Перша декада грудня	45	145,5	365,3	159,0	362,8
Перша декада квітня		98,3	137,0	115,0	137,0
Перша декада грудня	70	145,3	368,5	163,0	340,5
Перша декада квітня		112,5	138,0	118,0	136,5
Другий рік використання, 2014–2016 рр.					
Перша декада грудня	45	158,0	368,0	160,5	375,3
Перша декада квітня		106,5	141,5	115,5	139,5
Перша декада грудня	70	160,3	323,3	170,5	368,5
Перша декада квітня		113,5	142,0	106,0	138,0

Продовження таблиці 6.1.1

Третій рік використання, 2015–2017 рр.					
Перша декада грудня	45	150,3	350,5	159,5	365,3
Перша декада квітня		100,5	136,5	114,0	137,0
Перша декада грудня	70	150,0	323,3	159,5	365,3
Перша декада квітня		113,5	142,0	114,5	140,5
Четвертий рік використання, 2016–2018 рр.					
Перша декада грудня	45	23,0	54,0	23,0	54,0
Перша декада квітня		15,0	21,5	17,0	20,0
Перша декада грудня	70	23,5	46,8	23,0	53,5
Перша декада квітня		23,4	28,7	23,8	29,0

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 із сівбою у першу декаду грудня з міжряддям 45 см, оранкою на глибину 28–30 см та внесення мінеральних добрив у дозі $N_{60}P_{90}$. Найменший рівень цього енергетичного показника – 15,0 ГДж/га виявився на четвертому році використання у неудобреному варіанті із сівбою у першу декаду квітня, міжрядді 45 см та оранці на глибину 20–22 см.

В середньому за факторами визначено, що найбільша вартість зібраного врожаю (суцвіть) була за вирощування шавлії мускатної в перший, другий і третій роки використання при першому (перша декада грудня) строку сівби з шириною міжряддя 45 см, проведенні оранки на глибину 28–30 см, унесенні мінеральних добрив нормою $N_{60}P_{90}$.

Економічний аналіз виробничих витрат показав, що внаслідок значних витрат на придбання й облаштування системи краплинного зрошення, внесення азотних і фосфорних добрив, оранки на глибину 20–22 та 28–30 см зафіксовано максимальне значення загальних виробничих витрат у першому

році використання шавлії мускатної в 1,9–2,3 рази вище, ніж у четвертому (табл. 6.1.2).

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 %.

На четвертому році використання виробничі витрати досягли мінімального рівня, що пов'язано зі зниженням кількості технологічних операцій, а також різкого падіння врожайності культури, а значить скорочення витрат на збирання, транспортування та досушування.

Таблиця 6.1.2 Виробничі витрати при вирощуванні шавлії мускатної в умовах краплинного зрошення за роками використання залежно від досліджуваних факторів, тис. грн/га

Строки сівби культури	Ширина міжрядь, см	Глибина оранки (см) та фони живлення			
		20–22		28–30	
		Без добрив	N ₆₀ P ₉₀	Без добрив	N ₆₀ P ₉₀
Перший рік використання, 2013–2015 рр.					
Перша декада грудня	45	59,3	63,9	60,0	64,5
Перша декада квітня		58,7	63,2	59,4	63,9
Перша декада грудня	70	59,3	63,9	60,1	64,6
Перша декада квітня		58,9	63,4	59,4	64,0
Другий рік використання, 2014–2016 рр.					
Перша декада грудня	45	29,2	32,1	29,3	32,2
Перша декада квітня		28,5	29,0	28,6	29,0

Продовження таблиці 6.1.2

Перша декада грудня	70	29,3	31,5	29,4	32,1
Перша декада квітня		28,6	29,0	28,5	29,0
Третій рік використання, 2015–2017 рр.					
Перша декада грудня	45	29,1	31,9	29,2	32,1
Перша декада квітня		28,4	28,9	28,6	28,9
Перша декада грудня	70	29,1	31,5	29,2	32,1
Перша декада квітня		28,6	29,0	28,6	29,0
Четвертий рік використання, 2016–2018 рр.					
Перша декада грудня	45	27,3	27,6	27,3	27,6
Перша декада квітня		27,2	27,3	27,2	27,3
Перша декада грудня	70	27,3	27,5	27,3	27,6
Перша декада квітня		27,2	27,3	27,2	27,3

Унесення мінеральних добрив у дозі $N_{60}P_{90}$ сприяло зростанню виробничих витрат на другому та третьому роках використання досліджуваної культури відповідно на 1,7–9,0 та 1,3–8,8%, проте на четвертий рік цей вплив практично знівелювався, що зумовлено зниженням позитивної післядії добрив на врожайність шавлії мускатної. За внесення $N_{60}P_{90}$ витрати зростали в середньому на 3,7–4,8%.

У підсумку, слід зазначити, що саме матеріальні витрати на придбання та використання системи краплинного зрошення, оранки та внесення мінеральних добрив були основними витратними елементами технології вирощування, які вплинули на загальні фінансові витрати при вирощуванні шавлії мускатної.

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 в перший і, особливо четвертий рік використання, – найвищою (табл. 6.1.3). Різниця за варіантами була вищою в 5–7 разів, що є безперечним фактом

нераціональності використання посівів шавлії мускатної на четвертий рік.

Таблиця 6.1.3 Собівартість 1 кг суцвіть шавлії мускатної за роками використання залежно від досліджуваних факторів, грн

Строки сівби культури	Ширина міжрядь, см	Глибина оранки (см) та фони живлення			
		20–22		28–30	
		Без добрив	N ₆₀ P ₉₀	Без добрив	N ₆₀ P ₉₀
Перший рік використання, 2013–2015 рр.					
Перша декада грудня	45	10,2	4,4	9,4	4,4
Перша декада квітня		14,9	11,5	12,9	11,7
Перша декада грудня	70	10,2	4,3	9,2	4,7
Перша декада квітня		13,1	11,5	12,6	11,7
Другий рік використання, 2014–2016 рр.					
Перша декада грудня	45	4,6	2,2	4,6	2,1
Перша декада квітня		6,7	5,1	6,2	5,2
Перша декада грудня	70	4,6	2,4	4,3	2,2
Перша декада квітня		6,3	5,1	6,7	5,2
Третій рік використання, 2015–2017 рр.					
Перша декада грудня	45	4,8	2,3	4,6	2,2
Перша декада квітня		7,1	5,3	6,3	5,3
Перша декада грудня	70	4,9	2,4	4,6	2,2
Перша декада квітня		6,3	5,1	6,3	5,2
Четвертий рік використання, 2016–2018 рр.					
Перша декада грудня	45	29,7	12,8	29,7	12,8
Перша декада квітня		45,3	31,7	40,0	34,1
Перша декада грудня	70	29,0	14,7	29,7	12,9
Перша декада квітня		40,6	33,2	40,0	32,8

Незалежно від зміни глибини оранки та ширини міжрядь собівартість суцвіть шавлії мускатної у перший рік вирощування була найменшою – 4,3–4,7 грн/кг за сівби у першу декаду грудня, міжрядді 70см та внесенні мінеральних добрив N₆₀P₉₀. Найгірші результати, де досліджуваний економічний показник підвищився до 13,1–14,9 грн/кг, одержали у

неудобрених варіантах із сівбою шавлії мускатної у першу декаду квітня за мілкого обробітку ґрунту на глибину 20–22 см.

На четвертому році використання собівартість 1 кг суцвіть досліджуваної культури підвищилася до найвищої величини – 45,3 грн/кг. Найменша собівартість була за вирощування культури на глибину оранки 20–22 см, внесені мінеральних добрив нормою N₆₀P₉₀, сівби у перший строк з міжряддям 45 см – 12,8 грн/кг.

Найважливішими показниками економічної ефективності вирощування культури є рівень умовного чистого прибутку та рентабельності. Слід зазначити, що незалежно від поєднання досліджуваних прийомів вирощування шавлії мускатної, високий рівень чистого прибутку було отримано в усіх варіантах дослідження на першому-третьому роках використання, а на четвертому році – окремі варіанти виявилися навіть збитковими (табл. 6.1.4).

Таблиця 6.1.4 Умовний чистий прибуток, збитковість при вирощуванні шавлії мускатної за роками використання залежно від досліджуваних факторів, тис. грн/га

Строки сівби культури	Ширина міжрядь, см	Глибина оранки (см) та фони живлення			
		20–22		28–30	
		Без добрив	N 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

Продовження таблиці 6.1.4

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

Найприбутковішим був другий рік використання шавлії мускатної, в якому досліджуваний показник підвищився, у середньому, до 163,2 тис. грн/га, що на 2,4% більше, ніж у третьому році, на 21,9% у першому, а також у 175 разів – на четвертому році використання.

Максимальні показники 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 оранки на глибину 28–30 см. В інші роки використання суттєвої різниці між досліджуваними глибинами основного обробітку ґрунту виявлено не було.

Вирощування шавлії мускатної на четвертому році призвело до збитків у всіх неодобрених варіантах. Проте за внесення азотних і фосфорних добрив у дозі $N_{60}P_{90}$, проведенні сівби у першу декаду грудня незалежно від ширини міжрядь та глибини оранки одержано умовний чистий прибуток у межах від 19,2 до 25,9 тис. грн/га.

Рівень рентабельності вирощування шавлії мускатної мав суттєві розбіжності як за роками використання, так і залежно від досліджуваних факторів (табл. 6.1.5).

Найкращі умови формування рівня рентабельності склалися за вирощування культури на глибину оранки 28–30 см, унесенні мінеральних добрив нормою N₆₀P₉₀, за першого строку сівби з міжряддям 45 см з першого по третій рік використання. За цих умов досліджуваний економічний показник складав, у середньому, 435,1%. Виконання зазначених прийомів вирощування у варіантах дослідів, де здійснювали оранку на глибину 28–30 см рівень рентабельності знизився, в середньому, на 14,5%.

Відтермінування строку сівби зумовило зменшення рівня рентабельності, в середньому, за фактором на 264,9%, що є додатковим доказом неефективності перенесення строку сівби на першу декаду квітня. У варіантах з міжряддям 45 см спостерігалось несуттєве зростання рентабельності до 319,%, що лише на 1,2% більше за міжряддя 70 см.

У перший рік використання середній рівень рентабельності склав 204,8%. Максимального значення – відповідно 536,4 і 524,6% він досягнув на другому і третьому роках використання.

Таблиця 6.1.5 Рівень рентабельності при вирощуванні шавлії мускатної за роками життя залежно від досліджуваних факторів, %

Строки сівби культури	Ширина міжрядь, см	Глибина оранки (см) та фони живлення			
		20–22		28–30	
		Без добрив	N ₆₀ P ₉₀	Без добрив	N ₆₀ P ₉₀
Перший рік використання, 2013–2015 рр.					
Перша декада грудня	45	145,2	471,9	165,0	462,1
Перша декада квітня		67,4	116,7	93,6	114,3
Перша декада грудня	70	144,8	477,0	171,4	427,2
Перша декада квітня		91,1	117,6	98,5	113,4
Другий рік використання, 2014–2016 рр.					
Перша декада грудня	45	440,6	1046,0	448,5	1065,0
Перша декада квітня		273,4	387,9	303,2	381,5

Продовження таблиці 6.1.5

Перша декада грудня	70	447,7	926,3	479,9	1047,3
Перша декада квітня		296,6	389,5	271,8	376,6
Третій рік використання, 2015–2017 рр.					
Перша декада грудня	45	415,9	999,7	445,3	1038,8
Перша декада квітня		253,4	371,8	298,3	373,4
Перша декада грудня	70	415,1	926,3	445,3	1038,8
Перша декада квітня		296,6	389,5	299,9	384,7
Четвертий рік використання, 2016–2018 рр.					
Перша декада грудня	45	-15,7	95,8	-15,7	95,8
Перша декада квітня		-44,9	-21,1	-37,6	-26,6
Перша декада грудня	70	-13,9	69,9	-15,7	94,0
Перша декада квітня		-38,5	-24,8	-37,6	-23,9

На четвертому році досліджуваний показник мав від'ємні значення (до -44,9%) у варіантах без унесення мінеральних добрив та за сівби у першу декаду квітня. Здійснення сівби у першу декаду грудня на фоні внесення азотних і фосфорних добрив сприяло зростанню рівня рентабельності до 69,9–95,8%.

Як приклад, розглянемо вплив на показники економічної ефективності розробленої технології вирощування шавлії мускатної за повною схемою мінерального живлення та строків сівби на першому та третьому роках використання, а також динаміку середньофакторіальних показників.

Вартість валової продукції, у середньому, за 2013–2015 рр. (перший рік використання) змінювалась у широких межах від 368,5 тис. грн у варіанті з унесенням максимальної дози мінеральних добрив ($N_{60}P_{90}$), проведенні оранки на глибину 20–22 см, сівбі у перший строк, міжрядді 70 см до 98,3 тис. грн/га – на неудобрених ділянках з мілким основним обробітком ґрунту, сівбою у четвертий строк з міжряддям 45 см.

ВИСНОВКИ

Таким чином, у першому розділі монографії надані актуальні питання про причини зниження природних запасів за відсутності скоординованих дій між установами, які займаються вивченням, виявленням, відтворенням та заготівлею лікарських рослин, що призводить до ускладнень у процесі розробки та впровадження заходів щодо забезпечення національного виробництва медичних препаратів з рослинної сировини, невиснажливого використання природних фіторесурсів, тим більше їх відтворення.

На півдні України важливе значення мають культури, стійкі до стресових умов (підвищена температура, знижена відносна вологість повітря), які відзначаються високою продуктивністю та підвищеними якісними характеристиками сировини. Такими для даної зони можуть стати лікарські та ефіроолійні культури.

У другому розділі досліджене питання щодо раціонального використання вологи рослинами шавлії мускатної та окупність урожаєм зрошувальної води при краплинному зрошенні залежно від факторів, що досліджувалися в південній частині України, а також визначений поживний режим ґрунту та вплив його на розвиток рослин шавлії мускатної, розглянуто питання росту та розвитку рослин шавлії мускатної залежно від досліджуваних факторів та забур'яненості посівів шавлії мускатної залежно від тривалості вирощування та використання культури.

У третьому розділі надані результати досліджень з питань формування вологозабезпеченості, забур'яненості посіву шавлії мускатної при використанні культиватора КПС-4 та борони культиватора БК-1,0.

У четвертому розділі – методи біологічного очищення зрошувальної води від вмісту солей важких металів за допомогою ейхорнії товстоножкової.

У п'ятому розділі встановлено вплив строків посіву та мінеральних добрив на продуктивність шавлії мускатної в роки її вирощування та вплив

позитивних температур повітря на вміст ефірної олії в її рослинах в різні роки життя.

В шостому розділі обґрунтована економічна ефективність розробленої технології вирощування шавлії мускатної залежно від років використання, строків сівби та фонів живлення при краплинному зрошенні.

Таким чином, у даній монографії розглянуті основні питання раціонального використання поливної води у взаємодії з іншими факторами, що впливають на формування врожаю шавлії мускатної з високими показниками ефіроолійності рослин.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Peana, A.T. Pharmacological activities and applications of *Salvia sclarea* and *Salvia desoleana* essential oils / A.T. Peana, M. Moretti / *Studies in natural product chemistry*. – 2002. – Vol.26, №7. – P. 391–423.
2. *Salvia* for dementia therapy: review of pharmacological activity and pilot tolerability clinical trial / N. Perry et al. // *Pharmacology Biochem. and Behavior*. – 2003. – Vol.75, №3. – P.651–659.
3. Salvipisone and aethiopinone from *Salvia sclarea* hairy roots modulate staphylococcal antibiotic resistance and express antibiofilm activity / E. Walencka et al. // *Planta Med.* – 2007. – Vol. 73, № 6. – P. 545–551.
4. Stanassova-Shopova, S. Experimental studies on certain effects of the essential oil of *Salvia sclarea* L. on the central nervous system / S. Stanassova-Shopova, S. Roussinov // *Izv. Ins. Fiziol (Sofia)*. – 1970. – № 13. – P. 89–95.
5. Terpenoids from *Salvia sclarea* / A. Ulubelen et al. // *Phytochem.* – 1994. – Vol. 36, № 4. – P. 971–974.
6. Е.И. Саканян, А.О. Карасавиди // Актуальные проблемы создания новых лекарственных препаратов природного происхождения: материалы 7 Междунар. съезда «Фитофарм» 3–5 июля. 2003 г.– Спб., 2003. – С. 104–107.
7. Кириченко В.П. Комплексное действие орошения, удобрений и глубины пахоты в условиях южного чернозёма УССР на урожай сельскохозяйственных культур: Автореферат диссертации на соискание учёной степени кандидата с/х наук. – Одесса. – 1968. – 12 с.
8. Лысогоров С.Д., Ушкаренко В.А. Орошаемое земледелие. – М.: Колос. – 1995. – 445 с.
9. Танасиенко Ф.С. Эфирные масла. Содержание и состав в растениях / Ф.С. Танасиенко. – Киев: Наук, думка, 1985. – С.89–122.

10. Травянистые растения СССР / под ред. Т.А. Работнова.– М.: Мысль, 1971. – Т. 2. – С. 136–156.
11. Турова А.Д. Лекарственные растения СССР и их применение / А.Д. Турова, Э.Н. Сапожникова. 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Медицина, 1982.– С. 227–237.
12. Вожегова Р. А., Коковіхін С. В., Біляєва І. М. Адаптування систем зрошувального землеробства до локальних та регіональних умов південного степу України та глобальних змін клімату. *Таврійський науковий вісник: наук. журнал.* –Херсон: Грінь Д. С., 2017. Вип. 98. – С. 29–35.
13. Чабан В.О. Біологічне очищення природних водоймищ від шкідливих речовин за допомогою водних рослин для зрошення лікарських трав. Наукові праці: Науково-методичний журнал. Серія «Екологія». – Випуск 244. – Том 256. – Миколаїв : ЧДУ ім. Петра Могили, 2019. – С. 86
14. Патент на корисну модель № 139980 «Спосіб очищення стоків води від токсикантів у водоймах із використанням рослини ейхорнія». Зареєстровано в Державному реєстрі патентів України на корисні моделі 10.02.2020. Бюлетень № 3 про видачу патенту. Винахідники: Власник – Херсонська державна морська академія. Монографія, автор Чабан В. О. Перспективні методи очищення суднових стічних та лляльних вод різного походження для зрошування сільськогосподарських культур. – Херсон : ХДМА, 2020. – 132 с.
15. Чабан В. О. Енергозберігаюча технологія очищення стічних лляльних вод. Наукові праці: Науково-методичний журнал. Серія «Екологія». – Випуск 244. – Том 256. – Миколаїв : ЧДУ ім. Петра Могили, 2015. – С. 86–90.
16. Чабан В.О. Оцінка забруднення водоймищ морським транспортом та біологічний метод очищення водного середовища за допомогою ейхорнії

- товстоножкової. – Вісник аграрної науки Причорномор'я: наук. журнал. – Миколаїв : 2014. Видавництво ВНЗ МНАУ. Вип. 2 (78). – С. 112–114. Фахове видання.
17. Чабан В. О. Очищення водного середовища за допомогою ейхорнії товстоножкової. Науковий журнал. – Херсон : ХДАУ, 2014.– Вип. №88.– С. 314–319.
18. Чабан В. О. Нові перспективи біологічного очищення стічних промислових відходів за допомогою ейхорнії товстоножкової. Наукові праці: науково-методичний журнал. – Серія «Екологія» – Миколаїв : Чорноморський державний університет імені Петра Могили, 2014. – Вип. 220, Т. 232. – С. 89–91.
19. Чабан В. О., Круглий Д. Г., Камаєв О. Ю. Енергозберігаюча технологія очищення стічних лляльних вод. Наукові праці: науково-методичний журнал. – Серія «Екологія». – Миколаїв : ЧДУ ім. Петра Могили, 2015. – Випуск 244.– Т. 256. – С. 86–90.
20. Чабан В. О. Нові перспективи біологічного очищення стічних промислових відходів за допомогою ейхорнії товстоножкової. Безпека життєдіяльності на транспорті і виробництві – освіта, наука, практика (SLA-2017): збірка матеріалів IV Міжнародної науково-практичної конференції. – Херсон: Херсонська державна морська академія, 2017. – С. 393–397.
21. 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». Випуск 1(146) (2019) – Білоцерківський національний аграрний університет. – С. 38–44.
22. В.О. Ушкаренко, Р.А. Вожегова, С.В. Коковіхін, А.В. Шепель, В.О. Чабан. Урожайність шавлії мускатної та вихід ефірної олії залежно від досліджуваних агротехнічних факторів. Вісник Полтавської

- державної аграрної академії. Випуск 2(97). – Полтава, 2020. – с.57 – 64.
23. Ушкаренко В. О., Коковіхін С. В., Чабан В. О., Лавренко С. О., Шепель А. В. Продуктивність шавлії мускатної залежно від водно-фізичних властивостей ґрунту за краплинного зрошення. Збірник наукових праць Уманського НУС. Випуск 96 (ч. 1). – Умань, 2020. – С. 621–635.
24. 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. Журнал «Зрошуване землеробство». – Випуск 73. – Херсон, 2020. – с. 116 – 119.
25. Юрчак Л.Д., Побирченко Г.А. Культура шалфея мускатного в лесостепи Украины. – Киев: Наук. думка. – 1997. – 166 с.
26. Юрчак Л. Д., Побирченко Г. А. Рекомендации по возделыванию и уборке шалфея мускатного в лесостепной зоне УССР. – Киев. – 1990. – 7 с.

НОТАТКИ

НОТАТКИ

Наукове видання

Чабан Віктор Олександрович
Ушкаренко Віктор Олександрович

**Наукове обґрунтування
вирощування шавлії мускатної
в умовах краплинного зрошення
південного степу України**

Монографія

Відповідальний за випуск *Р. Є. Врублевський*
Технічний редактор *Н. М. Грем*
Коректор *Н. М. Грем*
Друк, фальцювально-палітурні роботи *В. Г. Удов*

Формат 60x84/16. Папір офсетний.
Ум. друк. арк. 9,31
Підписано до друку року 14.12.2020 року
Тираж 300 примірників. Зам. № 67

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