

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«ХЕРСОНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»

МАКСИМОВ МАКСИМ ВАЛЕРІЙОВИЧ

УДК 635.658: 631.6: 631.5: 631.8

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ СОЧЕВИЦІ ЗА РІЗНИХ
УМОВ ЗВОЛОЖЕННЯ

06.01.02 – сільськогосподарські меліорації

АВТОРЕФЕРАТ

дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата сільськогосподарських наук

Херсон – 2016

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Державному вищому навчальному закладі «Херсонський державний аграрний університет».

Науковий керівник: доктор сільськогосподарських наук, професор, академік НААН
Ушкаренко Віктор Олександрович,
Державний вищий навчальний заклад «Херсонський державний аграрний університет», завідувач кафедри землеробства.

Офіційні опоненти: доктор сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник
Малярчук Микола Петрович,
Інститут зрошуваного землеробства НААН, головний науковий співробітник відділу зрошуваного землеробства;

кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник

Вожегов Сергій Гервасьович,
Інститут рису НААН, старший науковий співробітник відділу технології.

Захист відбудеться «28» жовтня 2016 р. о 13⁰⁰ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 67.830.01 у Державному вищому навчальному закладі «Херсонський державний аграрний університет» (73006, м. Херсон, вул. Стрітенська (Р. Люксембург), 23), аудиторія 104.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Державного вищого навчального закладу «Херсонський державний аграрний університет» (73006, м. Херсон, вул. Стрітенська (Р. Люксембург), 23), головний корпус.

Автореферат розіслано «27» вересня 2016 р.

Вчений секретар спеціалізованої вченої ради,
кандидат сільськогосподарських наук, доцент _____ А.В. Шепель

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Зернобобові культури – найважливіші ланки агроценозів, які не мають аналогів по збору білка та жиру з одиниці площі. Вони є доступною альтернативою дорожчого тваринного білка, що робить їх ідеальними для поліпшення раціону харчування людей. Білок, який поступає з молока, в п'ять разів дорожче, ніж білок, який може бути отриманий із зернобобових. Також переробка бобів забезпечує додаткові економічні можливості. Зернобобові не лише корисні для людини, але й сприяють поліпшенню здоров'я тварин і родючості ґрунтів, підтримці біорізноманітності. У зв'язку з чим, Генеральна Асамблея ООН оголосила 2016 рік «Міжнародним роком зернобобових» для підвищення обізнаності про численні переваги бобів, збільшення їх виробництва і товарообігу, а також заохочення нових і раціональних методів використання впродовж всього харчового ланцюга. Основним гаслом цього року є «Зернобобові - поживні зерна стійкого майбутнього».

Сочевиця має великий генетичний потенціал урожайності, високу поживну цінність, а також є пластичною культурою до змінних погодних умов. Вона, разом з іншими зернобобовими культурами, відіграє важливу роль у збільшенні ресурсів азоту в землеробстві, підвищенні родючості ґрунту, забезпеченні екологічної стабільності меліорованих агроландшафтів, біологізації сільськогосподарського виробництва, тощо. За період вегетації сочевиця здатна акумулювати в симбіозі з бульбочковими бактеріями до 40-90 кг/га екологічно безпечного азоту, що робить її добрим попередником в сівозмінах, а насіння - екологічно чистим продуктом харчування. Проте сочевиця в світовому землеробстві не може бути віднесена до культур масового поширення. Зелена маса сочевиці використовується як високобілковий корм для худоби.

Не зважаючи на високу споживчу цінність культури, площі посівів під сочевицею є нестабільними, а врожайність низькою, що обумовлює незначний ареал поширення сочевиці, а його збільшення залежить від впровадження у виробництво пристосованих до конкретних ґрунтово-кліматичних умов технологій вирощування.

Впровадження в структуру посівних площ сочевиці дозволить забезпечити створення та надходження на ринок рослинного білка, що поповнить важливу частину продовольчого кошика людини, а удосконалені елементи її вирощування забезпечать стійке товарне виробництво та його розвиток. Сукупність вищенаведених питань обумовлює актуальність теми дисертаційного дослідження, його мету та завдання.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Експериментальні дослідження дисертаційної роботи були складовою частиною тематичного плану НДР Державного вищого навчального закладу «Херсонський державний аграрний університет» й виконувалися за темами «Агроекологічні та біологічні основи інтенсифікації вирощування зернобобових культур в Степу України та ідентифікація сортів за рівнем адаптації до несприятливих факторів зовнішнього середовища» (державна реєстрація №0111 U 010248) та «Удосконалення, розробка та впровадження ресурсоощадних і еколого-безпечних адаптивних технологій вирощування сільськогосподарських культур в умовах півдня України» (номер державної реєстрації 0114 U 002499), де автор був безпосереднім виконавцем досліджень.

Мета й завдання досліджень. Метою дисертаційної роботи була розробка основних елементів технології вирощування зерна сочевиці в умовах Південного Степу України, що дасть можливість поліпшити властивості ґрунту, отримувати

стабільні врожаї якісного зерна з високими енергетично-економічними показниками.

До завдань досліджень входило:

- дослідити зміну фізичних властивостей ґрунту залежно від факторів, взятих на вивчення;
- визначити умовне споживання елементів живлення з ґрунту рослинами сочевиці залежно від досліджуваних прийомів вирощування;
- проаналізувати ріст та розвиток рослин сочевиці за досліджуваних прийомів вирощування;
- визначити структуру, рівень урожаю зерна сочевиці та його якість залежно від досліджуваних факторів;
- провести математичне моделювання процесу формування врожаю зерна сочевиці за різних прийомів вирощування;
- визначити ефективність використання сочевицею природних та матеріальних ресурсів;
- розрахувати економічну та енергетичну ефективність вирощування зерна сочевиці залежно від досліджуваних прийомів вирощування.

Об'єкт досліджень: процеси росту, розвитку, формування врожаю та якості зерна сочевиці залежно від глибини основного обробітку ґрунту, доз мінеральних добрив, густоти рослин та умов зволоження.

Предмет досліджень: сорт сочевиці Лінза; темно-каштановий ґрунт; елементи технології вирощування: основний обробіток ґрунту, дози мінеральних добрив, густота рослин, умови зволоження; економічні та енергетичні параметри технології вирощування культури.

Методи досліджень. При проведенні досліджень були використані наступні методи: історичний - для ретроспективного узагальнення наукових досягнень вітчизняних та закордонних вчених щодо вивчення елементів технології вирощування сочевиці; польовий короткотривалий багатофакторний дослід - для проведення біометричних вимірів та обліку врожаю культури; лабораторний – для аналізу структури та якості врожаю зерна, властивостей ґрунту; розрахунковий – для оцінки економічної та енергетичної ефективності вирощування культури за досліджуваних елементів технології, окупності матеріальних і природних ресурсів; статистичний – для проведення дисперсійного аналізу та статистичної обробки результатів досліджень; програмування – для моделювання врожаю культури залежно від технологічних прийомів вирощування.

Наукова новизна одержаних результатів. Розроблені основні прийоми вирощування сочевиці за різних умов зволоження, що забезпечують отримання сталих, високих, якісних урожаїв зерна сочевиці та підвищення родючості ґрунту. Визначено вплив елементів технології на основні фізичні властивості ґрунту та його біологічну активність. Обґрунтована доцільність вирощування зерна сочевиці залежно від основного обробітку ґрунту, дози добрив, густоти рослин та умов зволоження в умовах Південного Степу України. Проведено математичне моделювання виробничих процесів вирощування культури, які представлені сукупністю науково-прикладних положень, що виносяться на захист, зокрема:

вперше:

- визначено та обґрунтовано особливості росту, розвитку, формування врожаю й якості зерна сочевиці за різних умов зволоження;

- проведено математичне моделювання врожаю культури залежно від технологічних прийомів вирощування;

удосконалено:

- основні технологічні прийоми вирощування сочевиці в умовах Південного Степу України;

- агротехнологічні заходи вирощування сочевиці з метою поліпшення фізичних властивостей та родючості ґрунту;

набули подальшого розвитку:

- способи подолання продовольчої кризи за рахунок впровадження у виробництво технології вирощування сочевиці в Південному Степу України за різних умов зволоження;

- наукові основи економічно-енергетичного обґрунтування технологій вирощування зерна сочевиці за різних умов зволоження.

Практичне значення одержаних результатів. Результати наукових досліджень були впроваджені у СК «Радянська земля» Білозерського району Херсонської області у 2013-2015 рр. на площі 2,5 га; ФГ «Роксолана» Білозерського району Херсонської області у 2015-2016 рр. на площі 3,0 га; ФГ «Восток» Білозерського району Херсонської області у 2015 році на площі 1,3 га; ФГ «Велес-2010» Новотроїцького району Херсонської області у 2015 році на площі 1,3 га; ФГ «Тайга» Верхньорогачинського району Херсонської області у 2015 році на площі 2,4 га; ТОВ «Прогрес» Розівського району Запорізької області у 2015 році на площі 8 га; ФГ «Саванна» Снігурівського району Миколаївської області у 2015 році на площі 2 га.

Особистий внесок здобувача. Дисертаційна робота є результатом особистого наукового дослідження автора. Дисертантом, разом з науковим керівником, розроблено схему та програму досліджень. Автором був проведений аналітичний огляд літературних джерел з досліджуваних питань; закладені польові досліди; проведені спостереження, аналізи, узагальнення, статистична обробка експериментального матеріалу; розраховано економічно-енергетична ефективність та проведено математичне моделювання технологічних прийомів вирощування сочевиці; розроблено науково-обґрунтовані основні положення дисертації, висновки та рекомендації виробництву.

Апробація результатів дисертації. Основні та проміжні результати досліджень доповідалися, обговорювалися й отримали позитивну оцінку на науково-практичних конференціях, зокрема: щорічних наукових конференціях викладачів і аспірантів агрономічного факультету ДВНЗ «ХДАУ» (м. Херсон, 2012-2016 рр.); Всеукраїнській науково-практичній конференції «Науково-практичне обґрунтування розвитку аграрного виробництва та бізнесу в Україні» (м. Херсон, 21-22 червня 2012 р.); Міжнародному інвестиційному форумі «Таврійські горизонти: привабливість, співпраця, інвестиції, економічний розвиток» (м. Нова Каховка, 27-28 вересня 2012 р.); Всеукраїнській науково-практичній конференції молодих вчених «Комплексні меліорації земель як складова раціонального природокористування» (м. Херсон, 21-22 лютого 2013 р.); Науково-практичній конференції «Сучасні методи експериментальних досліджень і аналізу даних в аграрній науці» (м. Херсон, 27 березня 2013 р.); Міжнародному семінарі «Проблеми розвитку органічного землеробства в Україні» (м. Херсон, 17 травня 2013 р.); Всеукраїнській науково-практичній конференції «Комплексні меліорації ландшафтів: стан, проблеми, перспективи» (м. Херсон, 24-

26 квітня 2013 р.); Міжнародній науково-практичній інтернет-конференції «Рациональное использование экосистем: борьба с опустелюванием и засухой» (м. Миколаїв, 21 травня 2013 р.); Научных чтений «Современные энерго- и ресурсосберегающие, экологически устойчивые технологии и системы сельскохозяйственного производства», посвященные памяти член-корреспондента РАСХН и НАН КР, академика МАЭП и РАВН Бочкарева Я.В. (г. Рязань, Россия, 09 декабря 2013 г.); Круглому столі «Участь водоземлекористувачів в управлінні зрошенням: міжнародний досвід та сценарії для України» (м. Херсон, 24 вересня 2014 р.); Міжнародній науково-практичній інтернет-конференції «Аграрная наука: развитие и перспективы» (м. Миколаїв, 05 жовтня 2015 р.); Всероссийській науково-практичній конференції, присвяченій 65-річчю кафедри «Загального землеробства та землевпорядкування» та Дня російської науки «Энергосберегающие технологии в ландшафтном земледелии» (г. Пенза, ФГБОУ ВО «Пензенская государственная сельскохозяйственная академия», Россия, 09 февраля 2016 г.); Міжнародній науково-практичній Інтернет-конференції «Актуальні проблеми агрохімії та ґрунтознавства» (м. Дубляни, Львівська область, 18-19 лютого 2016 р.); I-й міжнародній науково-практичній інтернет-конференції «Современное экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты рационального природопользования», присвяченій 25-річчю ФГБНУ «Прикаспийский научно-исследовательский институт аридного земледелия» (с. Соленое Займище, Астраханская область, Россия, ФГБНУ «Прикаспийский НИИ аридного земледелия», 29 февраля 2016 г.); Міжнародній заочній Інтернет-конференції «Современные проблемы сельскохозяйственного производства на орошаемых землях», (г. Новочеркасск, Россия, ФГБНУ «Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации», 11.01.2016-31.03.2016 г.); Міжнародній науково-практичній конференції «О широком развитии мелиорации земель для получения высоких урожаев зерна и других сельскохозяйственных культур» (г. Москва, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К.А. Тимирязева», 01 июня 2016 г.).

Публікації. За результатами досліджень опубліковано 16 наукових праць, з них 5 - у фахових виданнях України, 2 – у закордонних та 2 – патенти на корисну модель.

Структура і обсяг дисертації. Основний зміст дисертації викладений на 132 сторінках машинописного тексту та складається зі вступу, 6-и розділів, аналізу і узагальнення результатів досліджень, висновків. Робота містить 38 таблиць, 7 рисунків, 48 додатків. Список використаних літературних джерел включає 218 найменувань, у тому числі 36 - латиницею.

ЗМІСТ РОБОТИ

ВСТУП

У вступі обґрунтовано необхідність і актуальність виконання роботи, її наукову новизну, практичну цінність, відображено результати апробацій та наведено обсяг публікацій.

ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ З ДОСЛІДЖУВАНИХ ПИТАНЬ

У розділі проаналізовано стан вивченості питань, результати досліджень вітчизняних і зарубіжних вчених з впливу глибини основної обробки ґрунту, доз мінеральних добрив, густоти рослин за різних умов зволоження на ріст, розвиток та продуктивність сочевиці.

МІСЦЕ, УМОВИ, МЕТОДИКА ТА АГРОТЕХНІКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

Дослідження з удосконалення елементів технології вирощування сочевиці проводили шляхом постановки чотирьохфакторного польового дослідження на території сільськогосподарського кооперативу «Радянська земля» Білозерського району Херсонської області. У польових дослідженнях вивчали такі фактори та їх варіанти: Фактор А – основний обробіток ґрунту: полицевий на глибину 20-22 см; полицевий на глибину 28-30 см. Фактор В – фон живлення: без добрив; N₄₅P₄₅; N₉₀P₉₀. Фактор С – густина рослин, млн/га: 2,0; 2,5; 3,0. Фактор D – умови зволоження: без зрошення; зрошення.

Польові дослідження були закладені в чотириразовій повторності. Розташування варіантів здійснювали методом розщеплених ділянок з частковою рендомізацією. Облікова площа ділянок четвертого порядку – 57,6 м². При проведенні досліджень керувалися загальноновизнаною методикою польових дослідів.

Облік опадів за вегетаційний період культури проводили за показниками дощоміра, який був встановлений на дослідній ділянці. Температуру, відносну вологість повітря, суму активних та ефективних температур – фіксували за даними метеостанції м. Херсон.

Проведення дослідів супроводжувалось аналізом зразків ґрунту, спостереженнями за рослинами і метеорологічними умовами. Всі обліки, та спостереження проводили у двох несуміжних повтореннях.

Агротехніка вирощування сочевиці була загальноновизнаною для зернобобових культур в умовах Південного Степу України. В дослідженнях вирощували сорт сочевиці Лінза, який занесений до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні з 2008 року. Після збирання попередника (озима пшениця на зерно) проводили дворазове дискування стерні на глибину 6-8 та 10-12 см. Основний обробіток ґрунту виконували згідно схеми дослідів. Під основний обробіток вносили мінеральні добрива сівалкою СЗ-3,6 нормою згідно схеми дослідів. З метою додаткового знищення бур'янів і вирівнювання ґрунту виконували суцільну культивування на глибину 12-14 см. При настанні фізичної стиглості ґрунту весною проводили боронування БЗСС-1,0. Передпосівну культивування виконували на глибину загортання насіння. Сівбу проводили на глибину 5-7 см трактором John Deere 8400 з сівалкою John Deere 740А. Норму висіву встановлювали згідно схеми дослідів. Насіння за 1-2 години до сівби обробляли біопрепаратами селекційних високоефективних штамів бульбочкових бактерій (різобофіт сочевичний + фосфоентерін + біополіцид в пропорції 1:10). Після сівби поле прикочували кільчасто-шпоровими катками. Для боротьби з бур'янами до сходів культури вносили ґрунтовий гербіцид Гезагард 500 FW к.с. нормою 3,0 л/га. Проти шкідників у фазу «бутонізація - початок цвітіння» використовували інсектицид Нурел Д нормою 1,0 л/га. Вологість в активному шарі ґрунту (0-50 см) на варіантах зрошення підтримували на рівні 75-80%НВ. Полив здійснювали за допомогою дощувальної машини «Кубань». Збирання проводили прямим комбайнуванням при повному дозріванні бобів.

ФІЗИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ТА ПОЖИВНИЙ РЕЖИМ ҐРУНТУ ПРИ ВИРОЩУВАННІ СОЧЕВИЦІ

На даний час сільськогосподарські товаровиробники недостатньо уваги приділяють фізичним властивостям ґрунту. Нераціональний та необґрунтований обробіток створює несприятливі умови для росту, розвитку та формування врожаю

культури, призводить до деградації ґрунтів, зниження родючості, тощо. Тому, одним з головних завдань є оптимізація агротехнологічних заходів для створення оптимальних фізичних властивостей та співвідношення усіх фаз і режимів ґрунту. Такий підхід до технологій вирощування культур у сівозміні дасть можливість підприємствам значно підвищити ефективність виробництва. Цю думку поділяють багато вітчизняних і закордонних вчених, зазначаючи, що перед впровадженням у виробництво нових технологічних прийомів вирощування потрібно приділяти значну увагу саме фізичним властивостям ґрунту та його меліоративним показникам.

Найкращі фізичні властивості на посівах сочевиці за основними показниками були в шарі ґрунту 0-30 см за вирощування культури в різних умовах зволоження при полицевому обробітку на глибину 28-30 см: в незрошуваних умовах – щільність складення 1,11 (сходи) – 1,22 (збирання) г/см³, а загальна пористість – 57,7 та 53,6%, відповідно; при зрошенні – 1,21-1,30 г/см³ та 53,9-50,5%.

Найбільша кількість поглинутої води за першу годину визначення на посівах сочевиці за вегетацію була за полицевого обробітку ґрунту на глибину 28-30 см в незрошуваних умовах: 164,3 (сходи) – 121,1 (збирання) та зрошенні: 151,0 (сходи) – 105,5 (збирання) мм. За цих умов водопроникність ґрунту мала найвищі показники: 2,74-2,02 та 2,52-1,76 мм/хв., відповідно.

В незрошуваних умовах найбільша кількість виділеного двоокису вуглецю з ґрунту на посівах сочевиці в фазу цвітіння - 171 мг СО₂/м²×год була за полицевого обробітку на глибину 28-30 см та внесенні мінеральних добрив у дозі N₉₀P₉₀, а в зрошуваних умовах – 247 мг СО₂/м²×год.

Найбільше умовне споживання лужногідролізованого азоту - 87,9 та рухомого фосфору – 18,4 мг/кг ґрунту з урожаєм зерна сочевиці з шару 0-50 см в незрошуваних умовах було за полицевого обробітку на глибину 28-30 см, внесення мінеральних добрив у дозі N₉₀P₉₀ та густоти рослин 3,0 млн/га, а при зрошенні – 101,2 та 20,9, відповідно.

ОСОБЛИВОСТІ РОСТУ ТА РОЗВИТКУ РОСЛИН СОЧЕВИЦІ ЗАЛЕЖНО ВІД ДОСЛІДЖУВАНИХ ПРИЙОМІВ ВИРОЩУВАННЯ

Для проходження визначеної послідовності фаз росту й розвитку, які є генетично обумовленими, культурі необхідно накопичити визначену кількість позитивних температур. Збільшення, зменшення їх кількості скорочує або подовжує тривалість міжфазних та вегетаційного періодів культури. Оптимальний температурний режим для сівби сочевиці у 2013 році настав 01 квітня, у 2014 році - 24 березня, а у 2015 році – 28 березня.

У роки досліджень вегетаційний період культури в незрошуваних умовах складав від 82 діб (у 2013 і 2014 рр.) до 86 (у 2015 році). В цих умовах зволоження для формування врожаю зерна сочевиці, культура потребувала суму активних температур від 1488 (у 2015 році) до 1624°C (у 2013 році). Так, у середньому, за вегетаційний період рослини сочевиці щодобово отримували 19,8°C активних температур у 2013 році, 17,8°C – у 2014 та 17,3°C - у 2015 році, що залежало від надходження тепла і вологи з опадів (табл. 1).

При зрошенні, завдяки надходженню вологи з поливами, тривалість вегетаційного періоду була довшою. При вирощуванні сочевиці у 2013 році міжфазний період «сходи-повна стиглість» склав 100 діб, у 2014 році – 102 та 2015 році – 103 доби. Для формування врожаю зерна культура потребувала надходження

сум активних температур у кількості 2122°C – у 2013 році, 2098°C – у 2014 та 2048°C – у 2015 році. Тобто, кожна доба вегетації культури забезпечувалася надходженням, в середньому, 12,2°C тепла у 2013 році, 20,6°C – у 2014 та 19,9°C – у 2015 році.

Таблиця 1

Тривалість та теплозабезпеченість міжфазних періодів сочевиці залежно від умов зволоження

Рік досліджень	Міжфазний період							
	сівба-сходи		сходи-цвітіння		цвітіння-повна стиглість зерна		сходи-повна стиглість зерна	
	діб	сума активних температур (>0°C), °C	діб	сума активних температур (>0°C), °C	діб	сума активних температур (>0°C), °C	діб	сума активних температур (>0°C), °C
Без зрошення								
2013	10	103	37	614	45	1010	82	1624
2014	14	108	41	583	45	952	86	1535
2015	14	99	40	543	46	945	86	1488
Зрошення								
2013	10	103	44	770	56	1352	100	2122
2014	14	108	46	715	56	1383	102	2098
2015	14	99	46	738	57	1310	103	2048

Найвищими рослини сочевиці в основні фази росту та розвитку при зрошенні: гілкування – 7,6; цвітіння – 32,3; дозрівання – 49,3 см і в незрошуваних умовах: гілкування – 7,4; цвітіння – 25,6; дозрівання – 39,0 см були за полицевого обробітку ґрунту на глибину 28-30 см, внесенні мінеральних добрив дозою N₉₀P₉₀ та густоти рослин 3,0 млн/га.

Максимальні показники сформованої площі асиміляційного апарату рослин сочевиці були у фазу цвітіння при зрошенні - 32,52 та в незрошуваних умовах - 21,63 тис. м²/га за полицевого обробітку ґрунту на глибину 28-30 см, внесенні мінеральних добрив дозою N₉₀P₉₀ та густоти рослин 3,0 млн/га.

Фотосинтетичний потенціал посівів сочевиці найбільших показників досяг при зрошенні у міжфазний період «гілкування-цвітіння» - 0,876 та «цвітіння-дозрівання» - 1,245 млн. м²/га за добу при полицевому обробітку ґрунту на глибину 28-30 см, внесенні мінеральних добрив дозою N₉₀P₉₀ та густоти рослин 3,0 млн/га. За виконання зазначеного агротехнологічного комплексу в незрошуваних умовах також були отримані максимальні показники: у міжфазний період «гілкування-цвітіння» - 0,541 та «цвітіння-дозрівання» - 0,724 млн. м²/га за добу.

ФОРМУВАННЯ ВРОЖАЮ ЗЕРНА СОЧЕВИЦІ ТА ЇЇ СТРУКТУРИ ЗАЛЕЖНО ВІД ПРИЙОМІВ ВИРОЩУВАННЯ

Традиційно сочевицю вирощують за природного вологозабезпечення та в менш екстремальних за температурним градієнтом умовах, в яких вона формує досить високу продуктивність. В Південному Степу України кліматичні умови суттєво впливають на продуктивність культури.

Найбільша кількість бобів на одній рослині сочевиці була сформована за оранки на глибину 28-30 см, внесенні мінеральних добрив у дозі N₉₀P₉₀ та густоти рослин

2,0 млн/га – 25,82 шт. в зрошуваних умовах та 20,36 – в незрошуваних умовах. Слід зазначити, що різниця між варіантами доз добрив $N_{45}P_{45}$ та $N_{90}P_{90}$, а також досліджуваних глибин основного обробітку ґрунту була несуттєвою і знаходилася в межах похибки досліду. Тому, за даних умов, зменшення дози добрив і глибини обробітку до 20-22 см є раціональним та ефективним.

Згідно отриманих експериментальних даних та проведеного дисперсійного аналізу доцільним агротехнологічним комплексом, який забезпечує отримання найбільшої кількості насінин на одній рослині було за полицевого обробітку ґрунту на глибину 20-22 см, внесенні мінеральних добрив у дозі $N_{45}P_{45}$ та густоти рослин 2,0 млн/га в незрошуваних умовах – 17,69 шт., а при зрошенні за густоти рослин 2,5 млн/га – 25,41 шт.

Глибокий полицевий обробіток ґрунту на 28-30 см, внесення мінеральних добрив у дозі $N_{90}P_{90}$ та густота рослин 2,0 млн/га обумовили формування найбільшої маси 1000 насінин сочевиці за умов природного зволоження – 59,9 та зрошення – 63,7 г.

Створення глибокого орного шару обумовило накопичення більшої кількості вологи і, відповідно, забезпечило кращі умови росту та розвитку сочевиці. Згідно отриманих даних, середня врожайність по оранці на глибину 20-22 см склала 1,08 т/га. Поглиблення обробітку ґрунту до 28-30 см підвищило врожайність зерна сочевиці до 1,11 т/га або на 2,8% (табл. 2).

Таблиця 2

Урожайність зерна сочевиці залежно від досліджуваних факторів, т/га

Середнє за 2013-2015 рр.

Основний обробіток ґрунту (Фактор А)	Фон живлення (Фактор В)	Густота рослин, млн/га (Фактор С)			Середнє	
		2,0	2,5	3,0		
Без зрошення (Фактор D)						
Полицевий на глибину 20-22 см	Без добрив	1,06	0,99	0,85	0,97	1,08
	$N_{45}P_{45}$	1,30	1,22	1,03	1,18	
	$N_{90}P_{90}$	1,20	1,15	0,94	1,10	
Полицевий на глибину 28-30 см	Без добрив	1,08	1,01	0,87	0,99	1,11
	$N_{45}P_{45}$	1,35	1,26	1,05	1,22	
	$N_{90}P_{90}$	1,24	1,17	0,96	1,12	
Середнє		1,21	1,13	0,95	1,10	
Зрошення (Фактор D)						
Полицевий на глибину 20-22 см	Без добрив	1,50	1,86	1,70	1,69	1,99
	$N_{45}P_{45}$	1,94	2,44	2,24	2,21	
	$N_{90}P_{90}$	1,82	2,29	2,08	2,06	
Полицевий на глибину 28-30 см	Без добрив	1,51	1,89	1,74	1,71	2,03
	$N_{45}P_{45}$	1,98	2,48	2,30	2,25	
	$N_{90}P_{90}$	1,86	2,33	2,15	2,11	
Середнє		1,77	2,22	2,04	2,01	

HP_{05} за роками досліджень складала, т/га: для факторів А, D – 0,028-0,031; В, С – 0,034-0,038; взаємодії AD – 0,039-0,044; BD, CD, AB, AC – 0,048-0,054; BC – 0,059-0,066; ABD, ACD – 0,068-0,076; BCD, ABC – 0,083-0,094; комплексної взаємодії ABCD – 0,117-0,132.

При зрошенні динаміка змін урожайності була аналогічною, а рівень її за оранки на глибину 20-22 см, в середньому по досліді, складав - 1,99 т/га. Збільшення глибини обробітку до 28-30 см забезпечило формуванню врожайності зерна на рівні 2,03 т/га. Проведення дисперсійного аналізу свідчить, що похибка досліді за роками досліджень коливалась від 0,028 до 0,031 т/га та була більшою за приріст. Як наслідок, отримані дані свідчать, що збільшення глибини оранки є недоцільним.

Ріст та розвиток рослин сочевиці відбувається тільки за умов сприятливого поживного режиму. На основі проведених досліджень найкращі умови створювалися при внесенні $N_{45}P_{45}$ за обох умов вологозабезпечення.

Вирощування сочевиці у варіантах природного рівня родючості забезпечило отримання на богарі від 0,85 до 1,08 т/га зерна сочевиці, а при зрошенні – 1,50-1,89 т/га. Внесення $N_{45}P_{45}$ збільшило врожайність зерна, в середньому по досліді, на 22,4% за природного зволоження та 31,2% - при зрошенні. Подальше збільшення дози мінеральних добрив до $N_{90}P_{90}$ призвело до зниження продуктивності рослин. Так, при вирощуванні на незрошуваних ділянках урожайність зерна зменшилася на 8,1% і коливалась від 0,94 до 1,24 т/га, а при зрошенні – 6,7% та 1,82-2,33 т/га, відповідно.

Одним з факторів збільшення валових зборів зерна є загушення посівів, але в умовах дефіциту вологи – це дуже обмежений фактор. Так, при вирощуванні сочевиці за густоти рослин 2,0 млн/га, в середньому по досліді, врожайність зерна складала 1,21 т/га. Загушення посівів до 2,5 млн/га призвело до зменшення врожайності на 7,1%, подальше ущільнення посівів знизило рівень продуктивності рослин до 27,4%.

При зрошенні, коли лімітуючим фактором виступає вже не волога, а елементи живлення, оптимальним рівнем загушення рослин виявилось 2,5 млн/га, за якого врожайність зерна формувалася від 1,86 до 2,48 т/га. Формування зазначеної густоти рослин на полі забезпечило порівняно із загушенням 2,0 та 3,0 млн/га суттєве збільшення врожайності - на 25,4 та 8,8%, відповідно.

За суттєвого дефіциту вологи в умовах Південного Степу України, рівень продуктивності, насамперед, залежить від цього фактору, що додатково було підтверджено на культурі сочевиця. В незрошуваних умовах рівень урожайності зерна сочевиці коливався від 0,85 до 1,35 т/га. Вирощування культури на зрошенні дозволило збільшити її продуктивність від 1,8 до 2,0 разів, що в середньому по досліді, склало 2,01 т/га.

Найбільший вплив на формування врожайності зерна сочевиці спричинив фактор «умови зволоження» - 79,73%, що є зрозумілим в умовах Південного Степу України. Менш впливовими на продуктивність культури були інші досліджувані технологічні прийоми вирощування. На 9,54% формування рівня врожайності залежало від густоти рослин. Частка участі фону живлення склала 2,87%, а найменше – глибини обробітку ґрунту - 0,11%, що свідчить про недоцільність поглиблення обробітку під сочевицю до 28-30 см.

Основною кормовою цінністю однорічних бобових культур, зокрема сочевиці, є високий вміст в зерні білка. Покращення фізичних властивостей ґрунту поліпшило умови росту, розвитку рослин та формування величини й якості зерна сочевиці (табл. 3). У варіантах оранки на глибину 20-22 см, в середньому за роки досліджень, в незрошуваних умовах вміст білка в зерні складав 21,74%, а поглиблення до 28-30 см сприяло збільшенню показника до 22,14%. При зрошенні та оранці на глибину 28-30 см

вміст білка в зерні сочевиці коливався від 21,09 до 26,18% та перевершував відповідні показники за полицевого обробітку на глибину 20-22 см на 9,4 відсоткових пунктів.

Таблиця 3

Вміст білка в зерні сочевиці залежно від досліджуваних факторів, %

Середнє за 2013-2015 рр.

Основний обробіток ґрунту (Фактор А)	Фон живлення (Фактор В)	Густота рослин, млн/га (Фактор С)			Середнє	
		2,0	2,5	3,0		
Без зрошення (Фактор D)						
Полицевий на глибину 20-22 см	Без добрив	20,32	19,99	18,74	19,68	21,74
	N ₄₅ P ₄₅	22,86	22,06	21,23	22,05	
	N ₉₀ P ₉₀	24,22	23,54	22,67	23,48	
Полицевий на глибину 28-30 см	Без добрив	20,86	20,04	19,61	20,17	22,14
	N ₄₅ P ₄₅	23,72	22,13	21,57	22,47	
	N ₉₀ P ₉₀	24,49	23,86	22,99	23,78	
Середнє		22,75	21,94	21,14	21,94	
Зрошення (Фактор D)						
Полицевий на глибину 20-22 см	Без добрив	22,09	21,75	20,87	21,57	23,51
	N ₄₅ P ₄₅	24,41	23,86	22,77	23,68	
	N ₉₀ P ₉₀	26,02	25,22	24,60	25,28	
Полицевий на глибину 28-30 см	Без добрив	22,17	22,30	21,09	21,85	23,73
	N ₄₅ P ₄₅	24,79	24,01	22,91	23,90	
	N ₉₀ P ₉₀	26,18	25,40	24,73	25,44	
Середнє		24,28	23,76	22,83	23,62	

НІР₀₅ за роками досліджень складала, %: для факторів А, D – 0,15-0,17; В, С – 0,18-0,21; взаємодії AD – 0,21-0,24; BD, CD, АВ, АС – 0,26-0,30; ВС – 0,31-0,36; ABD, АСD – 0,36-0,42; ВСD, АВС – 0,44-0,52; комплексної взаємодії ABCD – 0,62-0,73.

Застосування мінеральних добрив покращило поживний режим ґрунту, що в свою чергу сприяло формуванню більш якісного врожаю зерна. За внесення добрив у дозі N₉₀P₉₀ вміст білка в зерні сочевиці досяг максимальних значень, як у незрошуваних умовах, в середньому, 23,63, так і при зрошенні – 25,36%. Внесення азотно-фосфорних добрив в дозі 45 кг/га діючої речовини призвело до зменшення вмісту білка в зерні, порівняно з попередньою дозою, на 6,2 та 6,6 відсоткових пунктів.

Найменше білка в зерні сочевиці містилося на неудобрених варіантах дослідів. За цих умов показник коливався від 20,32 до 20,86% в незрошуваних умовах, а за штучного зволоження – 22,09-22,17% та був вищим на 8,9 відсоткових пунктів.

Загущення рослин негативно впливає на всі фізіологічні процеси росту та розвитку культури, у зв'язку з їх конкуренцією за фактори життя. В нашому досліді найменшим вміст білка був за вирощування сочевиці з густотою рослин 3,0 млн/га в незрошуваних умовах, в середньому, 21,14, а при зрошенні – 22,83%. Зменшення густоти рослин до 2,5 млн/га збільшило показник на 3,8 та 4,1 відсоткових пунктів. Максимальним вміст білка в зерні сочевиці було визначено за найменшої густоти рослин 2,0 млн/га при зрошенні – 24,28, а в незрошуваних умовах – 22,75%.

За даними наших досліджень видно, що вирощування сочевиці при зрошенні обумовило найкращі умови накопичення азоту в зерні. При цьому вміст білка в зерні

сочевиці коливався від 20,87 до 26,18% та був більшим за незрошувані варіанти на 7,7 відсоткових пунктів. Максимальний умовний збір білка забезпечило поєднання оранки на глибину 28-30 см, внесення мінеральних добрив у дозі $N_{45}P_{45}$ та густоти рослин 2,0 млн/га в незрошуваних умовах – 275, а при зрошенні - 2,5 млн/га – 512 кг/га.

Статистична обробка отриманих експериментальних даних полягає не тільки в отриманні похибки та встановленні зв'язків, а і в можливості в подальшому математичного моделювання розроблених технологічних процесів для умов виробництва. Результати кореляційного і регресійного аналізів даних урожаю зерна сочевиці, отриманих в дослідгах, свідчать, що в незрошуваних умовах збільшення глибини основного обробітку ґрунту (X_1) на 1 см підвищує врожайність зерна сочевиці на 3,2 кг; дози мінеральних добрив (X_2) на 1 кг/га діючої речовини - на 0,7 кг/га, а густоти рослин (X_3) на 1 тис/га, навпаки зменшує показник на 0,2561 кг/га.

В умовах зрошення, показники коефіцієнта регресії були вищими. Так, збільшення глибини основного обробітку ґрунту (X_1) на 1 см збільшує врожайність зерна сочевиці на 5,1 кг; збільшення дози мінеральних добрив (X_2) на 1 кг/га діючої речовини - на 2,2 кг/га, а густоти рослин (X_3) на 1 тис/га – 0,2656 кг/га.

Згідно отриманих коефіцієнтів регресії та вільного члена була складена математична модель урожаю зерна сочевиці за різних умов зволоження:

$$\text{Без зрошення} - Y = 1,5896 + 0,0032 \times X_1 + 0,0007 \times X_2 - 0,2561 \times X_3;$$

$$\text{Зрошення} - Y = 1,0200 + 0,0051 \times X_1 + 0,0022 \times X_2 + 0,2656 \times X_3.$$

Зіставлення величин коефіцієнтів багатofакторної регресії стає можливим при обчисленні коефіцієнтів еластичності. Частковий коефіцієнт еластичності показує, на скільки відсотків у середньому зміниться результативна ознака при зміні даного фактора на один відсоток його середнього розміру при фіксованому (середньому) значенні інших досліджуваних факторів. Аналіз часткових коефіцієнтів еластичності свідчить, що за ступенем впливу на формування рівня врожайності зерна сочевиці найбільший має густота рослин. Збільшення кількості рослин на 1% (в млн/га) забезпечує приріст урожайності зерна культури на 0,331% при зрошенні, а в незрошуваних умовах, навпаки, призводить до зниження на 0,584%. Згідно отриманих даних збільшення на 1% (в см) глибини основного обробітку ґрунту забезпечує зростання врожаю зерна сочевиці в незрошуваних умовах на 0,073%, а при зрошенні – на 0,064%, що пояснюється більшим накопиченням вологи за поглиблення оброблюваного шару ґрунту. Збільшення дози мінеральних добрив на 1% (в кг/га діючої речовини) дає змогу підвищити врожай зерна в незрошуваних умовах на 0,057%, а при зрошенні – на 0,099%. Це пояснюється тим, що за умов оптимального вологозабезпечення лімітуючим фактором виступає наявність поживних речовин.

Для встановлення нелінійних взаємовідносин між досліджуваними факторами (глибина основного обробітку ґрунту, доза мінеральних добрив, густота рослин) та врожаєм зерна сочевиці в умовах Південного Степу України була використана апроксимуюча крива по експоненті, на основі якої можна робити висновки про вплив на врожай визначаючих факторів і робить його прогнозування найбільш наближеним до реальних умов вирощування. Отримане рівняння має вигляд:

$$\text{Без зрошення} - Y = 1,1071e^{0,0006X} \quad (R^2 = 0,0069);$$

$$\text{Зрошення} - Y = 1,942e^{0,001X} \quad (R^2 = 0,0261).$$

де e - основа натурального логарифма;

X - незалежна (факторна) змінна.

ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ВОДИ, ДОБРИВ ТА ЕКОНОМІЧНО-ЕНЕРГЕТИЧНА ОЦІНКА ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ЗЕРНА СОЧЕВИЦІ

В умовах Південного Степу України головним фактором, який обумовлює рівень і якість врожаю є волога, кількість якої, в незрошуваних умовах, визначається, в основному, з приходом опадів. Але, глобальні зміни клімату, особливо в останні роки, обумовили вкрай нерівномірний їх розподіл. Максимальна кількість опадів випадає у ранньовесняний та пізньоосінній періоди, тоді як міжсезоння залишається максимально посушливим. Єдиним виходом з цього є зрошення.

Найбільшим сумарне водоспоживання сочевиці в незрошуваних умовах – 2565 м³/га та при зрошенні - 3903 м³/га було за полицевого обробітку ґрунту на глибину 28-30 см, внесенні мінеральних добрив у дозі N₉₀P₉₀ та густоти рослин 3,0 млн/га.

Найбільш вагомим показником, який характеризує ефективність використання води, є коефіцієнт сумарного водоспоживання, який в наших дослідженнях коливався від 1454 до 2795 м³/т (табл. 4).

Таблиця 4

Коефіцієнт сумарного водоспоживання сочевиці залежно від досліджуваних факторів, м³/т

Середнє за 2013-2015 рр.

Основний обробіток ґрунту	Фон живлення	Густота рослин, млн/га			Середнє	
		2,0	2,5	3,0		
Без зрошення						
Полицевий на глибину 20-22 см	Без добрив	1944	2222	2690	2285	2134
	N ₄₅ P ₄₅	1653	1871	2326	1950	
	N ₉₀ P ₉₀	1828	2029	2639	2165	
Полицевий на глибину 28-30 см	Без добрив	2025	2326	2795	2382	2199
	N ₄₅ P ₄₅	1701	1917	2374	1997	
	N ₉₀ P ₉₀	1885	2099	2672	2219	
Середнє		1839	2077	2583	2166	
Зрошення						
Полицевий на глибину 20-22 см	Без добрив	2271	1882	2120	2091	1830
	N ₄₅ P ₄₅	1786	1454	1651	1630	
	N ₉₀ P ₉₀	1932	1583	1795	1770	
Полицевий на глибину 28-30 см	Без добрив	2317	1933	2145	2132	1873
	N ₄₅ P ₄₅	1825	1499	1683	1669	
	N ₉₀ P ₉₀	1998	1638	1818	1818	
Середнє		2022	1665	1869	1852	

Узагальнюючий показник сумарного водоспоживання та врожаю культури не суттєво різнився за досліджуваними глибинами основного обробітку ґрунту. Так, в незрошуваних умовах за оранки на глибину 20-22 см коефіцієнт сумарного водоспоживання, в середньому по досліді, складав 2134 м³/т, що на 3,0% менше від оранки на 28-30 см, а при зрошенні - зменшення склало 2,3%.

Найменший коефіцієнт сумарного водоспоживання, на відміну від сумарного водоспоживання, був при внесенні мінеральних добрив у дозі N₄₅P₄₅ за обох умов зволоження. В незрошуваних умовах показник за цієї дози складав, в середньому по досліді, 1974 м³/т і був меншим на 18,2% за контрольні варіанти та 11,0 – за дози

$N_{90}P_{90}$. При зрошенні динаміка була аналогічною. За цих умов найбільшим коефіцієнт водоспоживання виявився на неудобренних варіантах 2111, за внесення $N_{45}P_{45}$ - 1650 та $N_{90}P_{90}$ - 1794 м³/т.

В незрошуваних умовах коефіцієнт сумарного водоспоживання був найменшим за густоти 2,0 млн/га – 1839 м³/т. Загущення рослин до 2,5 та 3,0 млн/га збільшувало показник на 12,9 та 40,5%, відповідно. При зрошенні динаміка змін була іншою. Найменшим коефіцієнт був за вирощування сочевиці з густотою рослин 2,5 млн/га – від 1454 до 1933 м³/т. Збільшення та зменшення густоти рослин призводило до збільшення цього показника. Так, за густоти рослин 2,0 млн/га коефіцієнт сумарного водоспоживання коливався від 1786 до 2317 м³/т, а за 3,0 млн/га – від 1651 до 2145 м³/т. На відміну від динаміки змін сумарного водоспоживання сочевиці, її коефіцієнт при зрошенні був на 17,0% меншим порівняно з незрошуваними умовами, складаючи від 1454 до 2317 м³/т. Це пояснюється формуванням значно більшого врожаю зерна у зрошуваних варіантах, який є суттєво більшим за приріст сумарного водоспоживання.

Аналіз частки участі складових елементів у сумарному водоспоживанні сочевиці показав, що в незрошуваних умовах, у середньому по досліді, на ґрунтову вологу припало 54,3, а корисні опади – 45,7%. В зрошуваних умовах розподіл складових балансу суттєво відрізнявся. Так, найменша частка припадала на корисні опади - 30,1 та ґрунтову вологу – 33,3%. Найбільша частка участі в сумарному водоспоживанні належала зрошувальній нормі – 36,6%.

Обмеженість ресурсів, особливо води, вимагає від сільськогосподарських товаровиробників більш раціонального їх використання. Тому, дослідження ефективності використання зрошувальної води залежно від технологічних прийомів вирощування сочевиці є актуальними. Максимальна окупність одного м³ поливної води приростом урожаю зерна сочевиці була отримана за внесення мінеральних добрив в дозі $N_{45}P_{45}$ і густоти рослин 2,5-3,0 млн/га – 0,82-0,83 кг та полицевому обробітку ґрунту на глибину 28-30 см і 0,81 кг – за оранки на 20-22 см.

На основі проведених досліджень, найбільша окупність одного кілограма діючої речовини мінеральних добрив приростом урожаю зерна сочевиці була отримана за оранки на глибину 28-30 см, внесенні мінеральних добрив у дозі $N_{45}P_{45}$ та густоти рослин 2,5 млн/га при зрошенні - 6,63 кг, в незрошуваних умовах - 2,93 кг було отримано за тих же умов, але густоти рослин 2,0 млн/га.

З економічної точки зору (собівартість зерна 7990 грн/т, валовий прибуток – 22969 грн/га, рівень рентабельності 213%) доцільним є вирощування сочевиці в незрошуваних умовах за полицевого обробітку ґрунту на глибину 28-30 см, внесення мінеральних добрив в дозі $N_{45}P_{45}$ та густоти рослин 2,0 млн/га. В умовах зрошення для отримання собівартості зерна сочевиці на рівні 6880 грн/т, валового прибутку 44947 грн/га та рівня рентабельності 264% економічно ефективним є вирощування культури за оранки на глибину 28-30 см, внесення мінеральних добрив в дозі $N_{45}P_{45}$ та густоти рослин 2,5 млн/га. За основними енергетичними складовими балансу (надходження енергії – 18,72 ГДж/га, витратами на вирощування – 9,48 ГДж/га, приріст енергії – 9,24 ГДж/га та коефіцієнтом енергетичної ефективності - 1,97) найбільш доцільним агротехнологічним комплексом в незрошуваних умовах був: полицевий обробіток ґрунту на глибину 20-22 см, без внесення добрив та густоти рослин 2,0 млн/га. При зрошенні, найбільше надходження енергії – 43,08, приріст енергії – 14,82 ГДж/га та коефіцієнт енергетичної ефективності - 1,52, були за оранки

на глибину 20-22 см, внесення добрив у дозі $N_{45}P_{45}$ та густоти рослин 2,5 млн/га.

ВИСНОВКИ

1. На посівах сочевиці найкращі фізичні властивості упродовж вегетації в шарі ґрунту 0-30 см склалися за полицевого обробітку ґрунту на глибину 28-30 см в незрошуваних умовах – щільність складення 1,11 (сходи) – 1,22 (збирання) г/см³, загальна пористість – 57,7 та 53,6%, кількість поглинутої води за першу годину визначення 164,3 (сходи) – 121,1 (збирання) мм та водопроникність 2,74-2,02 мм/хв.; при зрошенні – 1,21-1,30 г/см³; 53,9-50,5%; 151,0 (сходи) – 105,5 (збирання) мм та 2,52-1,76 мм/хв., відповідно.

2. Активні мікробіологічні процеси в ґрунті на посівах сочевиці у фазу цвітіння за кількістю виділеного двоокису вуглецю відбувалися при полицевому обробітку на глибину 28-30 см та внесенні мінеральних добрив у дозі $N_{90}P_{90}$ в незрошуваних умовах - 171, а при зрошенні – 247 мг $CO_2/m^2 \times год$. Виконання зазначеного агротехнологічного комплексу та формування густоти рослин 3,0 млн/га забезпечило найбільше умовне споживання з 0-50 см шару в незрошуваних умовах лужногідролізованого азоту - 87,9 і рухомого фосфору – 18,4 мг/кг ґрунту та при зрошенні – 101,2 і 20,9, відповідно.

3. Найтривалішим вегетаційний період за роки досліджень - 100-103 доби був у рослин, вирощених в умовах зрошення, що забезпечило надходження суми активних температур - 2048-2122°C, а в незрошуваних умовах – 82-86 діб та 1488-1624°C, відповідно.

4. Максимальних величин габітус рослин досяг в умовах зрошення у фазу дозрівання – 49,3 см за полицевого обробітку ґрунту на глибину 28-30 см, внесенні мінеральних добрив дозою $N_{90}P_{90}$ та густоті рослин 3,0 млн/га, а в незрошуваних умовах – 39,0 см. За виконання зазначених технологічних прийомів була сформована найбільша площа асиміляційного апарату у фазу цвітіння при зрошенні - 32,52 та в незрошуваних умовах - 21,63 тис. м²/га. Фотосинтетичний потенціал посівів сочевиці за цих умов складав при зрошенні у міжфазний період «гілкування-цвітіння» - 0,876 та «цвітіння-дозрівання» - 1,245 млн. м²/га за добу, а в незрошуваних умовах - 0,541 та 0,724, відповідно.

5. Максимальні й математично обґрунтовані показники структури, як кількість бобів на одній рослині сочевиці, маса 1000 насінин були сформовані за полицевого обробітку ґрунту на глибину 20-22 см, внесенні мінеральних добрив у дозі $N_{90}P_{90}$ та густоти рослин 2,0 млн/га в незрошуваних умовах - 20,09 шт. і 58,6 г, а при зрошенні - 25,11 шт. і 62,4 г, відповідно. Найбільша кількість насінин на одній рослині була сформована за оранки на глибину 20-22 см, внесенні добрив у дозі $N_{45}P_{45}$, густоти рослин 2,5 млн/га при зрошенні – 25,41 шт, а в незрошуваних умовах - за густоти рослин 2,0 млн/га – 19,60 шт.

6. Математично доцільним в незрошуваних умовах за рівнем урожайності зерна - 1,30 т/га є виконання полицевого обробітку ґрунту на глибину 20-22 см, внесення мінеральних добрив у дозі $N_{45}P_{45}$ та густота рослин 2,0 млн/га, а при зрошенні - зазначений агротехнологічний комплекс за густоти рослин 2,5 млн/га – 2,44 т/га.

7. Урожай зерна високої якості за рівнем вмісту білка в зерні сочевиці - 26,02-26,18% сформований за вирощування культури в зрошуваних умовах, внесенні мінеральних добрив у дозі $N_{90}P_{90}$ та густоти рослин 2,0 млн/га незалежно від глибини обробітку, а в незрошуваних умовах – 24,22-24,49%. Найбільший та науково-

обґрунтований умовний збір білка з посівів сочевиці в незрошуваних умовах – 256 кг/га був за полицевого обробітку ґрунту на глибину 20-22 см, внесенні мінеральних добрив дозою $N_{45}P_{45}$ та густоти рослин 2,0 млн/га, а при зрошенні – 501 кг/га за густоти рослин 2,5 млн/га.

8. Сучасними підходами до математичного програмування виявлено високу достовірність отриманих моделей, застосування яких на виробництві дозволить вдосконалити технологію вирощування сочевиці та спрогнозувати динаміку врожаю зерна залежно від кількісної зміни елементу цієї технології.

9. Найменший коефіцієнт сумарного водоспоживання рослинами сочевиці в незрошуваних умовах - 1653 м³/т був сформований за полицевого обробітку ґрунту на глибину 20-22 см, внесенні мінеральних добрив у дозі $N_{45}P_{45}$ та густоти рослин 2,0 млн/га, а при зрошенні - за густоти рослин 2,5 млн/га - 1454 м³/т. Відмінно від коефіцієнту, найбільшим сумарне водоспоживання сочевиці було при зрошенні - 3903 м³/га, а в незрошуваних умовах - 2565 м³/га за полицевого обробітку ґрунту на глибину 28-30 см, внесенні мінеральних добрив у дозі $N_{90}P_{90}$ та густоти рослин 3,0 млн/га.

10. Найефективніше природні та матеріальні ресурси сочевиця використовувала за показниками: окупність одного м³ поливної води приростом урожаю зерна за полицевого обробітку ґрунту на глибину 28-30 см, внесенні мінеральних добрив в дозі $N_{45}P_{45}$ та густоти рослин 2,5-3,0 млн/га – 0,82-0,83 кг, а за оранки на 20-22 см - 0,81 кг; окупність одного кілограма діючої речовини мінеральних добрив приростом урожаю зерна сочевиці при зрошенні - 6,63 кг за оранки на глибину 28-30 см, внесенні мінеральних добрив у дозі $N_{45}P_{45}$ та густоти рослин 2,5 млн/га, а в незрошуваних умовах - 2,93 кг за густоти рослин 2,0 млн/га.

11. Економічний аналіз досліджуваних елементів технології вирощування зерна сочевиці свідчить, що в незрошуваних умовах за показниками собівартості зерна - 8230 грн/т, валового прибутку – 21800 грн/га, рівня рентабельності 204% доцільним є полицевий обробіток ґрунту на глибину 20-22 см, внесення мінеральних добрив в дозі $N_{45}P_{45}$ та густота рослин 2,0 млн/га. При зрошенні ефективним є зазначений агротехнологічний комплекс за густоти рослин 2,5 млн/га: собівартість зерна – 6960 грн/т, валовий прибуток - 44027 грн/га, рівень рентабельності - 259%. Енергетичним балансом складових елементів технології вирощування сочевиці в незрошуваних умовах визначено, що на варіантах без внесення добрив, полицевого обробітку ґрунту на глибину 20-22 см та густоти рослин 2,0 млн/га отримані аргументовані найвищі показники надходження енергії – 18,72, витрати на вирощування – 9,48, приріст енергії – 9,24 ГДж/га та коефіцієнт енергетичної ефективності - 1,97. Найбільші показники надходження енергії – 43,08, приросту енергії – 14,82 ГДж/га та коефіцієнту енергетичної ефективності - 1,52 в зрошуваних умовах формувалися за полицевого обробітку ґрунту на глибину 20-22 см, внесенні добрив у дозі $N_{45}P_{45}$ та густоти рослин 2,5 млн/га.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

Вирощування сочевиці в умовах Південного Степу України є рентабельним, а тому на основі математичної обробки експериментальних даних та з метою раціонального використання води, добрив, високоефективного й енергетично доцільного виробництва культури рекомендуємо:

- при зрошенні - для отримання врожайності зерна на рівні 2,3-2,7 т/га з рівнем

виробничої рентабельності 260-270% вносити мінеральні добрива в дозі $N_{45}P_{45}$, проводити полицевий обробіток ґрунту на глибину 20-22 см та забезпечувати густоту рослин 2,5 млн/га;

- в незрошуваних умовах - для отримання врожайності зерна на рівні 1,2-1,5 т/га з рівнем виробничої рентабельності 200-215% вносити мінеральні добрива в дозі $N_{45}P_{45}$, проводити полицевий обробіток ґрунту на глибину 20-22 см та забезпечувати густоту рослин 2,0 млн/га.

СПИСОК ПРАЦЬ, ОПУБЛІКОВАНИХ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Статті у фахових виданнях

1. Ушкаренко В.О. Економічна ефективність використання різних технологічних прийомів вирощування сочевиці в умовах Південного Степу України / В.О. Ушкаренко, С.О. Лавренко, **М.В. Максимов** // Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва. – Умань: УНУС, 2016. – Вип. 88. – Ч. 1: Сільськогосподарські науки. – С. 195-202. *(Проведення дослідів, розрахунків, математична обробка даних, аналіз отриманих результатів)*.

2. Ушкаренко В.О. Строки настання основних фаз росту та розвитку сочевиці залежно від умов зволоження / В.О. Ушкаренко, С.О. Лавренко, **М.В. Максимов** // Меліорація і водне господарство: міжвідомчий тематичний науковий збірник. – Вип. 103. – К.: Видавництво ВП «Едельвейс», 2016. – С. 91-93. *(Проведення дослідів, розрахунків, математична обробка даних, аналіз літературних джерел і отриманих результатів)*.

3. **Максимов М.В.** Вплив способу обробітку ґрунту, мінеральних добрив та густоти рослин на урожайність зерна сочевиці за різних умов зволоження в умовах Південного Степу України / **М.В. Максимов** // Таврійський науковий вісник: науковий журнал. – Вип. 95. – Херсон: Грінь Д.С., 2016. – С. 74-79.

4. **Максимов М.В.** Сумарне водоспоживання та ефективність використання води сочевицею залежно від технологічних прийомів вирощування / **М.В. Максимов**, С.О. Лавренко // Зрошуване землеробство: міжвідомчий тематичний науковий збірник. – Херсон: Грінь Д.С., 2016. – Вип. 65. – С. 46-48. *(Проведення дослідів, розрахунків, математична обробка даних, аналіз літературних джерел і отриманих результатів)*.

5. **Максимов М.В.** Висота рослин сочевиці залежно від технологічних прийомів вирощування в умовах Південного Степу України / **М.В. Максимов**, С.О. Лавренко // Сільське господарство та лісівництво: збірник наукових праць. – Вінниця: ВНАУ, 2016. - № 3. – С. 124-132. *(Проведення дослідів, розрахунків, математична та статистична обробка даних, аналіз отриманих результатів)*.

Статті у виданнях за кордоном

6. Ушкаренко В.А. Эффективность выращивания чечевицы в орошаемых севооборотах на юге Украине / В.А. Ушкаренко, С.О. Лавренко, **М.В. Максимов** // Современные энерго- и ресурсосберегающие, экологически устойчивые технологии и системы сельскохозяйственного производства: сб. науч. тр. / ФГБОУ ВПО РГАТУ; под ред. Н.В. Бышова. – Рязань, 2013. – С. 684-689. *(Проведення дослідів, розрахунків, математична та статистична обробка даних, аналіз отриманих результатів)*.

7. Лавренко С.О. Математическое моделирование урожайности зерна чечевицы в зависимости от технологических приемов ее выращивания / С.О. Лавренко, **М.В. Максимов** // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия: научно-

практический журнал / ФГБНУ «РосНИИПМ». – Вып. 1(61)/2016. – Новочеркасск: ИП Белоусов А.Ю., 2016. – С. 113-119. (*Проведення дослідів, розрахунків, статистична обробка даних, математичне моделювання, аналіз отриманих результатів*).

Патенти на корисну модель

8. Лавренко С.О., **Максимов М.В.**, Лавренко Н.М. Патент на корисну модель №108202 «Спосіб вирощування сочевиці в Південному Степу України в незрошуваних умовах»; заявник і патентовласник Лавренко Сергій Олегович; заявл. 21.12.2015; опубл. 11.07.2016, Бюл. №13. - 4 с.

9. Лавренко С.О., **Максимов М.В.**, Лавренко Н.М. Патент на корисну модель №108202 «Спосіб вирощування сочевиці в умовах Південного Степу України при зрошенні»; заявник і патентовласник Лавренко Сергій Олегович; заявл. 21.12.2015; опубл. 25.07.2016, Бюл. №14. - 4 с.

Статті у наукових виданнях, тези конференцій, семінари

10. Лавренко С.О. Сочевиця - перспективна культура на зрошенні / С.О. Лавренко, **М.В. Максимов** // Збірник матеріалів Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених «Комплексні меліорації земель як складова раціонального природокористування» (Херсон, 21-22.02.2013 р.). – Вип. 5. – Херсон: РВВ «Колос», 2013. – С. 217-218.

11. Ушкаренко В.О. Вирощування сочевиці на півдні України / В.О. Ушкаренко, С.О. Лавренко, **М.В. Максимов** // Матеріали міжнародної науково-практичної Інтернет-конференції «Раціональне використання екосистем: боротьба з опустелюванням і посухою». – Миколаїв: Миколаївська ДСДС ІЗЗ, 2013. – С. 110-112.

12. Ушкаренко В.О. Доцільність вирощування сочевиці (*Lens culinaris*) в умовах південного Степу України / В.О. Ушкаренко, С.О. Лавренко, **М.В. Максимов** // Матеріали міжнародної науково-практичної Інтернет-конференції «Аграрна наука: розвиток і перспективи». – Миколаїв: Миколаївська ДСДС ІЗЗ, 2015. – С. 93.

13. Лавренко С.О. Влияние технологических приемов выращивания чечевицы на урожайность зерна и окупаемость оросительной воды / С.О. Лавренко, **М.В. Максимов** // Энергосберегающие технологии в ландшафтном земледелии: сборник статей Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 65-летию кафедры «Общее земледелие и землеустройство» и Дню российской науки (09 февраля 2016 г.). - Пенза: РИО ПГСХА, 2016. – С. 121-124.

14. **Максимов М.В.**, Лавренко С.О. Окупність діючої речовини мінеральних добрив урожаєм зерна сочевиці залежно від технологічних прийомів вирощування в Південному Степу України / **М.В. Максимов**, С.О. Лавренко // Матеріали міжнародної науково-практичної Інтернет-конференції «Актуальні проблеми агрохімії та ґрунтознавства», 18-19 лютого 2016 р., м. Дубляни. – Львів: ЛНАУ, 2016. – С. 287-292.

15. **Максимов М.В.** Влияние технологических приемов выращивания чечевицы на количество бобов на растении / **М.В. Максимов**, С.О. Лавренко // Сборник материалов I-й международной научно-практической интернет-конференции «Современное экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты рационального природопользования», посвященной 25-летию ФГБНУ «Прикаспийский научно-исследовательский институт аридного земледелия» (29 февраля 2016 года, с. Соленое Займище, Астраханская область, Россия, ФГБНУ Прикаспийское НИИ аридного земледелия). – Соленое Займище: ФГБНУ «ПНИИАЗ», 2016. – С. 1794-1799.

Довідники

16. Лавренко С.О. Терміни та визначення, які використовуються в сільськогосподарському виробництві: словник-довідник / В.О. Ушкаренко, С.О. Лавренко, О.В. Свиридов, Н.М. Лавренко, **М.В. Максимов**. - Херсон: ВЦ «Колос», 2013. – 104 с.

АНОТАЦІЯ

Максимов М.В. Удосконалення технології вирощування сочевиці за різних умов зволоження. – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата сільськогосподарських наук за спеціальністю 06.01.02 – сільськогосподарські меліорації. - Державний вищий навчальний заклад «Херсонський державний аграрний університет», Херсон, 2016.

У дисертації викладено результати оцінки основних складових частин агротехнологічного комплексу вирощування сочевиці за різних умов зволоження в умовах Південного Степу України, що забезпечує отримання високого та якісного врожаю зерна. Встановлено вплив мінеральних добрив, обробітку ґрунту, густоти рослин та умов зволоження на ріст, їх розвиток та продуктивність. Дано комплексну оцінку якості сформованого врожаю залежно від факторів, які були поставлені на вивчення.

Вирощування сочевиці в умовах Південного Степу України є рентабельним, а тому на основі математичного обробітку експериментальних даних та з метою раціонального використання води, добрив, вискоєфективного й енергетично доцільного виробництва культури рекомендуємо:

- при зрошенні - для отримання врожайності зерна на рівні 2,3-2,7 т/га з рівнем виробничої рентабельності 260-270% вносити мінеральні добрива в дозі $N_{45}P_{45}$, проводити полицевий обробіток ґрунту на глибину 20-22 см та формувати густоту рослин 2,5 млн/га;
- в незрошуваних умовах - для отримання врожайності зерна на рівні 1,2-1,5 т/га з рівнем виробничої рентабельності 200-215% вносити мінеральні добрива в дозі $N_{45}P_{45}$, проводити полицевий обробіток ґрунту на глибину 20-22 см та формувати густоту рослин 2,0 млн/га.

Ключові слова: сочевиця, мінеральні добрива, основний обробіток ґрунту, густота рослин, умови зволоження, урожайність, програмування, водоспоживання, економічна ефективність, енергетична ефективність.

АННОТАЦИЯ

Максимов М.В. Совершенствование технологии выращивания чечевицы в разных условиях увлажнения. – Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук по специальности 06.01.02 – сельскохозяйственные мелиорации. – Государственное высшее учебное заведение «Херсонский государственный аграрный университет», Херсон, 2016.

В диссертации изложены результаты оценки основных составных частей агротехнологического комплекса выращивания чечевицы при разных условиях увлажнения в условиях Южной Степи Украины, которые обеспечивают получение высокого и качественного урожая зерна. Установлено влияние минеральных удобрений, обработки почвы, густоты растений и условий увлажнения на рост, их

развитие и продуктивность. Дана комплексная оценка качества сформированного урожая в зависимости от исследуемых факторов.

Проведенными исследованиями установлено, что на посевах чечевицы лучшие физические свойства (плотность сложения, общая пористость, водопроницаемость) в течении вегетации культуры в слое почвы 0-30 см сложились при вспашке на глубину 28-30 см. При этой же глубине вспашки и внесении минеральных удобрений в дозе $N_{90}P_{90}$ количество выделенного диоксида углерода было максимальным.

Динамика высоты растений чечевицы показала, что максимальные показатели по фазам вегетации были в условиях орошения при вспашке почвы на глубину 28-30 см, внесении минеральных удобрений в дозе $N_{90}P_{90}$ и густоте растений 3,0 млн/га. При выполнении указанных технологических приемов была сформирована наибольшая площадь ассимиляционного аппарата, а также фотосинтетический потенциал посевов.

Максимальные и математически обоснованные показатели структуры, как количество бобов на одном растении чечевицы, масса 1000 семян были сформированы при вспашке почвы на глубину 20-22 см, внесении минеральных удобрений в дозе $N_{90}P_{90}$ и густоте растений 2,0 млн/га. Наибольшее количество семян на одном растении было сформировано при вспашке на глубину 20-22 см, внесении удобрений в дозе $N_{45}P_{45}$, густоте растений 2,5 млн/га при орошении, а в неорошаемых условиях - при густоте растений 2,0 млн/га.

Математически целесообразным в неорошаемых условиях по уровню урожайности зерна - 1,30 т/га является выполнение вспашки почвы на глубину 20-22 см, внесение минеральных удобрений в дозе $N_{45}P_{45}$ и густота растений 2,0 млн/га, а при орошении - указанный агротехнологический комплекс при густоте растений 2,5 млн/га – 2,44 т/га.

Содержание белка в зерне чечевицы было самым высоким при выращивании культуры в орошаемых условиях, внесении минеральных удобрений в дозе $N_{90}P_{90}$ и густоте растений 2,0 млн/га независимо от глубины обработки почвы. Высокий и научно-обоснованный условный сбор белка с посевов чечевицы в неорошаемых условиях был при вспашке почвы на глубину 20-22 см, внесении минеральных удобрений дозой $N_{45}P_{45}$ и густоте растений 2,0 млн/га, а при орошении – при густоте растений 2,5 млн/га.

Наименьший коэффициент суммарного водопотребления растениями чечевицы в неорошаемых условиях был сформирован при вспашке почвы на глубину 20-22 см, внесении минеральных удобрений в дозе $N_{45}P_{45}$ и густоте растений 2,0 млн/га, а при орошении - при густоте растений 2,5 млн/га.

Основными показателями внедрения технологии в производство является всесторонний экономично-энергетический анализ. Исследования показали, что в неорошаемых условиях по показателям себестоимости зерна - 8230 грн/т, валовой прибыли – 21800 грн/га, уровня рентабельности 204% целесообразным является вспашка на глубину 20-22 см, внесение минеральных удобрений в дозе $N_{45}P_{45}$ и густота растений 2,0 млн/га. При орошении эффективным является указанный агротехнологический комплекс при густоте растений 2,5 млн/га: себестоимость зерна – 6960 грн/т, валовая прибыль - 44027 грн/га, уровень рентабельности - 259%. Энергетическим балансом составляющих элементов технологии выращивания чечевицы в неорошаемых условиях определено, что на вариантах без внесения удобрений, вспашки почвы на глубину 20-22 см и густоты растений 2,0 млн/га получены аргументированные самые высокие показатели поступления энергии –

18,72, затраты на выращивание – 9,48, прирост энергии – 9,24 ГДж/га и коэффициент энергетической эффективности - 1,97. Наибольшие показатели поступления энергии – 43,08, прироста энергии – 14,82 ГДж/га и коэффициент энергетической эффективности - 1,52 в орошаемых условиях формировались при вспашке почвы на глубину 20-22 см, внесении удобрений в дозе $N_{45}P_{45}$ и густоты растений 2,5 млн/га.

Выращивание чечевицы в условиях Южной Степи Украины является рентабельным, а потому на основе математической обработки экспериментальных данных и с целью рационального использования воды, удобрений, высокоэффективного и энергетически целесообразного выращивания культуры рекомендуем:

- при орошении - для получения урожайности зерна на уровне 2,3-2,7 т/га с уровнем производственной рентабельности 260-270% вносить минеральные удобрения в дозе $N_{45}P_{45}$, проводить вспашку почвы на глубину 20-22 см и обеспечивать густоту растений 2,5 млн/га;
- в неорошаемых условиях - для получения урожайности зерна на уровне 1,2-1,5 т/га с уровнем производственной рентабельности 200-215% вносить минеральные удобрения в дозе $N_{45}P_{45}$, проводить вспашку почвы на глубину 20-22 см и обеспечивать густоту растений 2,0 млн/га.

Ключевые слова: чечевица, минеральные удобрения, основная обработка почвы, густота растений, условия увлажнения, урожайность, программирование, водопотребление, экономическая эффективность, энергетическая эффективность.

ABSTRACT

Maksimov M.V. Improvement of the technology of growing lentils under different moisture conditions. – Manuscript.

Candidate's thesis in agriculture, the area of study 06.01.02 – agricultural reclamation. – The State Higher Educational Institution «Kherson State Agricultural University», Kherson, 2016.

The thesis represents the results of the estimation of basic component parts of the agrotechnical complex of growing lentils under different moisture conditions of the Southern Steppe of Ukraine which allows obtaining high and qualitative grain yields. The research analyzes the impact of mineral fertilizers, tillage, plant density and moisture on the growth, development of the plants and their productivity. It provides an integral estimation of the yield quality depending on the factors under study.

Growing lentils under conditions of the Southern Steppe of Ukraine is cost-efficient, therefore on the basis of mathematical processing of the experimental data and for the purpose of rational use of water, fertilizers, high-efficiency and energy-efficient crop production we recommend:

- under irrigation – in order to obtain grain yields at the level of 2.3-2.7 t/ha and the level of production profitability of 260-270% it is necessary to apply mineral fertilizers in the dose of $N_{45}P_{45}$, to till the soil to the depth of 20-22 cm and form the crop density of 2.5 million plants/ha;
- under non-irrigated conditions – in order to obtain grain yields at the level of 1.2-1.5 t/ha and the level of production profitability of 200-215% it is necessary to apply mineral fertilizers in the dose of $N_{45}P_{45}$, to till the soil to the depth of 20-22 cm and form the crop density of 2.0 million plants/ha.

Key words: lentils, mineral fertilizers, primary tillage, crop density, moisture conditions, yield, programming, water consumption, economic efficiency, energy efficiency.

Підписано до друку «26» вересня 2016 р.
Формат 60×90^{1/16}. Папір офсетний.
Друк різнографія. Гарнітура Times New Roman.
Умовн. друк. арк. 0,9. Наклад 100 прим.

Друк здійснено з готових оригінал макетів
у видавничому центрі «Колос»
ДВНЗ «Херсонський державний аграрний університет»
Свідоцтво ХС №6 від 12 жовтня 2000 року.
73006, Україна, м. Херсон, вул. Р. Люксембург, 23.
Тел.: (0552)-41-44-32.

