

О. І. Присяжнюк, О. В. Топчій, С. В. Слободянюк,
Л. М. Карпук, О. А. Маляренко, А. А. Павліченко,
І. В. Свистунова



СОЧЕВИЦЯ

БІОЛОГІЯ ТА ВИРОЩУВАННЯ



**О. І. Присяжнюк, О. В. Топчій, С. В. Слободянюк,
Л. М. Карпук, О. А. Маляренко, А. А. Павліченко,
І. В. Свистунова**

СОЧЕВИЦЯ

БІОЛОГІЯ ТА ВИРОЩУВАННЯ

Вінниця
«ТВОРИ»
2020

УДК 633.36/37: 631.54:633.63:631.527

ББК 42.1

С 69

Монографія розглянута та схвалена до друку Вченою радою Інституту
біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України
(протокол № 4 від 11 березня 2020 р.)

Адреса редакційної колегії:

Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України,
03110, Київ-110, вул. Клінічна, 25, тел./факс (044) 275-50-00

Рецензенти: **А.В. Мельник**, д-р с.-г. наук, професор, Сумський національний аграрний університет, професор кафедри садово-паркового та лісового господарства;
Е.Р. Ермантраут, д-р с.-г. наук, професор, Білоцерківський національний аграрний університет, професор кафедри технологій у рослинництві та захисту рослин.

Присяжнюк О.І., Топчій О.В., Слободянюк С.В., Карпук Л.М.,
Маляренко О.А., Павліченко А.А., Свистунова І.В.

С 69 **Сочевиця. Біологія та вирощування:** монографія. Вінниця,
ТОВ «ТВОРИ», 2020. 180 с.
ISBN 978-966-949-472-6

На основі узагальнення багаторічних досліджень, а також досвіду авторів висвітлено наукові основи одержання стабільно високих урожаїв сочевиці. Проведено глибокий аналіз біологічних особливостей та фаз росту і розвитку рослин. Систематизовано та співставлено міжнародні та вітчизняні фенологічні шкали і на їх основі розроблено рекомендації з вдосконалення технологій та організаційні заходи по ефективному вирощуванню сочевиці.

Для науковців, студентів вищих аграрних закладів освіти III-IV рівнів акредитації, агрономів, керівників господарств, фермерів.

Автори висловлюють вдячність в підготовці матеріалів публікації співробітникам лабораторії селекції та насінництва зернобобових культур УЛДСС: Калюжній Е.А., Українець В.В., а також Шевченко О.П.

УДК 633.36/37: 631.54:633.63:631.527

© Інститут біоенергетичних культур
і цукрових буряків, 2020.

© Колектив авторів, 2020.

© ТОВ «ТВОРИ», 2020.

ISBN 978-966-949-472-6

Зміст

Вступ.....	2
Розділ 1. Походження та сучасний стан виробництва.....	3
Розділ 2. Господарське значення, біологічна цінність, застосування.....	12
Розділ 3. Біорізноманіття та морфологічні й біологічні особливості.....	19
Розділ. 4. Етапи органогенезу та фази росту і розвитку.....	30
Розділ 5. Вплив абіотичних чинників на ріст і розвиток.....	39
Розділ 6. Селекція сочевиці.....	47
Розділ 7. Виробництво якісного насіння.....	64
Розділ 8. Хвороби сочевиці.....	74
Розділ 9. Шкідники сочевиці.....	87
Розділ 10 Бур'яни на посівах сочевиці.....	97
Розділ 11 Місце в сівозміні.....	104
Розділ 12. Вплив структури ґрунту й способів його обробітку на ефективність вирощування сочевиці.....	108
Розділ 13 Густота рослин та способи сівби.....	113
Розділ 14. Ефективність вирощування в різних за зволоженням ґрунтово-кліматичних умовах.....	117
Розділ 15. Особливості удобрення.....	123
Розділ 16. Взаємодія рослин сочевиці з мікробіотою ґрунту.....	135
Розділ 17. Фотосинтетична активність.....	155
Розділ 18. Комплексний вплив елементів технології вирощування на формування продуктивності сочевиці.....	168

ВСТУП

Сочевиця цінна та несправедливо забута культура, вирощувана в Україні з давніх давен. Однак успішне та ефективне вирощування сочевиці потребує знань біології культури, вмінь правильної оцінки ситуації та високої кваліфікації агронома.

Україна з давніх часів була і залишається потужним виробником зерна озимих, ярих колосових, зернобобових, круп'яних культур. Але гонитва за мегаприбутковими культурами суттєво зменшила біорізноманіття сучасних агроценозів. Нехтування сівоzmінами та спрощення агротехніки сприяє не тільки тому, що темпи приросту сільськогосподарської продукції в цілому по країні, особливо в останні роки, не відповідають потребам держави, зокрема за врожайністю та валовими зборами, а й різкому зниженню родючості ґрунту. Спостерігається велика строкатість рівня врожайності в цілому і навіть в господарствах, розміщених в однакових ґрунтово-кліматичних умовах.

Широке впровадження інтенсивних технологій вирощування сільськогосподарських культур забезпечує підвищення їх урожайності. Але, як показує аналіз, це супроводжується значними, не завжди обґрунтованими, додатковими витратами матеріальних і енергетичних ресурсів. Крім того, вирішення цієї проблеми може бути успішно здійсненим за розробки основних параметрів формування високопродуктивних агрофітоценозів у системі: рослина – ґрунт – добрива – догляд – хімізахист – умови вирощування.

Пропонована монографія містить комплекс взаємопов'язаних технологічних і організаційних питань, направлених на формування знань, достатніх для створення високопродуктивних посівів сочевиці та оптимізації матеріально-грошових і трудових витрат.

Дану монографію сформовано на основі результатів аналізу досвіду провідних вчених в загальносвітовому масштабі та власних досліджень, проведених авторами у правобережній частині Лісостепу України – Уладово-Люлинецька дослідно-селекційна станція Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН.

Автори сподіваються, що запропоноване видання не лише ознайомить студентів, керівників господарств, спеціалістів, фермерів з особливостями вирощування сочевиці, а й сприятиме їх умінню творчо й правильно приймати рішення в конкретних виробничих ситуаціях.

РОЗДІЛ 1

ПОХОДЖЕННЯ ТА СУЧАСНИЙ СТАН ВИРОБНИЦТВА

Походження культури. Сочевиця – культура роду *Lens* родини бобових *Fabaceae* з маленькими лінзовидними насінинами. Це одна з найдавніших культур, вирощуваних у світі. Її батьківщиною вважається Близький Схід і Центральна Азія; археологічні знахідки підтверджують, що сочевиця росла на території сучасної Туреччини, Сирії та Іраку ще 8,5 тисячоліть до н.е. [Yadav et al. 2007]. Найстаріші ж знахідки на території Греції датовані 11 тисячоліттям до н.е. [Singh, 2019]. Спочатку її вирощували у регіоні Родючого півмісяця [Singh, 2019] (умовна назва регіону на Близькому Сході, надана йому через родючість ґрунту і геометричну форму, в якому в зимовий період спостерігається підвищена кількість опадів, і який охоплює територію сучасних Єгипту, Ізраїлю, Сектору Газа, Лівану, Йорданії, Сирії, Іраку, південно-східної Туреччини і південно-західного Ірану). Далі вона поширилася до Греції, а звідти через Дунай до Східної Європи.

На думку М.І. Вавілова, первинною зоною походження і вирощування сочевиці були гірські райони Південно-Західної Азії (особливо області між Гімалаями та Гіндукушем), де зосереджена найбільша кількість різноманітних за морфологічними ознаками і біологічними властивостями форм дрібнонасінної сочевиці, а також ендемічних дрібнонасінних форм, які притаманні лише їм [Вавілов, 1922]. Крупнонасінні форми сочевиці, за даними Є.І. Баруліної [Баруліна, 1930], виникли пізніше дрібнонасінних у результаті гібридизації і тривалого відбору в сприятливих кліматичних умовах Середземномор'я.

Сочевиця була одним з головних харчових продуктів багатьох доісторичних цивілізацій. Її вирощували в Стародавніх Греції та Єгипті, Римській Імперії. Про сочевицю є згадки в санскриті, Біблії, і Корані. Сочевиця – це культура Східної півкулі. В Америку вона потрапила після відкриття її європейцями.

Сочевиця – одна з найперших окультурених рослин і найдавніша серед зернобобових. Скрізь, де вирощували пшеницю і ячмінь, вирощували і сочевицю, попри її порівняно значно нижчу урожайність. Тобто, було розуміння цінності її зерна. Цінність зерна сочевиці полягає у тому, що воно містить велику кількість білку, мінералів і вітамінів. Що більше, білок сочевиці відзначається високим вмістом у своєму складі незамінних амінокислот лізину і триптофану, що у поєднанні з пшеницею або рисом дає повноцінний набір амінокислот для людського організму. І до цього часу у країнах Західної Азії та Індостану сочевиця є найдешевшим джерелом забезпечення потреби населення у білку.

Латинська назва сочевиці *Lens* походить від лінзовидної форми зерняток (лат. *lens* – лінза). Українська ж назва *сочевиця* походить від слова *сочка* – одна зернина сочевиці, а також лінза (заст.)

Сочевиця в Україні. Перші згадки про сочевицю в Україні датуються XIV ст. [Резніченко В. П., Іліяш О. М., 2015]. Статистичних даних про те, скільки сочевиці висівалося в Україні до 1917 р. немає. За переписами 1920, 1935, 1939, 1940 рр. в Українській РСР сочевицею було засіяно, відповідно, 74,7, 150, 103,2, 91,5 тис. га [Чернобривенко С. І., 1947]. Це свідчить про її велике господарське

значення в той період, адже ця посухостійка культура добре росте в усіх регіонах нашої країни, крім Полісся. А найбільші площі вона займала в Північному Степу та Лісостепу.

Країни в складі колишнього Радянського Союзу були найбільшими виробниками сочевиці у світі до 50-х років минулого століття. У 1935 р. за посівними площами сочевиця поступалася лише гороху – нею було засіяно 150 тис. га (за даними С. І. Чорнобривенка) [Кулініч О. О., 2009]. В інших джерелах вказуються вже інші дані – майже 1 млн га (1937 р.), що становило 66 % посівних площ цієї культури у світі [Шевченко А. М., Шевченко І. А., 2003].

До 1941 р. посівні площі сочевиці становили біля 100 тис. га. Однак в епоху масового вирощування кукурудзи вони катастрофічно скоротилися. Технологія вирощування і насіннєвий фонд сочевиці в більшості областей України були втрачені.

Селекція сочевиці в Україні бере початок із другої половини 30-х років ХХ століття. Селекцією і насінництвом сочевиці, серед інших, займалися Білоцерківська і Уладово-Люлинецька дослідні станції тоді ще Цукротресту, а зараз Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН. На Білоцерківській дослідній станції методом індивідуального добору з місцевого матеріалу було створено сорт зеленої середньонасінної сочевиці ‘Нарядная’ (1931) і ‘Луна’ (1932), нової, на той час невідомої різновидності – глаукосперум, з зеленими сім’ядолями, з вмістом білка 33,5 %.

На Красноградській дослідній станції селекційною роботою з зернобобовими культурами почали займатися з 1935 року. В 1940 р. тут було створено сорт крупнонасінної сочевиці ‘Зелений червонець’ з підвищеним вмістом білка.

У післявоєнний період селекція сочевиці була відновлена на Красноградській і Синельниківській селекційно-дослідних станціях Українського науково-дослідного інституту зернового господарства.

На Красноградській дослідній станції в різні часи селекцією сочевиці займалися селекціонери С.І. Чорнобривенко, О.П. Борозенець, К.М. Коваль, А.І. Сувора, Ю.Ф. Кірічек, А.І. Клиша, Г.Т. Бершак. У 1980-2000 рр. тут були створені такі сорти сочевиці: ‘Красноградська 460’, ‘Красноградська 250’, ‘Красноградська 49’, ‘Красноградська 100’.

До останнього часу селекційна робота виконувалася в Луганському аграрному університеті та в Луганському інституті агропромислового виробництва: тут були створені сорти ‘Луганчанка’, ‘Світанок’, ‘Любава’. Також проводилися дослідження з підвищення продуктивності та якості зерна сочевиці, створювались сорти з насінням, що не буріє. З початку антитерористичної операції в Донецькій і Луганській областях частина селекційних матеріалів була передана до Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків, де селекційна робота продовжилась і на даний час увінчалась першим зареєстрованим сортом ‘Антоніна’.

Дослідницька робота з вивчення генетичного матеріалу сочевиці проводиться в Інституті рослинництва ім. В.Я. Юр’єва НААН. Тут розміщена колекція сочевиці Національного центру генетичних ресурсів рослин України

Сьогодні, сочевиця в Україні потребує селекційного покращення. Актуальні напрямки селекції – підвищення урожайності, стійкості до хвороб (фузаріозу, аскохітозу, антракнозу, бактеріальної гнилі та ін.), покращення придатності до механізованого збирання. На даний час всі вітчизняні сорти сочевиці, занесені до Реєстру сортів рослин України – крупноплідні, з насінням світло-зеленого кольору. Немає сортів червоного типу, попит на який останнім часом стрімко зростає, як в Україні, так і за кордоном.

Селекція за кордоном. Інтенсивна робота з селекції та генетики сочевиці провадиться в головних країнах-виробниках Канаді, США, Індії, Австралії, Росії, Сирії, Туреччині, Китаї та в інших країнах. Впродовж останніх трьох десятиліть, для створення високопродуктивних сортів сочевиці зі стабільною урожайністю, призначених для різних агрокліматичних умов і стійких до абіотичних (недостатнє вологозабезпечення, висока температура) і біотичних (хвороби й шкідники) стресів застосовувалися традиційні методи селекції, проте, на даному етапі, рівень продуктивності сочевиці ще не досяг свого потенціалу. Сьогодні, доступність методів молекулярної генетики дає змогу проводити точну селекцію. Крім того, триває робота над розшифруванням геному сочевиці, що дасть селекціонерам додаткові інструменти для селекційного покращення культури.

Системні дослідження з селекційного покращення сочевиці розпочалися ще у 80-х роках минулого століття в окремих національних дослідних установах і в Міжнародному центрі аграрних досліджень в засушливих районах (ICARDA), в Сирії. На сьогодні, ICARDA володіє найбільшою у світі колекцією генетичної плазми сочевиці (близько 12 тис. зразків) і співпрацює з 52 країнами [Kumar et al., 2016]. Завдання селекційної роботи центру, а також пов'язаних з ним національних програм – задоволення специфічних вимог окремих агроекологічних регіонів. У селекційних програмах використовуються батьківські форми різного походження з метою отримання генних комбінацій, що впливають на урожайність і стійкість до головних біотичних і абіотичних факторів. Проводять схрещування для вивчення закономірностей успадкування певних ознак і отримання рекомбінантних популяцій для біотехнологічних досліджень. В середньому, щороку виконується близько 450 схрещувань. ICARDA постачає різноманітні селекційні матеріали національним програмам з селекції сочевиці для добору форм, що відповідають специфічним вимогам. Вчені в різних країнах, що беруть участь в селекційних програмах, відбирають перспективні лінії й проводять добір окремих рослин за здатністю до адаптації, цінними господарськими ознаками та показниками якості. За час роботи центру було створено 137 нових сортів сочевиці, зареєстрованих у 34 країнах [Erskine et al., 2016,]

Серед останніх досліджень щодо вдосконалення культури сочевиці, зокрема – робота грецьких вчених з вивчення впливу одиничного добору на важливі якісні ознаки насіння в селекції на урожайність [Ninou et al., 2019]. Робота австралійських вчених присвячена стійкості сочевиці до поширеної грибкової хвороби – аскохітозу (чорна ніжка), яка спричиняє значні втрати урожайності зерна [Rodda et al., 2017]. Дослідники Саскачеванського університету (Канада) разом з компанією NRGene (Ізраїль) розшифрували геноми двох диких видів сочевиці.

Попри велику кількість досліджень проблематики сочевиці, фактори, обмежуючі її продуктивність, залишаються впливовими. Крім біотичних стресів, ще залишається відкритою проблема грибкових захворювань сочевиці, таких як аскохітоз, фузаріозне в'янення, іржа, стемфіліоз, антракноз, ботрітіоз.

Сучасний стан виробництва.

Товарна сочевиця на ринку поділяється на декілька груп, залежно від забарвлення сім'ядолі і насінневої оболонки. Найбільші дві групи – зелена і червона. Зелена сочевиця має жовтого кольору сім'ядолі і блідо-зелену насінневу оболонку, а червона – помаранчеві сім'ядолі і, зазвичай, темну насінневу оболонку, хоча її колір може відрізнятися в різних країнах. Зерно зеленої сочевиці готується і споживається у цілому вигляді, тоді як зерно червоної пропонується в колотому вигляді. Обидві групи, зелена й червона, поділяються за розмірами зерна (дрібнозернисте, середньозернисте і крупнозернисте). Як правило, зерно зеленої сочевиці крупніше за червону. Крім найпоширеніших зеленої і червоної, на ринку існують нішеві види – чорна, крапчаста, темно-зелена, коричнева, але вони мають переважно місцеве значення.

На сьогодні сочевиця – одна з найбільш поширених зернобобових культур у світі, що займає четверте місце (дані за 2017 р.) серед зернобобових культур триби викових після бобів (36,4 млн га, 31,4 млн т), нуту (14,6 млн га і 14,8 млн т) і гороху (8,1 млн га і 16,2 млн т) [FAOSTAT, 2010-2017]. Її вирощують у 53 країнах світу. Найбільше сочевиці вирощують у Канаді, Індії, США, Туреччині, Казахстані, Австралії, Непалі, Росії, Бангладеші, Ірані, Сирії, Ефіопії Китаї, Марокко. Трійку найбільших виробників ще донедавна замикала Туреччина, проте в останні роки вона поступилась місцем США і сама почала імпортувати сочевицю з Казахстану, Росії й навіть з Канади. З огляду на цю обставину, і беручи до уваги зручність експортно-імпортних операцій між Україною та Туреччиною, турецький ринок є привабливим для українського виробника. Вже зараз попит на українську сочевицю в Туреччині є – немає пропозиції.

Виробництво сочевиці у світі постійно зростає. Так, за даними FAOSTAT, у 2010 р. загальна посівна площа сочевиці у світі становила 4,2 млн га, а валовий збір – 4,6 млн т. У період між 2011–2015 рр. світовий об'єм виробництва коливався незначно, проте багато країн, зокрема, Австралія, Канада, Бангладеш, Казахстан, Іран, Росія почали розширювати площі під сочевицею. У 2016 р. посівна площа різко зросла і сягнула 5,4 млн га, а валовий збір – 6,6 млн т.

У 2017 р. посівна площа сочевиці в світі становила вже 6,6 млн га а валовий збір 7,6 млн т. Слід зазначити, що ринок сочевиці динамічний. Країни – головні виробники можуть зменшувати площі під сочевицею а інші можуть нарощувати. Проте попит на сочевицю стабільно зростає разом зі зростанням кількості населення у світі.

Якщо проаналізувати динаміку зміни середньої врожайності сочевиці в світі в період з 1962 по 2018 роки, то можна помітити декілька цікавих рис (рис. 1.1). Так, у період з 1962 по 1984 роки середня урожайність сочевиці перебувала на досить низькому рівні – 0,55–0,68 т/га. Причому, закономірностей в плані зростання рівня продуктивності культури не спостерігалось. Тобто, з року в рік відбувались певні зміни рівня урожайності, однак такі незначні коливання, скоріш

за все, були викликані несприятливими погодними умовами певних років, аніж інтенсифікацією вирощування.

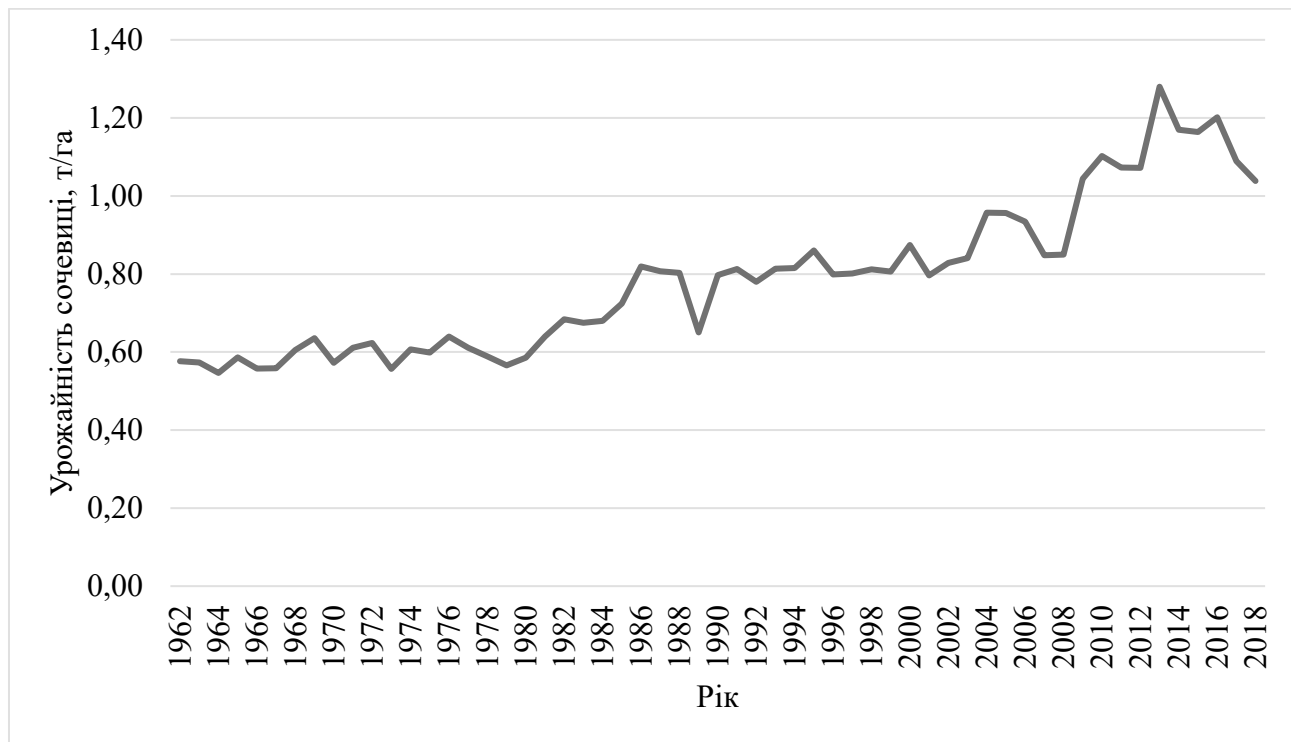


Рис. 1.1. Динаміка урожайності сочевиці в світі, т/га (1962-2018, джерело: FaoStat)

Кардинальні зміни в формуванні урожайності сочевиці відбулись у період з 1985 по 2008 роки. Так, за цей час середня урожайність сочевиці становила 0,72–0,96 т/га і лише в 1989 році вона знизилась до рівня 0,65 т/га. Фактично, в цей проміжок часу спостерігаємо рівномірне зростання рівня продуктивності сочевиці, з певними відмінностями в окремі роки, викликаними впливом несприятливих умов вирощування.

Значна інтенсифікація вирощування сочевиці відбулася у 2009–2018 роках. У цей період середня урожайність сочевиці перетнула позначку 1,0 т/га і коливання рівня продуктивності відбувалися вже в межах 1,04–1,28 т/га. Максимальні показники середньої урожайності були отримані в 2013 і 2016 роках – 1,28 та 1,20 т/га, відповідно.

Отже, в останні десятиліття не тільки зростав комерційний інтерес до сочевиці, а й суттєво оновилися підходи до її вирощування. З невибагливої, не зовсім добре вивченої й зазвичай вирощуваної на поганих ґрунтах культури сочевиця перетворилася на важливу й комерційно привабливу сільськогосподарську культуру.

Для того щоб підтвердити наше припущення проаналізуємо особливості зміни посівної площі сочевиці, валового збору й середньої урожайності в розрізі найбільш цікавих періодів – 1962, 1988, 2013 й 2018 років (табл. 1.1, 1.2).

Таблиця 1.1. Посівна площа, урожайність і валовий збір сочевиці в головних країнах-виробниках у 1962 та 1988 рр.

Країна	1962			1988		
	Посівна площа, га	Урожайність, т/га	Валовий збір, т	Посівна площа, га	Урожайність, т/га	Валовий збір, т
Алжир	15000	0,37	5500	6570	0,22	1474
Аргентина	15189	0,73	11140	14955	1,68	25060
Австралія	-	-	-	2000	0,50	1000
Бангладеш	64346	0,74	47752	216308	0,73	158715
Болгарія	2318	0,31	723	20665	0,74	15391
Канада	-	-	-	135500	0,43	58600
Чилі	23880	0,53	12580	32750	0,61	20100
Китай	-	-	-	47000	1,17	55000
Колумбія	18000	0,51	9100	17000	0,38	6500
Кіпр	1204	0,42	508	30	1,00	30
Чехословаччина	2042	0,62	1263	4791	1,16	5561
Еквадор	10678	0,58	6170	2890	0,33	941
Єгипет	33313	1,68	55966	7982	1,88	15000
Ефіопія	83000	0,46	38000	67880	0,47	31600
Франція	11500	0,55	6310	3200	1,56	5000
Німеччина	9	0,44	4	16	1,88	30
Греція	16683	0,55	9118	1577	1,14	1799
Угорщина	4704	0,51	2410	3784	0,89	3359
Індія	770915	0,44	340377	1040300	0,63	660300
Іран	42000	0,70	29200	133700	0,60	80086
Ірак	11150	0,67	7500	1025	0,78	800
Ізраїль	485	0,41	200	170	0,29	50
Італія	21129	0,65	13630	1303	0,69	900
Йорданія	20800	0,63	13000	5314	1,23	6529
Ліван	1600	0,63	1000	4700	1,67	7850
Мадагаскар	500	0,60	300	1000	0,60	600
Мексика	4819	0,89	4276	5921	0,90	5353
Марокко	26000	0,50	13000	65200	0,78	50890
М'янма	1114	0,49	549	1220	0,29	348
Непал	70000	0,45	31500	112860	0,56	63140
Нова Зеландія	-	-	-	2000	2,00	4000
Пакистан	71468	0,42	30200	75969	0,41	30918
Перу	2140	0,94	2010	5500	0,30	1632
Румунія	117	0,85	100	-	-	-
Іспанія	47270	0,71	33500	68100	0,69	47300
Сирія	81200	0,86	69546	132077	1,30	171084
Туніс	916	0,46	420	1667	0,30	500
Туреччина	104600	0,97	101000	979632	1,06	1040000
Сполучені Штати Америки	23067	1,08	24811	28730	1,41	40550
СРСР	35000	0,63	22000	55000	0,62	34000
Ємен	-	-	-	4296	1,24	5312
Югославська СФР	1000	0,60	600	568	0,96	544

У 1962 році лідерами з урожайності сочевиці були Єгипет, США й Туреччина, а от максимальні площі під сочевицею були зайняті в Індії, Туреччині, Ефіопії й Сирії, а тому й максимальні показники валового виробництва спостерігалися, відповідно, в Індії, Туреччині й Сирії. А от вже станом на 1988 рік максимальні показники урожайності були в таких країнах як Нова Зеландія, Єгипет, Німеччина й Аргентина, найбільші площі вирощування в Індії, Туреччині, Бангладеші й Канаді, а максимальні параметри валового виробництва в Туреччині. Індії, Сирії й Бангладеші.

Таблиця 1.2. Посівна площа, урожайність і валовий збір сочевиці в головних країнах-виробниках у 2013 та 2018 рр.

Країна	2013			2018		
	зібрана площа, га	урожай, т/га	валовий збір, т	зібрана площа, га	урожай, т/га	валовий збір, т
Алжир	5543	1,14	6318	25956	1,14	29663
Аргентина	1633	1,45	2365	13032	1,43	18605
Вірменія	13	1,31	17	171	1,27	217
Австралія	152600	1,08	164220	228918	1,11	255185
Азербайджан	1250	1,30	1627	745	1,64	1221
Бангладеш	89840	1,04	93000	154678	1,14	176633
Болгарія	1282	1,02	1302	3179	1,01	3209
Канада	1090700	2,07	2261700	1499400	1,40	2092136
Чилі	1168	0,60	695	2420	0,76	1849
Китай	65000	2,00	130000	67063	2,57	172173
Колумбія	4000	0,31	1250	67063	2,57	172173
Хорватія	44	1,82	80	3976	0,27	1078
Кіпр	33	0,30	10	25	2,12	52
Екватор	3550	0,76	2686	19	0,53	10
Єгипет	362	2,03	735	3752	0,79	2948
Еритрея	534	0,26	137	630	2,25	1422
Ефіопія	125830	1,26	159121	1029	0,34	347
Франція	14093	1,62	22793	122109	1,41	172107
Греція	5566	1,23	6867	36634	1,44	52844
Угорщина	2	1,00	2	9664	1,20	11556
Індія	1423000	0,80	1134000	24	0,83	20
Іран	155700	0,51	80000	2215397	0,73	1620000
Ірак	171	0,78	133	146821	0,54	78643
Ізраїль	117	0,21	25	1	1,47	2
Італія	2643	0,77	2040	110	0,23	25
Йорданія	261	0,82	214	5417	0,84	4544
Казахстан	5485	1,09	6000	130	0,80	105
Кенія	5200	0,79	4100	294574	0,86	253552
Ліван	863	1,44	1243	3013	0,79	2369
Мадагаскар	1200	0,67	800	720	1,50	1076
Малаві	1828	0,60	1094	1233	0,68	840
Мартініка	1800	0,78	1400	1338	0,63	838
Мексика	5479	0,29	1566	1787	0,86	1539
Марокко	53266	0,81	42949	8080	1,11	8961
М'янма	1619	0,56	900	39797	0,80	31739
Непал	206522	1,10	226931	1319	0,70	929
Нова Зеландія	779	2,37	1848	198605	1,26	249491
Північна Македонія	82	0,94	77	1115	2,35	2619
Пакистан	19099	0,52	9883	81	1,32	107
Палестина	906	0,55	500	13632	0,47	6352
Перу	4194	0,96	4037	636	0,55	353
Російська Федерація	22935	0,72	16625	2864	0,88	2519
Словаччина	362	0,90	327	247885	0,79	194726
Іспанія	27733	0,68	18729	372	0,75	278
Сирія	113738	1,10	124764	44101	0,97	42827
Таджикистан	892	1,31	1170	111000	0,64	71000
Туніс	3750	0,45	1687	588	1,82	1068
Туреччина	281151	1,48	417000	1950	0,55	1069
Україна	1200	0,64	770	259374	1,36	353000
Сполучені Штати Америки	140430	1,62	227660	24500	0,80	19620
Узбекистан	1000	0,90	900	290560	1,31	381380
Ємен	12035	0,85	10245	959	0,98	935

У 2013 році найвища урожайність сочевиці була отримана в Новій Зеландії, Канаді, Єгипті й Китаї, найбільші посівні площі в Індії, Канаді, Туреччині й Непалі, а от максимальні валові збори отримано в Канаді, Індії, Туреччині й США.

У 2018 році найвищі показники врожайності сочевиці були в Китаї, Новій Зеландії й Єгипті, найбільші площі вирощування в Індії, Канаді, Казахстані й США, а от максимальні валові збори отримано в Канаді, Індії, США, Туреччині та Австралії.

Інформація про найбільші країни-імпортери й експортери сочевиці в 2017 році наведена в таблиці 1.3.

Таблиця 1.3. Найбільші імпортери та експортери сочевиці в 2017 році

Країна	Імпорт, т	Країна	Експорт, т
Індія	1122853	Канада	1641550
Туреччина	371426	Австралія	855284
Бангладеш	273785	Сполучені Штати Америки	277412
Об'єднані Арабські Емірати	254170	Туреччина	263915
Шрі Ланка	166118	Об'єднані Арабські Емірати	130121
Пакистан	145627	Казахстан	99329
Іран	126750	Російська Федерація	62809
Алжир	90540	Мексика	24253
Мексика	83542	Сирійська Арабська Республіка	17074
Колумбія	82636	Шрі Ланка	12035
Єгипет	81666	Бельгія	10621
Іспанія	60262	Китай	10136
Ірак	59453	Китай, материк	10113
Судан	58672	Індія	9477
Канада	57061	М'янма	9237
Сполучені Штати Америки	56275	Непал	7923
Непал	55936	Нідерланди	7685
Перу	55596	Франція	5802
Саудівська Аравія	54277	Німеччина	5411
Італія	49392	Оман	3702
Марокко	45456	Сполучене Королівство Великобританії та Північної Ірландії	3290
Німеччина	36436	Таїланд	2766
Франція	29012	Єгипет	2739
Сполучене Королівство Великобританії та Північної Ірландії	26086	Італія	2728

Як бачимо, країни що входять до рейтингу головних виробників сочевиці за обсягом валових зборів насіння є водночас і найбільшими експортерами. Однак, такі країни як Індія й Туреччина лідирують за споживанням сочевиці, адже в них ця культура займає доволі велику частку в харчуванні населення.

Цікавим є той факт, що деякі країни є одночасно імпортерами й експортерами сочевиці. Найімовірніше, це пов'язано з географічним поширенням вирощування різних видів сочевиці. Адже з загального обсягу світового виробництва насіння сочевиці 75 % припадає на червону, 20 % на зелену, а решту 5 % займають нішеві види французька, іспанська, чорна тощо.

В Україні сочевицю сіють поки що на невеликих площах у Вінницькій, Полтавській, Харківській, Київській, Дніпропетровській, Кіровоградській, Сумській, Вінницькій, Тернопільській, Одеській, Хмельницькій областях. У 2018 р. нею засіяли 28 тис. га і зібрали 35,6 тис. т зерна. Завдяки вдосконаленню

агротехніки в останні роки середня врожайність зерна зросла до 1,7-2,2 т/га, а окремі господарства збирають по 2,0 – 3,0 т/га.

Сьогодні на магазинних полицях рідко де можна побачити сочевицю, вироблену в Україні. Головним чином вона імпортна – турецька й канадська. Проте Україна володіє великим потенціалом виробництва своєї власної сочевиці. Сприяти його реалізації покликане засноване у 2015 р. Товариство виробників і споживачів зернобобових України.

Щорічний обсяг виробництва сочевиці у світі зазнає великих коливань як результат впливу кліматичних умов, залишкових запасів і аграрної політики. На продуктивність сочевиці впливає ряд біотичних і абіотичних факторів. Головними перешкодами для збільшення продуктивності сочевиці є засуха, фузаріозне в'янення, аскохітоз і іржа. І дослідження цих проблем поки що недостатні. За приблизною оцінкою, щорічні втрати урожаю від біотичних і абіотичних стресів перевищують 45 % в Індії, 35% в Австралії, 35–45 % у США і Канаді. Високі цифри втрати врожайності через фузаріозне в'янення і аскохітоз у Туреччині, 40–60%. Фермери гостро потребують сортів сочевиці з високою і сталою урожайністю і багатофакторною стійкістю. Раннє дозрівання, підвищена урожайність зерна, покращена придатність до збирання урожаю і стійкість до хвороб потрібні для стабілізації і розширення посівних площ сочевиці у світі [Yadav et al. 2007].

Література до розділу

- Erskine W., Muehlbauer F.J., Sarker A. and Sharma B. The Lentil. Botany, Production and Uses. (2009) CABI. ISBN 978-1-84593-487-3
- Erskine, W. & Sarker, Ashutosh & Kumar, Shiv. (2016). Lentil Breeding. doi:10.1016/B978-0-08-100596-5.00210-9.
- FAO STAT Crops statistics. 2020 <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>
- Kumar, Jitendra & Gupta, Sunanda & Gupta, Priyanka & Dubey, Sonali & Sewak Singh Tomar, Ram & Kumar, Shiv. (2016). Breeding strategies to improve lentil for diverse agro-ecological environments. Indian Journal of Genetics and Plant Breeding (The). doi: 76. 530. 10.5958/0975-6906.2016.00071.7.
- Ninou, E. & Papathanasiou, Fokion & Vlachostergios, D. & Mylonas, Ioannis & Kargiotidou, Anastasia & Pankou, Chrysanthi & Papadopoulos, Ioannis & Sinapidou, Evangelia & Tokatlidis, Ioannis. (2019). Intense Breeding within Lentil Landraces for High-Yielding Pure Lines Sustained the Seed Quality Characteristics. Agriculture. 9. 175. 10.3390/agriculture9080175.
- Rodda, M. S., Davidson, J., Javid, M., Sudheesh, S., Blake, S., Forster, J. W., & Kaur, S. (2017). Molecular Breeding for Ascochyta Blight Resistance in Lentil: Current Progress and Future Directions. *Frontiers in plant science*, 8, 1136. <https://doi.org/10.3389/fpls.2017.01136>
- Singh M. (2019). Lentils. Potential Resources for Enhancing Genetic Gains. Elsevier. ISBN 978-0-12-813522-8
- Барулина Е. И. Чечевица СССР и других стран : Ботанико-агрономическая монография. Ленинград. 1930. 319 с.
- Вавилов Н. И. Полевые культуры Юго-Востока. Петроград : Новая деревня, 1922. С. 138–152.
- Кулініч О. О. Генетичний потенціал продуктивності сочевиці. *Зб. наук. праць ННЦ «Ін-т землеробства УААН»*. 2009. Вип. 1–2. С. 209–214.
- Резніченко В. П., Іліяш О. М. Сочевиця, як джерело високоякісного білку. *Проблеми конструювання, виробництва та експлуатації сільськогосподарської техніки* : матер. X Міжнар. наук.-практ. конф. (м. Кіровоград, 5–6 листопада 2015 р.). Кіровоград, 2015. С. 7–9.
- Чернобривенко С. И. Зернобобовые культуры на Украине. Киев ; Харьков, 1947. 43 с.
- Шевченко А. М., Шевченко І. А. Сочевиця – цінна продовольча культура. Луганськ : Знання, 2003. 27 с.

РОЗДІЛ 2

ГОСПОДАРСЬКЕ ЗНАЧЕННЯ, БІОЛОГІЧНА ЦІННІСТЬ, ЗАСТОСУВАННЯ

Сочевиця занесена ООН до списку рослин світових генетичних ресурсів, які контролюються FAO, як культура, яка відіграє важливу роль у забезпеченні продовольчої безпеки, особливо в регіонах з недостатнім вологозабезпеченням. З метою привернення уваги до цієї цінної високобілкової зернобобової культури, FAO оголосила 2016 рік роком сочевиці. Метою цього заходу було підвищення обізнаності населення щодо харчових переваг зернобобових культур і їх важливості для продовольчої безпеки [Calles et al., 2019].

Збагачення ґрунту азотом. Однією з корисних для сільського господарства властивостей зернобобових культур є симбіоз з бульбочковими бактеріями й активна взаємодія з мікроорганізмами ризосфери. Однак, не всі бобові володіють цією властивістю. З 13 тис. природних видів (550 родів) бобових рослин бульбочки є тільки у 10 %. Це, в першу чергу, види бобових, які вирощуються в сільському господарстві. Симбіоз між бактеріями й бобовими культурами не тільки підвищує врожайність, а й збільшує вміст білка й вітамінів у зерні. Роль симбіотичного азоту полягає не лише у підвищенні продуктивності рослин, а й у накопиченні додаткового азоту.

Сочевиця здатна накопичувати в ґрунті велику кількість азоту – 100–150 кг/га за рік, що еквівалентно 10–20 т/га гною [Штундук и др., 2017], а за іншими даними – до 200–300 кг/га [Камінський та ін., 2008]. Після збирання врожаю в ґрунті залишається до 90 кг/га біологічного азоту [Erskine, et al., 2009]. А отже, вирощування зернобобових є хорошою альтернативою внесенню мінеральних добрив. Симбіотична система бобових залишається активною протягом всіх фаз розвитку рослин.

Роль у сівозміні. Введення в сівозміну 20 % бобових дає змогу зменшити застосування азотних добрив на 30–40 %, що практикуються в біологічному землеробстві. Збільшення посівних площ зернобобових забезпечує підвищення врожайності інших сільськогосподарських культур. Сочевиця здатна економно витрачати вологу, використовуючи її з шару ґрунту 1 м, тому підходить для вирощування в засушливих районах. Вона рано звільняє посівні площі, що дає можливість краще підготувати ґрунт для наступної культури, не виснажуючи його. Завдяки цьому ця культура цінна як попередник і як джерело екологічного добрива. Урожай зернових після сочевиці підвищується на 0,3–0,6 т/га [Леонтьев, 1966].

Кормові якості. Зернобобові мають важливе значення у зерновому і кормовому балансі, адже з усіх сільськогосподарських культур вони містять найбільше білка. Зерно й зелена маса зернобобових за вмістом білка переважають зернові культури в 2–3 рази, їхній білок повноцінний за амінокислотним складом і значно краще засвоюється, ніж білок зернових культур. На корм використовують, в основному, відходи сортування насіння і його перероблення на крупу і борошно. За вчасного збирання, соломка сочевиці є найкращою серед зернобобових за кормовими якостями й прирівнюється до конюшинового сіна.

Полова й солом'яна січка всуміші з сочевичним борошном добре поїдається тваринами. Солома бобових містить приблизно вдвічі більше білка, ніж солова хлібних злаків. Солома сочевиці містить 5–7 % білка, а частка перетравних сухих речовин у ній становить 43–46 % [Erskine et al., 2016]. Посіви сочевиці забезпечують 1,8 т кормових одиниць і 0,32 т перетравного протеїну з 1 га при врожайності 1,5 т/га, [Anigbond, 1998].

За своїми кормовими властивостями солова і полова сочевиці набагато цінніша за солову багатьох культур, навіть гороху. Кормова цінність полови сочевиці зіставна з зерном вівса і наближається до житніх і пшеничних висівків.

Для підвищення цінності сіна практикують змішані посіви сочевиці, наприклад, з ячменем [Петкевич, Мельніченко, 2016].

Використовують сочевицю й на зелене добриво. Проведені в Канаді дослідження показали, що сочевиця-сидерат здатна забезпечити врожайність сухої маси близько 1,67 т/га [Biederbeck, et al., 1993].

Значення для продовольчої безпеки і харчова цінність. Білки є життєво необхідними компонентами раціону людини. Білки тваринного походження (молоко, яйця, м'ясо) отримуються в результаті перетворення речовин рослинного походження сільськогосподарськими тваринами й птахами. Цей процес не є ефективним, адже вимагає непропорційно більше земельних угідь для виробництва кормів, у результаті чого площі для виробництва продовольчих культур обмежені. В умовах зростання кількості населення потреба в білкових продуктах постійно зростає. Таке становище вимагає раціональних підходів до землекористування й управління ресурсами, одним з яких є використання рослинного білка, а також підвищення обізнаності населення щодо переваг для здоров'я споживання меншої кількості м'ясопродуктів на користь рослинних.

Біологічна цінність і вплив на здоров'я. Біохімічний склад зерна сочевиці багатий і цінний. Вміст білка в ньому коливається від 21 до 36 %, залежно від сорту, ґрунтових і агрометеорологічних умов. За вмістом білка насіння сочевиці поступається тільки бобам і сої. Сочевичний білок є хорошим джерелом незамінних амінокислот, зокрема лейцину, лізину й фенілаланіну, але водночас містить малу кількість сірковмісних незамінних амінокислот метіоніну й цистеїну. На противагу сочевичному, білок зернових багатий метіоніном, але містить мало лізину. Тому комбінація в стравах круп із злакових (булгур, рис) і сочевиці забезпечує повний набір незамінних амінокислот в раціоні. Таке поєднання традиційне для кулінарії багатьох країн Азії. Сочевиця збагачує продукти й страви клітковиною, вітамінами групи В й мікроелементами, зокрема залізом, і робить їх особливо корисними для дітей і жінок [Sudarshan et al., 2017]. Для харчування вегетаріанців сочевиця надзвичайно корисна, оскільки вона є хорошим джерелом заліза й білка, а за амінокислотним складом доповнює зерно злакових культур і горіхи. Слід зауважити, що доступність заліза у зерні сочевиці залежатиме від способу його приготування. Тому найкраще вживати в їжу замочені або пророслі зерна [Yadav et al. 2007].

Білок насіння сочевиці цінується за добре збалансований амінокислотний склад. Він значно легше засвоюється організмом і характеризується незначним вмістом жирів у насінні (1–2 %).

Вуглеводи в зерні сочевиці (43–70 %) представлені розчинними цукрам – цукрозою й фруктозою (1–2,5 %), крохмалем (35–63 %), клітковиною (9,7–4,1 %) і ін.

Показники орієнтовного вмісту основних поживних речовин в насінні сочевиці з розрахунку на 100 г сухої речовини наведено в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1. – Приблизний вміст основних поживних речовин в насінні сочевиці (з розрахунку на 100 г сухої речовини) [Erskine, et al., 2009]

Показник	Діапазон можливих відхилень	Середні значення
Енергетична цінність, кДж	1418–2010	1638
Білки, г	15,9–31,4	28,3
Вуглеводи, г	43,4–74,9	67,1
Жири, г	0,3–3,5	2,5
Загальна клітковина, г	5,1–26,6	12,2
Зола, г	2,2–6,4	2,2

Сочевиця – цінне джерело мікроелементів калію, фосфору, кальцію, магнію, натрію, мікроелементів заліза, міді, марганцю, цинку, в невеликих кількостях містить кремній, йод, хром, селен і ін. Проте, засвоєнню цих елементів перешкоджають антипоживні речовини, присутні в зерні, зокрема таніни, фітинова кислота, оксалати. До інших антипоживних речовин сочевиці відносять інгібітори протеаз (трипсину й хімотрипсину), які можуть знижувати активність ферментів підшлункової залози й перешкоджати засвоєнню білка; інгібітори амілази, які можуть знижувати поживну цінність термічно необробленого зерна; сапоніни, які спричиняють пінення розчинів, але з іншого боку, сапоніни сприяють зниженню вмісту холестерину в крові й володіють протипухлинною дією. Для покращення поживного складу сочевиці й видалення антипоживних речовин насіння можна обробляти різними методами, серед яких замочування, варіння, пророщення, ферментація і ін. [Yadav et al. 2007].

Насіння сочевиці містить вітамін В₁ (тіамін), В₂ (рибофлавін), В₃ (ніацин), В₄ (холін), В₅ (пантотенова кислота), В₈ (інозитол) і В₉ (фолієва кислота), вітамін С, ретинол і каротин. Завдяки високому вмісту магнію і фолієвої кислоти сочевиця надзвичайно корисна для кровотворної функції і серцево-судинної системи [Calles et al., 2019], а високий вміст солей калію допомагає виводити з організму зайву рідину. Завдяки високому вмісту лізину, мінеральних речовин і вітамінів [Saxena, 1989], а також заліза, фосфору, калію, які підтримують еластичність судин і запобігають старінню організму, сочевиця рекомендована для харчування дітей і літніх людей.

Для покращення біологічної цінності насіння краще пророщувати [Тележенко, Атанасова, 2011]. Під час пророщування протягом кількох днів утворюється більша кількість вітамінів, відбувається активація ферментативних процесів, крохмаль перетворюється на мальтозу й глюкозу. Внаслідок пророщування насіння відбувається розщеплення білків і вуглеводів, що сприяє підвищенню їх цінності й кращому засвоєнню. Проросле насіння подрібнюють і використовують як сировину в харчовому виробництві.

Сочевиця містить ряд речовин, які запобігають розвитку ракових клітин, а при сполученні з токсинами й радіоактивними елементами – сприяють

виведенню їх з організму людини. Сочевиця рекомендована діабетикам. Вона має низький глікемічний індекс (<55), причому низький глікемічний потенціал зберігається навіть у комбінованих продуктах і стравах із злаковими крупами й борошном [Yadav et al., 2007].

Варто зазначити, що сочевиця не накопичує токсичних елементів, радіонуклідів і тому може вважатися екологічно чистим продуктом.

Застосування в харчовій промисловості та кулінарії.

Завдяки високопоживному складу з високим вмістом білків, вуглеводів, мінеральних речовин, клітковини й інших фітохімічних речовин, таких як фенольні кислоти, флавоноли, сапоніни, фітинова кислота й конденсовані таніни, обсяг виробництва сочевиці в світі й споживання на душу населення постійно зростає, особливо в країнах Південної Азії, Африки і Середнього сходу. Більша частина зерна сочевиці споживається як цільозернова або лущена. Проте, досягнення технології перероблення в останні роки відкривають нові шляхи використання сочевичного білка й крохмалю в складі різноманітних харчових продуктів, наприклад хлібобулочних виробів, продуктів дитячого харчування і снєків. Сочевичний крохмаль має низький глікемічний індекс і відмінні функціональні властивості, тому він є перспективним заміником крохмалю з зернових та інших видів бобових культур. Сочевичний білок також володіє функціональними властивостями – він є відмінним желеутворювачем, емульгатором і стабілізатором. Серед різних заміників білків тваринного походження в різноманітних харчових продуктах він є кориснішим, з точки зору здорового харчування. Різні способи отримання концентратів і ізолятів сочевичного білка, крохмалю й клітковини відкривають можливості їх застосування у виробництві широкого спектру харчових продуктів [Jarpa-Parra, M., 2018].

Сочевицю використовують у виробництві комбінованих м'ясо-рослинних продуктів – її смак дещо подібний до м'ясних страв. Її часто використовують як заміник м'яса для виготовлення білкових концентратів і ізолятів у технології м'ясних продуктів. Сочевиця є основою для виробництва рослинних порошків для продуктів тривалого зберігання. Також сочевиця може застосовуватися в хлібопекарській промисловості як високобілкова добавка. Додавання сочевичного борошна (15–20 %) до пшеничного підвищує вміст білка в хлібі на 3–4 %.

Пасту з пророслого насіння додають до рецептури хліба з пшеничного борошна другого ґатунку. Завдяки додаванню пророслого насіння сочевиці хлібобулочні вироби збагачуються легкозасвоюваними вуглеводами, вітамінами, азотними й мінеральними речовинами. Внаслідок додавання сочевиці хлібопекарські вироби можуть мати присмак і запах бобів, хліб змінює колір (темнішає), зменшується його пористість і об'єм. Для усунення цієї проблеми до борошна і пасти з сочевиці слід додавати рослину олію.

Сочевичне борошно застосовується також для виготовлення печива, какао й ін. [Иванов, 1953; Пруцков, и др. 1969; Пруцков, 1965].

Білок сочевиці використовують для отримання функціональних аналогів молочних продуктів для людей з проблемами їх засвоєння [Антипова, Курчаева, Перелигин, 2001]. Сочевиця розварюється у 2–3 рази швидше за горох, ква-

солю й нут. Ще однією перевагою сочевиці перед іншими зернобобовими є те, що її не потрібно замочувати перед варінням.

Найбільш поширеними варіантами приготування в домашніх умовах сочевиці є: салат, суп, дал, хіхрі, кошарі (кушарі, кошері), муджадара, солодкий понгал, зелений гарнір, намкін, тощо.

Салат. Для приготування потрібно близько 225 г цілої сочевиці, сіль (1 ст. ложка), борошно (одна столова ложка), мелений чорний перець, оливкова олія (чотири столові ложки) і одна маленька дрібно нарізана цибулина. Метод передбачає замочування сочевиці на ніч у теплій воді з сіллю й борошном. Наступного дня сочевицю виймають з води і воду доводять до кипіння, а потім охолоджують. Потім промиту сочевицю додають до цієї води і доводять до кипіння, і варять на слабкому вогні протягом 30 хв. Потім її проціджують, воду виливають, а сочевицю кладуть у велику каструлю з великою кількістю підсоленої киплячої води, накривають і варять до готовності. Воду зливають. Поки сочевиця ще тепла, її приправляють за смаком сіллю, перцем і оливковою олією, додають дрібно нарізану цибулю [Russell, 1974].

Суп. Для приготування супу з сочевиці цибулину і селеру злегка обсмажують у 25 г розтопленого вершкового масла у великій каструлі, кладуть туди 150 г сочевиці і наливають 1,1 л води, додають спеції (чверть чайної ложки меленої гвоздики й чверть чайної ложки меленого пряного перцю). Доводять до кипіння й варять на слабкому вогні до м'якості (30–35 хв). Далі подрібнюють до пюре. Суп обережно прогрівують і приправляють за смаком сіллю й чорним перцем [Good Housekeeping Institute, 1966]. В суп із сочевиці можна додавати стручкову квасолю, моркву, селеру, помідори, шпинат, картоплю, часник і різні приправи. Готовий суп має густу консистенцію.

Дал, дхал, даал. Для приготування традиційної страви народів Індостану беруть приблизно п'ять склянок води на одну чашку сочевиці. Сочевицю замочують у воді на ніч, а потім промивають, кладуть у киплячу воду й варять спочатку на інтенсивному вогні 2–3 хв., а потім на невеликому вогні до готовності. За бажанням можна додавати часник і цибулю; однак сіль потрібно додавати наприкінці, інакше сочевиця буде тверда. Різні сорти вимагають різного часу приготування. Зелену й коричневу сочевицю варять приблизно 45 хв, а червону – 25 хв. Сочевиця повинна розваритись до стану пюре. Подають страву з смаженим гарніром, який може складатися з комбінацій різних спецій в залежності від країни або регіону (частіше гарам масала), часнику, цибулі, моркви й цвітної капусти. [Davidson and Jaine, 2014]. Також у деяких рецептах під час варіння до сочевиці додається недозрілий манго, гарцинія індійська, нерафінований тростинний цукор, помідори, а також кокосове молоко. У Південній Індії готують хатті дал до складу якого входить суміш спецій: коріандр, перець чилі, манго, цибуля, перець чорний, імбир, сіль, часник, гвоздика, мускатний горіх, асафетида, зірчастий аніс, мускатний горіх [Indira Singari, 2008].

Переважно вживається з хлібом роті або чапаті, коржем наан. Дал корисний і чудово насичує влітку і зігріває взимку, він дуже смачний і навіть може бути святковою або урочистою стравою. Подають дав в глибоких невеликих мисочках і прикрашають зеленню коріандру і скибочкою лимона [Mehta, 2006].

Комбінація зернових і бобових культур, приготованих разом, називається **хіхрі, кошарі (кушарі, кошері), муджадара (мукентра), солодкий понгал**.

Хіхрі виготовляють із суміші колотої сочевиці з рисом. Суміш вариться до м'якої консистенції, солиться і подається як основний продукт [Nezamuddin, 1970].

Кошарі, також звана кушарі, кошері – єгипетська національна страва, яка готується з рису, макаронів та сочевиці, що змішуються разом, а потім приправляють томатно-оцетовим соусом. Іноді в страву додаються короткі шматочки спагеті, нут і обсмажена до хрусткої скоринки ріпчаста цибуля. За бажанням у страву додаються часниковий сік або інший гострий соус.

Муджадара – страва близькосхідної кухні, що складається з вареного рису, вареної сочевиці й смаженої цибулі. У деяких рецептах замість рису використовуються інші крупи. На Кіпрі ця страва відома під назвою мукентра. В якості соусу до мукентри подають несолодкий йогурт.

Солодкий понгал – це інша форма хіхрі, приготована з однієї частини рису (100 г), однієї частини очищеної сочевиці (100 г), двох частин джеггері (200 г), тертого кокоса (20 г), родзинок і горіхів кеш'ю (5,0 г), рафінованої олії (15 г) і топленого масла (30 г). Рис і сочевицю злегка обсмажують на олії, а потім варять в окропі. Коли рис звариться приблизно на 75 %, додають джеггері, кокос і родзинки і варять до м'якої, але зернистої текстури. Подають із топленим маслом, щоб підкреслити виразний аромат.

Лущене зелене насіння сочевиці *macrosperma* використовується як **зелений гарнір**. Зелені стручки сочевиці очищають і миють. Одну чашку очищеної сочевиці кип'ятять у воді з сіллю. У каструлі розтоплюється 20 г вершкового масла, додають нарізаний часник (одна чайна ложка) і кубики імбиру (одна чайна ложка). Коли колір суміші стане злегка рожевий, в каструлю додають одну склянку кубиків моркви, півсклянки овочевого або солодкого перцю і півсклянки вареної кукурудзи. Тушкувати на середньому вогні протягом 5 хв, потім до суміші додають відварену сочевицю, сіль і чорний перець за смаком. Можна додавати подрібнені свіжі помідори, зелений перець і листя коріандру. Зазвичай це гарнір до страви.

Намкін. Смажена і хрустка солена закуска, приготована з бобових, називається намкін. Для приготування половину склянки сочевиці замочують у воді на 8–12 год, просушують і пророщують протягом 3–5 днів, поки довжина паростків досягне розміру насіння, щодня промиваючи 2–3 рази. До пророщених зерен додають порошок цибулі (дві столові ложки), часник (одна чайна ложка), тамаринд (дві столові ложки) і перець (щіпка) і запікають при 120°C до хрусткості приблизно 1 год. Ці закуски можна зберігати в герметичній ємності, яка дозволить тримати їх сухими.

Література до розділу

- Anigbond N. M. Chemical composition of lentil seed principal components for animal feed. Lens Newsletter Intern. Center Agr. Res. in Dry Areas. Lentil Exper. News Serw. Alppo. 1998. Vol. 24, № 1/ 2. P. 39–41
- Biederbeck V. O., Bouman O. T., Looman J., et al. Productivity of four annual legumes as green manure in dry land cropping systems. Agronomy journal. 1993. Vol. 85. № 5. P. 1035–1043.

- Calles, T., del Castillo, R., Baratelli, M., Xipsiti, M. and Navarro, D.K. (2019). The International Year of Pulses - Final report. Rome. FAO. 40 pp. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO. Retrieved from <http://www.fao.org/3/CA2853EN/ca2853en.pdf>
- Davidson, Alan; Jaime, Tom (2014). «Dal». The Oxford Companion to Food. Oxford University Press. p. 246. ISBN 9780199677337.
- Erskine W., Muehlbauer F. J., Sarker A., Sharma B. J. The lentil botany, production and uses. CAB International, 2009. 457 p.
- Erskine, W. & Sarker, Ashutosh & Kumar, Shiv. (2016). **Lentil Breeding**. doi:10.1016/B978-0-08-100596-5.00210-9.
- Good Housekeeping Institute (1966) Good Housekeeping's New Basic Cookery in Pictures. Lord. Ebury, London, 176 pp.
- Indira Singari (2008) Available at: <http://www.nandyala.org/mahandi/archieves/category/lentils-andlegumes/masoor-dalT> (accessed 17 December 2008).
- Jarpa-Parra, M. (2018). Lentil protein: a review of functional properties and food application. An overview of lentil protein functionality. Int J Food Sci Technol, 53: 892-903. doi:[10.1111/ijfs.13685](https://doi.org/10.1111/ijfs.13685)
- Mehta, Nita (2006). Dal & Roti. SNAB. p12. ISBN 978-81-86004-06-7.
- Nezamuddin, S. (1970) Miscellaneous – Masur, Lens culinaris Medic. In: Kachroo, P. (ed.) Pulse Crops of India. Indian Council of Agricultural Research, New Delhi, India, pp. 306–313.
- Russell, S. (1974) Cooking for Two. Octopus, London, 127 pp.
- Saxena, A.K., Kulkarni, S.G., Manan, J.K. and Berry, S.K. (1989) Studies on the blends of different pulses (Bengal gram, green gram, lentils and arhar) in the preparation of North Indian spiced papads. Journal of Food Science and Technology 26, 133–136.
- Sudarshan, R. Nadathur, Janitha P.D. Wanasundara & Scanlin, L. (Eds.) (2017). Sustainable protein sources. Academic press
- Yadav S.S., McNeil D. L., Stevenson P. C. Lentil: an ancient crop for modern times. Berlin: Springer Verlag, 2007. 604 p.
- Антипова Л. В., Глотова И. А., Астанина Ю. В. Физико-химические и функциональные свойства чечевичной муки в мясных продуктах. Изв-я вузов. Пищевая технология. 1998. № 5–6. С. 11–13.
- Иванов Н. Р. Зерновые бобовые культуры (горох, чечевица, фасоль, соя, нут, чина, русские бобы, вика) / под. ред. П. М. Жуковского. М.-Л., 1953. 351 с.
- Камінський В. Ф., Голодна А. В., Шляхтуров Д. С. Інтенсифікація виробництва зернобобових культур в умовах Північного Лісостепу. Землеробство. 2008. Вип. 80. С. 109–115.
- Леонтьев В. М. Чечевица. 2-е изд., перераб. Ленинград : Колос, 1966. 179 с.
- Петкевич З. З., Мельніченко Г. В. Нут, сочевиця – перспективні зернобобові культури для вирощування на Півдні України. Зрошуване землеробство. 2016. Вип. 65. С. 104–107.
- Пруцков Ф. М. и др. Чечевица. Растениеводство. Моква, 1969. С. 154–157.
- Пруцков Ф. М. Чечевица дает большие доходы. Зернобобовые культуры. 1965. № 3. С. 16.
- Тележенко Л. М., Атанасова В. В. Дослідження якості пророщеного зерна сочевиці при холодильному зберіганні. Наук. праці Одеської нац. акад. харчових технологій. 2011. Вип. 39, Т. 1. С. 270–273.
- Штундук Д. А., Деревягин С. С., Автаев А. А. и др. Применение гербицидов на чечевице. *Устойчивое развитие мирового сельского хозяйства* : сб. матер. Междунар. научно-практ. конф., посвящ. 80-летию проф. Прохорова А. А. (г. Саратов, 13–15 февраля 2017 г.). Саратов : Издательство Саратовского государственного аграрного университета им. Н.И. Вавилова (ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ), 2017. 304 с. С. 18–20.

РОЗДІЛ 3

БІОРИЗНОМАНІТТЯ ТА МОРФОЛОГІЧНІ Й БІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ

Сочевиця – однорічна рослина родини Бобових (Fabaceae), триби викових (Viceae). Рід сочевиця *Lens* нараховує декілька диких видів (*Lens lenticula* Alef., *L. nigricans* Codr., *L. Kotschyana* Alef., *L. orientalis* Hand-Mazz) і один культурний – *Lens esculenta* (*culinaris*) Moench (Medic).



Рис. 3.1. Зображення сочевиці в книзі:
Prof. Dr. Otto Wilhelm Thomé Flora von Deutschland,
Österreich Und der Schweiz 1885, Gera, Germany

Відповідно до останніх даних міжнародної класифікації, рід *Lens* нараховує сім таксонів, об'єднаних в чотири види: *Lens culinaris medikus* subsp. *culinaris*, *L. culinaris* subsp. *orientalis*, *L. culinaris* subsp. *tomentosus*, *L. culinaris* subsp. *odemensis*; *Lens ervoides* (Brign.) Grande; *Lens lamottei* Czefr; *Lens nigricans* (M. Bried) Godr. [Ferguson et al., 2000].

Згідно з класифікацією Е.І. Баруліної рід *Lens* включає такі види як: *Lens culinaris* Medik., *Lens orientalis* (Boiss) Hand-Mazz, *Lens odemensis* Ladiz, *Lens ervoides* (Brign.) Grande, *Lens tomentosus* Ladiz, *Lens lamottei* Czefr, *Lens nigricans* (M. Bried) Godron.

Таксони, що відносяться до виду *L. culinaris*, формують первинний генофонд сочевиці, а от решта видів складають вторинно-третинні генофонди. Усі види є диплоїдними ($2n = 14$), однорічними та самозапилюваними з низькою ймовірністю перехресного запилення.

Для диких видів притаманне тонке сланке стебло, дрібне насіння та боби, що розтріскуються під час достигання. Характерною рисою деяких видів є опушення, інших – сильна пігментація.

Один вид сочевиці занесено до Червоної Книги України – це сочевиця східна *Lens orientalis* (Boiss.) Schmalh (рис. 3.2). Вона поширена на території Середземномор'я, Криму, Кавказу, Західної Азії [Волузнева, 1986; Сурков, Терехин,

2006]. Цей вид є найбільш подібним до *L. culinaris*. Зростає на сухих кам'янистих схилах в ялівцевому рідколіссі.



Рис. 3.2. Сочевиця східна

Вид вирізняється висотою лише 10–20 см. Це однорічна трав'яна рослина з витким розгалуженим стеблом. Листки парнопірчасті, з 6–10 видовженолінійними або овальними листочками, що закінчуються вусиком.

Квіти фіолетово-сині, розміщуються по 1–3 у пазушних гронах. Цвіте у квітні – травні. Боби двонасінні, ромбічної форми завдовжки 7–11 см. Плодоносить у червні – липні. Причинами зникання є випасання худоби та витогування.

У нашій країні, як і в цілому світі, вирощується сочевиця звичайна (культурна). Це однорічна рослина, самозапильна, але в умовах помірного клімату може спостерігатись і перехресне запилення за допомогою комах.

Загалом же в усьому світі близько 1,1 мільйона зразків зародкової плазми зернових бобових культур зберігаються в різних банках генів. Міжнародний центр сільськогосподарських досліджень в сухих районах ICARDA має глобальні повноваження на збереження та дослідження і вдосконалення сочевиці [Alabboud et al., 2009].

Біорізноманіття сочевиці підтримується двома методами: *in situ* та *ex-situ*. Підтримка біорізноманіття *in situ* – це збереження виду в природному середовищі існування та відновлення життєздатної популяції видів у їх первісному місці поширення. Такий спосіб дозволяє зберегти види у первісному їх ареалі та підтримувати природний процес еволюції, що неможливо у випадку збереження *ex-situ*. Серед країн, що дотримуються даного способу зберігання, Туреччина одна з перших розробила національний план збереження генетичного різноманіття [Kaya et al., 1997].

Підтримання біорізноманіття сочевиці *ex-situ* передбачає збереження видів за межами їх природних місць існування. Даний спосіб передбачає перенесення генетичного матеріалу далеко від ареалу поширення, що забезпечує легку доступність зародкової плазми для її оцінки та використання. Насіння сочевиці може зберігатись протягом > 50 років без втрати життєздатності [Usberti and Gomes, 1998].

Інформацію щодо наявних зразків зародкової плазми можна отримати в колекціях зародкових плазм GIMS на ICRISAT, GRIN-Global, що використовується в USDA-ARS, на порталі PGR, що використовується в ICAR-NBPGR (<http://pgrportal.nbpgr.ernet.in>) та SINGER у центрах CGIAR. Європейська система EURISCO надає інформацію про колекції рослин *ex-situ*, що зберігаються в Європі (<http://eurisco.ecpgr.org/>) [Cyr et al., 2009].

Також дані стосовно кількості зразків зародкової плазми сочевиці, наявної у різних банках генів по всьому світу, представлені у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1. – Світова колекція сочевиці [<http://www.croptrust.org>]

Країна	Генетичний банк / Інститут	Загальна кількість зразків, шт.	Відсоток диких форм, %	Походження зразків, %		
				в країні	за межами країни	інтродуковано
Світовий-центр	Міжнародний центр сільськогосподарських досліджень у сухих районах ICARDA	10822		17	26	
Австралія	Австралійська колекція польових культур помірної зони	5254	4			99
Іран	Інститут насінництва та рослинництва	3000				
США	Департамент сільського господарства США (USDA)	2875	1			
Росія	Вавиловський Всеросійський науково-дослідний інститут рослинництва	2556		0	93	7
Індія	Національне бюро рослинних генетичних ресурсів	2285	1	78	0	22
Чилі	Сільськогосподарський регіональний дослідницький центр Каріланка	1345				
Канада	Центр генетичних ресурсів рослин PGRC	1139				95
Туреччина	Відділ генетичних ресурсів рослин, Сільськогосподарський дослідний інститут	1095	1	100	0	0
Сирія	Генеральна комісія з наукових досліджень сільського господарства	1072				
Угорщина	Науково-дослідний центр агроботаніки	1061		3		
Єгипет	Національний генетичний банк NGB	875				
Китай	Інститут ресурсів рослинної зародкової плазми (CAAS)	855		60	0	40
Пакистан	Інститут генетичних ресурсів рослин, Національний центр сільськогосподарських досліджень	805	8	60	0	40
Бангладеш	Бангладешський сільськогосподарський науково-дослідний інститут	798				
Іспанія	Центр генетичних ресурсів рослин, INIA	703	10	60	53	41
Ефіопія	Інститут збереження біорізноманіття та досліджень	678	70	71	2	4
Україна	Інститут рослинництва імені Юр'єва	666	1	6	0	94
Чилі	Інститут сільськогосподарських досліджень, C.R.I. La Platina	600				
Ізраїль	Організація сільськогосподарських досліджень, центр Вулкані	500				
Непал	Центральна селекційна та біотехнологічна Непальська рада сільськогосподарських досліджень, відділ сільськогосподарської ботаніки	489	0	97	0	3
Чилі	Регіональний науково-дослідний центр Кіламапу, INIA	450		0	68	32
Португалія	Департамент охорони навколишнього середовища, Елваш	423	0	0	0	100
Марокко	Інститут національної агрономії (INRA)	365				

Продовження таблиці 3.1

Країна	Генетичний банк / Інститут	Загальна кількість зразків, шт.	Відсоток диких форм, %	Походження зразків, %		
				в країні	за межами країни	інтродуковано
Болгарія	Інститут генетичних ресурсів рослин "К. Малков"	361				
Італія	Інститут генетики рослин (IGV) Bari	348				
Іспанія	Банк гермплазми, сільськогосподарський науково-дослідний центр "Албаладейто"	321				
Еквадор	Інститут природничих наук Центрального університету Еквадору	295				
Еквадор	Експериментальна станція Санта-Каталіна, DENAREF, INIAP	252	0	8	0	92
Словаччина	Науково-дослідний інститут рослинництва	239				
Польща	Станція селекції рослин	216				
Мексика	Станція Ігуала, Національний інститут сільськогосподарських досліджень	200				
Туніс	Міністерство сільського господарства	65				
Ємен	Орган з досліджень і розширення сільського господарства (AREA-NGRC)	60				
Вірменія	Інститут ботаніки, ботанічний сад (IBNAS)	34				
Таджикистан	Махсумовський науково-дослідний центр "Зіроаткор" та Науково-дослідний інститут сільського господарства та Генобанк (MSRPC)	28				
Азербайджан	Науково-дослідний інститут сільського господарства (ARI)	27				
Туркменістан	Туркменський науково-дослідний інститут зернових	22				
Азербайджан	Азербайджанська Національна академія наук, Інститут генетичних ресурсів	15				
Португалія	Генетичний банк, EAN Oieras	15	0	10	0	90
Португалія	Банк Гермплазми Портуж, Braga	5				

Коренева система сочевиці стрижнева, добре розвинена, проникає в ґрунт на глибину до 1 м. Основна маса коренів розміщується в шарі ґрунту 30 см. На коренях сочевиці розвиваються бульбочкові бактерії, які розміщуються в радіусі 10–12 см від головного кореня на глибині 12–15 см. Симбіоз між бактеріями і культурою підвищує врожай, збільшує вміст білка та вітамінів у рослині.

Існує думка, що чим довша коренева система, тим краще вона поглинає вологу та поживні речовини, також рослина стійкіша до посухи [Кондыков, Янова, Бутримова и др., 2012]. Коренева система сочевиці, в порівнянні з її надземною масою, більш розвинена і відрізняється кращою здатністю засвоювати поживні речовини, ніж коренева система гороху.

Стебло сочевиці заввишки 30–60 см, чотиригранне, прямостояче або напівсланке, здатне до вилягання. Довжина стебла може різнитися залежно від сорту рослин та вологості ґрунту. Сочевиця добре кущиться. Кількість стебел залежить від густоти стояння рослин. За товщиною головний пагін часто поступається бічним. Залежно від висоти рослини поділяють на: низькорослі – висотою до 30 см; середні – висотою від 30 до 50 см; високорослі – висотою понад 50 см.

Листки сочевиці складні парноперисті, черешкові, з 2–8 парами листочків, черешок закінчується простим або розгалуженим вусиком, довжиною 1–60 мм. Листкам притаманна ярусність: листки нижнього ярусу мають 2–4 листочки, середнього – 6–8, верхнього – 10–16 листочків. Кількість листкових пластинок у складному листку відрізняється залежно від погодних умов: за посушливої погоди та росту на бідних ґрунтах листкових пластинок значно менше, ніж у вологих регіонах на родючих ґрунтах. Листки суцільнокраї, з паралельним жилкуванням, округлі або еліптичні. Ярусність характерна і для форми листків. Нижні листки – великі овальні, верхні – дрібніші та подовжені. За забарвленням листки бувають сіро-, світло- або темно-зелені. Розмір листків різний. У крупнонасінної групи довжина листків 15–27 мм, дрібнонасінної – 8–15 мм з шириною 2–10 мм. Розмір листків також залежить від місця їх розташування: на гілках другого та третього порядків вони дрібніші, ніж на гілках першого порядку та головному пагоні, та подовжені. Форма прилистків переважно цілокрая і лише в одного дикого виду – зубчаста. Залежно від сорту листки, листочки та прилистки теж мають різну величину та форму.

Листки на рослині формуються в міру росту стебла і розвиваються поступово, знизу догори. Близько 80–90 % сонячної енергії поглинається листками. У міру досягання рослин нижнє листя починає відмирати. У період плодоутворення площа листя поступово зменшується [Сухова, 2012].

Діагностичною ознакою високої врожайності культури може бути утворення оптимальної площі листкової поверхні. Внаслідок фотосинтезу в листках утворюється 90–95 % речовин, що йдуть на формування врожаю. Загалом у процесі фотосинтезу формується до 95 % сухої речовини [Данильченко, 2011; Амелин и др., 2012; Киселева, 2008].

Суцвіття – пазушна малоквіткова незавершена китиця [Кириченко та ін., 2009].

Квіти. Квітконоси виходять з пазухи листків, вони довші або коротші пазушного листка і мають остеподібну вершину. Квітконос завдовжки від 1,5 до 3,5 см. Квіти п'ятипелюсткові поодинокі або збірні, дрібні 4–8 мм. Залежно від довжини квітки всі види та сорти сочевиці поділяють на великоквіткові (7–8 мм) та дрібноквіткові (5–7 мм). Квіти різні за кольором залежно від підвиду, зазвичай білі, іноді рожеві або синьо-фіолетові. Віночок метеликовий. Вітрило із синіми прожилками, округле, зверху із виїмкою і коротким вістрям. Крила коротші за вітрило, зростаються з човником, зворотнояйцеподібні. Човник злегка загострений, коротший за крила. Зубці чашечки можуть бути довгими чи коротшими віночка або дорівнювати йому [Романова С. В., и др., 2014; Леонтьев, 1966; Кириченко, Кобизева та ін., 2009].

У кожній пазусі розміщується по 1–3 квітки. Кількість квіток у суцвітті має важливе значення для продуктивності культури. Тичинок 10, з яких лише одна верхня вільна, усі інші зрослись у трубки. Пилок яскраво-жовтого кольору. Трубка зверху скошена внаслідок нерівномірного зростання тичинкових ниток. Маточка сплюснута. Зав'язь майже сидяча з двома сім'ядолями [Черенков та ін., 2013; Пылов, Шевцова, 1981; Паштецький, Женченко, 2013].

Цвісти сочевиця починає з нижніх ярусів і за сприятливих погодних умов цей процес триває аж до досягання. Сочевиця належить до самозапильних культур.

Плід – двостулковий біб. Боби сплюснуті або слабковипуклі, майже ромбічної форми (рідше овальні та циліндричні), голі або опушені закінчуються дзьобиком. У бобі формується 1–3 насінини, залежно від цього їх поділяють на малі (1 шт.), середні (2 шт.) та великі (3 шт.). За довжиною боби можна поділити на: дуже короткі (менше 9 мм), короткі (9–12 мм), середні (13–15 мм), довгі (16–18 мм) та дуже довгі (понад 18 мм). За шириною на: дуже вузькі (менше 4 мм), вузькі (4–7 мм), середні (8–10 мм) та широкі (понад 10 мм) [Кириченко та ін., 2009]. Ще одна ознака бобів – колір, помітною є впродовж обмеженого часу. Вони можуть бути зеленими, пурпуровими та плямистими [Черенков та ін., 2013; Леонтьев, 1966; Сікура, Сікура, Капустян, Шиша, 2009].

Насіння має характерну лінзоподібну форму, округле або плоске, діаметром 2–9 мм. Залежно від розміру насіння, сочевицю поділяють на 2 підвиди – макросперма (або тарілкова) і мікросперма (дрібне опукле насіння). Забарвлення насіннєвої оболонки залежить від підвиду сочевиці. Насіннєва оболонка може мати зелене, жовте, червоне, коричневе, однотонне або крапчасте забарвлення. Також вона може бути як непрозорою, так і напівпрозорою з рубчиком на ребрі. Слід зазначити, що колір насіннєвої оболонки – ознака дуже нестійка та залежить від району вирощування та метеорологічних умов року. Якщо в період досягання йдуть дощі, насіння швидко буріє, а його харчова й товарна цінність зменшується. При несвоєчасному збиранні, а також при зберіганні на світлі, забарвлення із зеленого переходить в рожевувате, а потім в коричневе; якість насіння різко знижується. Побуріння насіння при цьому пояснюють двома причинами: окисленням хлорофілу і наявністю танінів. Колір сім'ядолей у сочевиці, на відміну від забарвлення насіннєвої оболонки, є стійкою ознакою і буває світло-зеленим, зеленим, жовтим і оранжевим. Забарвлення сім'ядолей є чіткою фенотиповою ознакою. За забарвленням сім'ядолей та насіннєвої оболонки визначають до якого типу належить певний вид сочевиці.

Залежно від розміру насіння, кольору насіннєвої оболонки і кольору сім'ядолей розрізняють такі ринкові типи сочевиці:

- зелена велика (Large green, Laird) має світло-зелену насіннєву оболонку і жовті сім'ядолі;
- зелена середня (Middle green, Richlea);
- зелена дрібна (Small green, Eston green);
- червона має насіннєву оболонку кремового кольору, а сім'ядолі – червоні або помаранчеві і може бути різних розмірів і форми, але переважає дрібнонасінна куляста;
- коричнева іспанська;
- французька має насіннєву оболонку зеленого кольору з темними цятками;
- чорна (Beluga).

Зеленозерна сочевиця використовується в їжу як цільнозернова, а червона – в лущеному вигляді. В Україні на даний час районовані сорти тільки зеленонасіної сочевиці.

В оболонці насіння зосереджені поліфеноли – таніни. Вони обумовлюють зміну кольору насіння від оливково-зеленого під час збирання до жовтого і темно-коричневого під час зберігання. Таніни зникають під час очищення насіння, подрібнення та приготування страв [Леонтьєв, 1966].

Маса 1000 насінин – 20–90 г. Залежно від маси 1000 насінин насіння можна поділити на 5 груп: дуже мале (менше 20 г), мале (21–40 г), середнє (41–60 г), велике (61–80 г) та дуже велике (понад 80 г). Маса 1000 насінин є чинником, що визначає врожайність культури та використовується в селекції [Кириченко та ін., 2009; Амелин, Кондыков, Иконников, 2013; Клыша, 1993; Марченко, 2010].

До складу насіння входить близько 50 % вуглеводів, залежно від сорту вміст загального азоту досягає 4–6 %, 0,6–2 % жиру, 2,3–4,4 % мінеральних речовин (до 4,9 %). Також насіння багате на комплекс вітамінів В, зокрема вміст тіаміну (В₁) становить 160–630 мкг на 100 г сухої речовини. У насінні під час проростання міститься значна кількість вітаміну С, а також йод і калій. На вміст білка в насінні впливає інокуляція останнього бактеріальними мікроорганізмами і внесення добрив [Сухова, 2013; Умаров, 2012; Каленська, Шихман, 2011; Кулініч, 2004; Полякова, 2013].

Насіння змінює свою якість під впливом погодних умов та технології вирощування. Збільшення норми азоту та посушливі умови сприяють підвищенню вмісту сирого протеїну в насінні. Залежно від вологості насіння відносять до чотирьох станів: сухе – вологість не більше 14 %; середньої сухості – більше 14 %, але менше 17 %; вологе – вологість більше 17 %; сире – вологість більше 19 % [Сухова, 2013; Леонтьєв, 1966].

Симбіотична система сочевиці.

Показником симбіотичної діяльності бульбочкових бактерій і зернобобових рослин є утворення та наростання маси бульбочок, які впливають на інтенсивність фіксації молекулярного азоту з повітря. Симбіотична діяльність залежить від фази розвитку та впливу чинників. Одним із варіантів підвищення азотфіксації є специфічність взаємодії генотипів макро- і мікросимбіонтів, а саме вдале поєднання сорту та штаму бульбочкових бактерій, враховуючи конкретні ґрунтово-кліматичні й агротехнічні умови, та створення умов для ефективного функціонування бобово-ризобіального симбіозу [Данильченко, 2012; Адамень та ін., 2010; Дідович, Толкачов, Бутвіна, 2008; Толкачев, 2002].

Бульбочки на кореневій системі сочевиці починають з'являтися на 7–11 добу після появи сходів. Бульбочки галузисті, розміщені в радіусі 10–12 см від головного кореня, проникають на глибину до 12–15 см. Маса бульбочок однієї рослини досягає 800 мг. Початок появи бульбочок пов'язаний із розвитком перших листків. Листки дають енергетичний матеріал, необхідний для розвитку як рослини, так і симбіонта. Кількість бульбочок на кореневій системі залежить від сортових особливостей, системи живлення, інокуляції насіння та погодних умов. Найбільше їх формується у період бутонізація–цвітіння. На неінокульованих рослинах бульбочки з'являються поодинокі, тоді як застосування інокульованого насіння значно збільшує їх кількість [Шихман, 2012; Щигорцова, 2006; Данильченко, 2011].

Класифікація сочевиці за групами та типами

Вид сочевиця культурна поділяється на два підвиди: сочевиця крупнонасінна (тарілкова, макросперма) (*Macrosperma* Bar.) і дрібнонасінна (мікросперма) (*Microsperma* Bar.). Відрізняються ці види між собою за формою та величиною листків, величиною квіток, бобів, насіння. Підвиди діляться на різновидності.

Головною ознакою, яка лежить в основі поділу сочевиці на підвиди, є величина (діаметр) насіння. Форми і сорти, у яких діаметр насіння більше 6 мм, відносять до крупнонасінної сочевиці, а з діаметром менше 6 мм – до дрібнонасінної.

Рослини крупнонасінної сочевиці (рис. 3.3а) – висотою 50–70 см, мають великі білі з блакитними прожилками квіти. Насіння пласке з загостреними краями, зелене, має високий вміст білка.

Сорти крупнонасінної сочевиці цієї групи переважно середньо- і пізньостиглі (достигають за 85–120 діб [Кияк, 1970]). Рослини цієї групи вимогливі до вологості, проте невимогливі до ґрунтів. Вважається, що крупнонасінна сочевиця походить із Середземномор'я. Вона буває таких підвидів: *nummularia*, *atrovirens*, *Pulmanii*, *italic*, *iberica*, *sicula*, *rubiginose*, *glaucosperma*.

Рослини дрібнонасінної сочевиці (рис. 3.3б) висотою до 50 см, листки подовжені, лінійно-ланцетні, квіти дрібні, боби опуклі. Насіння дрібне з округлими краями і випуклими сім'ядолями. До цієї групи належать рослини, поширені переважно у посушливих районах. Це більш скоростиглі та посухостійкі сорти.

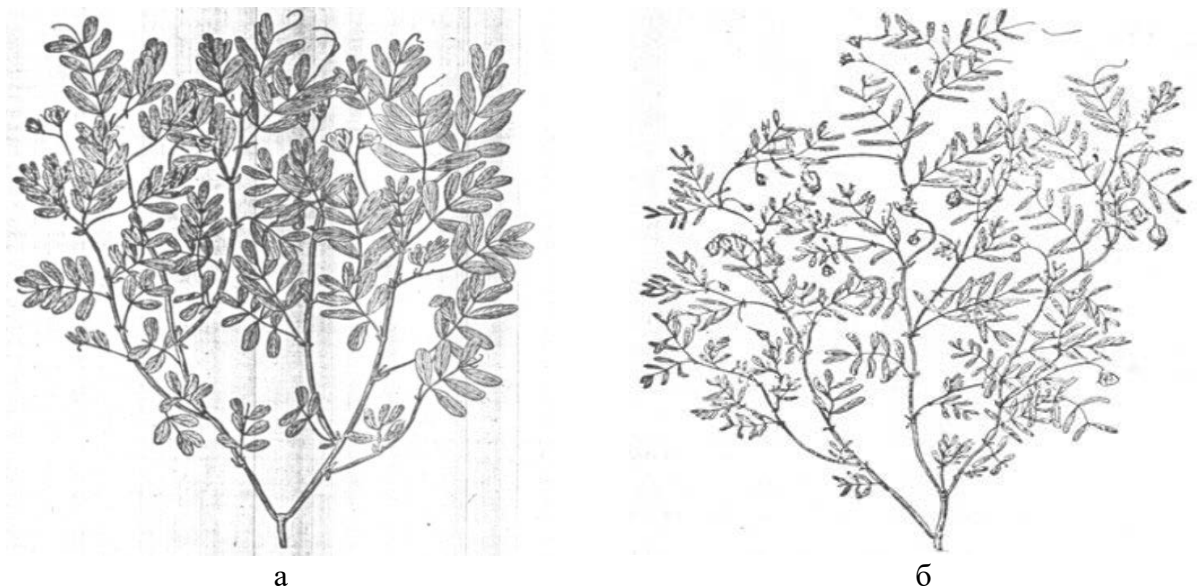


Рис. 3.3. Групи сочевиці: а – крупнонасінна; б – дрібнонасінна
[Леонтьев, 1966]

Вважається, що рослини цієї групи походять з країн Південно-Західної Азії. Сорти сочевиці цього підвиду належать до чотирьох різновидів: *vulgaris*, *dupuenis*, *mutabilis*, *kazinica*, *atrogrisea*, *nigra*, *persica*, *violascens*, *punctate*, *syriaca*, *daghestanica*, *nigriscens*.

На сьогодні відомо близько 59 різновидів сочевиці, з них 12 відносять до крупнонасінної і 47 – до дрібнонасінної [Леонт'єв, 1966].

У всіх типів сочевиці різні форма та розмір насіння. *Червона сочевиця* займає перше місце за поширенням, на її частку припадає 75–80 %. Розмір насіння – 3,5–5,5 мм, плоске або плоско-округле, сім'ядолі оранжеві ('Crimson', 'Robin', 'Red Chief'). *Зелена дрібна* (опукле насіння розміром до 4,25 мм, за іншими джерелами – до 3,5 мм; маса 1000 насінин – до 35 г; сім'ядолі жовті; сорти – 'Дніпровська 2', 'Степова 244', 'Eston') та *зелена середня* (плоске, плоско-округле насіння розміром 4,25–6,24 мм, з інших джерел – 3,6–5,4 мм; маса 1000 насінин – 35–50 г; сім'ядолі жовті; сорти – 'Нарядна', 'Richlea') – належать до вузькоспецифічного типу, хоча зелена середня є найурожайнішою; *зелена крупна* (насіння плоске, розміром 6,25 мм, з інших джерел – 5,5 мм; маса 1000 насінин – від 50 г; сім'ядолі жовті; сорти – 'Красноградська 250', 'Луганчанка', 'Laird') займає друге місце після червоної за споживанням і вирощуванням. Такі типи сочевиці як французька, іспанська та небуріюча займають зовсім незначну частку світового ринку і зосереджені лише у певних регіонах.

Відповідно до Держспоживстандарту України, виділяють такі типи сочевиці [Сочевиця. Технічні умови: ДСТУ 6020:2008.]:

I – *темно-зелена* – домішки насіння іншого типу – не більше 10 %. Цьому типу сочевиці притаманний рівномірний темно-зелений колір, допускаються незначні домішки світло-зеленого, поодинокого мармурового та частково або повністю почервонілого, побурілого насіння сочевиці. Сорти: 'Петровська зелена', 'Зелена Ахунська', 'Зелений Ахунець'.

II – *світло-зелена* – домішки насіння іншого типу – не більше 10 %. Цьому типу сочевиці притаманний рівномірний зелений колір світлих відтінків. Допускається домішка темно-зеленого частково або повністю почервонілого та наявність поодинокого мармурового насіння. Сорти: 'Дніпровська 3', 'Красноградська 49', 'Красноградська 250', 'Луганчанка'.

III – *жовта* – домішки насіння інших типів – не більше 5 %. До цього типу відносять насіння із жовтим забарвленням насінневої оболонки, яке не буріє під час зберігання. Сорти: 'Світанок', 'Любава'.

IV – *неоднорідна* – суміш типів, нетипове насіння. До цього типу належить неоднорідне, різнобарвне з необмеженою кількістю мармурового, почервонілого, світло-зеленого, темно-зеленого, червоного побурілого насіння, також насіння, що втратило природний колір.

За скоростиглістю сочевицю поділяють на 5 груп:

1. Ранньостигла – вегетаційний період 60–70 діб;
2. Середньорання – вегетаційний період 70–75 діб;
3. Середньостигла – вегетаційний період 76–80 діб;
4. Середньопізня – вегетаційний період 81–85 діб;
5. Пізньостигла – вегетаційний період 86–90 діб.

За іншими даними [Кириченко та ін., 2009] виділяють ще одну групу – дуже пізньостиглу з вегетаційним періодом понад 100 діб. Сорти крупнонасінної сочевиці більш пізньостиглі, ніж дрібнонасінної [Леонт'єв, 1966; Невмивако, 2001].

Залежно від комплексу біологічних, морфологічних ознак та цінних властивостей усі форми та сорти поділяють на шість агроекологічних груп [Міжнародний класифікатор СЭВ рода *Lens* Mill., 1985]:

1. Європейська;
2. Середньоазіатська;
3. Середземноморська;
4. Аравійська;
5. Афганська;
6. Індійська.

Сорти, які адаптовані до умов України належать до європейської та середньоазіатської агроекологічних груп.

Морфологічні характеристики таксонів сочевиці наведені в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2. – Морфологічні харектеристики основних таксонів сочевиці [Ferguson et al., 2000].

Показник	<i>ervoides</i>	<i>nigricans</i>	<i>lamottei</i>	<i>odemensis</i>	<i>tomentosus</i>	<i>orientalis</i>	<i>culinaris</i>
Зубчасті придатки	ні	так	трохи	трохи	ні	ні	ні
Кількість листочків в листку	4–6	6–8	6–10	6–8	6–12	6–8	10–16
Довжина суцвіття, мм	5–15	8–25	7–10	8–20	7–20	5–25	20–50
Вісь плодоніжки чи паруса	рідко	так	так	так	так	так	так
Співвідношення зубців чашечки та віночка	< 1	≥ 1	> 1	=	> 1	< 1	≠ 1
Співвідношення квітконіжок до суцвіття	> 1	> 1	> 1	> 1	> 1	< 1	≠ 1
Опушеність боба	так	ні	ні	ні	ні	рідко	рідко
Діаметр насіння, мм	2–3	2,5–3,5	2,5–3,5	2,5–3,5	2,5–3,5	2,5–3,5	4–9

Традиційна таксономія базується на знаннях морфології, однак морфологічна подібність чи несхожість не обов'язково відображає філогенетичні зв'язки, іноді вони є наслідком еволюційної конвергенції [Fratini et al., 2006]. А тому більш точне вивчення спорідненості різних форм та таксонів сочевиці варто проводити з використанням сучасних методів, в тому числі й ПЛР аналізу.

Література до розділу

- Alabboud, A., Szilagyi, L., Roman, G.H.V., 2009. Assessment of genetic diversity in lentil (*Lens culinaris* Medik.) as revealed by RAPD markers. In: USAMV Bucharest Series A. vol. LII, pp. 439–444.
- Сыр, P.D., Weaver, B., Millard, M.J., Gardner, C.A., Bohning, M.A., Emberland, G.P., Sinnott, Q.P., Kinard, G.R., Franco, T., Mackay, M., Guarino, L., Bretting, P.K., 2009. In: GRIN-Global: an international project to develop a global plant gene bank and information management system. Plant & Animal Genome XVII: International Conference on the Status of Plant & Animal Genome Research, Poster Abstract Number 800, pp. 136.
- Fratini, R., García, P. and Ruiz, M.L. (2006) Pollen and pistil morphology, in vitro pollen grain germination and crossing success of *Lens* cultivars and species. *Plant Breeding* 125, 501–505.
- Ferguson M.E., Maxted N., Van Slageren M., and Robertson L.D. 2000. A re-assessment of the taxonomy of *Lens* Mill. (Leguminosae, Papilionoideae, Viciaeae) *Botanical Journal of the Linnean Society* 133: 41-59
- Kaya, Z., Kun, E., Gruner, A., 1997. National Plan for In Situ Conservation of Plant Genetic Diversity in Turkey. Ministry of Environment, Ankara.
- Usberti, R., Gomes, R.B.R., 1998. Seed viability constants for groundnut. *Ann. Bot.* 82, 691–694.
- Адамень Ф. Ф., Щигорцова О. Л., Турин Є. М., Дідович С. В. Мікробіологічні препарати в агротехнології вирощування бобових культур. Вісн. ЦНЗ АПВ Харківської області. 2010. Вип. 7. С. 148–155.
- Амелин А. В., Кондыков И. В., Иконников А. В. Генетические и физиологические аспекты селекции чечевицы. Вестник Орловского государственного аграрного университета. 2013. №1. Том 40, С. 31–38.
- Амелин А. В., Чекалин Е. И., Кондыков И. В., Дмитриева Е. А. Активность световых и темновых реакций фотосинтеза у генотипов чечевицы обыкновенной. Вестник ОрелГАУ. 2012. № 2. С. 102–105.
- Волузнева Т. А. Местобитание дикорастущих видов чечевицы в Крыму. *Научно-техн. бюл. ВПР*. 1986. Вып. 163. С. 30–32.

Данильченко О. М. Вплив інокуляції насіння та фонів мінерального живлення на формування симбіотичного апарату чини та сочевиці. *Вісн. Сумського нац. аграрн. ун-ту. Серія: Агрономія і біологія*. 2012. Вип. 9. С. 121–124.

Данильченко О. М. Вплив передпосівної інокуляції насіння та різних фонів мінерального живлення на фотосинтетичну продуктивність та врожайність сочевиці. *Вісн. Сумського нац. аграрн. ун-ту. Серія: Агрохімія і біохімія*. 2011. Вип. 4. С. 94–97.

Дідович С. В., Толкачев М. З., Бутвіна О. Ю. Ефективність симбіотичної азотфіксації в агроценозах України. *Сільськогосподарська мікробіологія*. 2008. Вип. 8. С. 117–125.

Каленська С. М., Шихман Н. В. Продуктивність сочевиці залежно від мінерального живлення та передпосівної обробки насіння в умовах Правобережного Лісостепу України. *Наук. доповіді НУБіП України*. 2011. № 4. URL: http://nd.nubip.edu.ua/2011_4/11ksm.pdf

Кириченко В. В., Кобизьва Л. Н., Петренкова В. П., та ін. Ідентифікація ознак зернобобових культур (квасоля, нут, сочевиця). *Навчальний посібник*. Харків : ІР ім. В. Я. Юр'єва УААН, 2009. 118 с. С. 87–115.

Киселева И. С. Фотосинтез в системе донорно-акцепторных связей в растениях. *Физико-химические основы структурно-функциональной организации растений* : тезисы докл. Междунар. конф. (г. Екатеринбург, 06–10 октября 2008 г.). Екатеринбург, 2008. С. 9–10.

Кияк Г. С. Зернобобові культури. Львів : Каменяр, 1970. С. 69–73.

Клыша А. И. Основы селекции зернобобовых культур для Степи Украины: автореф. дис. ... доктора с.-х. наук : спец. 06.01.05 «Селекция растений» / Институт растениеводства им. В. Я. Юрьева УААН. Днепропетровск, 1993. 40 с.

Кондыков И. В., Янова А. А., Бутримова Н. А. и др. Интенсивность ростовых процессов на ранних этапах онтогенеза у контрастных по продуктивности образцов чечевицы. *Вестник ОрелГАУ*. 2012. № 1. С. 38–42.

Кулініч О. О. Вихідний матеріал для селекції сочевиці. URL: <http://www.institut-zerna.com/library/pdf36/37.pdf>

Кулініч О. О. Сочевиця: розумна альтернатива. *Пропозиція*. 2004. № 10. С. 52–53.

Леонтьев В. М. Чечевица. 2-е изд., перераб. Ленинград: Колос, 1966. 179 с.

Марченко В. Сочевиця... Чи не час її відродити. *Agroexpert*. 2010. № 1. С. 22–25.

Международный классификатор СЭВ рода *Lens* Mill. Ленинград : ВИР, 1985. 41 с.

Невмивако Т. В. Селекційні дослідження сортотразків сочевиці й вики з різними морфобіологічними ознаками в Північному Степу України : автореф. дис. ... канд. с.-г. наук : спец. 06.01.05 «Селекція і насінництво» / Ін-т зерн. госп-ва УААН. Дніпропетровськ, 2001. 18 с.

Паштетський В., Женченко К. Одна з кращих зернобобових. *Аграрний тиждень Україна*. 21 січня 2013 р. URL: <http://a7d.com.ua/plants/10083-odna-z-kraschih-zernobobovih.html>

Полякова К. М. Досягнення та перспективи селекції сочевиці. *Вісник Харківського національного аграрного університету ім. В.В. Докучаєва*. Серія: Рослинництво, селекція і насінництво, плодоовочівництво. 2013. № 9. С. 220–225. URL: http://nbuv.gov.ua/j-pdf/Vkhnau_roslyn_2013_9_34.pdf

Пылов А. П., Шевцова Л. П. Чечевица. Саратов: Приволжское книжное изд-во, 1981. 56 с.

Романова С. В., Дученко М. А., Гамуля О. В., Ковальов В. М. Морфолого-анатомічне дослідження генеративних органів сочевиці харчової. *Актуальні питання фармацевтичної і медичної науки та практики*. 2014. № 1. С. 12–15. URL: http://nbuv.gov.ua/j-pdf/apfimtntp_2014_1_6.pdf

Сікура Й. Й., Сікура А. Й., Капустян В. В., Шиша О. М. Морфологія насіння та плодів квіткових рослин світової флори (бобові). Кн. 3. / відп. ред. В. І. Чопик. Київ : Знання України, 2009. С. 47.

Сурков В. А., Терехин А. А. Сравнительное микроморфологическое исследование семян дикорастущих видов рода чечевица *Lens* Mill. *Вестник РУДН. Сер.: Агрономия и животноводство*. 2006. № 1. С. 30–35.

Сухова Г. І. Продуктивність сочевиці залежно від елементів технології вирощування в умовах Східного Лісостепу України : автореф. дис. ... канд. с.-г. наук : спец. 06.01.09 «Рослинництво» / Ін-т біоенергет. культур і цукр. буряків. Київ, 2013. 19 с.

Сухова Г. І. Продуктивність сочевиці залежно від елементів технології вирощування в умовах Східного Лісостепу України : дис. ... канд. с.-г. наук : 06.01.09 «Рослинництво» / Ін-т біоенерг. культур і цукр. буряків НААН. Київ, 2012. 200 с.

Толкачев Н. З. Биотехнологические аспекты координированной селекции клубеньковых бактерий и бобовых растений. *Микробиология и биотехнология XXI столетия*: матер. Междунар. конф. (г. Минск, 22–24 мая 2002 г.). Минск, 2002. С. 152–153. Умаров С., 2012;

Черенков А. В., Клиша А. І., Гирка А. Д. та ін. Сучасна технологія вирощування сочевиці. Дніпропетровськ : ТОВ «Роял принт», 2013. 48 с. Шихман Н. В., 2012;

Щигорцова О. Л. Розробка елементів технології вирощування нуту, гороху, чини і сочевиці в умовах зрошення в Центральному Степу України : автореф. дис. ... канд. с.-г. наук : спец. 06.01.09 «Рослинництво» / ПФ «Крим. агротехнол. ун-т» НАУ. Сімферополь, 2006. 16 с.

Щигорцова О. Л. Розробка елементів технології вирощування нуту, гороху, чини і сочевиці в умовах зрошення в Центральному Степу України : дис. ... канд. с.-г. наук : спец. 06.01.09 «Рослинництво» / ПФ «Крим. агротехнол. ун-т» НАУ. Сімферополь. 2006.

РОЗДІЛ 4

ЕТАПИ ОРГАНОГЕНЕЗУ ТА ФАЗИ РОСТУ І РОЗВИТКУ

В сочевиці можна виділити три основні періоди розвитку рослин: I-й період – формування і ріст вегетативних органів (відповідає I – II етапам органогенезу); 2-й період – закладка і диференціація генеративних органів (відповідає III – VIII етапам органогенезу); 3-й період – формування, ріст і дозрівання плодів та насіння (відповідає IX – XII етапам органогенезу).

Відповідно в індивідуальному розвитку рослини сочевиці проходять такі етапи органогенезу:

I-II етапи органогенезу – формування і ріст вегетативних органів (корінь, стебло, листя).

III-VIII етап – формування, диференціація і ріст генеративних органів (суцвіття, квітки).

IX-XII етапи органогенезу охоплюють формування та ріст і розвиток репродуктивних органів (бобів, насіння).

Перший етап органогенезу пов'язаний із фазою проростання, від сівби до сходів. Це дуже відповідальний період, адже для набубнявіння і проростання насіння потрібно води – 110-115 % від абсолютно сухої маси насіння.

Другий етап органогенезу починається з появи сходів і подальшого наростання конуса до його диференціації. Оптимальна температура в період сходів і формування вегетативних органів – 12-16°C.

Третій і четвертий етапи органогенезу характеризуються диференціацією конуса наростання та переходом рослин у генеративну фазу розвитку, тобто формування тієї частини стебла, де будуть формуватися суцвіття і квітки.

У цей період важлива організація фотосинтетичної діяльності рослин, адже дефіцит світла від загущення посіву або затінення рослин бур'янами знижує загальну продуктивність культури. Добра аерація ґрунту в цей час є однією з необхідних умов підвищення життєдіяльності бульбочкових бактерій.

П'ятий етап характеризується диференціацією квітки (чашечка, тичинки, маточка, чашолистки). Одночасно спостерігається так звана бутонізація рослин. У цей період важливо провести захист рослин від шкідників і хвороб.

Шостий і сьомий етапи органогенезу характеризуються процесами мікро- і мегаспорогенезу, тобто ростом тичинок, маточок та інших органів генеративного розвитку. На цьому етапі рослини чутливі до інтенсивного освітлення.

Восьмий етап – фаза бутонізації, дев'ятий – запліднення, десятий етап – формування насіння та активний ріст плодів. Одинадцятий етап – активний ріст насіння та накопичення запасних поживних речовин у сім'ядолях, а дванадцятий етап пов'язаний з дозріванням насіння.

Рослини сочевиці належать до культур з індетермінантним конусом наростання, вегетативні органи в яких формуються впродовж всього життя. Затування орґаноутворювальної діяльності верхівкових меристем пагонів стає помітним лише в період дозрівання плодів у вузлах генеративної сфери.

Етапи органогенезу, фази росту й розвитку та елементи продуктивності сочевиці наведено в таблиці 4.1.

**Таблиця 4.1. – Етапи органогенезу, фази росту й розвитку
та елементи продуктивності сочевиці**

Фенологічна фаза	Міжнародна шкала ВВСН	Етапи органогенезу за Куперман		Які елементи продуктивності рослин можна змінити	Якими агротехнічними заходами можна підвищити продуктивність рослин
		№ етапу	формування органів на ембріональному рівні		
1	2	3	4	5	6
Макростадія 0: Проростання насіння	00–09	I	Формування конуса наростання і зародкових бруньок переважно за рахунок поживних речовин сім'ядоль	Польова схожість, сівбу слід проводити з урахуванням лабораторної схожості	Попередник, підготовка ґрунту, тип висівного апарата, спосіб сівби, глибина сівби, норма висіву, удобрення та ін.
Суха насіннина	00				
Початок набубнявіння насіння	01				
Кінець набубнявіння насіння	03				
Поява зародкового корінця	05				
Пагін пробив насіннєву оболонку	07				
Пагін росте в бік поверхні ґрунту. Видно гіпокотильну арку.	08				
Сходи: пагін з'являється на поверхні ґрунту	09	II	Утворення листків, вузлів і міжвузлових стебел, закладаються бокові бруньки в пазухах листків	Розвиток кореневої системи, одночасність сходів та створення умов для рівномірного росту	Високоякісний передпосівний обробіток ґрунту, загортання насіння на одну глибину
Макростадія 1: Розвиток листків	10–19	III	Закладаються меристемні горбики	Висота рослин, кількість листків	Попередник, строки сівби, норма висіву, достатні запаси елементів живлення в ґрунті
Два лускоподібні прикореневі листки видно	10				
Перший справжній листок із прилистками і вусик (або перший вусик) розгорнувся	11				
Другий справжній листок із прилистками і вусик (або другий вусик) розгорнувся	12				
Третій справжній листок із прилистками і вусик (або третій вусик) розгорнувся	13				
Стадії продовжуються до...	1...	IV	Формування генеративної частини рослини. Диференціація суцвіття		
Дев'ять і більше справжніх листків та вусиків розгорнулися	19				
Макростадія 2: –	20–29		–	–	–
Макростадія 3: Ріст у довжину	30–39	V	Квіткові горбики перетворюються в квітки	Кількість квіток	За потреби слід застосовувати гербіциди та фунгіциди
Початок росту стебла в довжину	30				
Видно перше розтягнуте міжвузля	31				
Видно друге розтягнуте міжвузля	32				
Видно третє розтягнуте міжвузля	33	VI	Мікроспорогенез та мегаспорогенез	Фертильність квіток	Високий рівень забезпечення елементами живлення
Стадії продовжуються до...	3...	VII	Формування чоловічих та жіночих гаметофітів		
Видно 9 і більше розтягнутих міжвузлів	39				
Макростадія 4: –	40–49	–	–	–	–
Макростадія 5: Розвиток та формування квіток на головному пагоні	51–59	VIII	Видима бутонізація	Фертильність квіток	Своєчасне підживлення забезпечує формування виповненого насіння
Перші бруньки квіток помітні	51				
Перші квітки помітні (закриті)	55				
Перші пелюстки помітні; квітки ще закриті	59				

1	2	3	4	5	6
Макростадія 6: Цвітіння	61–69	IX	Цвітіння, запилення і запліднення	Припиняється наростання вегетативної маси, рослина переходить до репродуктивного розвитку	Дотримання всіх вимог технології. Добрий фітосанітарний стан посівів. Оптимальна площа листкової поверхні
Перші квітки відкриті	60				
Початок цвітіння: 10 % квіток відкриті	61				
20 % квіток відкриті	62				
30 % квіток відкриті	63				
40 % квіток відкриті	64				
Повне цвітіння: 50 % квіток відкриті	65				
Цвітіння завершується	67	X	Ріст бобу, формування зародків насіння		Потужний індивідуальний розвиток
Кінець цвітіння	69				
	70				
Макростадія 7: Розвиток плодів	71–79	XI	Інтенсивний перехід продуктів асиміляції в сім'ядолі	Маса 1000 зерен. Натура зерна	Продовження періоду активної діяльності фотосинтетичного апарату за допомогою інтенсивної технології
10 % бобів досягнули видово- або сортотипової довжини.	71				
20 % бобів досягнули видово- або сортотипової довжини. Уміст зерен затверділий, за сплющування ще видавлюється сік	72				
30 % бобів досягнули видово- або сортотипової довжини. Уміст зерен затверділий, за сплющування ще видавлюється сік	73				
40 % бобів досягнули видово- або сортотипової довжини. Уміст зерен затверділий, за сплющування ще видавлюється сік	74				
50 % бобів досягнули видово- або сортотипової довжини. Уміст зерен затверділий, за сплющування ще видавлюється сік	75				
60 % бобів досягнули видово- або сортотипової довжини. Уміст зерен затверділий, за сплющування ще видавлюється сік	76				
70 % бобів досягнули видово- або сортотипової довжини. Уміст зерен затверділий, за сплющування ще видавлюється сік	77				
Боби досягнули видово- або сортотипового розміру (зелена стиглість); насіння повністю розвинуто	79				
Макростадія 8: Достигання бобів і насіння	81–89	XII	Достигання насіння	Маса насінини	Інтенсивна технологія забезпечує високу врожайність і якість зерна
10 % насінин видово- або сортотипово забарвлені, сухі та тверді	81				
20 % насінин видово- або сортотипово забарвлені, сухі та тверді	82				
30 % насінин видово- або сортотипово забарвлені, сухі та тверді	83				
40 % насінин видово- або сортотипово забарвлені, сухі та тверді	84				
50 % насінин видово- або сортотипово забарвлені, сухі та тверді	85				
60 % насінин видово- або сортотипово забарвлені, сухі та тверді	86				
70 % насінин видово- або сортотипово забарвлені, сухі та тверді	87				
80 % насінин видово- або сортотипово забарвлені, сухі та тверді	88				
Повна стиглість: усі боби на рослині сухі та тверді. Насіння сухе та тверде (суха стиглість)	89				
Макростадія 9: Повна стиглість. Відмирання	91–99	XII	Перетворення пластичних речовин у запасні	Маса насінини. Схожість насіння	
Рослина відмерла	97				
Продукти збирання (зерно)	99				

Критичний період в сочевиці достатньо довгий – від початку формування генеративних органів до повного цвітіння. Низькі температури і підвищена вологість негативно впливають на дозрівання сочевиці [Леонтьєв, 1966].

Сочевиця до появи на рослинах перших бутонів росте повільно, потім темпи росту (до кінця цвітіння) зростають, а після цього знову знижуються. У всі фази розвитку сочевиця росте значно повільніше ніж горох, середньодобові прирости її у висоту в 2–3 рази менші порівняно з горохом. У зв'язку з низькорослістю і повільними темпами росту сочевиця легко пригнічується бур'янами [Сорокин, 2009].

Веgetаційний період, залежно від сорту й умов вирощування, становить 75–115 днів, а от сходи з'являються вже на 6–10-й день після сівби. Сім'ядолі на поверхню ґрунту не виносяться. До цвітіння сочевиця росте повільно, а після цвітіння (через 40–45 днів після сходів) починається період інтенсивного росту й галуження. Плоди дозрівають неодноразово, вони дуже низько прикріплені, що утрудняє їх збирання.

Сочевиця має розтягнутий і довгий період цвітіння – від половини до двох третин вегетаційного періоду. Час максимального утворення квіток співпадає з періодом інтенсивного росту рослин, а на бокових гілках вони з'являються майже до кінця вегетації. У межах рослини цвітіння починається з нижніх гілок і поступово розповсюджується вгору. На окремих гілках спочатку зацвітають нижні квітки, потім середні і верхні. Окрема гілка цвіте 9–15 днів. Перші квітки відкриваються рано – о 4–5 год. ранку, основна маса цвіте о 8–10 год. Цвітіння однієї квітки триває протягом доби, у посушливу погоду – 10–12 год., а в дощову – 2–3 дні. [Барулина, 1926].

Періоди розвитку сочевиці можна охарактеризувати не тільки за фізіологічними змінами, а й за впливом на їх ріст та розвиток умов навколишнього середовища:

Перший період – від сівби до появи сходів. Тривалість періоду залежить від погодних умов. Основними чинниками в цей період є вологість ґрунту (оскільки рослина в перший період життя потребує великої кількості вологи) та сума активних температур. Сума середньодобових температур за період від сівби до появи сходів має становити 120–127 °С, тоді як середньодобова температура повинна бути вище +5 °С. Наявні дані, що за низьких температур період сівба–сходи тривав 20 діб, але в разі підвищення температури до 9–10 °С скорочувався до 12–15 діб. На тривалість цього періоду впливає ще один чинник – строки сівби. За ранніх строків сівби період сівба–сходи буде коротшим [Антонюк, Бучек, 1992; Сухова, 2014].

Другий період – від появи сходів до цвітіння. Крім вологи і температури рослина має бути повністю забезпечена поживними речовинами. Одним із основних чинників у цей період є світло: рослина повинна зростати в умовах довгого світлового дня. Залежно від температури період сходів–цвітіння може подовжитись або скоротитись. За підвищених температур цвітіння настає раніше, тоді як за їх пониження цей період подовжується.

Третій період – від цвітіння до досягання. На цьому етапі найважливішим є чинник температури. За пониження температури тривалість періоду подовжується на декілька діб. Так, за температури 19 °С період тривав 31 добу, за 18 °С – 34, за 17° – 35 діб, а вже за 16 °С тривалість періоду збільшувалась до 39 діб [Леонтьєв, 1966].

Накопичення органічних речовин майже припиняється до завершення періоду повного цвітіння–досягання, після розпочинається їх перерозподіл [Невмивако, 2001].

Тривалість міжфазних періодів та вегетаційного періоду загалом залежить від погодних умов, способу і норм висіву та добрив [Бутылкин, 1979; Невмивако, 2001; Шихман, 2012].

Форми і сорти крупнонасіної сочевиці, як правило, більш пізньостиглі, ніж дрібнонасіної. Період «сівба–цвітіння» у дрібнонасієних форм і сортів сочевиці довший або такий же, період «цвітіння–дозрівання» у крупнонасіної – короткий. Таким чином, пізньостиглість сочевиці залежить від періоду «цвітіння–дозрівання». В засушливі роки всі форми і сорти сочевиці дозрівають на 2–3 тижні раніше, ніж у вологі.

Ріст та розвиток сочевиці визначається дією зовнішніх факторів навколишнього середовища, які контролювати в умовах поля неможливо. Тому, створення оптимальних умов під час онтогенезу допомагає культурі подолати несприятливі умови [Літун, 2004; Fasoulas, 1981; Finlay, 1963; Wricke, 1965; Ковалевська, Бережна, Пастух, 2004; Моргунов, Наумов, 1987; Орлюк, 2008; Beil, 1965; Максимов, Лавренко, 2016].

Згідно отриманих даних, в умовах Оренбурзького Передуралля тривалість вегетаційного періоду у сочевиці залежно від погодних умов та елементів агротехніки коливалася від 79 до 97 діб. Тривалість періоду вегетації скорочувалася під дією високої середньодобової температури повітря з 18,5°С до 21,4°С, зменшення кількості опадів з 259 до 33,6 мм і зниженням відносної вологості повітря з 65 до 51 % [Игнатушкин, 2002; Максимов, Лавренко, 2016].

У досліді Топчій О. В. висівали сорт сочевиці вітчизняної селекції ‘Лінза’ (оригінатори – Інститут зернових культур НААН; Красноградська дослідна станція ІСГСЗ НААН України). Висівали у два строки, перший строк припадав на кінець другої – початок третьої декади квітня, другий – на другу декаду травня. Збирали врожай за настання стиглості в 75 % бобів на рослині. Посіви першого строку сівби збирали у другий декаді та третій декаді липня, другого строку – у третій декаді липня, другий та третій декаді серпня.

Вегетаційний період тривав від 87 до 95 діб за 1-го строку сівби та від 71 до 88 діб за 2-го строку відповідно. У середньому тривалість вегетаційного періоду сочевиці за строками сівби становила 91 та 82 доби [Топчій, 2018].

За даними Максимова М.В., за роки досліджень строк сівби сочевиці суттєво різнився і залежав від вологості і температури ґрунту. Оптимальний температурний режим для сівби сочевиці у 2013 році настав 01 квітня, у 2014 році – 24 березня, а у 2015 році – 28 березня [Максимов, Лавренко, 2016].

Найбільш швидке наростання позитивних температур спостерігалось в 2013 році, тому сходи були отримані через 10 діб після сівби, а сума активних

температур складала 103°C. У 2014 та 2015 рр. сходи з'явилися через 14 діб, культурі для цього знадобилося 108 та 99°C активних температур (табл. 4.2).

Таблиця 4.2. – Тривалість та теплозабезпеченість міжфазних періодів сочевиці залежно від умов зволоження [Максимов, Лавренко, 2016]

Рік досліджень	Міжфазний період							
	сівба-сходи		сходи-цвітіння		цвітіння-повна стиглість		сходи-повна стиглість	
	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

Аналогічні дані були отримані в дослідженнях інших вчених, згідно яких сума активних середньодобових температур сочевиці від сівби до появи сходів у Білорусії складала 100-127°C [Бубнов, 1952], а на Красноградській дослідній станції - 69-111°C [Кулініч, 2006]. В середньому за нашими дослідженнями сходи сочевиці були отримані в 2013 та 2015 рр. 11 квітня, у 2014 році - 07 квітня. Різниця між умовами зволоження не спостерігалася, тому що поливи сочевиці на початку вегетації не проводили.

Цвітіння сочевиці розпочалося, в середньому за роки досліджень, через 37-46 діб після сходів культури. Така велика різниця була обумовлена проведенням поливів на зрошуваних варіантах досліду, що поліпшило мікроклімат, умови росту та розвитку, і, як наслідок, подовження міжфазного періоду «сходи-цвітіння». Згідно Міжнародного класифікатора роду *Lens mil.* L. залежно від кліматичних умов період «сходи - цвітіння» у різних сортів коливається від 0 до 15 діб [Международный классификатор СЭВ рода *Lens mil.* L.]. Також вченими відмічається тісний зв'язок міжфазного періоду «цвітіння-повна стиглість» з величиною врожаю зерна сочевиці [Singh Teginder, 1977].

У незрошуваних варіантах на протікання фізіологічних процесів суттєво впливала сонячна інсоляція, скорочуючи міжфазний період. Так, цвітіння сочевиці за цих умов настало – у 2013 і 2014 рр. 18 травня, а в 2015 році – 21 травня. Сума активних температур за міжфазний період «сходи-цвітіння» у 2013 році складала 614 за тривалості 37 діб, 2014 році – 583 за тривалості 41 доба та у 2015 році – 543°C за тривалості 40 діб. Аналогічні результати були отримані в дослідженнях інших вчених, згідно яких тривалість цього періоду становить 35–48 діб залежно від крупності насіння, а сума активних температур – 474–582°C [Кулініч, 2006].

На відміну від умов природного зволоження при зрошенні міжфазний період був дещо більшим, склавши в середньому за роки досліджень 44–46 діб. За цих умов фаза «цвітіння» сочевиці у 2013 році була відмічена 25 травня, що склало від сходів 44 доби. Для настання відповідної фази культура потребувала

суми активних температур в 770°C. В 2014 році сума активних температур була дещо меншою – 715°C, але вона була накопичена за 46 діб, що говорить про менший температурний режим у цей міжфазний період, який настав 23 травня. Тривалість міжфазного періоду «сходи- цвітіння» у 2015 році склала 46 діб. За цей час культурою була накопичена сума активних температур 738°C, а календарно це наступило 27 травня [Максимов, Лавренко, 2016].

Найбільш важливим періодом, який відповідає за кількість квітів на рослині, тривалість їх утворення, умови наливу та формування врожаю сочевиці є «цвітіння-повна стиглість». Значно впливають на тривалість цього періоду гідротермічні умови. Так, за низької температури або великої кількості опадів дозрівання затримується, а вегетаційний період може збільшитися на 2–3 тижні [Международный классификатор СЭВ рода *Lens mil.* L.].

Повна стиглість зерна сочевиці в незрошуваних умовах 2013 та 2014 рр. наступала 02 липня, тобто через 45 діб після цвітіння. Сума активних температур за міжфазний період «цвітіння-повна стиглість» за ці роки різнилася і складала 1010°C у 2013 році та 952°C – у 2014 році. В 2015 році повна стиглість зерна сочевиці була відмічена 06 липня, а для проходження цього періоду культурі знадобилося активних температур в сумі 945 °C [Максимов, Лавренко, 2016].

У зрошуваних умовах тривалість міжфазного періоду «цвітіння-повна стиглість» була тривалішою на 11 діб порівняно з незрошуваними умовами, складаючи за роками досліджень 56–57 діб. У 2013 та 2014 рр. для повного дозрівання сочевиці потребувалося 56 діб або 1352 та 1383°C активних температур відповідно. Дещо тривалішим зазначений міжфазний період був у 2015 році, який склав 57 діб при сумі активних температур 1310°C. Календарно повна стиглість зерна сочевиці наступала в 2013 році – 20 липня, в 2014 році – 18 липня та у 2015 році – 23 липня [Максимов, Лавренко, 2016].

Загальна тривалість онтогенезу рослин сочевиці повністю залежить від впливу гідротермічних умов року та умов зволоження. Вчені відмічають, що між тривалістю вегетаційного періоду і продуктивністю сочевиці зв'язок несуттєвий [Невмивако, 2000; Невмивако, 2001]. Але вказують на важливість співвідношення генеративного та вегетативного періодів у співвідношенні 1,1–1,2, але якщо показник зменшується, тобто вегетативний період починає переважати, врожайність зерна суттєво зменшується [Посыпанов, Майорова, 1987].

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 [Максимов, Лавренко, 2016].

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 [Максимов, Лавренко, 2016].

Дослідження Топчій О. В. показують, що за період досліджень 2015–2017 рр. найдовший вегетаційний період спостерігали у 2017 р.: 95 діб за 1-го строку сівби та 88 діб за 2-го (табл. 4.3). Так, тривалість вегетаційного періоду залежить від низки чинників, одним з основних серед яких є погодні умови.

Таблиця 4.3. – Тривалість фаз росту й розвитку рослин залежно від строку сівби (2015–2017 рр.) [Топчій, 2018]

Міжфазний період	Тривалість фенофаз, діб					
	1-й строк			2-й строк		
	2015	2016	2017	2015	2016	2017
Сівба–сходи	23	20	16	23	15	7
Сходи–стеблуння	11	15	15	7	10	14
Стеблуння–бутонізація	17	16	14	12	8	18
Бутонізація–цвітіння	8	7	8	3	6	4
Цвітіння–утворення бобів	6	10	10	11	8	14
Утворення бобів–достигання	16	14	21	10	20	21
Вегетаційний період загалом	87	92	95	71	88	88

Тривалість міжфазних періодів за 2-го строку сівби зменшувалася на 3–4 доби порівняно з 1-м строком та різнилася залежно від року досліджень. Більш довгими міжфазні періоди були у 2017 р. Найбільш тривалими серед них були сівба–сходи (2015–2016 рр. – за 1-го строку сівби, 2015 р. – за 2-го) та утворення бобів–достигання (2017 р. – за 1-го строку сівби, 2016–2017 рр. – за 2-го). Найкоротшими були періоди цвітіння–утворення бобів за 1-го строку сівби у 2015 р. та бутонізація–цвітіння за 2-го строку в 2016–2017 рр.

На тривалість фази цвітіння впливали погодні умови, оскільки сочевиця добре цвіте у похмуру й дощову погоду. У середньому за роки досліджень початок фази цвітіння відмічали на 56 добу після сівби за 1-го строку сівби та на 45 добу – за 2-го строку.

Література до розділу

- Beil G.M., Atkins G. M. Inheritance of quantitative characters in sorghum. *Iowa state journal of science*. 1965. № 39. P. 120–121.
- Fasoulas A. Principles and methods of plant breeding. Aristotelian university of Thessaloniki. №11. Thessaloniki, 1981. 147 p.
- Finlay K. W., Wilkinson K. W. The analysis of adaptation in plant breeding programmes. *Austr. j. agric.* 1963. № 14. P. 742–754.
- Singh Teginder P. Harvest index in lentil (*Lens culinaris medic*). *Euphytica*. - 1977. Vol. 26. № 23. P. 833–838.
- Wricke G. Die Erfassung der Wechselwirkung zwischen genotyp und umwelt bei quantitativen eigenschaften. 1965. № 53. P. 266–343.
- Антонюк В. Г., Бучек Е. Г. Норми висіву насіння сочевиці. Степове землеробство. 1992. Вип. 26. С. 77–80. Барулина Е. И., 1926
- Бубнов П. С. Отношение зернобобовых культур к теплу и свету. *Труды Белорусской сельскохозяйственной академии*. Горки, 1952. Т. 18. С. 64–87.
- Игнатушкин Е. П. Агробиологические особенности возделывания чечевицы в степной зоне Южного Урала : дис. ... канд. с.-х. наук : спец. 06.01.09 «Растениеводство» / Оренбург. гос. агр. ун-т. Оренбург, 2002. 203 с.
- Ковалевська Н. І., Бережна Л. А., Пастух В. П. Екологічна адаптивність сортів озимої пшениці. *Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету*. Дніпропетровськ, 2004. № 1. С. 35–39.

- Кулініч О. О. Вихідний матеріал для селекції сочевиці. URL: <http://www.institut-zerna.com/library/pdf36/37.pdf>
- Кулініч О.О. Створення та добір селекційного матеріалу сочевиці, адаптованого до умов північної підзони Степу України. дис. ... канд. с.-г. наук : спец. 06.01.05 «Селекція і насінництво» / Ін-т зерн. госп-ва УААН.. Дніпропетровськ. 2006. 171 с.
- Леонтьев В. М. Чечевица. 2-е изд., перераб. Ленинград : Колос, 1966. 179 с.
- Літун П. П., Кириченко В. В., Петренкова В. П., Коломацька В. П. Теорія і практика селекції на макророзміри. *Методологічні проблеми*. Харків, 2004. 130 с.
- Максимов М. В., Лавренко С. О. Висота рослин сочевиці залежно від технологічних прийомів вирощування в умовах Південного Степу України. *Сільське господарство та лісівництво*. 2016. № 3. С. 124–132. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/agf_2016_3_16
- Международный классификатор СЭВ рода *Lens* Mill. Ленинград : ВИР, 1985. 41 с.
- Моргунов А. И., Наумов А. А. Селекция зерновых культур на стабилизацию урожайности. Москва : Агропромиздат, 1987. 367 с.
- Невмивако Т. В. Елементи продуктивності у сочевиці, їх взаємозв'язок і вплив на урожайність. *Вісник аграрної науки*. 2000. № 11. С. 76–77.
- Невмивако Т. В. Селекційні дослідження сортотварів сочевиці й вики з різними морфобіологічними ознаками в Північному Степу України : автореф. дис. ... канд. с.-г. наук : спец. 06.01.05 «Селекція і насінництво» / Ін-т зерн. госп-ва УААН. Дніпропетровськ, 2001. 18 с.
- Орлюк А. П. Теоретичні основи селекції рослин. Херсон : Айлант, 2008. 572 с.
- Посыпанов Г. С., Майорова М. М. Модель сорта небуреющей чечевицы. *Изв. Тимирязев. с.-х. акад.* 1987. Вып. 4. С. 9–19.
- Сорокин С. И. Теоретические и практические аспекты совершенствования технологии выращивания семенной и товарной чечевицы в лесостепном Поволжье : дис. ... доктора с.-х. наук : спец. 06.01.09 «Растениеводство» / Государственное научное учреждение «Пензенский научно-исследовательский институт сельского хозяйства Россельхозакадемии». Саратов, 2009. 373 с.
- Сорокин С. И. Теоретические и практические аспекты совершенствования технологии выращивания семенной и товарной чечевицы в лесостепном Поволжье : автореф. дис. ... доктора с.-х. наук : спец. 06.01.09 «Растениеводство» / Государственное научное учреждение «Пензенский научно-исследовательский институт сельского хозяйства Россельхозакадемии». Саратов, 2009. 42 с.
- Сухова Г. І. Вплив строків сівби на ріст, розвиток та формування врожаю сочевиці в умовах східної частини Лісостепу України. *Селекція і насінництво* : міжвід. темат. наук. зб. Харків, 2014. Вип. 106. С. 176–182. URL: http://nbuv.gov.ua/j-pdf/selinas_2014_106_25.pdf
- Топчий О. В. Розробка елементів технології вирощування сочевиці в умовах Лісостепу України : дис. ... канд. с.-г. наук : спец. 06.01.09 "Рослинництво" / Ін-т біоенерг. культур і цукрових буряків 2018. 226 с
- Шихман Н. В. Продуктивність сочевиці залежно від елементів технології вирощування в Правобережному Лісостепу України : автореф. дис. ... канд. с.-г. наук : спец 06.01.09 «Рослинництво» / НУБіП України. Київ, 2012. 20 с.

РОЗДІЛ 5

ВПЛИВ АБІОТИЧНИХ ЧИННИКІВ НА РІСТ І РОЗВИТОК

Попри значний вплив технології вирощування на ріст та розвиток сочевиці, для отримання високого врожаю потрібно врахувати ряд вимог цієї культури та обмежень, спричинених впливом абіотичних чинників.

Серед найбільш важливих факторів, що можуть обмежити потенційні можливості сочевиці та нанести непоправиму шкоду рівню її урожайності, варто виділити такі: світловий режим, температуру повітря, режим зволоження в цілому та посуху зокрема, стан ґрунтів та їх токсичність для культури тощо.

Серед розмаїття абіотичних чинників впливу ми можемо окремих з них уникати, висіваючи сочевицю на кращих ґрунтах та в оптимальні строки. А от вплив інших можна нівелювати за рахунок вивчення особливостей росту та розвитку рослин під впливом різних обмежуючих чинників упродовж вегетаційного періоду [Сухова, Бухало, 2013] та відповідно застосування позакоренових підживлень стимуляторами росту та органічними добривами заради пом'якшення стресу рослин [Присяжнюк, Топчій, 2017].

Світловий режим. Сочевиця належить до рослин довгого світлового дня, хоча деякі сорти неоднозначно реагують на тривалість освітлення. Тривалість вегетаційного періоду – 85–110 діб, зацвітає на 40–45 добу після сходів [Резніченко, Іліяш, 2015].

В умовах короткого дня (9 годин) рослини сочевиці або взагалі не цвітуть, або цвітуть зі значним запізненням, унаслідок чого взагалі не досягають або досягають на 2–9 тижнів пізніше, ніж в умовах звичайного дня [Леонтьев, 1966].

Наслідком вирощування сочевиці в умовах короткого дня є поступове зникнення зеленого кольору рослин, листки забарвлюються в жовтий або червоний колір, стають дрібнішими, пряморослі сорти починають вилягати та можуть навіть загинути від бактеріозу [Леонтьев, 1966].

Більш чутливими до зміни освітлення є сорти дрібнонасіної сочевиці, тоді як крупнонасінні сорти можуть лише посилено гілкуватись та формувати меншу висоту [Пылов, Шевцова, 1981; Леонтьев, 1966].

Температура. Температура повітря має значний вплив на ефективність вирощування сочевиці, адже високі температури навесні є основними обмеженнями для виробництва сочевиці у Західній Азії, Північній Африці та Австралії.

Сочевиця – холодостійка культура, а тому в умовах України її відносять до групи рослин раннього строку сівби [Клыша, Кулинич, 2012; Петкевич, Мельніченко, 2016]. У зв'язку з чим в регіонах з теплим кліматом практикують зимові посіви сочевиці. Так, в США та Туреччині (Центральна Анатолія) суттєве підвищення врожаю було досягнуто за сівби сочевиці взимку, а не навесні [Saker et al., 1988; Erskine et al., 1981; Kusmenoglu and Aydin, 1995; Erskine et al., 1996; Muehlbauer and McPhee, 2002].

Насіння сочевиці починає проростати за температури 3–5 °С в ґрунті на глибині 10 см. Для кращого росту й розвитку в період вегетації культура потребує оптимальних температур – 17–20 °С. Налив зерна відбувається за 20–25 °С. Саме в період наливу зерна сочевиця є найбільш чутливою до середніх добових

температур. За температури менше 19 °C період досягання сочевиці збільшується, за температури 14–16 °C – затримується, а за 14 °C і нижче взагалі припиняється [Лихочвор, Петриченко, Іващук, 2008; Леонтьев, 1966; Зінченко, Салатенко, Білоножко, 2001].

Дружні сходи сочевиці отримують за сівби насіння в прогрітий ґрунт (температура на глибині 10 см 7–10 °C). За температури 12–15 °C сходи з'являються на 6–7 добу, за 9–11 °C – на 8–9, за 7–8 °C – на 10–12, за 5–6 °C – на 13–15 добу. Більш чутливою до температури є крупнонасінна сочевиця. Деякі сорти культури можуть витримувати приморозки до -6...-7 °C. Також існують зимуючі сорти, які здатні витримувати морози до -20 °C [Черенков та ін., 2013; Пылов, Шевцова, 1981; Леонтьев, 1966].

Загальна потреба найбільш розповсюджених сортів сочевиці в теплі за вегетацію становить 1450–1600°C суми ефективних температур (середньодобова температура повітря вище 10 °C). Потреба в теплі зростає в період наливу та дозрівання зерна [Сорокин, 2005].

Високі температури повітря під час цвітіння та наливання стручків суттєво обмежують урожайність посівів сочевиці у багатьох регіонах світу [Erskine, 1985]. Крім того, дослідження, проведені в контрольованих умовах, виявили, що високі температури після цвітіння обмежували вегетативний ріст, прискорювали дозрівання та знижували врожайність насіння [Summerfield et al., 1989].

Посуха. Нестача вологи є головним лімітуючим фактором вирощування сочевиці в усьому світі, адже може не тільки значно обмежити рівень урожайності а й призвести до безповоротних економічних втрат [McWilliam, 1986].

Сочевиця в цілому невимоглива до вологи, посухостійка культура, здатна рости в засушливих умовах Степу України [Петкевич, Мельніченко, 2016; Сорокин, 2005; Квітко, Сауляк, 2015; Сауляк, 2014]. Серед зернобобових культур за посухостійкістю сочевиця поступається лише чині й нуту та адаптована до посухи краще за горох, квасолю, кормові боби [Лихочвор, Петриченко, Іващук, 2008; Леонтьев, 1966].

Однак сочевиця потребує великої кількості вологи на ранніх етапах росту та розвитку [Гіль, Пашковський, Суліма, 2008; Резніченко, Іліяш, 2015; Петкевич, Мельніченко, 2016]. Насіння сочевиці при проростанні набухає повільно і потребує вологи у 2–3 рази більше, ніж зернові (біля 93,3 % від маси зерна). А от уже на більш пізніх етапах вегетації, коли в рослини формується потужна коренева система, великих запасів вологи їй не потрібно [Леонтьев, 1966; Зінченко, Салатенко, Білоножко, 2001].

Аналіз особливостей росту та розвитку диких форм сочевиці, зокрема *L. culinaris ssp. orientalis*, яка часто зустрічається в місцях з низькою кількістю опадів [Erskine and Saxena, 1993; Erskine et al., 1994a], показав, що рослини формують значно менший урожай біомаси та насіння, ніж культивована сочевиця в аналогічних засушливих умовах [Hamdi and Erskine 1996].

Серед культурних форм сочевиці за особливостями водоспоживання та вимогами до рівня зволоження можна виділити чотири основні регіональні групи:

лівантійська (Єгипет, Йорданія, Ліван та Сирія), північна (Греція, Іран, Туреччина, країни колишнього СРСР, Чилі), індійська та ефіопська група [Erskine et al., 1994b].

У період вегетації сочевиці достатньо 150–200 мм опадів [Васенина, 1974; Несмеянов, 1992; Посыпанов, Майорова, 1987; Muehlbauer, 1996a; Посыпанов и др., 1990; Несмеянов, 1992; Васенина, 1974]. А от закордонні дослідники зазначають, що для успішного вирощування сочевиці повинно бути щонайменше 250 мм опадів [Muehlbauer et al., 1985; Saxena, 1983; Silim et al., 1993; Erskine et al., 1994a; Hamdi and Erskine, 1996].

З фізіологічної точки зору рослини мають цілий ряд пристосувань, здатних полегшити або ж мінімізувати вплив посухи, спричиненої нестачею опадів або ж впливом високих температур чи їх комбінацією [Turner et al., 2001; Erskine and Saxena, 1993; Erskine et al., 1994a].

Відомо, що до цвітіння для нормального росту й укорінення рослин необхідна достатня кількість вологи в ґрунті, тоді в період «цвітіння–дозрівання» сочевиця переносить посуху більш-менш легко і дає гарний урожай насіння високої якості. Причому більш чутливими до посухи є сорти крупнонасінної сочевиці [Леонтьев, 1966].

Під дією суховіїв спостерігається підсихання квітконіжок, що спричиняє опадання бутонів і квіток. Сочевиця активно реагує на випадання опадів після посухи, і у такі роки можливе повторне цвітіння. При короткочасній посусі сочевиця здатна уповільнювати або зупиняти свій ріст, а після випадання опадів відновлювати його [Леонтьев, 1966].

Встановлено, що в сухий рік в Сирії найбільш високопродуктивні генотипи сочевиці сформували велику кількість біомаси, рано зацвіли та швидко подолали фазу формування бобів і наливу насіння [Silim et al., 1993]. Раннє цвітіння рослин є важливим елементом пристосування для уникнення посухи, але це може обмежити потенціал продуктивності, так як за короткий час формується менша довжина кореневої системи [Materne et al., 2002].

Як варіант уникнення нестачі опадів та настання посушливих календарних періодів є впровадження пізніх посівів. Так, цей метод не був успішним в Сирії, оскільки він змінив вегетативний та фенологічний розвиток рослин за рахунок зміни температури та фотоперіоду [Erskine and Saxena, 1993; Erskine et al., 1994a]. Однак в Австралії пізня сівба покращила відносну продуктивність генотипів пізнього цвітіння, які погано ростуть в посушливі роки [Materne, 2003].

Також відмічено що ранні строки сівби в умовах Італії, Сирії, Єгипту, Лівії та Західної Австралії, Ефіопії, субтропічних регіонів Індії та Народної республіки Бангладеш, а також Північної Америки та Південної Америки є кращими за рівнем формування врожаю [Muehlbauer et al., 1995; Materne, 2003].

За даними, отриманими в умовах Лісостепу України, в ранні строки сівби (температура ґрунту на глибині 10 см – 5–6 °C) сочевиця формувала урожай на рівні 2,21–2,37 т/га. А от в разі настання значної весняної посухи сівба сочевиці в більш пізні строки (температура ґрунту на глибині 10 см – 10–12 °C) за обробки

посівів у фазі бутонізації мікродобривами та регуляторами росту: Квантум-Бобові + Регоплант чи Реаком-СР-Бобові + Стимпо виявилась ефективною і дозволила забезпечити формування 2,0-2,02 т/га врожаю [Присяжнюк, Топчій, 2017].

Порівняно з зерновими, сочевиця, горох та нут на перезволожених та заболочених ґрунтах навіть на початкових етапах розвитку мають сильно пригнічений вегетативний ріст, особливо кореневої системи [McWilliam, 1986].

Надмірна кількість опадів, особливо в період наливу зерна, призводить до сильного росту вегетативної маси (стеблуння), вилягання рослин, активного розвитку хвороб і зниження насінневої продуктивності внаслідок розтріскування бобів під час досягання і висипання насіння [Посыпанов и др., 1990; Muehlbauer, Short, Summerfield et al., 1981; Muehlbauer, 1996б; Посыпанов, 1990]. Надмірна волога також може призвести до подовження вегетаційного періоду, ураження рослин іржею [Лихочвор, Петриченко, Іващук, 2008; Леонтьев, 1966; Полякова, 2013; Каленська та ін., 2005].

Склад та кислотність ґрунту. Сочевиця добре росте на суглинистих, супіщаних карбонатних, каштанових і легких підзолистих ґрунтах. Ця культура краще за інші зернобобові росте на легких ґрунтах. Непридатними для сочевиці є ґрунти з близьким заляганням ґрунтових вод, кислі та засолені, не бажано сіяти її на важких глинистих ґрунтах [Кияк, 1970; Каленська та ін., 2005; Паламарчук та ін, 2013].

Засолені ґрунти трапляються, головним чином, у посушливих та напівсухих регіонах, де випаровування значно перевищує кількість опадів, наприклад, у Західній та Середній Азії та в Австралії, а також у прибережних районах через потрапляння морської води. Надмірне використання зрошення також призводить до засолення продуктивних земель [Saxena et al., 1993].

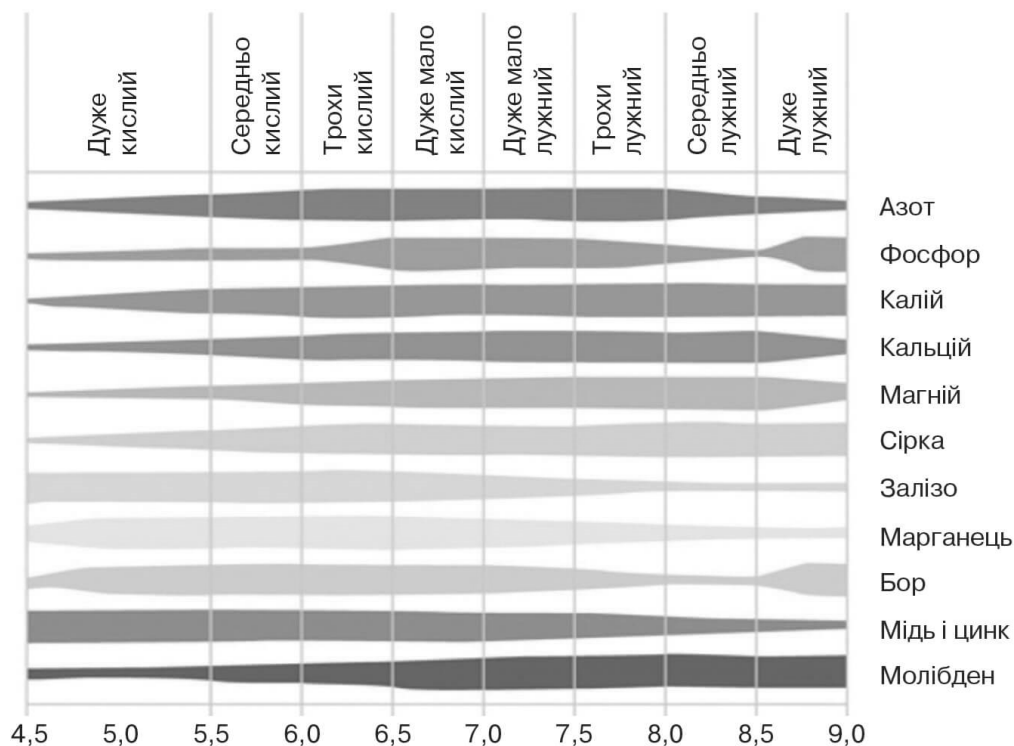
Зернобобові культури є відносно чутливими до вирощування на засоленних ґрунтах, а сочевиця порівняно більш чутлива, ніж горох та боби [Saxena et al., 1993]. Хоча в глобальному масштабі засолення ґрунтів зазвичай не вважається проблемою для виробництва сочевиці [Erskine et al., 1994a].

Зростання ж солонцюватості ґрунту зменшує висоту рослини, площу листя, суху масу листя, загальну біомасу та урожай насіння [Singh et al, 1993]. Так, поріг толерантності до солонцюватості ґрунту в сочевиці становить 14,0 % (ESP), тоді як у пшениці 40,2 % [Gupta and Sharma, 1990].

Сочевиця традиційно вирощується на ґрунтах з нейтральною та наближеною до лужної реакцією. Хоча сочевиця адаптується до лужних ґрунтів, цей показник може суттєво позначитись на її рості та розвитку [Nuttall et al., 2001; Nuttall et al., 2003а, Yau, 1999; Yau and Erskine, 2000; Saxena et al., 1993].

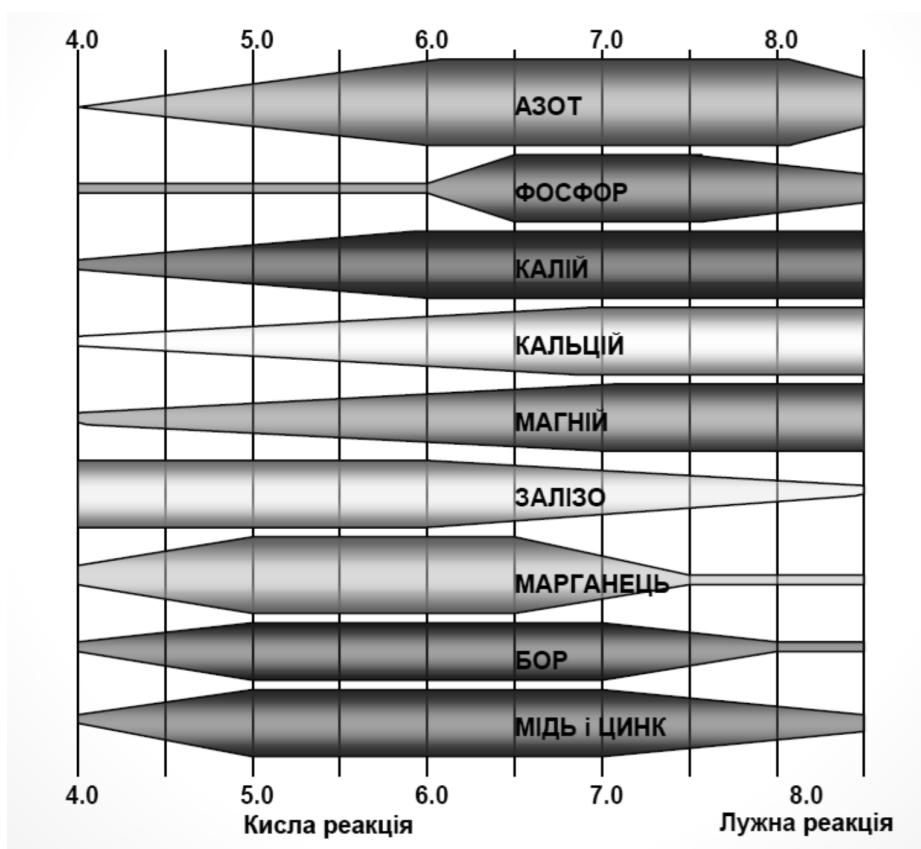
В Індії основні площі, зайняті під вирощуванням сочевиці, розташовані в регіонах з кислотністю ґрунтів рН 7,5–9,0, хоча вона також успішно вирощується і на слабокислих ґрунтах (рН 5,5–6,5) передгірських масивів Анд [Knights, 1987]. В Австралії сочевиця найкраще пристосована до сірих глинистих та червоно-бурих ґрунтів з рН вище 6,0 [Materne et al., 2006].

Особливості засвоєння елементів живлення. Доступність елементів живлення залежно від рівня кислотності ґрунту може змінюватися досить значно, що потрібно враховувати під час планування системи удобрення будь-яких сільськогосподарських культур, в тому числі й сочевиці (рис. 5.1).



**Рис. 5.1. Доступність елементів живлення
залежно від рівня рН ґрунту (Білера, 2017)**

Окрім доступності також різко змінюється і засвоюваність елементів живлення залежно від реакції ґрунтової витяжки (рис. 5.2).



**Рис. 5.2. Засвоюваність елементів живлення
залежно від реакції ґрунтової витяжки**

На ґрунтах солонцюватого типу, для яких характерний надлишок умісту натрію у вбирному комплексі та лужна реакція ґрунтового розчину, з метою поліпшення несприятливих умов для росту й розвитку рослин потрібно проводити гіпсування. Гіпс, фосфогіпс вносять перед основним обробітком ґрунту згідно з ґрунтовою діагностикою.

Вплив надмірної концентрації елементів живлення.

Сочевицю не можна висівати на ґрунтах з надмірною кількістю азоту. Рослини на таких ґрунтах будуть формувати велику зелену масу, а не зерно. Тому сочевицю краще сіяти на ґрунтах, де буде використовуватися післядія мінеральних добрив попередника. Для великого врожаю в ґрунті необхідно 30–60 кг/га фосфору та 100–120 кг/га калію [Лихочвор, Петриченко, Іващук, 2008; Леонтьев, 1966; Кулініч, 2004].

В посушливих умовах Західної Азії та Австралії високі концентрації бору (В) в ґрунтах пригнічують ріст та розвиток сочевиці [Yau, 1999; Yau and Erskine, 2000; Hobson et al., 2006]. Так, найвищі концентрації бору у цих регіонах були виявлені на глибинах від 40 до 100 см [Cartwright et al., 1984; Nuttall et al., 2003b, Hobson et al. 2004], хоча концентрації на менших глибинах (від 10 до 20 см) можуть також впливати на сочевицю завдяки її високій чутливості.

Створення більш толерантних сортів вважається найкращим способом мінімізації втрат врожаю [Rathjen et al., 1999]. Адже сучасні сорти австралійської сочевиці негативно реагують на підвищені концентрації в ґрунті бору, особливо це стосується регіону Маллі в Австралії, що відображається в обмеженні рівня їх урожайності [Hobson et al., 2006].

Водночас, за вирощування сочевиці в Непалі відмічено навпаки – дефіцит бору, що було визначено як обмеження виробництва сочевиці [Srivastava et al., 1999].

Література до розділу

- Cartwright B., B.A. Zarcinas & A.H. Mayfield (1984) Toxic concentrations of boron in a red-brown earth at Gladstone, South Australia. *Australian Journal of Soil Research* 22: 261–272
- Erskine, W. (1985) Perspectives in lentil breeding. In: *Faba Beans, Kabuli Chickpeas and Lentils in the 1980's*, pp 91–100 (Eds M. C. Saxena and S. Varma). Aleppo, Syria: ICARDA
- Erskine, W. (1996) Seed-size effects on lentil (*Lens culinaris*) yield potential and adaptation to temperature and rainfall in West Asia. *Journal of Agricultural Science, Cambridge* 126: 335–341
- Erskine, W. and Saxena, M. C. (1993) Problems and prospects of stress resistance breeding in lentil. In: *Breeding for stress tolerance in cool-season food legumes*. pp 51–62. (Eds K. B. Singh and M. C. Saxena) John Wiley and Sons
- Erskine, W., Hussain, A., Tahir, M., Bahksh, A., Ellis, R. H., Summerfield, R. J., and Roberts, E. H. (1994b) Field evaluation of a model of photothermal flowering responses in a world lentil collection. *Theoretical and Applied Genetics* 88: 423–428
- Erskine, W., Myveci, K., and Izgin, N. (1981) Screening a world lentil collection for cold tolerance. *LENS Newsletter* 13: 19–27
- Erskine, W., Tufail, M., Russell, A., Tyagi, M. C., Rahman, M. M. and Saxena, M. C. (1994a) Current and future strategies in breeding lentil for resistance to biotic and abiotic stresses. *Euphytica* 73: 127–135
- Gupta S. K. and Sharma S. K. (1990) Response of crops to high exchangeable sodium percentage. *Irrigation Science* 11: 173–179.
- Hamdi, A. and Erskine, W. (1996) Reaction of wild species of the genus *Lens* to drought. *Euphytica*. 1996. 91: 2, 173–179
- Hobson, K.B., Armstrong, R.D, Nicolas, M.E, Connor, D.J. and Materne, M.A. (2004) Boron tolerance of lentil – highlights of a research program. In: “New directions for a diverse planet”. *Proceedings of the 4th International Crop Science Congress* 26 Sep–1 Oct 2004, Brisbane, Australia.

- Knights, E. J. (1987) Lentil: A potential winter grain legume crop for temperate Australia. *Journal of the Australian Institute of Agricultural Science* 53: 271–280
- Kusmenoglu, I. and Aydin, N. (1995) The current status of lentil germplasm exploitation for adaptation to winter sowing in the Anatolian highlands. In *Autumn-sowing of lentil in the highlands of West Asia and North Africa*, pp 63–71 (Eds J. D. H. Keatinge and I. Kusmenoglu) Ankara: CRIFC
- Materne, M. A. (2003) Importance of phenology and other key factors in improving the adaptation of lentil (*Lens culinaris Medikus*) in Australia. Thesis presented for the degree of Doctor of Philosophy at The University of Western Australia, School of Plant Biology and Centre for Legumes in Mediterranean Agriculture (CLIMA), Faculty of Natural and Agricultural Sciences
- Materne, M., McMurray, L., Nitschke, S., Regan, K., Heuke, L., Dean, G. and Carpenter, D. (2002) The future of Australian lentil production. In: *Proceedings of Lentil Focus 2002*, 14–18 (Ed JB Brouwer) Horsham, Victoria, Australia
- Materne, M., Regan, K., McMurray, L., Nitschke, S., Dean, G., Heuke, L., and Matthews, P. (2006) Breeding for NaCl tolerance and improved adaptation in lentil. In: 'Breeding for success: Diversity in action' (Ed C.F. Mercer) *Proceedings of 13th Australasian Plant Breeding Conference*, Christchurch, New Zealand 18–21 April 2006. pp 1198–1203
- McWilliam, J. R. (1986) The national and international importance of drought and salinity effects on agricultural production. *Australian Journal of Plant Physiology* 13: 1–13
- Muehlbauer F. J. Advances in the production of cool season legumes. *Am. J. Alternative Agr.* 1996a. Vol. 11, Iss. 2–3. P. 71–76. <https://doi.org/10.1017/S0889189300006809>
- Muehlbauer F. J. Advances in the production of cool season legumes. *American Journal of Alternative Agriculture*. 1996b. № 54. P. 283–332.
- Muehlbauer F. J., Short R. W., Summerfield R. J. et al. Description and culture of lentils. Washington : Pullman, 1981. 96 p.
- Muehlbauer, F. J. and McPhee, K. E. (2002) Future of North American lentil production. In: *Proceedings of Lentil Focus 2002*, pp 8–13 (Ed JB Brouwer) Horsham, Victoria, Australia
- Muehlbauer, F. J., Cubero, J. I. and Summerfield, R. J. (1985) Lentil (*Lens culinaris Medic.*) In: *Grain Legume Crops*. pp 266–311. (Ed R. J. Summerfield and E. H. Roberts) Collins, London
- Muehlbauer, F. J., Kaiser, W. J., Clement, S. L. and Summerfield, R. J. (1995) Production and breeding of lentil. *Advances in Agronomy* 54: 283–332
- Nuttall J.G., R.D. Armstrong, D.J. Connor & V.J. Matassa (2003b) Interrelationships between edaphic factors potentially limiting cereal growth on alkaline soils in north-western Victoria. *Australian Journal of Soil Research* 41: 277–292.
- Nuttall, J. G., Armstrong, R. D., and Connor, D. J. (2001) Understanding subsoil water-use on southern Mallee soils: I. Spatial characteristics of subsoil constraints. In: *Proceedings of the 10th Australian Agronomy Conference* pp 51. Hobart. Tasmania (28 January–1 February 2001)
- Nuttall, J., Armstrong, R. and Connor, D. (2003a) The effects of salinity, sodicity and soluble boron on wheat yields in the Victorian southern Mallee. In: "Solutions for a better environment". *Proceedings of the 11th Australian Agronomy Conference*. 2–6 February 2003, Geelong, Victoria. Australian Society of Agronomy
- Rathjen A.J., J.D. Brand, C.-Y. Liu, J.G. Paull & D. Cooper (1999) Breeding for tolerance to soil toxicities. In 11th Australian Plant Breeders Conference, Adelaide, 19–23 April 1999, 1999. Eds P. Longridge, A. Barr, A. Auricht, G. Collins, A. Granger, D. Handford & J. Paull. pp 34–40. CRC for Molecular Plant Breeding.
- Sakar, D., Durutan, N. and Meyveci, K. (1988) Factors which limit the productivity of cool season food legumes in Turkey. In: *World Crops: Cool season food legumes*, pp 137–145 (Ed R. J. Summerfield). Kluwer Academic Publishers
- Saxena, M. C. (1983) Food legume improvement program at ICARDA – An overview. In: *Proceedings of the international workshop on Faba beans, Kabuli chickpeas and lentils in the 1980's*. pp 1–13. (Eds M. C. Saxena and S. Varma) ICARDA, 16–20 May 1983, Aleppo, Syria
- Saxena, N. P., Johansen, C., Saxena, M. C. and Silim, S. N. (1993) The challenge of developing biotic and abiotic stress resistance in cool-season food legumes. In: *Breeding for stress tolerance in cool-season food legumes*. pp 245–270. (Eds K. B. Singh and M. C. Saxena) John Wiley and Sons
- Silim, S.N., Saxena, M.C. and Erskine, W. (1993) Adaptation of lentil to the Mediterranean environment. I. Factors affecting yield under drought conditions. *Experimental Agriculture* 29: 9–19
- Srivastava, S. P., Joshi, M., Johansen, C. and Rego, T. J. (1999) Boron deficiency of lentil in Nepal. *LENS Newsletter* 26: 22–24
- Summerfield, R. J., Muehlbauer, F. J. and Short, R. W. (1989) Controlled environments as an adjunct to field research on lentils (*Lens culinaris*). V. Cultivar responses to above- and below-average temperatures during the reproductive period. *Experimental Agriculture* 25: 327–341
- Turner, N. C., Wright, G. C. and Siddique, K. H. M. (2001) Adaptation of grain legumes (Pulses) to water-limited environments. *Advances in Agronomy* 71: 193–231
- Yau, S. K. (1999) Boron toxicity in lentil: yield loss and variation between contrasting lines. *LENS Newsletter* 26: 14–17
- Yau, S. K. and Erskine, W. (2000) Diversity of boron-toxicity tolerance in lentil growth and yield. *Genetic Resources and Crop Evolution* 47: 55–61

- Білера Н. (2017) Що обрати – «коктейль» чи монокомпонентне мікродобриво? *Агроном*. №1. С.30-32.
- Васенина Г. Г. Агрометеорологическая характеристика чечевицы и чины в связи с их размещением: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук : спец. 11.00.09 «Метеорология, климатология, агрометеорология» / ВИР им. Вавилова. Ленинград, 1974. 23 с.
- Гіль Л. С. Пашковський А. І., Суліма Л. Т. Сучасні технології овочівництва закритого і відкритого ґрунту. Ч. 2: Відкритий ґрунт. Вінниця : Нова Книга, 2008. С. 138.
- Зінченко О. І., Салатенко В. Н., Білоножко М. А. Рослинництво / за ред. О. І. Зінченка. Київ : Аграрна освіта, 2001. С. 335–338.
- Каленська С. М., Шевчук О. Я., Дмитришак М. Я. та ін. Рослинництво / за ред. О. Я. Шевчука. Київ, 2005. С. 228–231.
- Квітко Г. П., Сауляк О. М. Формування урожаю насіння сочевиці харчової в умовах Лісостепу Правобережного. *Органічне виробництво і продовольча безпека* : зб. матеріалів доп. учасн. III Міжнар. наук.-практ. конф. Житомир, 2015. С. 564–568.
- Кияк Г. С. Зернобобові культури. Львів : Каменяр, 1970. С. 69–73.
- Клыша А. И., Кулинич А. А. В мире знают цену чечевице. В Украине пока прицениваются. *Зерно*. 2012. № 12. С. 72–76.
- Кулініч О. О. Сочевиця: розумна альтернатива. *Пропозиція*. 2004. № 10. С. 52–53.
- Леонтьев В. М. Чечевица. 2-е изд., перераб. Ленинград : Колос, 1966. 179 с.
- Лихочвор В. В., Петриченко В. Ф., Іващук П. В. Зерновиробництво [20 зернових культур]. Львів : Українські технології, 2008. 624 с.
- Несмеянов Я. С. Агрометеорологическая характеристика сельско-хозяйственных культур в связи с селекцией и обоснованием размещения посевов. Санкт-Петербург, 1992. 52 с.
- Паламарчук В. Д., Поліщук І. С., Каленська С. М., Єрмакова Л. М. Біологія та екологія сільськогосподарських рослин. Вінниця, 2013. С. 510–512.
- Петкевич З. З., Мельніченко Г. В. Нут, сочевиця – перспективні зернобобові культури для вирощування на Півдні України. *Зрошуване землеробство*. 2016. Вип. 65. С. 104–107.
- Полякова К. М. Досягнення та перспективи селекції сочевиці. *Вісник Харківського національного аграрного університету ім. В.В. Докучаєва*. Серія: Рослинництво, селекція і насінництво, плодовоовочівництво. 2013. № 9. С. 220–225. URL: http://nbuv.gov.ua/j-pdf/Vkhnau_roslyn_2013_9_34.pdf
- Посыпанов Г. С. Майорова М. М. Модель сорта небуреющей чечевицы. *Изв. Тимирязев. с.-х. акад.* 1987. Вып. 4. С. 9–19.
- Посыпанов Г. С., Долгодворова Л. И., Степанова Л. В. и др. Чечевица. *Частная селекция полевых культур* / под ред. Л. М. Нефедовой. Москва : Агропромиздат, 1990. С. 243–251.
- Присяжнюк О.І., Топчий О.В. Ефективність агротехнологічних прийомів вирощування сочевиці. Новітні агротехнології. 2017. № 5. URL <http://jna.bio.gov.ua/article/view/122230>
- Пылов А. П., Шевцова Л. П. Чечевица. Саратов: Приволжское книжное изд-во, 1981. 56 с.
- Резніченко В. П., Іліяш О. М. Сочевиця, як джерело високоякісного білку. *Проблеми конструювання, виробництва та експлуатації сільськогосподарської техніки* : матер. X Міжнар. наук.-практ. конф. (м. Кіровоград, 5–6 листопада 2015 р.). Кіровоград, 2015. С. 7–9.
- Сауляк О. М. Проходження фаз росту та розвитку сочевиці харчової в умовах Лісостепу Правобережного. *Земля України – потенціал продовольчої, енергетичної та екологічної безпеки держави* : матер. IV Міжнар. наук.-техн. конф. (м. Вінниця, 17–18 жовтня 2014 р.). Вінниця, 2014. Т. 2. С. 97–100.
- Сорокин С. И. Роль смешанных посевов в стабилизации производства чечевицы. *Зерновое хозяйство*. 2005. № 6. С. 26–27.
- Степанов В. Н. Минимальные температуры для прорастания семян и появления всходов. *Селекция и семеноводство*. 1948. № 1. С. 15–19.
- Сухова Г. І., Бухало В. Я. Прогнозування врожайності сочевиці. *Вісн. ХНАУ. Серія : Рослинництво, селекція і насінництво, плодовоовочівництво*. 2013. № 9. С. 270–275. URL: http://nbuv.gov.ua/j-pdf/Vkhnau_roslyn_2013_9_43.pdf
- Черенков А. В., Клиша А. И., Гирка А. Д. та ін. Сучасна технологія вирощування сочевиці. Дніпропетровськ : ТОВ «Роял принт», 2013. 48 с.

РОЗДІЛ 6

СЕЛЕКЦІЯ СОЧЕВИЦІ

Сочевиця звичайна (*Lens culinaris* ssp. *Culinaris*) - однорічна, трав'яниста, самозапильна рослина роду Сочевиця (*Lens*) родини Бобових (Fabaceae), містить диплоїдний набір хромосом ($2n = 14$) з розрахунковим розміром геному 4063 Mbp/C [Arumuganathan and Earle, 1991].

Сочевиця в загальносвітовому масштабі є лідером за обсягами виробництва, однак генетичний потенціал культури, що має величезне значення для країн Індійського субконтиненту, Західної Азії, Ефіопії, Північної Африки, Європи, Океанії та Північної Америки, залишається недостатньо використаним.

Сучасні комерційні сорти сочевиці набагато продуктивніші, стійкіші до несприятливих умов вирощування, хвороб та шкідників, ніж традиційно вирощувані місцеві сорти. Однак надзвичайно великий діапазон умов вирощування та відносно незначна кількість високопродуктивних широкоадаптованих сортів сочевиці, впроваджених у виробництві, не сприяє значному зростанню рівня врожайності цієї важливої культури.

Для задоволення харчових потреб людства необхідно консолідувати зусилля для підвищення генетичного потенціалу сочевиці. Окрім активізації селекційних програм зі створення адаптованих до зміни умов середовища генотипів існує потреба у розширенні генетичної бази сочевиці шляхом введення різних джерел генів, які доступні у віддалених таксонах диких форм сочевиці.

Найбільша колекція генотипів сочевиці з 46 країн ($> 10\,000$) та зародкової плазми ($> 43\,214$) зберігається в ICARDA (Міжнародний центр сільськогосподарських досліджень у сухих районах, www.icarda.org), Сирія [Sarker et al. 2002; Furman et al., 2009]. Значні колекції, що містять понад 2000 генотипів, також зберігаються в Індії, США та Росії, тоді як у кількох країнах, зокрема Болгарія, Китай та Іспанія, є значно менші колекції [Muehlbauer et al. 1995; Stoilova and Pereira 1999; De La Rosa et al. 2005].

На даний час значного поширення набуває застосування молекулярних технологій селекції, включаючи селекцію за допомогою генетичних маркерів, також відбір множинних ознак, регенерація рослин *in vitro*, генетична трансформація на основі агробактерій тощо.

Генофонд сочевиці

Дикі родичі можна класифікувати на первинний, вторинний та третинний генофонди, відповідно до їх спорідненості з *L. culinaris* ssp. *culinaris* та їх здатності до схрещування.

До первинного генофонду належать такі види: *Lens culinaris* ssp. *culinaris*, *L. culinaris* ssp. *orientalis*, *L. odemensis*, до вторинного: *L. ervoides*, *L. nigricans*. А от до третинного генофонду сочевиці можна віднести такі види: *L. lamottei*, *L. tomentosus* [Ladizinsky, 1999; Muehlbauer and McPhee, 2005].

Рід *Lens* ($2n = 14$) філогенетично належить до триби Vicieae, підродина метеликових Faboideae з сімейства бобових Fabaceae. Рід сочевиці складається з семи близькоспоріднених таксонів, а саме: *L. culinaris*, *L. orientalis*, *L. tomentosus*, *L. odemensis*, *L. lamottei*, *L. ervoides* та *L. nigricans* [Schaefer et al., 2012].

Однак більшість таксономічних досліджень, заснованих на морфології, цитогенетиці, дослідженнях гібридизації та/або молекулярних маркерів, часто не узгоджуються щодо класифікації на рівні видів і підвидів. Згідно даних найновішої класифікації можна виділити сім таксонів, згрупованих у чотири види, а саме: *L. culinaris* ssp. *culinaris*, *L. culinaris* ssp. *orientalis*, *L. culinaris* ssp. *tomentosus*, *L. culinaris* ssp. *odemensis*, *L. ervoides*, *L. lamottei* та *L. nigricans* [Kole et al., 2011].

Незважаючи на таксономічні неузгодженості, усі дослідники загалом погоджуються, що *L. culinaris* ssp. *orientalis* – найбільш споріднений з *L. culinaris* ssp. *culinaris*, тоді як *L. nigricans* – найвіддаленіший родич [Kole et al., 2011].

Господарськоцінні гени здебільшого знаходяться у видів первинного генофонду та легко використовуються для створення нових сортів сочевиці. Проте гени стійкості до несприятливих факторів навколишнього середовища, хвороб значно частіше зустрічаються у видів вторинного та третинного генофондів [Collard et al., 2001; Tullu et al., 2006].

Відповідно, для створення високопродуктивного сорту, стійкого до факторів навколишнього середовища, потрібно докласти більше зусиль із застосуванням методів класичної селекції, аніж у випадку впровадження нових методів використання цих генофондів в селекційній практиці [Fratini and Ruiz, 2006].

Так, застосування методів генотипування зародкової плазми сочевиці з використанням двоферментного підходу GBS для уточнення сумнівів у класифікації генофонду на сочевиці дозволило класифікувати чотири генофонди, а саме: 1 – *L. culinaris*; 2 – *L. orientalis*, *L. tomentosus*; 3 – *L. lamottei*, *L. odemensis*, 4 – *L. ervoides* та *L. nigricans*, які утворюють відповідно первинний, вторинний, третинний та четвертинний генофонди [Wong et al., 2015].

Характеристика та оцінка зародкової плазми

Зародкова плазма сочевиці має значну генетичну мінливість як морфологічних, так і фенологічних ознак [Zaccardelli et al., 2012; Cristóbal et al., 2014].

Так, коротка характеристика зародкової плазми сочевиці за головними ознаками якості представлена в таблиці 6.1.

Таблиця 6.1 – Характеристика зародкової плазми сочевиці

Ознака	Важливість	Посилання
Колір зеленого насіння	Вища ринкова цінність	Davey (2007)
Вміст триптофану	Синтез нікотинової кислоти та мелатоніну	Solanki et al. (1999)
Вміст білку	Структурна, функціональна та зберігаюча ролі	Hamdi et al. (1996)
Вміст крохмалю	Функціональні та фізико-хімічні властивості	Tahir et al. (2011)
Залізо Fe	Потрібне для належного росту та розвитку	Sarker (2014)
Цинк Zn	Знижує засвоєння жирів	Sarker (2014)
Ганін	Змінює колір сочевиці на коричневий / темно-коричневий при приготуванні	Matus et al. (1993)
Олігосахариди сімейства рафінози (RFO)	Деградація RFO викликає діарею, дискомфорт та метеоризм	Tahir (2011)

Підсумкова оцінка диких видів за важливими ознаками, включаючи реакцію на основні біотичні та абіотичні чинники, представлена в таблиці 6.2.

Таблиця 6.2 – Характеристика диких видів як джерел корисних ознак

Ознака	Дикі види	Посилання
Стійкість до борошнистої роси	<i>L. culinaris</i> ssp. <i>orientalis</i> , <i>L. culinaris</i> ssp. <i>odemensis</i> , <i>L. ervoides</i> , <i>L. nigricans</i> , <i>L. culinaris</i> ssp. <i>tomentosus</i>	Singh et al. (2014a, b), Gautam et al. (2013)
Стійкість до вовчка	<i>L. ervoides</i> , <i>L. culinaris</i> ssp. <i>odemensis</i> , <i>L. culinaris</i> ssp. <i>orientalis</i>	Fernandez- Aparicio et al. (2009)
Стійкість до іржі	<i>L. culinaris</i> ssp. <i>orientalis</i> , <i>L. culinaris</i> ssp. <i>odemensis</i> , <i>L. ervoides</i> , <i>L. nigricans</i> , <i>L. culinaris</i> ssp. <i>orientalis</i> , <i>L. lamottei</i>	Gautam et al. (2013)
Стійкість до щетинистого бульбочкового довгоноса	<i>L. culinaris</i> ssp. <i>odemensis</i> , <i>L. ervoides</i> , <i>L. nigricans</i> , <i>L. culinaris</i> ssp. <i>orientalis</i>	Bouhssini et al. (2008)
Судинний захист від в'янення	<i>L. culinaris</i> ssp. <i>orientalis</i> , <i>L. culinaris</i> ssp. <i>odemensis</i> , <i>L. ervoides</i> , <i>L. nigricans</i>	Gupta and Sharma (2006)
Резистентність до антракнозу	<i>L. ervoides</i> , <i>L. lamottei</i> , <i>L. nigricans</i>	Vail and Vandenberg (2011), Bhadauria et al. (2017)
Стійкість до зерноїда	<i>L. culinaris</i> ssp. <i>orientalis</i> , <i>L. nigricans</i> , <i>L. lamottei</i>	Laserna-Ruiz et al. (2012)
Стійкість до фузаріозного в'янення	<i>L. culinaris</i> ssp. <i>orientalis</i> , <i>L. ervoides</i>	Mohammadi et al. (2011)
Стійкість до <i>Callosobruchus chinensis</i>	<i>L. ervoides</i>	Gore et al. (2015)
Стійкість до аскохітозу	<i>L. ervoides</i> , <i>L. culinaris</i> ssp. <i>orientalis</i> , <i>L. culinaris</i> ssp. <i>odemensis</i> , <i>L. lamottei</i> , <i>L. nigricans</i>	Gautam et al. (2013)
Стійкість до прикореневої немати	<i>L. culinaris</i> ssp. <i>odemensis</i> , <i>L. nigricans</i>	Gautam et al. (2013)
Чорна гниль зонтичних культур	<i>L. ervoides</i> , <i>L. culinaris</i> ssp. <i>orientalis</i> , <i>L. tomentosus</i> , <i>L. nigricans</i> , <i>L. culinaris</i> ssp. <i>odemensis</i> , <i>L. lamottei</i>	Podder et al. (2013), Bhadauria et al. (2017)
Резистентність до <i>Colletotrichum truncatum</i>	<i>L. culinaris</i> ssp. <i>culinaris</i> , <i>L. ervoides</i>	Shaikh et al. (2012), Bhadauria et al. (2017)
Холодостійкість	<i>L. culinaris</i> ssp. <i>orientalis</i>	Hamdi and Eriskine (1996)
Засухостійкість	<i>L. culinaris</i> ssp. <i>odemensis</i> , <i>L. ervoides</i> , <i>L. nigricans</i>	Gupta and Sharma (2006)
Стійкість до підвищених температур	<i>L. culinaris</i> ssp. <i>culinaris</i>	Kumar et al. (2016a, b)
Зимостійкість	<i>L. culinaris</i> ssp. <i>orientalis</i>	Hamdi et al. (1996)
Елементи структури врожаю	<i>L. culinaris</i> ssp. <i>orientalis</i> , <i>L. culinaris</i> ssp. <i>odemensis</i>	Singh et al. (2014a, b)
Врожайність насіння з рослини	<i>L. ervoides</i>	Gautam et al. (2013)
Мінерали та високий вміст білку	<i>L. culinaris</i> ssp. <i>orientalis</i> , <i>L. culinaris</i> ssp. <i>odemensis</i> , <i>L. ervoides</i> , <i>L. nigricans</i> , <i>L. culinaris</i> ssp. <i>tomentosus</i> , <i>L. ervoides</i>	Kumar et al. (2018)

Дикі види сочевиці є потенційним ресурсом різних генів, що контролюють бажані ознаки високого рівня продуктивності та стійкості до біотичних та абіотичних факторів. Однак, щоб використати весь потенціал, для забезпечення селекційного процесу слід користуватись не тільки сучасними методами культури тканин, а й генної інженерії з залученням молекулярних маркерів для ефективного філогенетичного аналізу.

Генетична інженерія в селекції сочевиці

Генетична інженерія є потужним інструментом, оскільки тепер можна маніпулювати ДНК за бажанням – створюючи гібриди з новими характеристиками. Однак сочевиця має дуже великий розмір геному, тому вивчення його за допомогою молекулярних маркерів ще не завершене. А відповідно є можливості віднаходження господарськокорисних генів в диких формах сочевиці [Gupta et al., 2012; Verma et al., 2015].

Аналіз плоїдності видів сочевиці виявив, що кількість хромосом є стабільним показником в усіх культивованих та диких видів ($2n = 2 \times = 14$). Проведені цитологічні дослідження показали, що каріотип сочевиці містить три типи хромосоми; перший тип - метацентричний або субметацентричний (центромер у центрі або біля нього). Другий тип є метацентричним із супутником, а третій тип хромосоми - акроцентричним (центромер знаходиться між субметацентричною та теломерною областями) [Ladizinsky, 1993].

Всебічне вивчення цитологічних та молекулярних особливостей видів роду сочевиць є дуже важливим для розуміння особливостей передачі генів або генних кластерів від одного виду до іншого та є корисним для створення гібридів з новими характеристиками [Welsh and McClelland, 1990].

Адже більшість сортів сочевиці навіть в світовому масштабі створено виключно методами внутрішньовидової гібридизації та відбору чистих ліній. А тому такі сорти мають вузьку генетичну базу [Kumar et al., 2004]. Відповідно підходи класичної селекції за використання обмеженої генетичної бази роблять сорти вразливими до різних біотичних та абіотичних стресів. Саме зважаючи на це, було запропоновано використовувати інтрогресію корисних генів від диких родичів для подолання проблеми обмеженої генетичної бази сочевиці [Erskine et al., 1998; Rahman et al., 2009].

Інтрогресія не тільки корисна для передачі корисних генів від споріднених диких видів, але й допомагає розширити генетичну базу, адже дикі види містять багато корисних генів, яких більше немає в культивованому генофонді [Tanksley and McCouch, 1997].

Генетична трансформація сочевиці базується насамперед на експлуатації двох генофондів культурних сочевиць: макросперми та мікросперми [Chahota et al., 1996; Chahota et al., 1997; Lal et al., 2000]. Адже однією з головних переваг таких гібридизацій є те, що ці два генофонди легко схрещуються [Muench et al., 1991; Ferguson, 2000; Duran et al., 2004].

Варіанти схрещувань з такими видами як *Lens odemensis* та *Ervoides Lens* мають хороші характеристики посухостійкості, тоді як за схрещування з *Lens culinaris* ssp. *orientalis* отримані гібриди толерантні до холоду та ранньостиглі [Hamdi and Erskine, 1996; Hamdi et al., 1996; Gupta and Sharma, 2006].

Проведення гібридизацій між *Lens culinaris* ssp. *culinaris* та дикими формами *Lens culinaris* ssp. *orientalis* та *Lens culinaris* ssp. *odemensis*, а також схрещування *Lens culinaris* ssp. *culinaris* і *Lens culinaris* ssp. *orientalis* забезпечило формування нормального насіння. Тоді при спробах схрещування між *Lens culinaris* ssp. *culinaris* x *Lens culinaris* ssp. *odemensis* спостерігався різний ступінь хромосомних аберації та фертильності пилку. Хоча популяції F2 та BC1 за результатами таких схрещувань були отримані, однак передача господарсько-цінних ознак та закріплення їх в генофонді *Lens culinaris* ssp. *culinaris* не могли відбутись належним чином [Gupta and Sharma, 2006].

Оцінка морфологічної мінливості 88 диких видів сочевиці за даними Pratap, A., Kumar, J., Kumar, S. наведена в таблиці 6.3.

Таблиця 6.3 – Морфологічна мінливість диких видів сочевиці
[Pratap et al., 2014]

Ознака	Середнє	Межі варіювання	Мінімум	Максимум
Висота рослин, см	24,15	11,33–33,33	<i>Lens culinaris</i> spp. <i>orientalis</i>	<i>Lens ervoides</i>
Довжина міжвузлів, см	2,37	0,5–4,3	<i>Lens culinaris</i> spp. <i>orientalis</i>	<i>Lens ervoides</i>
Кількість основних гілок, шт.	3,71	1–7	<i>Lens ervoides</i>	<i>Lens culinaris</i> spp. <i>tomentosus</i>
Довжина головної осі	1,37	0,5–5,0	<i>Lens culinaris</i> spp. <i>orientalis</i>	<i>Lens nigricans</i>
Групування бобів, шт.	1,35	1–3	<i>Lens culinaris</i> spp. <i>orientalis</i> <i>Lens ervoides</i> <i>Lens nigricans</i>	<i>Lens ervoides</i>
Довжина листя, см	0,74	0,2–1,5	<i>Lens culinaris</i> spp. <i>orientalis</i>	<i>Lens culinaris</i> spp. <i>orientalis</i> <i>Lens ervoides</i> <i>Lens nigricans</i>
Ширина листя, см	0,26	0,1–0,6	<i>Lens culinaris</i> spp. <i>orientalis</i> <i>Lens ervoides</i> <i>Lens nigricans</i> <i>Lens culinaris</i> spp. <i>tomentosus</i>	<i>Lens culinaris</i> spp. <i>orientalis</i>
Кількість насінин в бобі	1,66	1–3	<i>Lens ervoides</i>	<i>Lens nigricans</i>
Маса 100 насінин	0,74	0,32–1,34	<i>Lens ervoides</i>	<i>Lens culinaris</i> spp. <i>tomentosus</i>

Спочатку *Lens tomentosus* об'єднували з *Lens culinaris* spp. *orientalis* на основі морфологічної близькості, але згодом були встановлені відмінності, що дозволили виділити його в окремий вид [Van Oss et al., 1997]. Хоча морфологічно *Lens tomentosus* дуже близький до *Lens culinaris* spp. *culinaris*, гібриди між ними можна отримати тільки за допомогою ембріокультури. При чому, встановлено, що покоління F2-F7 дозволяють відібрати лінії з хорошою врожайністю насіння (1,51–1,78 т/га) та більш високим вмістом білка (27,4 %) [Suvorova, 2014].

Незважаючи на те, що в диких видів сочевиці міститься багато корисних генів, через наявність сильних інгібіторів схрещуваності введення цих генів в культурні форми сочевиці та створення на їх основі сортів іноді важкоздійсненне, а то й неможливе традиційними методами. А тому застосування інструментів генетичної інженерії в селекції сочевиці це єдино вірний спосіб створення високопродуктивних гібридів, стійких до впливу несприятливих факторів середовища та умов вирощування.

Цитогенетичний аналіз сочевиці

Молекулярні цитогенетичні підходи за використання FISH та GISH високоповторюваних послідовностей ДНК використовуються для ідентифікації структури, функції, організації та локалізації хромосом, генів та послідовностей ДНК. Зонди, що застосовуються у FISH, можуть бути специфічними для регіону, включаючи рибосомальну ДНК (rDNA). Використовуючи цей метод, можна не тільки точно ідентифікувати хромосоми, а й виявити їх зміни та порівняти геноми міжвидових або міжродових гібридів [Lombello and Pinto-Maglio, 2004].

GISH – використовується для ідентифікації чужорідних хромосом, а також хроматинових та хромосомних перестановок, утворених внаслідок мозаїчних хромосом [Ramzan et al., 2017]. За допомогою цього методу можна ідентифікувати геномні зв'язки всередині поліплоїдів, проаналізувати їх склад, виявити візуалізації та хромосомні дискримінації різних геномів в аллополіплоїдах [Singh, 2003].

Обидва методи використовуються в селекційних програмах створення нових сортів, молекулярній систематиці, а також у збереженні та використанні рослинних генетичних ресурсів [Hizume et al., 2002; Chaudhary et al., 2011].

Крім техніки FISH, для розуміння еволюційних взаємозв'язків сочевиці також використовують рестрикцію ДНК з обмеженням ендонуклеази та техніку сквош [Mayer and Soltis, 1994]. Останнім часом використовують також електрофоретичну систему, розроблену Ульріхом К. Леммлі, яка зазвичай використовується як метод розділення білків з молекулярними масами від 5 до 250 кДа (SDS-PAGE) [Pal et al., 2016].

Спрямованість селекції сочевиці

Передусім, перед тим, як організовувати селекційну роботу, слід визначити пріоритетні ознаки, які є найбільш важливими для умов регіону чи країни, в якій планується поширення нових сортів. Селекціонерам слід зосередитись на виявленні генотипів із високою адаптивністю до біотичних та абіотичних стресових факторів, таких, що формують вищу якість зерна, смакові властивості тощо.

В цілому ознаки, які можна використовувати для поліпшення сочевиці, класифіковані з врахуванням регіонально орієнтованих факторів (таблиця 6.4).

Таблиця 6.4 – Найбільш важливі селекційні ознаки залежно від регіональної спрямованості сортів сочевиці [Lentils: Potential Resources for Enhancing Genetic Gains, 2019]

Регіон	Ознака
Африка	Термо- та посухостійкість, стійкість до аскохітозу, стійкість до антракнозу, стійкість до іржі, поліпшення харчових показників, показники структури врожаю та урожайність
Східна Європа	Термо- та посухостійкість, холодостійкість, стійкість до аскохітозу, стійкість до фузаріозу, стійкість до антракнозу, поліпшення харчових показників, показники структури врожаю та урожайність
Північна Африка	Термостійкість і посуха, толерантність до холодів, солестійкість, стійкість до аскохітозу, стійкість до фузаріозного в'янення, стійкість до антракнозу, стійкість до сірої плісняви, стійкість до іржі, поліпшення харчових ознак, показники структури врожаю та урожайність
Північна Америка	Термо- і посухостійкість, холодостійкість, солестійкість, стійкість до аскохітозу, стійкість до антракнозу, стійкість до сірої плісняви, стійкість до іржі, поліпшення харчових показників, показники структури врожаю та характеристики урожаю
Океанія	Термостійкість і посуха, толерантність до бору, стійкість до аскохітозу, стійкість до сірої плісняви, поліпшення харчових показників, показники структури врожаю та урожайність
Росія	Термо- та посухостійкість, стійкість до аскохітозу, невибагливість до мінерального живлення, показники структури врожаю та урожайність
Південна Америка	Термо- та посухостійкість, холодостійкість, стійкість до аскохітозу, стійкість до фузаріозного в'янення, стійкість до сірої плісняви, стійкість до іржі, поліпшення харчових показників, показники структури врожаю та урожайність
Південна Азія	Термо- та посухостійкість, холодостійкість, солестійкість, стійкість до бору, стійкість до аскохітозу, стійкість до фузаріозного в'янення, стійкість до антракнозу, стійкість до сірої плісняви, стійкість до іржі, поліпшення харчових показників, показники структури врожаю та урожайність
Західна Азія	Термо- і посухостійкість, холодостійкість, солестійкість, толерантність до бору, стійкість до аскохітозу, стійкість до фузаріозного в'янення, поліпшення харчових показників, показники структури врожаю та урожайність
Західна Європа	Термо- та посухостійкість, стійкість до аскохітозу, стійкість до фузаріозу, стійкість до сірої плісняви, стійкість до іржі, підвищення харчових показників, показники структури врожаю та урожайність

Для сочевиці, так як і для будь-яких інших культур, селекціонерам необхідно поєднати декілька ознак в один сорт, щоб він був успішним і високо оцінювався не тільки виробничниками, а й споживачами. А тому селекціонеру для успішного створення сорту потрібно визначитись з необхідними селекційно цінними ознаками та одночасно поєднати їх в одному генотипі (таблиця 6.5).

Таблиця 6.5 – Інформація про взаємопов’язані ознаки сочевиці
[Lentils: Potential Resources for Enhancing Genetic Gains, 2019]

№	Ознака	Позитивний зв’язок	Негативний зв’язок	Посилання
1	2	3	4	5
1.	Врожайність насіння на рослині	Кількість стручків на рослині, кількість гілок на рослині та кількість зерен в бобі	Маса 100 насінин	Nandan and Pandya (1980)
	Маса 100 насінин	Кількість гілок на рослині	Кількість бобів на рослині та кількість насінин в бобі	
	Кількість насінин/біб	Кількість гілок на рослині та кількість бобів на рослині		
2.	Врожайність насіння на рослину	Днів до цвітіння, висота рослини, кількість гілок, біологічний урожай на рослині, індекс врожаю та маса 1000 насінин		Bakshs et al. (1993)
	Маса 1000 насінин	Днів до цвітіння, висота рослин, гілок на рослині, біологічний урожай до індексу рослин та збирального індексу		
	Біологічний урожай на рослині	Днів до цвітіння та гілок на рослині	Висота рослин	
3.	Врожайність насіння	Висота рослин, бобів на рослині, біомаса та врожайність соломи	Розтріскування та вірусні хвороби	Anjam et al. (2005)
	Врожайність соломи	Висота рослин, вірусні захворювання та біомаса	Розтріскування бобів	
	Біомаса	Висота рослин, бобів на рослині	Розтріскування та вірусні хвороби	
4.	Врожайність насіння	Кількість бобів на рослині, маса 100 насінин та індекс врожаю	Висота рослин та урожай біомаси	Salehi et al. (2008)
	Індекс врожаю		Висота рослини, кількість бобів на рослині, маса 100 насінин та врожай біомаси	
5.	Врожайність насіння	Днів до стиглості, висота рослини, висота кріплення нижнього бобу, біологічний урожай, кількість бобів та кількість насіння на рослині	Днів до цвітіння 50% рослин і кількість гілок на рослині	Tuba and Sakar (2008)
	Кількість насінин на рослині	Висота рослини, висота кріплення нижнього бобу, біологічний урожай, кількість бобів та кількість гілок на рослині	Днів до цвітіння 50% рослин та досягання	
	Кількість бобів на рослині	Днів до стиглості, висота рослини, висота кріплення нижнього бобу, біологічний урожай та кількість гілок на рослину	Днів до цвітіння 50% рослин	
	Висота кріплення нижнього бобу	Днів до стиглості, висота рослини та біологічний урожай на рослину	Днів до цвітіння 50% рослин	
	Висота рослин	Днів до стиглості та біологічний урожай на рослину	Днів до цвітіння 50% рослин	
6.	Врожайність насіння з площі	Бобів на рослині, насінин в бобі, біологічний урожай на площі та індекс врожаю	Днів до цвітіння 50% рослин, днів до дозрівання, висота рослини, плодоношення гілок на рослину та маса 100 насінин	Singh et al. (2009)
	Збиральний індекс	Бобів на рослині, насінин в бобі, біологічний урожай на площі	Днів до цвітіння 50% рослин, днів до дозрівання, висота рослини, плодоношення гілок на рослину та маса 100 насінин	

Продовження таблиці 6.5

1	2	3	4	5
6.	Біологічна врожайність з площі	Висота рослин, гілок з бобами, бобів на рослині, насінин в бобі	Днів до цвітіння 50% рослин, днів до досягання та маса 100 насінин	Singh et al. (2009)
	Маса 100 насінин	Днів до цвітіння 50% рослин та досягання, висота, плодоносних гілок та бобів на рослині	Кількість насінин в бобі	
	Насінин в бобі	Висота рослин, кількість бобів на рослині	Днів до цвітіння 50% рослин, днів до досягання, висота рослини, плодоносних гілок на рослину	
	Бобів на рослину	Днів до цвітіння 50% рослин, плодоносних гілок на рослині	Днів до цвітіння 50% рослин та досягання	
	Висота рослин	Днів до цвітіння 50% рослин та досягання		
7.	Урожайність насіння	Проростання, висота рослин, бобів на рослині, біологічний врожай, маса 100 насінин, збиральний індекс	Днів до цвітіння 50% та досягання, гілок на рослині, розміри бобу, насінин в бобі	Tyagi and Khan (2010)
	Збиральний індекс	Проростання, днів до цвітіння 50% рослин, висота рослин, гілок та бобів на рослині, розміри бобу, насінин в бобі, маса 100 насінин	Днів до стиглості, біологічний врожай	
	Маса 100 насінин	Проростання, днів до стиглості, висота рослин, гілок на рослині, розміри бобу	Днів до цвітіння 50% рослин, бобів на рослині, насінин в бобі, біологічний врожай	
	Насінин в бобі	Днів до стиглості, бобів на рослині, та розміри бобу	Проростання, днів до цвітіння 50% рослин, висота рослин, гілок на рослині	
	Бобів на рослину	Проростання, днів до стиглості та висота рослин	Днів до цвітіння 50% рослин та досягання	
	Гілок на рослині	Проростання, днів до 50% цвітіння та досягання	Висота рослин	
	Висота рослин	Проростання	Днів до цвітіння 50% рослин та досягання	
8.	Маса насіння	Крохмаль та цукри	Амілоза та білок	Tahir et al. (2011)
	Крохмаль	Амілоза та білок		
	Амілоза		Цукри	
9.	Відсоток зелених насінин	Урожай насіння та біомаси	Тривалість цвітіння та збиральний індекс	Aghili et al. (2012)
	Днів до цвітіння	Кількість вусиків, збиральний індекс, первинних гілок на рослині		
	Кількість вусиків	Розміри вусиків, стиглість, висота рослин, висота кріплення нижнього бобу, кількість виповнених бобів на рослині, насінин в 100 бобах, кількість первинних та вторинних гілок на рослині, біомаса, маса 100 насінин		
	Розміри вусиків	Урожай насіння, стиглість, висота рослин, висота кріплення нижнього бобу, кількість виповнених бобів на рослині, насінин в 100 бобах, кількість первинних та вторинних гілок на рослині, біомаса, маса 100 насінин		
	Урожай насіння	Висота рослин, кількість виповнених бобів на рослині, насінин в 100 бобах, біомаса, маса 100 насінин		
	Стиглість	Висота рослин, висота кріплення нижнього бобу, кількість виповнених бобів на рослині, насінин в 100 бобах, кількість первинних та вторинних гілок на рослині, біомаса, маса 100 насінин		
	Висота рослин	Висота кріплення нижнього бобу, кількість виповнених бобів на рослині, насінин в 100 бобах, кількість первинних та вторинних гілок на рослині, біомаса, маса 100 насінин		

Продовження таблиці 6.5

1	2	3	4	5
9.	Висота прикріплення нижнього бобу	Висота рослин, висота кріплення нижнього бобу, кількість виповнених бобів на рослині, насінин в 100 бобах, кількість первинних та вторинних гілок на рослині, біомаса, маса 100 насінин		Aghili et al. (2012)
	Кількість виповнених бобів на рослині	Кількість насінин в 100 бобах, кількість первинних та вторинних гілок на рослині, біомаса та маса 100 насінин		
	Кількість насінин на 100 бобів	Кількість первинних та вторинних гілок на рослині, біомаса та маса 100 насінин		
	Кількість первинних гілок на рослині	Вторинні гілки, біомаса та маса 100 насінин		
	Вторинні гілки	Біомаса та маса 100 насінин		
10.	Маса насіння з рослини	Кількість гілок, бобів та насінин на рослині, насінини в бобі, маса 100 насінин	Тривалість цвітіння та дозрівання	Ashrie et al. (2012)
	Маса 100 насінин	Кількість бобів на рослині	Тривалість цвітіння та дозрівання	
	Кількість насінин з рослини	Кількість бобів та гілок на рослині	Тривалість цвітіння	
	Кількість бобів на рослині	Кількість гілок на рослині	Тривалість цвітіння	
11.	Маса насіння з рослини	Висота розміщення першого бобу, кількість гілок, бобів на рослині, маса 1000 насінин та кількість насінин в бобі	Висота рослин	Karadavut and Kavurmaci (2013)
	Висота рослин	Висота розміщення першого бобу та кількість бобів на рослині	Кількість гілок на рослині, маса 1000 насінин та їх кількість в бобі	
	Висота розміщення першого бобу	Кількість гілок та бобів на рослині	Маса 1000 насінин та їх кількість в бобі	
	Кількість гілок на рослині	Кількість бобів на рослині, маса 1000 насінин та кількість насінин в бобі		
	Кількість бобів на рослині		Маса 1000 насінин та їх кількість в бобі	
12.	Кількість вторинних гілок	Кількість бобів на рослині		Taiery and Mirshekari (2014)
	Кількість бобів на рослині	Врожай насіння		
	Маса 100 насінин	Врожай насіння		
13.	Врожай насіння з рослини	Днів до стиглості, висота, кількість первинних, вторинних гілок, загальна кількість бобів та виповнених бобів, кількість насінин на рослину та насінин в бобі		Pandey et al., 2015
	Маса 100 насінин		Тривалість досягання, висота рослини, кількість вторинних гілок на рослині, загальна кількість бобів на рослині, кількість виповнених бобів на рослині, кількість насінин на рослині та кількість насінин в бобі	
	Кількість насінин в бобі	Днів до стиглості, висота, загальна кількість бобів та виповнених бобів і кількість насінин на рослину		
	Кількість насінин на рослині	Днів до стиглості, висота, кількість первинних, вторинних гілок, загальна кількість бобів та виповнених бобів на рослину		

Продовження таблиці 6.5

1	2	3	4	5
13.	Виповнених бобів на рослині	Днів до стиглості, висота, кількість первинних, вторинних гілок та бобів на рослину		Pandey et al., 2015
	Загальна кількість бобів на рослині	Днів до стиглості, висота, кількість первинних, вторинних гілок на рослину		
	Кількість вторинних гілок на рослині	Кількість первинних гілок на рослину		
	Кількість первинних гілок на рослині	Висота рослин	Тривалість досягання	
14.	Довжина бобу	Кількість первинних гілок, бобів на рослину, днів до 50% цвітіння та дозрівання, врожайність з рослини, маса 100 насінин		Kumar et al., 2016
	Маса насіння з рослини	Висота рослин, кількість первинних гілок та бобів на рослині, днів до 50% цвітіння та досягання		
	Днів до стиглості	Висота рослин, кількість первинних гілок та бобів на рослині, днів до 50% цвітіння	Насінин/бобів	
	Днів до 50% цвітіння рослин	Кількість первинних гілок та бобів на рослині		
	Кількість насінин в бобі		Висота рослин	
	Кількість бобів на рослині	Кількість первинних гілок на рослині		

Для отримання достатньої кількості селекційно цінних ознак сочевиці селекціонери повинні підтримувати достатньо великий колекційний розсадник, щоб забезпечити хорошу варіабельність ознак. Також до проведення вибірок слід ставитись з обережністю, так як занадто суровий відбір не тільки суттєво знижує генетичне різноманіття вихідних форм сочевиці, а й може призвести до появи великої кількості несумісних ознак.

Головними труднощами в селекції на поліпшення декількох ознак є негативна кореляція між бажаними ознаками. Для отримання бажаних генотипів важливо подолати негативну кореляцію між ознаками. При цьому для полегшення праці селекціонера можна вводити індекс – показник ефективності одночасного поліпшення ознак. По суті замість градацій багатьох ознак впроваджується єдина нова ознака, яка є їх похідною. Вибір індексу теоретично є найбільш ефективним методом поліпшення корисних показників врожаю, враховуючи концепцію сукупної генетичної цінності досліджуваних ознак [Bernardo, 2001].

Ідентифікація та локалізація генів, що контролюють кількісні ознаки, може значно полегшити їх добір у селекційних програмах створення нових сортів сочевиці. Сьогодні маркери генів можуть використовуватися як мітки для пошуку кількісних локусів ознак (QTL). Техніка ідентифікації QTL за генними маркерами стала більш ефективною із наявністю молекулярних маркерів, що відповідають конкретним ознакам.

Молекулярні маркери, пов'язані з селекційно цінними ознаками сочевиці, наведені в таблиці 6.6.

Таблиця 6.6 – Молекулярні маркери, пов’язані з селекційно цінними ознаками сочевиці [Lentils: Potential Resources for Enhancing Genetic Gains, 2019]

Ознака	QTL/ген	Асоційований маркер	Посилання
1	2	3	4
Тривалість цвітіння	QTL (4)	–	Tahir and Muehlbauer (1994)
Висота рослин	QTL (PH) (4)	–	Muehlbauer et al. (1995)
Стійкість до фузаріозу	<i>Fw</i>	OPK15	Eujayl et al. (1998b)
Морозостійкість	<i>Frt</i>	OPS-16	Eujayl et al. (1999)
Стійкість до аскохітозу	<i>AbR1</i>	RV01, RB18, SCARW19	Ford et al. (1999)
	<i>ral2</i>	UBC227, OPD-10	Chowdhury et al. (2001)
	QTL1, QTL2, QTL3	C-TTA/M-AC, M20	Rubeena et al. (2003)
Стійкість до антракнозу	<i>Lct2</i>	OPE06, UBC704	Tullu et al. (2003)
Колір сім’ядоль	<i>Yc</i>	–	Durán et al. (2004)
Зимостійкість	–	UBC808-12	Kahraman et al. (2004)
Стійкість до фузаріозного в’янення	<i>Fw</i>	SSR59-2B, p17m30710	Hamwieh et al. (2005)
Стійкість до аскохітозу	–	ctcaccB, <i>LCt2</i>	Tullu et al. (2006)
Кількість гілок на 1-му вузлі	BN	I890_2, M5D185; M7D235; I808_2, M6D134; M5D162, M7F231; OPC6_4, M6B121	Fratini et al. (2007)
Висота 1-го вузла	HN	M6F80, OPG10_3; M6D134, A15_2.1	
Загальна кількість гілок	TB	I855_4, M6D179; M5D175, M6F62	
Висота рослин	PH	M8B234, OPA10_2; MGD131, OPH2_1; ms21, MS56;	
Час цвітіння	FT	I64_4.3, OPG10_4; M5D175, M6F62	
Розтріскування	DH	OPG3_1, WS_2.1; M7F63, OPH2_1	
Маса насінини	SW	I864_5, I835_1; M7B264, OPP13_2; OPP16_1, M8B268	
Діаметр насінини	SD	OPW1_2, OPW16_3; I855_4, OPW19_3; M5D162, M7F231	
Висота рослин	QTL (PH)	SSR113, cacaggF	Tullu et al. (2008)
Ранньостиглість	QTL	SSR302, UBC 213b	
Площа листя	Leaf area	–	Kahraman et al. (2010)
Зимостійкість	WH-3	–	
Стійкість до іржі	–	F7XEM4a	Saha et al. (2010a)
Стійкість до <i>Stemphylium vesicaria</i>	QLG480–81	ME5XR10, ME4XR16c, and UBC34	Saha et al. (2010b)
Плямистість	spotting	MCTAEACT_2, MCATEAAG_7;	Tanyolac et al. (2010)
Колір сім’ядоль	cotcolor	Q10a, B10a	
Стійкість до аскохітозу	QTL1	DK 225-UBC825c	Gupta et al. (2012)
	QTL2	AC097a-V20a	
	QTL3	UBC890-ARG10	
	QTL4	ILMs25-UBC857b	
	QTL5	UBC855a-UBC830b	
	QTL6	UBC807a-Lup91	
Колір сім’ядолей	<i>Yc</i>	LcC13114p356	Fedoruk et al. (2013)
Діаметр насіння	–	LcC02348p98, LcC04409p171, LcC05284p449, LcC05332p332, LcC05579p160	
Тривалість цвітіння	–	LcC06044p758, LcC09496p566, LcC23363p108	
Раннє зацвітання	QLG (3)	UBC34, UBC1, GLLC556, ME5XR7b, F8XEM58b	Saha et al. (2013)
	QLG (1)	SSR204b	
Діаметр насінини	QLG (3)	UBC34, UBC1	
Маса 100 насінин	QLG (5)	UBC34, UBC1, UBC38b, UBC24a	
Стійкість до бору	q_boron IM	SNP_20000246, SNP_20002998	Kaur et al. (2013)
Стійкість до іржі	–	GLLC 527	Dikshit et al. (2016)

1	2	3	4
Розміри насіння	qSS	LcSSR426-LcSSR487	Verma et al. (2015)
Маса насіння	qSW	LcSSR426-LcSSR280	
Толерантність до селену	SeQTL2.1	SNPT1002, SNPT2035	Ates et al. (2016)
	SeQTL5.2	SNPT2159, SNPT2359	
	SeQTL5.3	SNPT2312, SNPT1988	
	SeQTL5.1	SNPT756, SNPT1054, SNPT2242	
Посухостійкість	sdt	PLC 105, PBA LC 1480	Singh et al. (2016)
Стійкість до аскохітозу	AB IH1	PBA LC 0629-SNP 20005010	Sudheesh et al. (2016)
	AB IH1.2	SNP 20002370-SNP 20002371	
	AB NF1	SNP 20001370-SNP 20001765	
	AB IH1	SNP 20005010-SNP 20004695	
	AB IH1.3	SNP 20000505-SNP 20000553	

Використання молекулярних маркерів

В останні роки маркери SSR доволі швидко витіснені маркерами SNP на основі ДНК-чіпа. Так, близько 44 879 маркерів SNP було виявлено у сочевиці за допомогою аналізатора геному [Sharpe et al., 2013].

Нещодавнє відкриття маркерів SNP високої щільності сприяло створенню технологій, таких як Illumina GoldenGate (GG), яка може вмістити > 1000 SNP на платформах GG [Kaur et al., 2014; Sharpe et al., 2013].

Оскільки для виявлення та генерування SNP потрібні дорогі та складні платформи, розробка та експлуатація маркерів SNP все ще обмежена для сочевиці. Існують методи для виявлення SNP, такі як алель-специфічна ПЛР та методи гібридизації масиву. Вони є економічно ефективними методами, і завдяки використанню алелеспецифічних маркерів ПЛР (KASPar) ми можемо використовувати невелику кількість SNP маркерів [Fedoruk et al., 2013; Sharpe et al., 2013].

Перше генетичне картографування сочевиці було проведене у 1984 р. [Ladizinsky, 1984], а перша карта, що містить маркери на основі ДНК, була виготовлена Havey, M.J. та Muehlbauer, F.J. [Havey and Muehlbauer, 1989].

З розвитком маркерів на основі ПЛР кількість визначених маркерів геному сочевиці різко зросла [Kumar et al., 2011, 2014]. Перша велика карта, що складається з RAPD, AFLP, RFLP та морфологічних маркерів, була побудована за допомогою RIL [Eujayl et al., 1998a]. А в 2003 році була опублікована перша внутрішньовидова карта сочевиці, що включає 114 RAPD, маркери ISSR та аналог генів резистентності (RGA) [Rubeena et al., 2003].

Маркери не в повній мірі використовуються в селекції сочевиці з кількох причин, включаючи поганий зв'язок між маркерами та ознаками та за рахунок низької їх фенотипової варіативності. Наприклад, зв'язок між маркерами ДНК та геном стійкості до фузаріозного в'янення (Fw) був підтверджений декількома дослідниками [Eujayl et al., 1998b; Hamwieh et al., 2005], однак не міг бути використаний у селекції, через те, що маркер SSR59-2B був слабо пов'язаний з Fw [Hamwieh et al., 2005]. Аналогічно для інших ознак маркери, розташовані на відстані більше 10 мкм, попри те, що пояснюють високу фенотипічну різницю, але не можуть бути використані у селекції.

Ідентифіковані молекулярні маркери сочевиці, пов'язані з бажаними генами/QTL, наведені в таблиці 6.7.

Таблиця 6.7 – Молекулярні маркери, пов'язані з генами/QTL, що контролюють важливу генетичну ознаку у сочевиці [Lentils: Potential Resources for Enhancing Genetic Gains, 2019]

Ознака	Тип маркерів	Відстань розташування маркера до локуса, мкм	PVE, %	Посилання
Стійкість до аскохітозу	RAPD	6–14	90	Ford et al., 1999
	RAPD, AFLP, ISSR	–	~50	Rubeena et al., 2006
	AFLP, RAPD	7	41	Tullu et al., 2006
	ITAP, SSR, ISSR	–	~61	Gupta et al., 2012a
	SNP і SSR	3,5	52–69	Sudheesh et al., 2016
Стійкість до антракнозу	SNP	–	8,9–24,8	Bhadauria et al., 2017
Ранньостиглість	RAPD, AFLP, і SSR	–	37–46	Tullu et al., 2008
Висота рослин	RAPD, AFLP, і SSR	–	31–40	Tullu et al., 2008
	RAPD, AFLP, і SSR та морфологічні маркери	12–36	38,2	Fratini et al., 2007
Гілок на першому вузлі	RAPD, ISSR, AFLP і SSR та морфологічні маркери	12–14	91,7	Fratini et al., 2007
Загальна кількість гілок	RAPD, ISSR, AFLP, і SSR та морфологічні маркери	46	54	Fratini et al., 2007
Висота першого вузла	RAPD, ISSR, AFLP, і SSR та морфологічні маркери	26–28	33,3	Fratini et al., 2007
Час цвітіння	RAPD, ISSR, AFLP, і SSR та морфологічні маркери	6–26	90,4	Fratini et al., 2007
Розтріскування бобів	RAPD, ISSR, AFLP, і SSR та морфологічні маркери	14–48	81,3	Fratini et al., 2007
Маса насіння	морфологічні маркери	10–12	18,2	Fratini et al., 2007
Діаметр насіння	RAPD, ISSR, AFLP, і SSR та морфологічні маркери	28–33	37	Fratini et al., 2007
Зимостійкість	RAPD, ISSR, і AFLP	1,2	20,45	Kahraman et al., 2010
Колір сім'ядолей	SNP, SSR, і локуси кольору насіння	23	23	Fedoruk et al., 2013
Товщина насіння	SNP, SSR, і локуси кольору насіння	3,7–71,4	84	Fedoruk et al., 2013
Діаметр насіння	SNP, SSR, і локуси кольору насіння	7,5–59,7	~60	Fedoruk et al., 2013
Округлість насіння	SNP, SSR, і локуси кольору насіння	7,5–59,7	~50	Fedoruk et al., 2013
Днів до цвітіння 50% рослин	SNP, SSR, і локуси кольору насіння	5,4–76,9	~34	Fedoruk et al., 2013
	SSR, SRAP, RAPD	1,4–7,2	24,2	Saha et al., 2013
Маса 100 насінин	SSR, SRAP, RAPD	0,4–7	17,5	Saha et al., 2013
Висота рослин	SSR, SRAP, RAPD	4	15,3	Saha et al., 2013
Діаметр насіння	SSR, SRAP, RAPD	0,4–2,6	32,6	Saha et al., 2013
Стійкість до гнилі <i>Stemphylium vesicaria</i>	SSR, SRAP, RAPD	–	46	Saha et al., 2010a
	SNP	–	9,9–18,3	Bhadauria et al., 2017
Стійкість до бору	EST-SNP	–	71	Kaur et al., 2014
Концентрація заліза	SNP	0,12	5,9–14,0%	Aldemir et al., 2017

Отже, вивчення сочевиці за допомогою молекулярних маркерів дозволяє розширити знання генетичного різноманіття, необхідні для правильного вибору батьківських ліній для гібридизації. Також широко запроваджується використання молекулярних маркерів для ідентифікації рослини F1 та відбору рекомбінантних рослин з популяції [Solanki et al., 2010].

Література до розділу

- Aghili, P., Imani, A.A., Shahbazi, H., Alaei, Y., 2012. Study of correlation and relationships between seed yield and yield components in Lentil (*Lens culinaris* Medik.). *Ann. Biol. Res.* 3, 5042–5045.
- Aldemir, S., Ateş, D., Temel, H.Y., Yağmur, B., Alsaleh, A., Kahriman, A., Özkan, H., Vandenberg, A., Tanyolaç, M.B., 2017. QTLs for iron concentration in seeds of the cultivated lentil (*Lens culinaris* Medik.) via genotyping by sequencing. *Turk. J. Agric. For.* 41, <https://doi.org/10.3906/tar-1610-33>.
- Anjam, M.S., Ali, A., Iqbal, S.H.M., Haqqani, A.M., 2005. Evaluation and correlation of economically important traits in exotic germplasm of lentil. *Int. J. Agric. Biotechnol.* 7 (6), 959–961.
- Arumuganathan, K., Earle, E.D., 1991. Nuclear DNA content of some important plant species. *Plant Mol. Biol. Rep.* 9, 208–218.
- Ashrie, A.A.M., Fares, W.M., Selim, T., Fateh, S.A., 2012. The relationships among some yield characters of eight lentil genotypes. *Egypt. J. Plant Breed.* 16, 107–119.
- Ates, D., Sever, T., Aldemir, S., Yagmur, B., Temel, H.Y., Kaya, H.B., Alsaleh, A., Kahraman, A., Ozkan, H., Vandenberg, A., Tanyolac, B., 2016. Identification QTLs controlling genes for seed uptake in lentil seeds. *PLoS ONE* 11 (3), e0149210 <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0149210>.
- Bakshs, A., Ghafoor, A., Malik, B.A., 1993. Genetic variability and correlation in lentil. *Pak. J. Agric. Res.* 14 (2/3), 246–250.
- Bernardo, R., 2001. What if we knew all the genes for a quantitative trait in hybrid crops? *Crop Sci.* 41, 1–4.
- Bhadauria, V., Ramsay, L., Bett, K.E., Banniza, S., 2017. QTL mapping reveals genetic determinants of fungal disease resistance in the wild lentil species *Lens ervoides*. *Sci. Rep.* 7, <https://doi.org/10.1038/s41598-017-03463-9>.
- Bouhssini, E.I., Sarker, M., Eriskine, W., Joubi, A., 2008. First sources of resistance to Sitona weevil (*Sitona crinitus* Herbst) in wild *Lens* species. *Genet. Resour. Crop. Evol.* 55, 1–4.
- Chahota, R.K., Gupta, V.P., Sharma, S.K., 1996. Combining ability and genetic architecture of macrosperma x microsperma derived crosses. *J. Hill Res.* 9 (2), 341–346.
- Chaudhary, H.K., Sood, V.K., Tayeng, T., Kaila, V., Sood, A., 2011. Molecular cytogenetics in physical mapping of genomes and alien introgressions. In: *Biology and Breeding of Food Legumes*. CABI, Oxfordshire, pp. 131–146.
- Chowdhury, M.A., Andrahennadi, C.P., Slinkard, A.E., Vandenberg, A., 2001. RAPD and SCAR markers for resistance to ascochyta blight in lentil. *Euphytica* 118, 331–337.
- Collard, B.C.Y., Ades, P.K., Pang, E.C.K., Brouwer, J.B., Taylor, P.W.J., 2001. Prospecting for sources of resistance to ascochyta blight in wild *Cicer* species. *Aust. J. Plant Pathol.* 30, 271–276.
- Cristóbal, M.D., Pando, V., Herrero, B., 2014. Morphological characterization of lentil (*Lens culinaris* Medik.) landraces from Castilla Y León, Spain. *Pak. J. Bot.* 46, 1373–1380.
- Davey, B.F., 2007. Green Seed Coat Colour Retention in Lentil (*Lens culinaris*). (Doctoral dissertation).
- De La Rosa L, Martin I, Varela F, De La Cuadra C (2005) Genetic diversity in Spanish grain legume collections. *Grain Legumes* 42: 10–11
- Dikshit, H.K., Singh, A., Singh, D., Aski, M., Jain, N., Hegde, V.S., Basandrai, A.K., Basandrai, D., Sharma, T.R., 2016. Tagging and mapping of SSR marker for rust resistance gene in lentil (*Lens culinaris* Medikus subsp. *culinaris*). *Indian J. Exp. Biol.* 54, 394–399.
- Durán, Y., Fratini, R., García, P., de la Vega, M.P., 2004. An intersubspecific genetic map of *Lens*. *Theor. Appl. Genet.* 108, 1265–1273.
- Erskine, W., Chandra, S., Chaudhry, M., Malik, I.A., Sarker, A., Sharma, B., Tufail, M., Tyagi, M.C., 1998. A bottleneck in lentil: widening its genetic base in South Asia. *Euphytica* 101 (2), 207–211.
- Eujayl, I., Baum, M., Powell, W., Erskine, W., Pehu, E., 1998a. A genetic linkage map of lentil (*Lens* sp.) based on RAPD and AFLP markers using recombinant inbred lines. *Theor. Appl. Genet.* 97, 83–89.
- Eujayl, I., Erskine, W., Baum, M., Pehu, E., 1999. Inheritance and linkage analysis of frost injury in lentil. *Crop Sci.* 39, 639–642.
- Eujayl, I., Erskine, W., Bayaa, B., Baum, M., Pehu, E., 1998b. Fusarium vascular wilt in lentil: inheritance and identification of DNA markers for resistance. *Plant Breed.* 117, 497–499.
- Fedoruk, M.J., Vandenberg, A., Bett, K.E., 2013. Quantitative trait loci analysis of seed quality characteristics in lentil using single nucleotide polymorphism markers. *Plant Genome* 6 (3), 37–39.
- Fernandez-Aparicio, M., Sillero, J.C., Rubiales, D., 2009. Resistance to broomrape in wild lentils (*Lens* spp.). *Plant Breed.* 128, 266–277.
- Ferguson, M.E., Maxted, N., Slageren, M.V., Robertson, L.D., 2000. A re-assessment of the taxonomy of *Lens* Mill. (Leguminosae, Papilionoideae, Viciae). *Bot. J. Linn. Soc.* 133, 41–59.
- Ford, R., Pang, E.C.K., Taylor, P.W.J., 1999. Genetics of resistance to ascochyta blight (*Ascochyta lentis*) of lentil and identification of closely linked RAPD markers. *Theor. Appl. Genet.* 98, 93–98.
- Fratini, R., Durán, Y., García, P., Pérez de la, V.M., 2007. Identification of quantitative trait loci (QTL) for plant structure, growth habit and yield in lentil. *Span. J. Agric. Res.* 5, 348–356.
- Fratini, R., Ruiz, M.L., 2006. Interspecific hybridization in the genus *Lens* applying in vitro embryo rescue. *Euphytica* 150, 271–280.

- Furman, B.J., Coyne, C., Redden, B., Sharma, S.K., Vishnyakova, M., 2009. Genetic resources: collection, characterization, conservation and documentation. In: Eriskine, W., Muehlbauer, F., Sarker, A., Sharma, B. (Eds.), *The Lentil: Botany, Production and Uses*. CABI, Wallingford, pp. 64–75.
- Gautam, N.K., Singh, M., Khan, Z., Roy, A., Akhtar, J., Ram, B., 2013. Assessment of lentil germ-plasm with respect to agronomic performance and major biotic stress. *Legum. Res.* 36, 214–219.
- Gore, P.G., Chauhan, S.K., Tripathi, K., Bhalla, S., 2015. Physical basis of resistance in wild *Lens* spp. accessions to pulse beetle, *Callosobruchus chinensis*. *Indian J. Plant Protect.* 43, 267–272.
- Gupta, D., Sharma, S.K., 2006. Evaluation of wild *Lens* taxa for agro-morphological traits, fungal diseases and moisture stress in north western Indian Hills. *Genet. Resour. Crop. Evol.* 53, 1233–1241.
- Gupta, D., Taylor, P.W.J., Inder, P., Phan, H.T.T., Ellwood, S.R., Mathur, P.N., et al., 2012a. Integration of EST-SSR markers of *Medicago truncatula* into intraspecific linkage map of lentil and identification of QTL conferring resistance to *Ascochyta* blight at seedling and pod stages. *Mol. Breed.* 30, 429–439.
- Gupta, M., Verma, B., Kumar, N., Chahota, R.K., Rathour, R., Sharma, S.K., Bhatia, S., Sharma, T.R., 2012. Construction of intersubspecific molecular genetic map of lentil based on ISSR, RAPD and SSR markers. *J. Genet.* 91, 279–287.
- Hamdi, A., Eriskine, W., 1996. Reaction of wild species of the genus *Lens* to drought. *Euphytica* 91, 173–179.
- Hamdi, A., Ktismenoglu, I., Eriskine, W., 1996. Sources of winter hardiness in wild lentil. *Genet. Resour. Crop. Evol.* 43, 63–67.
- Hamwieh, A., Udupa, S.M., Choumane, W., Sarker, A., Dreyer, F., Jung, C., Baum, M., 2005. A genetic linkage map of *Lens* sp. based on microsatellite and AFLP markers and the localization of *Fusarium* vascular wilt resistance. *Theor. Appl. Genet.* 110, 669–677.
- Havey, M.J., Muehlbauer, F.J., 1989. Linkages between restriction fragment length, isozyme and morphological markers in lentil. *Theor. Appl. Genet.* 77, 395–401.
- Hizume, M., Shibata, F., Matsusaki, Y., Garajova, Z., 2002. Chromosome identification and comparative karyotypic analyses of four *Pinus* species. *Theor. Appl. Genet.* 105 (4), 491–497.
- Kahraman, A., Demirel, U., Ozden, M., Muehlbauer, F.J., 2010. Mapping of QTLs for leaf area and the association with winter hardiness in fall-sown lentil. *Afr. J. Biotechnol.* 9 (50), 8515–8519.
- Kahraman, A., Kusmenoglu, I., Aydin, N., Aydogan, A., Eriskine, W., Muehlbauer, F.J., 2004. QTL mapping of winter hardiness genes in lentil. *Crop Sci.* 44, 13–22.
- Karadavut, U., Kavurmaci, Z., 2013. Phenotypic and genotypic correlation for some characters in Lentil (*Lens culinaris* Medik.). *Res. J. Agric. Environ. Manag.* 2, 365–370.
- Kaur, S., Cogan, N.I., Stephens, A., Noy, D., Butsch, M., Forster, J., et al., 2014. EST-SNP discovery and dense genetic mapping in lentil (*Lens culinaris* Medik.) enable candidate gene selection for boron tolerance. *Theor. Appl. Genet.* 127, 703–713.
- Kaur, S., Cogan, N.O., Stephens, A., Noy, D., Butsch, M., Forster, J.W., Materne, M., 2013. EST-SNP discovery and dense genetic mapping in lentil (*Lens culinaris* Medik.) enable candidate gene selection for boron tolerance. *Theor. Appl. Genet.* 127, 703–713.
- Kole, C., Gupta, D., Ford, R., Taylor, P.J., 2011. *Lens-Wild Crop Relatives: Genomic and Breeding Resources*. Springer, Berlin Heidelberg 127–139.
- Kumar, J., Gupta, S., Gupta, P., Dubey, S., Singh, R.S., Kumar, S., 2016a. Breeding strategies to improve lentil for diverse agro-ecological environments. *Indian J. Genet.* 76, 530–549.
- Kumar, J., Pratap, A., Solanki, R.K., Gupta, D.S., Goyal, A., Chaturvedi, S.K., et al., 2011. Advances in genomics resources for improving food legume crops. *J. Agril. Sci.* 150, 289–318.
- Kumar, J., Singh, J., Kanaujia, R., Gupta, S., 2016b. Protein content in wild and cultivated taxa of lentil (*Lens culinaris* ssp. *culinaris* Medikus). *Indian J. Genet.* 76, 631–634.
- Kumar, S., Choudhary, A.K., Rana, K.S., Sarker, A., Singh, M., 2018. Bio-fortification potential of global wild annual lentil core collection. *PLoS ONE* 13, e0191122.
- Kumar, S., Gupta, S., Chandra, S., Singh, B.B., 2004. How wide is the genetic base of pulse crop? Pulses in new perspective. In: Ali, M., Singh, B.B., Kumar, S., Dhar, V. (Eds.), *Indian Society of Pulses Research and Development*. Indian Institute of Pulses Research, Kanpur, India, pp. 211–222.
- Kumar, S., Hamweih, A., Manickavelu, A., Kumar, J., Sharma, T.R., Baum, M., 2014. Advances in lentil genomics. In: Gupta, S., Nadarajan, N., Gupta, D.S. (Eds.), *Legumes in Omics Era*. Springer Science+Business Media, New York, USA, pp. 111–130.
- Kumar, S., Singh, P., Khar, S., Sharma, M., 2016. Variability and association studies and screening of genotypes against pea seed borne mosaic virus (psmv) in lentil (*Lens culinaris* Medik.) under NW Himalayas of Jammu and Kashmir. *Legum. Res.* 39, 26–30.
- Ladizinsky, G., 1993. Wild lentils. *Crit. Rev. Plant Sci.* 12, 169–184.
- Ladizinsky, G., 1999. Identification of the lentil wild genetic stock. *Genet. Resour. Crop. Evol.* 46, 115–118.
- Lal, C., Sharma, S.K., Chahota, R.K., 2000. Combining ability and heterosis for growth parameters in microspERM x macrosperma lentil. *Crop. Res.* 19 (1), 115–121.
- Laserna-Ruiz, I., De-Los-Mozos-Pascual, M., Santana-Meridas, O., Sanchez-Vioque, R., Rodriguez-Conde, M.F., 2012. Screening and selection of lentil (*Lens* Miller) germplasm resistant to seed bruchids (*Bruchus* spp.). *Euphytica* 73, 1–10.

- Lentils: Potential Resources for Enhancing Genetic Gains. (2019) Edited Singh M. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-813522-8.00001-7>
- Lombello, R.A., Pinto-Maglio, C.A., 2004. Heterochromatin and rDNA sites in *Coffea* L. chromosomes revealed by FISH and CMA/DAPI II: *C. canephora* cv. Apoatã, *C. salvatrix* and *C. sessiliflora*. *Caryologia* 57 (2), 138–143.
- Matus, A., Slinkard, A.E., Vandenberg, A., 1993. The potential of zero tannin lentil. *New Crops* 279–282.
- Mayer, M.S., Soltis, P.S., 1994. Chloroplast DNA phylogeny of *Lens* (Leguminosae): origin and diversity of the cultivated lentil. *Theor. Appl. Genet.* 87 (7), 773–781.
- Mohammadi, N., Mohammadi Goltapeh, E., Babaie Ahari, A., Puralibaba, H., 2011. Pathogenic and genetic characterization of Iranian isolates of *Fusarium oxysporum* f.sp. *lentis* by ISSR analysis. *J. Agric. Technol.* 7, 63–72.
- Muehlbauer FJ, Kaiser WJ, Clement SL, Summerfield RJ (1995) Production and breeding of lentil. *Advances in Agronomy* 54: 283–332
- Muehlbauer, F.J., Kasier, W.J., Clement, S.L., Summerfield, R.J., 1995. Production and breeding of lentil. *Adv. Agron.* 54, 283–332.
- Muehlbauer, F.J., McPhee, K.E., 2005. Lentil-*Lens culinaris* Medik. In: Singh, R.J., Jauhar, P.P. (Eds.), *Genetic Resources, Chromosome Engineering and Crop Improvement, Grain Legumes*. Taylor & Francis, Boca Raton, FL, pp. 219–230.
- Muench, D.G., Slinkard, A.E., Scoles, G.J., 1991. Determination of genetic variation and taxonomy in lentil (*Lens* Miller) species by chloroplast DNA polymorphisms. *Euphytica* 56, 213–218.
- Nandan, R., Pandya, B.P., 1980. Correlation, path coefficient and selection indices in lentil. *Indian J. Genet. Plant Breed.* 40, 399–404.
- Pal, T., Ghosh, S., Mondal, A., De, K.K., 2016. Evaluation of genetic diversity in some promising varieties of lentil using karyological characters and protein profiling. *J. Genet. Eng. Biotechnol.* 14 (1), 39–48.
- Pandey, S., Bhatore, A., Babbar, A., 2015. Studies on genetic variability, interrelationships association and path analysis in indigenous germplasm of Lentil in Madhya Pradesh, India. *Electr. J. Plant Breed.* 6, 592–599.
- Podder, R., Banniza, S., Vandenberg, A., 2013. Screening of wild and cultivated lentil germplasm for resistance to stem phylidium blight. *Plant Genet. Resour.* 11, 26–35.
- Pratap, A., Kumar, J., Kumar, S., 2014. Evaluation of wild species of lentil for agro-morphological traits. *Legum. Res.* 37 (1), 11–18.
- Rahman, M.M., Sarker, A., Kumar, S., Ali, A., Yadav, N.K., Rahman, L., 2009. Breeding for short season environments. The lentil: botany, production and uses. In: Erskine, W., Muehlbauer, F., Sarker, A., Sharma, B. (Eds.), *CAB Int.* pp. 121–136. Wallingford, UK.
- Ramzan, F., Younis, A., Lim, K.B., 2017. Application of genomic in situ hybridization in horticultural science. *Int. J. Genom.* 2017, 1–12.
- Rubeena, Ford, R., Taylor, P.W.J., 2003. Construction of an intraspecific linkage map of lentil (*Lens culinaris* ssp *culinaris*). *Theor. Appl. Genet.* 107, 910–916.
- Rubeena, Taylor, P.W.J., Ades, P.K., Ford, R., 2006. QTL mapping of resistance in lentil (*Lens culinaris* ssp *culinaris*) to ascochyta blight (*Ascochyta lentis*). *Plant Breed.* 125, 506–512.
- Saha, G.C., Sarker, A., Chen, W., Vandemark, G.J., Muehlbauer, F.J., 2010a. Identification of markers associated with genes for rust resistance in *Lens culinaris* Medik. *Euphytica* 175, 261–265.
- Saha, G.C., Sarker, A., Chen, W., Vandemark, G.J., Muehlbauer, F.J., 2010b. Inheritance and linkage map positions of genes conferring resistance to stemphyllium blight in lentil. *Crop Sci.* 50, 1831–1839.
- Saha, G.C., Sarker, A., Chen, W., Vandemark, G.J., Muehlbauer, F.J., 2013. Inheritance and linkage map positions of genes conferring agromorphological traits in *Lens culinaris* Medik. *Int. J. Agron.* 9. <https://doi.org/10.1155/2013/618926>.
- Salehi, M., Haghnazari, A., Shakari, F., Faramarzi, F., 2008. The study of seed yield and seed yield components of lentil under normal and drought stress conditions. *Pak. J. Biol. Sci.* 11, 758–762.
- Sarker A, Aydin N, Aydogan A, Sabaghpour SH, Ketata H, Kusmenoglu I, Erskine W (2002a) Winter lentils promise improved nutrition and income in West Asian Highlands. *ICARDA CARAVAN* 16: 14–16
- Sarker, A., 2014. Iron and zinc lentils. In: *The Second Global Conference on Biofortification: Getting Nutritious Foods to People*, conference brief #5b, Kigali, Rwanda.
- Schaefer, H., Hechenleitner, P., Santos-Guerra, A., Menezes de Sequeira, M., Pennington, R.T., Kenicer, G., et al., 2012. Systematics, biogeography, and character evolution of the legume tribe Fabeae with special focus on the middle-Atlantic island lineages. *BMC Evol. Biol.* 12, 250.
- Shaikh, R., Diederichsen, A., Harrington, M., Adam, J., Conner, R.L., Buchwaldt, L., 2012. New sources of resistance to *Colletotrichum truncatum* race Ct0 and Ct1 in *Lens culinaris* Medikus subsp. *culinaris* obtained by single plant selection in germplasm accessions. *Genet. Resour. Crop. Evol.* 60, 193–201.
- Sharpe, A.G., Ramsay, L., Sanderson, L.A., Fedoruk, M.J., Clarke, W.E., Rong, L., et al., 2013. Ancient orphan crop joins modern era: gene-based SNP discovery and mapping in lentil. *BMC Genom.* 14, 1–13.
- Singh, D., Singh, C.K., Taunk, J., Tomar, R.S.S., 2016. Genetic analysis and molecular mapping of seedling survival drought tolerance gene in lentil (*Lens culinaris* Medikus). *Mol. Breed.* 36 (58). <https://doi.org/10.1007/s11032-016-0474-y>.
- Singh, M., Bisht, I.S., Dutta, M., Kumar, K., Kumar, S., Bansal, K.C., 2014b. Genetic studies on morpho-phenological traits in lentil (*Lens culinaris* Medikus) wide crosses. *J. Genet.* 93, 561–566.

- Singh, M., Bisht, I.S., Kumar, S., Dutta, M., Bansal, K.C., Karale, M., Sarker, A., Amri, A., Kumar, S., Dutta, S.K., 2014a. Global wild annual Lens collection: a potential resource for lentil genetic base broadening and yield enhancement. *PLoS ONE* 9, e107781.
- Singh, R.J., 2003. Plant cytogenetics, second ed. CRC Press, Boca Raton, FL, USA.
- Singh, S., Singh, I., Gill, R.K., Kumar, S., Sarker, A., 2009. Genetic studies for yield and component characters in large seeded exotic lines of Lentil. *J. Food Legum.* 22, 229–232.
- Solanki, I.S., Kapoor, A.C., Singh, U., 1999. Nutritional parameters and yield evaluation of newly developed genotypes of lentil (*Lens culinaris* Medik.). *Plant Foods Human Nutr.* 54, 79–87.
- Solanki, R., Singh, S., Kumar, J., 2010. Molecular marker assisted testing of hybridity of F1 plants in lentil. *Food Legum.* 23, 21–24.
- Stoilova T, Pereira MG (1999) Morphological characterization of 120 lentil (*Lens culinaris* Medik.) accessions. *Lens Newsletter* 26: 7–9
- Sudheesh, S., Rodda, M.S., Davidson, J., Javid, M., Stephens, A., Slater, A.T., Noel, O.I., Cogan, N.O.I., Forster, J.W., Kaur, S., 2016. SNP-based linkage mapping for validation of QTLs for resistance to ascochyta blight in lentil. *Front. Plant Sci.* 7, 1604. <http://doi.org/10.3389/fpls.2016.01604>.
- Suvorova, G., 2014. Hybridization of cultivated lentil (*Lens culinaris* Medik.) and wild species *Lens tomentosus* Ladizinsky. *Czech J. Genet. Plant Breed.* 50 (2), 130–134.
- Tahir, M., 2011. Characterization of Raffinose Family Oligosaccharides in Lentil Seeds. (Doctoral dissertation).
- Tahir, M., Lindeboom, N., Baga, M., Vandenberg, A., Chibbar, R., 2011. Composition and correlation between major seed constituents in selected lentil (*Lens culinaris* Medik) genotypes. *Can. J. Plant Sci.* 91, 825–835.
- Tahir, M., Lindeboom, N., Baga, M., Vandenberg, A., Chibbar, R.N., 2011. Composition and correlation between major seed constituents in selected lentil (*Lens culinaris* Medik.) genotypes. *Can. J. Plant Sci.* 91, 825–835.
- Tahir, M., Muehlbauer, F.J., 1994. Gene mapping in lentil with recombinant inbred lines. *J. Hered.* 85, 306–310.
- Taery, A., Mirshekari, B., 2014. Determination of some attributes of lentil (*Lens culinaris*) with higher effect on yield via step by step regression analyses. *Int. J. Biosci.* 4, 170–174.
- Tanksley, S.D., McCouch, R., 1997. Seed banks and molecular maps: unlocking genetic potential from the wild. *Sciences* 277, 1063–1066.
- Tanyolac, B., Ozatay, S., Kahraman, A., Muehlbauer, F.J., 2010. Linkage mapping of lentil (*Lens culinaris* L.) genome using recombinant inbred lines revealed by AFLP, ISSR, RAPD and some morphologic markers. *J. Agric. Biotechnol. Sustain. Dev.* 2, 001–006.
- Tuba, B.B., Sakar, D., 2008. Studies on variability of lentil genotypes in South-eastern anatolia of Turkey. *Notulae Bot. Horti Agrobot. Cluj-Napoca* 36, 20–24.
- Tullu, A., Buchwaldt, L., Lulsdorf, M., Banniza, S., Barlow, B., Slinkard, A.E., Sarker, A., Tar'an, T.D., Warkentin, T.D., Vandenberg, A., 2006. Sources of resistance to anthracnose *Colletotrichum truncatum* in wild *Lens* species. *Genet. Resour. Crop. Evol.* 53, 111–119.
- Tullu, A., Buchwaldt, L., Warkentin, T., Taran, B., Vandenberg, A., 2003. Genetics of resistance to anthracnose and identification of AFLP and RAPD markers linked to the resistance gene in PI 320937 germplasm of lentil (*Lens culinaris* Medikus). *Theor. Appl. Genet.* 106, 428–434.
- Tullu, A., Tar'an, B., Breitzkreutz, C., Banniza, S., Warkentin, T.D., Vandenberg, A., Buchwaldt, L., 2006. A quantitative-trait locus for resistance to ascochyta blight [*Ascochyta lentis*] maps close to a gene for resistance to anthracnose [*Colletotrichum truncatum*] in lentil. *Can. J. Plant Pathol.* 28, 588–595. <http://doi.org/10.1080/07060660609507337>.
- Tullu, A., Tar'an, B., Warkentin, T., Vandenberg, A., 2008. Construction of an intraspecific linkage map and QTL analysis for earliness and plant height in lentil. *Crop Sci.* 48, 2254–2264.
- Tyagi, S.D., Khan, M.H., 2010. Studies on genetic variability and interrelationship among the different traits in *Micropisperm* lentil (*Lensculinaris* Medik.). *J. Agric. Biotechnol. Sustain. Dev.* 2, 015–020.
- Vail, S., Vandenberg, A., 2011. Genetic control of inter-specific derived and juvenile resistance in lentil to *Colletotrichum truncatum*. *Crop Sci.* 51, 1481–1490.
- Van Oss, H., Aron, Y., Ladizinsky, G., 1997. Chloroplast DNA variation and evolution in the genus *Lens* Mill. *Theor. Appl. Genet.* 94, 452–457.
- Verma, P., Goyal, R., Chahota, R.K., Sharma, T.R., Abdin, M.Z., Bhatia, S., 2015. Construction of a genetic linkage map and identification of QTLs for seed weight and seed size traits in lentil (*Lens culinaris* Medik.). *PLoS ONE*. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0139666>.
- Verma, P., Goyal, R., Chahota, R.K., Sharma, T.R., Abdin, M.Z., Bhatia, S., 2015. Construction of a genetic linkage map and identification of QTLs for seed weight and seed size traits in lentil (*Lens culinaris* Medik.). *PLoS ONE* 10 (10), e0139666.
- Welsh, J., McClelland, M., 1990. Fingerprinting genomes using PCR with arbitrary primers. *Nucleic Acids Res.* 18, 7213–7218.
- Wong, M.M.L., Gujaria-Verma, N., Ramsay, L., Yuan, H.Y., Caron, C., Diapari, M., et al., 2015. Classification and characterization of species within the genus *Lens* using genotyping-by-sequencing (GBS). *PLoS ONE* 10, e0122025.
- Zaccardelli, M., Lupo, F., Piergiovanni, A.R., Laghetti, G., Sonnante, G., Daminati, M.G., et al., 2012. Characterization of Italian lentil (*Lens culinaris* Medik.) germplasm by agronomic traits, biochemical and molecular markers. *Genet. Resour. Crop. Evol.* 59, 727–738.

РОЗДІЛ 7

ВИРОБНИЦТВО ЯКІСНОГО НАСІННЯ

Ведення системи ефективного насінництва дозволяє не тільки отримати достатню кількість насіння високоврожайних сортів, а й зберегти та поліпшити його чистосортності та врожайні властивості. А значить від якісної організації насінництва залежить ефективність вирощування сочевиці взагалі.

Однак зазвичай наявність якісного насіння бобових культур взагалі та сочевиці зокрема не відповідає щорічним потребам аграріїв. Обмежений вибір сортів, відсутність достатньої кількості насіння, високі витрати на виробництво високоякісного насіння є головними обмеженнями, що перешкоджають розвитку галузі насінництва сочевиці.

Сочевиця самозапильна культура, що полегшує аграріям збереження власного насіння та нівелює необхідність щорічного придбання його, але й разом з тим з року в рік втрачається його якість та відповідно й урожайність виробничих посівів. Результатом такого підходу є те, що формально насіннева галузь приділяє менше уваги постачанню високоякісного насіння сочевиці.

Наявність якісного насіння сучасних сортів сільськогосподарських культур є критично важливою для підвищення продуктивності сільського господарства взагалі та забезпечення продовольчої безпеки. Однак дослідження насінництва бобових культур, а особливо сочевиці, є відносно новими порівняно із зерновими культурами, що створює додаткові перешкоди для отримання високоякісного насіння [Aw-Hassan et al., 2003].

Високоякісне насіння повинне мати високу сортову, видову та фізичну чистоту, високу схожість і енергію проростання, бути не ушкодженим шкідниками та хворобами, належним чином очищеним та обробленим. Загалом, до якості насіння висувається багато вимог, однак воно завжди повинне відповідати таким критеріям (таблиця 7.1).

Таблиця 7.1. – Норми посівної якості насіння сочевиці [ДСТУ 2240-93]

Категорія насіння	Сортова чистота мінімум	Ураження посіву сажками. %, максимум	Вміст насіння				Вміст, % максимум		Схожість, мінімум	Вологість, % максимум
			основної культури, мінімум	інших видів, шт./кг, максимум			мішечків сажки	ріжків		
ОН	99,8	—	99,0	2	0	0	—	—	92	14
ЕН	99,6	—	99,0	6	0	0	—	—	92	15
РН-1-3	98,0	—	98,0	10	5	1,0	—	—	92	15
РН-н	96,8	—	98,0	30	10	1,0	—	—	87	

* плосконасінна вика

Оригінальне насіння (ОН) – насіння первинних ланок насінництва, яке реалізується для подальшого розмноження і отримання елітного насіння.

Елітне насіння (ЕН) – насіння, отримане від послідовного розмноження оригінального насіння в елітно-насінницьких та інших господарствах, внесених у Реєстр виробників насіння.

Репродукції насіння (РН-1-3 – перша-третя, РН-н – четверта та наступні) – насіння, отримане від послідовного пересіву елітного насіння.

Вимоги до якості продовольчого насіння сочевиці тарілкової продовольчої і сочевиці дрібнонасінневої згідно даних «ДСТУ 6020:2008 Сочевиця. Технічні умови» наведено у таблиці 7.2.

Таблиця 7.2. – Вимоги до насіння сочевиці [ДСТУ 6020:2008]

Показник	Норма			
	Сочевиця тарілкова продовольча			Сочевиця дрібнонасіннева
	крупна	середня	дрібна	
Вологість, %, не більше ніж	15,0	15,0	15,0	15,0
Масова частка сирого протеїну у перерахунку на суху речовину, %, не менше ніж	21,0	21,0	21,0	20,0
Зернова домішка, %, не більше ніж	2,0	3,0	4,0	15,0
зокрема: насіння, пошкоджене сочевичною зернівою	Не дозволено	0,5	0,5	Не нормується
Сміттєва домішка, %, не більше ніж	0,5	0,5	1,0	5,0
зокрема: мінеральна домішка	0,1	0,1	0,1	1,0
У складі мінеральної домішки галька, шлак, руда	Не дозволено			0,2
шкідлива домішка	Не дозволено			0,2
Ціле і бите насіння плоскої вики, %, не більше ніж	Не дозволено	0,5	1,0	Не нормується
Насіння з наявністю живих жуків або личинок сочевичної зернівки	Не дозволено			Не нормується

Відповідно до вирощування насіння слід ставитись більш суворіше, ніж до простого виробництва товарної продукції. Так, основні технічні компоненти для виробництва якісного насіння повинні включати: підбір зони вирощування з метою уникнення впливу екстремальних факторів навколишнього середовища; підбір поля для мінімізації смітної домішки важковідокремлюваних видів культурних та диких рослин, а також негативного впливу хвороб і шкідників; просторова ізоляція від джерел забруднення (генетичного чи фізичного); підтримання чистоти сільськогосподарської техніки під час сівби, збирання та транспортування; підтримання чистоти насіннеочисних машин; забезпечення належного зберігання, передпосівної обробки та пакування.

Загалом технологія вирощування сочевиці на насінницьких посівах не відрізняється від вирощування її для продовольчих потреб, окрім деяких особливостей, на які потрібно звернути увагу. Так, як дозволяють пересвідчитись дані таблиць 7.1 та 7.2, до насінницьких посівів ставляться більш серйозні вимоги стосовно сортової чистоти, ураження хворобами та пошкодження шкідниками тощо. А тому заходи захисту посівів від бур'янів, шкідників та хвороб повинні виконуватись більш ретельно як на етапах підбору поля, так і з точки зору застосування активних захисних заходів.

Також важливо правильно підібрати норму висіву насіння та ширину міжрядь. Ці показники відрізняються залежно від біологічних особливостей сорту, розміру насіння та регіону вирощування. Оптимальну густоту рослин слід підбирати не тільки на основі загальноприйнятих рекомендацій, а й з точки зору практичного досвіду. Так, за сівби з більш широкими міжряддями посіви

краще вентилуються, що знижує ризик появи хвороб, особливо у більш вологому кліматі, однак підвищує негативний вплив бур'янів.

При оптимізації норм висіву та ширини міжрядь на насінницьких посівах варто пам'ятати, що для нових сортів коефіцієнт розмноження важливіший, ніж максимальна врожайність. Чим вищим буде коефіцієнт розмноження, тим швидше розмножується новий сорт і тим швидше він стане доступним у виробництві.

Стосовно просторової ізоляції, то варто пам'ятати, що сочевиця самозапильна культура і віддаль в 1–2 м між двома ділянками є достатньою. Однак рекомендуються трохи більші відстані ізоляції; тобто 5 м для оригінального насіння та 3 м для елітного та репродукційного насіння.

Рослини сочевиці складніше збирати через їх меншу висоту порівняно з іншими культурами. Крім того, у зв'язку з формою насіння у вигляді лінзи воно більш чутливе до механічних пошкоджень, ніж соя чи горох. А тому надмірно сухе насіння буде сколюватися і луцтитися під час обмолоту більше ніж вологе. А отже, допустимо збирати насіння сочевиці з вологістю до 18-20 % з наступним просушуванням його до 14 %.

Швидкість барабану комбайну повинна бути відрегульована між 250 і 500 об./хв., а відстань між підбарабанням та барабаном – майже до максимального значення.

Для подальшого просушування та очищення насіння сочевиці використовують стандартне насінницьке обладнання, хоча при обробці варто враховувати те, що воно відносно легко пошкоджується, особливо, коли вміст вологи менше 14 %.

Насінневі сховища повинні бути спроектовані та побудовані так, щоб мінімізувати надходження сонячної радіації та зовнішнього тепла, проникнення гризунів, комах та накопичення в елементах конструкції залишків насіння минулих років.

Комахи можуть бути дуже небезпечними для насіння, оскільки є багато джерел зараження; найнебезпечнішим є закладання на зберігання уже зараженого в полі насіння. Часто на сховищах є приховані місця, де виживають комахи, такі як щілини, куточки, розсипане насіння за межами сховища, порожні мішки з деяким залишком насіння тощо. Серед найбільш поширених шкідників сочевиці – є зерноїд *Bruchus* spp. (*B. lentis* та *B. ervi* поширені в Європі, Північній Африці, на Близькому Сході, Середній Азії), тоді як зернівка *Callosobruchus* spp. (*C. Maculatus* і *C. chinensis*) має всесвітнє поширення.

Серед мікроорганізмів бактерії та гриби зазвичай не впливають на зберігання насіння, якщо тільки вміст вологи та температура насіння не високі. Найчастіше при зберіганні насіння сочевиці зустрічаються гриби *Aspergillus* і *Penicillium* spp., які належать до сапрофітів та ростуть на мертвих клітинах насінневої поверхні.

Відповідно для підтримання якісних показників насіння сочевиці під час зберігання його в складських приміщеннях потрібно дотримуватись вимог до температурного режиму, вологості насіння та за потреби вживати належних заходів боротьби з гризунами, комахами та хворобами.

Сорти та їх особливості

До Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні, станом на 25.03.2020 включені такі сорти сочевиці (табл. 7.3).

Таблиця 7.3. – Сорти сочевиці харчової, занесені до Державного реєстру сортів рослин, придатних до поширення в Україні

Назва сорту	Оригігатор	Рік реєстрації	Рекомендована зона для вирощування	Напрямок використання
Лінза / Linza	Державна установа Інститут сільського господарства степової зони Національної академії аграрних наук України / Краснодарська дослідна станція Інституту зернового господарства	2008	Степ	Зерновий
Блонді / Blondi	Товариство з обмеженою відповідальністю «Компанія ЛІСТ»	2019	Степ, Лісостеп, Полісся	Зерновий
СНІМ 18 / SNIM 18	Вовк Віталій Анатолійович	2018	Степ, Лісостеп, Полісся	
Гаррі / Harri	Товариство з обмеженою відповідальністю «Компанія ЛІСТ»	2019	Степ, Лісостеп, Полісся	Зерновий
Хризоліт / Khryzolit	Товариство з обмеженою відповідальністю «Інститут органічного землеробства»	2019	Степ, Лісостеп, Полісся	Зерновий
ЄС Максимум / YeS Maksymum	Товариство з обмеженою відповідальністю «Євро-сем»	2018	Степ, Лісостеп	Зерновий
Антоніна / Antonina	Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків Національної академії аграрних наук України	2018	Степ, Лісостеп	Зерновий
Даринка / Darynka	Державна установа Інститут зернових культур Національної академії аграрних наук України	2019	Степ, Лісостеп	Зерновий

Лінза. Зона вирощування: Степ.

Морфологічні особливості: Рослини кущової, компактної форми. Висота 54–55 см, пряморослі, без антоціанового забарвлення, з середньою інтенсивністю галушення. Суцвіття з трьома квітками на вузлі, квітка середнього розміру. Парус зеленого кольору з наявними фіолетовими смугами на ньому та відсутніми фіолетовими смугами на веслах. Листочки середні за розміром, обернено-яйцевидної форми, зеленого кольору середньої інтенсивності. Біб плоский, ромбовидний, довжина 17–18 мм, форма верхівки бобу – від усіченої до гострої. Має 2 або 3 насінних зачатки. У фазі повної стиглості колір бобу жовтий. Вегетаційний період 85 днів

Особливості сорту: середньостиглий, має відмінні смакові якості, прирівнюється до сорту 'Красноградська 250'. Вміст білка в насінні до 27 %, маса 1000 насінин – 58–60 г. Сорт відрізняється від інших рожево-зеленим забарвленням. **Стійкість** (з 9 балів): до вилягання – 8 балів; до посухи – 8 балів; до осипання – 7 балів; до ураження основними хворобами – 5 балів.

Врожайність: формує врожай зерна на рівні 2,13 т/га [Зінченко, Салатенко, Білоножко, 2001].

Блонді. Зона вирощування: Степ, Лісостеп, Полісся.

Морфологічні ідентифікаційні ознаки сорту: Рослини висотою 39 см, з помірною інтенсивністю галушення, без антоціанового забарвлення. Забарвлення сім'ядолі зеленувато-жовте. Форма листка еліптична, кількість листочків

середня, інтенсивність зеленого забарвлення листків середня, розмір листочків середній. Суцвіття з одною або двома квітками у вузлі, парус білого забарвлення. На парусі та на крилах відсутня фіолетова смуга. Біб короткий (без дзьобика), вузький, з одним або двома насіннєвими зачатками, форма верхівки бобу від заокругленої до загостреної. Має слабку інтенсивність забарвлення перед збиральною стиглістю та жовте забарвлення за збиральної стиглості. Висота прикріплення нижнього бобу – 16,5 см. Суха насінина має середній розмір, у поздовжньому розрізі – широкоеліптична. Основне забарвлення шкірки сухої насінини біле. Тривалість вегетаційного періоду 93 доби. Час цвітіння середній.

Особливості сорту (за інформацією, наданою заявником): середньостиглий. Вміст білка – 28 %. Маса 1000 насінин – 32 г. Дружність досягання, бал (1–9) – 8. *Стійкість (з 9 балів):* до розтріскування бобів – 8 балів; до вилягання – 8 балів; до посухи – 8 балів; до ураження аскохітозом (*Ascochyta ervicola* Syd.) – 8 балів; до ураження шкідниками (довгоносик смугастий) – 8 балів.

Врожайність (за інформацією, наданою заявником): за стандартної вологості 14 % – 2,6 т/га [Інформаційно-довідкова система «Сорт»].

СНІМ 18. Зона вирощування: Степ, Лісостеп, Полісся.

Морфологічні ідентифікаційні ознаки сорту: Рослини висотою 39 см, з помірною інтенсивністю галушення, з антоціановим забарвленням. Забарвлення сім'ядолі зеленувато-жовте. Форма листка еліптична, кількість листочків середня, з помірною інтенсивністю зеленого забарвлення листків, листочки за розміром малі. Суцвіття складається з двох квіток середнього розміру у вузлі білого забарвлення. На парусі та на крилах відсутня фіолетова смуга. Біб середній за довжиною та шириною, переважно з двома насіннєвими зачатками, форма верхівки бобу від заокругленої до загостреної. Боби мають помірну інтенсивність забарвлення перед збиральною стиглістю та жовте забарвлення за збиральної стиглості. Висота прикріплення нижнього бобу – 16,5 см. Суха насінина має середній розмір, у поздовжньому розрізі – еліптична. Основне забарвлення шкірки сухої насінини вохристе. Тривалість вегетаційного періоду 93 доби. Час цвітіння середній.

Особливості сорту (за інформацією, наданою заявником): середньостиглий. Вміст білка – 28 %. Маса 1000 насінин – 32 г. Дружність досягання, бал (1–9) – 8. *Стійкість (з 9 балів):* до розтріскування бобів – 8 балів; до вилягання – 8 балів; до посухи – 8 балів; до ураження аскохітозом (*Ascochyta ervicola* Syd.) – 8 балів; до ураження шкідниками (довгоносик смугастий) – 8 балів.

Врожайність (за інформацією, наданою заявником): за стандартної вологості 14 % – 2,6 т/га [Інформаційно-довідкова система «Сорт»].

Гаррі. Зона вирощування: Степ, Лісостеп, Полісся.

Морфологічні ідентифікаційні ознаки сорту: Рослини висотою 53 см, з помірною інтенсивністю галушення, з наявним антоціановим забарвленням. Забарвлення сім'ядолі оранжеве. Форма листка еліптична, інтенсивність зеленого забарвлення листків сильна, кількість листочків велика, листочки за розміром середні. Суцвіття з двома квітками середнього розміру у вузлі з білим забарвленням парусу. На парусі та на крилах наявна фіолетова смуга. Біб середній за довжиною та шириною, з одним або двома насіннєвими зачатками, форма вер-

хівки бобу загострена. Боби мають слабку інтенсивність забарвлення перед збиральною стиглістю та жовте забарвлення за збиральної стиглості. Висота прикріплення нижнього бобу – 28,1 см. Суха насінина має середній розмір, у поздовжньому розрізі – широкоеліптична. Основне забарвлення шкірки насінини вохристе. Тривалість вегетаційного періоду 89 діб. Час цвітіння середній.

Особливості сорту (за інформацією, наданою заявником): середньостиглий. Вміст білка – 28,1 %. Маса 1000 насінин – 48 г. Дружність досягання, бал (1–9) – 7. *Стійкість (з 9 балів):* до розтріскування бобів – 7 балів; до вилягання – 8 балів; до посухи – 8 балів; до ураження аскохітозом (*Ascochyta ervicola* Syd.) – 8 балів; до ураження фузаріозом (*Fusarium oxysporum* Schlecht.) – 7 балів; до в'янення бактеріального (*Corynebacterium insidiosum* (Mc Cull.) Jons.) – 8 балів; до ураження шкідниками (попелиці) – 9 балів.

Врожайність (за інформацією, наданою заявником): за стандартної вологості 14 % – 2,3 т/га [Інформаційно-довідкова система «Сорт»].

Хризоліт. *Зона вирощування:* Степ, Лісостеп, Полісся.

Морфологічні ідентифікаційні ознаки сорту: Рослини висотою 36 см, з помірною інтенсивністю галуження, з відсутнім антоціановим забарвленням. Забарвлення сім'ядолі зеленувато-жовте. Форма листка еліптична, з помірною інтенсивністю зеленого забарвлення листків, кількість листочків середня, листочки за розміром великі. Суцвіття з двома або трьома квітками великого розміру у вузлі з білим забарвленням парусу. На парусі наявна фіолетова смуга та відсутня на крилах. Біб довгий та середній за шириною, з одним або двома насіннєвими зачатками, форма верхівки бобу від заокругленої до загостреної. Боби мають помірну інтенсивність забарвлення перед збиральною стиглістю та жовте забарвлення за збиральної стиглості. Висота прикріплення нижнього бобу – 15,0 см. Суха насінина широка, у поздовжньому розрізі – еліптична. Основне забарвлення шкірки сухої насінини зеленувато-жовте. Маса сухого насіння велика. Тривалість вегетаційного періоду 81 доба. Час цвітіння середній.

Особливості сорту (за інформацією, наданою заявником): середньостиглий. Вміст білка – 27,0 %. Маса 1000 насінин – 61 г. Дружність досягання, бал (1–9) – 7. *Стійкість (з 9 балів):* до розтріскування бобів – 8 балів; до вилягання – 8 балів; до посухи – 8 балів; до ураження аскохітозом (*Ascochyta ervicola* Syd.) – 8 балів; до ураження фузаріозом (*Fusarium oxysporum* Schlecht.) – 8 балів; до в'янення бактеріального (*Corynebacterium insidiosum* (Mc Cull.) Jons.) – 8 балів; до ураження шкідниками (попелиці) – 8 балів.

Врожайність (за інформацією, наданою заявником): за стандартної вологості 14 % – 2,0 т/га [Інформаційно-довідкова система «Сорт»].

ЄС Максим. *Зона вирощування:* Степ, Лісостеп.

Морфологічні ідентифікаційні ознаки сорту: Рослини висотою 34 см, з помірною інтенсивністю галуження, з наявним антоціановим забарвленням. Забарвлення сім'ядолі зелене. Форма листка яйцеподібна, інтенсивність зеленого забарвлення листків помірна, кількість листочків велика, листочки за розміром середні. Суцвіття з двома або трьома квітками середнього розміру у вузлі з блакитним забарвленням парусу. На парусі наявні фіолетові смуги та відсутні на крилах. Біб короткий та середній за шириною, з двома або трьома насіннєвими

зачатками, форма верхівки бобу загострена. Боби мають помірну інтенсивність забарвлення перед збиральною стиглістю та жовте забарвлення за збиральної стиглості. Висота прикріплення нижнього бобу – 16,0 см. Суха насінина має середній розмір, у поздовжньому розрізі – еліптична. Основне забарвлення шкірки сухої насінини рожеве. Маса сухого насіння мала. Тривалість вегетаційного періоду 65 діб. Час цвітіння ранній.

Особливості сорту (за інформацією, наданою заявником): середньостиглий. Вміст білка – 29,5 %. Маса 1000 насінин – 40,0 г. Дружність досягання, бал (1–9) – 8. *Стійкість (з 9 балів):* до розтріскування бобів – 7 балів; до вилягання – 7 балів; до посухи – 7 балів; до ураження аскохітозом (*Ascochyta ervicola* Syd.) – 7 балів; до ураження фузаріозом (*Fusarium oxysporum* Schlecht.) – 6 балів; до в'янення бактеріального (*Corynebacterium insidiosum* (Mc Cull.) Jons.) – 6 балів; до ураження шкідниками (попелиці) – 7 балів.

Врожайність (за інформацією, наданою заявником): за стандартної вологості 14 % – 2,81 т/га [Інформаційно-довідкова система «Сорт»].

Антоніна. Зона вирощування: Степ, Лісостеп.

Морфологічні ідентифікаційні ознаки сорту: різновидність тарілкова (крупнонасінна) (ssp. *macrosperma* Bar.). Рослини висотою 55 см, з помірною інтенсивністю галуження, з відсутнім антоціановим забарвленням. Забарвлення сім'ядолі зеленувато-жовте. Форма листка еліптична, інтенсивність зеленого забарвлення листків помірна, кількість листочків середня, листочки за розміром середні. Листя темно-зелене закінчується вусиками. Суцвіття з двома квітками середнього розміру у вузлі з білим забарвленням парусу. На парусі та крилах відсутні фіолетові смуги. Біб середній за довжиною та шириною, з одним або двома насіннєвими зачатками, форма верхівки бобу заокруглена. Боби мають помірну інтенсивність забарвлення перед збиральною стиглістю та зелене забарвлення за збиральної стиглості. Висота прикріплення нижнього бобу – 16,0 см. Суха насінина широка, у поздовжньому розрізі – еліптична. Основне забарвлення шкірки сухої насінини зеленувато-жовте. Маса сухого насіння велика. Тривалість вегетаційного періоду 73 доби. Час цвітіння середній.

Особливості сорту (за інформацією, наданою заявником): середньостиглий. Вміст білка – 23,4 %. Маса 1000 насінин – 55,8 г. Дружність досягання, бал (1–9) – 8. За якістю зерна – високоцінний. Відзначається високими смаковими якостями. *Стійкість (з 9 балів):* до розтріскування бобів – 6 балів; до вилягання – 7 балів; до посухи – 7 балів; до ураження аскохітозом (*Ascochyta ervicola* Syd.) – 6 балів; до ураження фузаріозом (*Fusarium oxysporum* Schlecht.) – 7 балів; до в'янення бактеріального (*Corynebacterium insidiosum* (Mc Cull.) Jons.) – 5 балів; до ураження шкідниками (попелиці) – 6 балів.

Врожайність (за інформацією, наданою заявником): за стандартної вологості 14 % – 2,1 т/га [Інформаційно-довідкова система «Сорт»].

Даринка. Зона вирощування: Степ, Лісостеп.

Морфологічні ідентифікаційні ознаки сорту: Рослини висотою 58 см, з помірною інтенсивністю галуження, з відсутнім антоціановим забарвленням. Забарвлення сім'ядолі оранжеве. Форма листка еліптична, інтенсивність зеленого забарвлення листків помірна, кількість листочків середня, листочки за ро-

зміром середні. Суцвіття з двома або трьома квітками у вузлі з білим забарвленням парусу. На парусі наявні фіолетові смуги та відсутні на крилах. Квіти за розміром малі. Біб середній та вузький за шириною, переважно з двома насіннєвими зачатками, форма верхівки бобу від заокругленої до загостреної. Боби мають помірну інтенсивність забарвлення перед збиральною стиглістю та жовте забарвлення за збиральною стиглістю. Висота прикріплення нижнього бобу – 17,0 см. Суха насінина має середній розмір, у поздовжньому розрізі – широкоеліптична. Основне забарвлення шкірки сухої насінини вохристе. Маса сухого насіння мала. Тривалість вегетаційного періоду 75 діб. Час цвітіння середній.

Особливості сорту (за інформацією, наданою заявником): середньостиглий. Вміст білка – 26,0 %. Маса 1000 насінин – 29,0 г. Дружність досягання, бал (1–9) – 7. *Стійкість (з 9 балів):* до розтріскування бобів – 8 балів; до вилягання – 7 балів; до посухи – 8 балів; до ураження аскохітозом (*Ascochyta ervicola* Syd.) – 7 балів; до ураження фузаріозом (*Fusarium oxysporum* Schlecht.) – 7 балів; до в'янення бактеріального (*Corynebacterium insidiosum* (Mc Cull.) Jons.) – 7 балів; до ураження шкідниками (попелиці) – 6 балів.

Врожайність (за інформацією, наданою заявником): за стандартної вологості 14 % – 2,14 т/га [Інформаційно-довідкова система «Сорт»].

Попри відсутність в Державному реєстрі сортів рослин, придатних для поширення в Україні, цікавими з точки зору підтримання біорізноманіття сочевиці та залучення в селекційний процес залишаються такі сорти: Дніпровська 3, Красноградська 49, Красноградська 250, Красноградська 460, Нова Луна, Сорт ПСЕ-2, Горлиця, Луганчанка, Східна, Красноградська 100 та Світанок.

Дніпровська 3. *Зона вирощування:* вирощується в усіх зонах України.

Особливості сорту: має добрі смакові та технологічні якості зерна.

Врожайність: в умовах Харківської області на Ізюмській сортодільниці було одержано врожай 2,81 т/га (1969 р.). Більший врожай зібрали в Башкортостані на Дюртюлінській сортодільниці – 3,35 т/га.

Виведений: індивідуальним добором з насіння сорту Нарядна 3.

Красноградська 49. *Зона вирощування:* Лісостеп.

Особливості сорту: Має добрі смакові та технологічні якості зерна.

Ознаки: Рослини висотою 50–55 см з овальними, круглими світло-зеленими листками. Квіти великі білі, боби плоскі, ромбічні. Маса 1000 насінин – 64,7 г. Вміст білка в насінні – 27,9 %.

Врожайність: врожай становить 2,3 т/га на Красноградській дослідній станції (що вище від стандарту на 0,42 т/га). З іншого джерела – 1,94 т/га.

Виведений: добором з гібридної популяції 417/80 х Дніпровська 3. Включений до Реєстру сортів рослин України з 1996 року [Зінченко, Салатенко, Білоножко, 2001; Шевченко, Шевченко, 2003].

Красноградська 250. *Зона вирощування:* Степ, Лісостеп України.

Особливості сорту: Має високу посухостійкість, добрі смакові якості зерна, стійкий до фузаріозного в'янення. Сорт середньостиглий, вегетаційний період в умовах Харківської області 75–82 дні.

Врожайність: 2,69–3,19 т/га.

Виведений: добором із складної гібридної популяції [Бершак, 1990].

Красноградська 460. Зона вирощування: Татарстан до 80-х років.

Врожайність: 3,20–3,34 т/га.

Виведений: індивідуальним добором із колекційного зразка Петровської селекційно-дослідної станції [Зінченко, Салатенко, Білоножко, 2001].

Нова Луна. Зона вирощування: районований у Полтавській області (до 90-х років минулого століття).

Врожайність: в умовах сортодільниць Полтавської області середній урожай насіння 1,67 т/га, максимальний – 2,07 т/га.

Виведений: індивідуальним добором з гібридної популяції.

Одним із напрямків і завдань в селекції сочевиці є створення сортів з насінням, яке не буріє. Одним із перших таких сортів був ПСЕ-2, виведений М.М. Майоровою на Петрівській селекційній дослідній станції [Зінченко О. І., Салатенко В. Н., Білоножко М. А., 2001].

Сорт ПСЕ-2. Даний сорт характеризувався стійким забарвленням насіння, прямим стеблом висотою 40–45 см. Стійкий до вилягання й посухи. Сума активних температур, яку потребують рослини, – 1400–1500 °С. Кількість бобів на рослині досягала 30, висота прикріплення нижнього бобу 15 см. Вегетаційний період 90–96 днів. При густоті стояння рослин 1,5 млн/га одержували врожай 3,5 т/га.

Горлиця. Зона вирощування: Степ, Лісостеп України.

Особливості сорту: стійкий до посухи та вилягання рослин, має добрі смакові та технічні властивості.

Врожайність: на Красноградській дослідній станції 2,14 т/га.

Виведений: індивідуальним добором із природного зразка К.1212 [Клиша, Кулініч, Корж, 2015].

Луганчанка. Зона вирощування: Степ, Лісостеп.

Особливості сорту: має високу стійкість до вилягання та осипання, стійкий до хвороб та посухи. Має цінні смакові особливості, швидко розварюється.

Ознаки: Рослини висотою 45–50 см з подовжено-овальними, сіро-зеленими листками середньої величини. Квіти білі, парус з блакитною прожилкою. Боби плоскі, овальні. Насіння плескате, овальне. Маса 1000 насінин – 62 г. Вміст білка в насінні – 27,8 %.

Врожайність: 2,07 т/га, що на 0,03 т/га більше від стандартного сорту Красноградська 250. Найбільший врожай може бути 3,5–4,0 т/га.

Виведений: у Луганському національному аграрному університеті масовим добором з гібридної популяції. Включений до Реєстру сортів рослин України з 1997 року.

Східна. *Особливості сорту:* сорт має дрібне насіння, зате має більшу кількість насінин у бобові, стійкість до розтріскування бобів та осипання.

Ознаки: Мають пряме стебло висотою 37–44 см, квіти білі з синіми прожилками, насіння жовто-зелене, сім'ядолі жовті. Сорт середньоранній, вегетаційний період 75–81 день.

Врожайність: 1,83 т/га.

До Реєстру сортів України з 2000 року були занесені сорти сочевиці – Красноградська 100 та Світанок [Суворова, Костикова, Иконников, 2014].

Красноградська 100 для вирощування в зоні Лісостепу. Виведений Красноградською дослідною станцією.

Світанок для вирощування в зоні Степу. Виведений Луганським національним аграрним університетом. Даний сорт характеризується жовто-білим небуріючим насінням.

Обидва сорти поступаються за продовольчими якостями сортам Красноградська 49 та Луганчанка.

Селекціонери Інституту зернових культур НААН України та його селекційно-дослідні станції створили урожайні сорти сочевиці, до яких належать [Клиша, Кулініч, Хорошун, 2010; Клиша, Кулініч, Корж, 2015]: Дніпровська 3, Красноградська 49, Красноградська 250, Красноградська 460, Лінза, Нова Луна. На базі Луганського аграрного університету та Луганського інституту агропромислового виробництва було створено такі сорти як: Світанок, Луганчанка [Шевченко, Шевченко, 2003; Лысак, Шевченко, Ерохина, 1997; Шевченко, 2003], Любава [Лысак, Шевченко, Ерохина, 1997; Шевченко, 2003].

Окрім згаданих сортів, в Інституті рослинництва ім. В.Я. Юр'єва зберігається колекція сочевиці з 877 зразків. Однак найбільша кількість колекційних зразків знаходиться в генетичних центрах Австралії – 5250 зразків, США – 2797, Росії – 2556, Індії – 2285 [Холод, 2016; Клиша, Кулініч, 2015; Кобызева, Безуглая, 2009].

Література до розділу

Aw-Hassan, A., K. Shideed, A. Sarker, R. Tutwiler and W. Erskine. 2003. Economic impact of international and national lentil improvement research in developing countries. In Evenson, R.E. and Gollin, (eds.) Crop Variety Improvement and Its Effect on Productivity: The Impact of International Agricultural Research. CABI, Wallingford, UK. 275–291 pp

ДСТУ 2240-93 Насіння сільськогосподарських культур. Сортів та посівні якості. Технічні умови. Київ: Держстандарт України, 1993 74 с

ДСТУ 6020:2008 Сочевиця. Технічні умови. Київ: Держспоживстандарт України, 2010. 13 с.

Зінченко О. І., Салатенко В. Н., Білоножко М. А. Рослинництво / за ред. О. І. Зінченка. Київ : Аграрна освіта, 2001. С. 335–338.

Інформаційно-довідкова система «Сорт». URL <http://sort.sops.gov.ua/taxon/view/27>

Клиша А. І., Кулініч О. О. Генетичне різноманіття виду *Lens* та селекція сочевиці. *Посібник українського хлібороба*. 2015. Т. 1. С. 188–189.

Клиша А. І., Кулініч О. О. Якість насіння сочевиці та основні напрямки селекції для його покращення. *Селекція і насінництво* : міжвід. темат. наук. зб. Харків, 2008. Вип. 96. С. 341–346.

Клиша А. І., Кулініч О. О., Корж З. В. Селекція зернобобових: результати і перспективи. *Бюл. Ін-ту сільського господарства степової зони НААН України*. 2015. № 8. С. 27–32.

Кобызева Л. Н., Безуглая О. Н. Видовое разнообразие зерновых бобовых культур в Национальном центре генетических ресурсов растений Украины и его значение для селекционной практики. *Генетичні ресурси рослин*. 2009. № 7. С. 9–21

Лысак С. П., Шевченко А. М., Ерохина Н. С. Направления создания и использования исходного материала в селекции чечевицы. *Отчетная научно-техническая конференция за 1996 г.* : матер. Луганского с.-х. ин-та. Луганск, 1997. Ч. 2. С. 59–62

Суворова Г. Н., Костинова Н. О., Иконников А. В. и др. Новый сорт чечевицы Восточная. *Земледелие*. 2014. № 4. С. 19–20.

Холод С. М. Цінність сочевиці та перспективи її вирощування в Україні. *Рослинний світ України: теоретичні і прикладні аспекти вивчення і освоєння у виробництві основних і малопоширених видів (сільськогосподарські і біологічні науки)* : Матеріали всеукраїнської науково-практичної конференції (у рамках І-го наукового форуму «Науковий тиждень у Крутах – 2016», 23-24 березня 2016 р., с. Крути, Чернігівська обл.) / ДС «Маяк» ІОБ НААН. (с. Крути, 23–24 березня 2016 р.) Ніжин : ПП Лисенко М.М., 2016. 232 с. С 196–201

Шевченко А. М., Шевченко І. А. Сочевиця – цінна продовольча культура. *Луганськ : Знання*, 2003. 27 с.

Шевченко І. А. Створення сортів з небуріючим насінням – новий напрямок в селекції сочевиці на високу якість продукції. *Зб. наук. праць Луганського НАУ*. 2003. Вип. 47. С. 202–203.

РОЗДІЛ 8

ХВОРОБИ СОЧЕВИЦІ

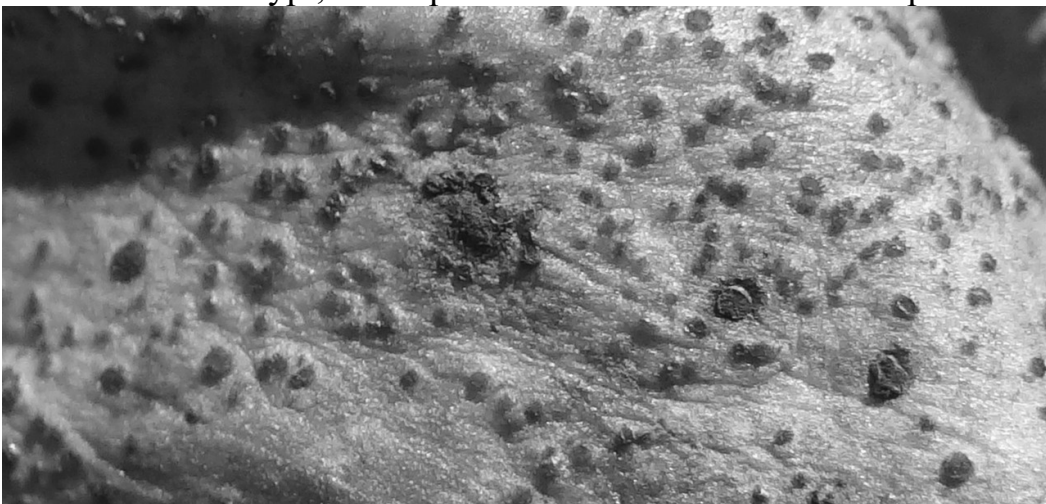
Рослини сочевиці уражуються широким колом збудників, які пошкоджують листки, стебла, кореневу систему та боби. Більшість найважливіших захворювань зустрічаються у всіх регіонах вирощування сочевиці, тому важливо знати про збудники та вміти ідентифікувати причину спалаху хвороби. Рання правильна ідентифікація хвороб сочевиці дозволить запобігти вторгненню екзотичних захворювань у райони, де вони не поширені.

Хвороби сочевиці можуть виникнути від неправильного розташування сочевиці в сівозміні або ж за рахунок порушення інших елементів агротехніки: обробітку ґрунту, строків та норм сівби, захисту від бур'янів тощо. Для уникнення захворювань сочевицю небажано сіяти на одному і тому ж полі частіше як раз на чотири роки. Також небажано сіяти сочевицю після гороху, сої, гірчиці, ріпаку, оскільки вони сприяють поширенню хвороб сочевиці [Лихочвор та ін., 2008; Черенков та ін., 2013; Леонтьев, 1966; Кулініч, 2004].

Іржа сочевиці (збудники – гриби *Uromyces viciae fabae* (Pers.) DB.). Пошкоджує листки, рідше стебла та боби [Леонтьев, 1966; Петренкова та ін., 2010; Кириченко та ін., 2009; Сивохин, 1964].

Внаслідок негативної дії даного збудника врожай може бути повністю втрачений [Beniwal et al., 1993]. Іржа сочевиці широко поширена в усьому світі, але вважається значною проблемою в Алжирі, Бангладеш, Канаді, Ефіопії, Індії, Італії, Марокко, Пакистані, Непалі, Сирії та Туреччині [Erskine et al., 1994], також широко зустрічається в Південній Америці, включаючи Аргентину, Бразилію, Чилі, Колумбію, Еквадор та Перу [Bascur, 1993].

Ознаки: На уражених рослинах сочевиці у фазі бутонізації-цвітіння на нижньому боці листків, стеблах та бобах з'являються дрібні, червонувато-бурі пустули, що порошать. Перед дозріванням рослин на листках, стеблах та бобах пустули стають темно-бурі, в них розвиваються зимові теліоспори.



Загальний вигляд пустул іржі, фотографія Jerzy Opiola

За значного розвитку хвороби листки опадають, а рослини передчасно засихають, не утворюючи насіння в стручках або з дрібним зморщеним насінням [Bakr, 1993].

Сприятливі умови: температура 20-22 °С та вологість повітря 60-80 %. Зазвичай частіше всього інфікуються пізні посіви.

Джерело інфекції: поширюється теліоспорами, які зимують на післяжнивних рештках сочевиці на полі. Також може бути заражене насіння, або ж хвороба поширюється на бур'янах-господарях.

Методи боротьби: дотримання сівозміни, контроль за поширенням бур'янів-господарів, створення сортів, стійких до збудника іржі, протруювання насіння фунгіцидами та обробка за потреби рослин під час вегетації.

Аскохітоз сочевиці (збудники – гриби *Ascochyta boltshauseri* Sacc., *A. lentis* Wassil.). Хвороба пошкоджує листки, стебла, боби, інколи навіть насіння. Збудник поширений в районах вирощування культури. Захворювання проявляється у фазах цвітіння – плодоутворення [Петренкова та ін., 2010; Леонтєв, 1966; Умаров, 2012; Борзенкова, Кирсанова, 2012].

Хвороба є поширеною у всьому світі і може призвести до втрат урожаю в межах від 30 до 70 % [Gossen and Morrall, 1983; Kaiser, 1992; Brouwer et al., 1995].

Ознаки: Хвороба вражає всі надземні частини рослини і насіння. На листках, стеблах, бобах утворюються округлі світло-каштанові чи темно-коричневі плями, на яких утворюються пікніди. По мірі розвитку хвороба може розповсюдитись по всьому полю, тоді як на початкових стадіях вона має осередковий характер поширення.



Загальний вигляд аскохітозу сочевиці

Конідії розлітаються від ударів краплин води на відстань до 15 см. Збудник також може бути розповсюджений за допомогою переносу вітром з інфікованих листочків [Pedersen et al., 1994] та через заражене насіння. Причому він може зберігатися в заражених стручках та насінні протягом трьох років при зберіганні в оптимальних умовах [Kaiser and Hannan, 1986].

Спори перезимовують на рослинних рештках, тому для зменшення поширення хвороби не бажано сіяти сочевицю по сочевиці та слід дотримуватись чергування культур у сівозміні.

Сприятливі умови: прохолодна або тепла погода з регулярними опадами.

Джерело інфекції: може зберігатися як грибницею в насінні, так і у вигляді пікнід на рослинних рештках. Передається через ґрунт та насіння.

Методи боротьби: сівозміна, ретельна заробка в ґрунт рослинних решток, стійкі до рас збудника сорти, протруювання насіння (протруювачі з діючими речовинами: карбендазим, беноміл, карбатін, іподіон, тіобендазол, металаксил та ін.), ранні строки сівби.

На початкових стадіях поширення хвороби, або коли складаються сприятливі погодні умови для її розвитку потрібно застосовувати фунгіциди групи стробірулінів, які мають у своєму складі діючу речовину типу: азоксистробін, демоксистробін, піраклостробін. У випадку повторного застосування бажано використовувати фунгіциди інших хімічних груп (каптафол, хлороталоніл, метирам, фольпет).

Бактеріоз коріння (збудник – *Bacterium radiciperda* Javor). Інфікує посіви культури впродовж всього вегетаційного періоду. Більш уразливішими є пізні посіви сочевиці [Леонтьев, 1966].

Ознаки: Починається на корені в місцях укусів комах. Бактерії проникають в судинні пучки кореня і закорковують їх. В результаті чого порушується нормальне водопостачання і мінеральне живлення рослин. В кінцевому результаті корені згнивають, а надземні органи рослини починають жовтіти або червоніти і рослини гинуть.

Джерело інфекції: Бактерії, які мешкають в ґрунті. Також додатково може передаватися комахами.

Методи боротьби: немає.

Фузаріозне в'янення (збудник – гриб *Fusarium oxysporum* Schl, *Fusarium martii* App. et Wr.). [Умаров, 2012; Леонтьев, 1966].

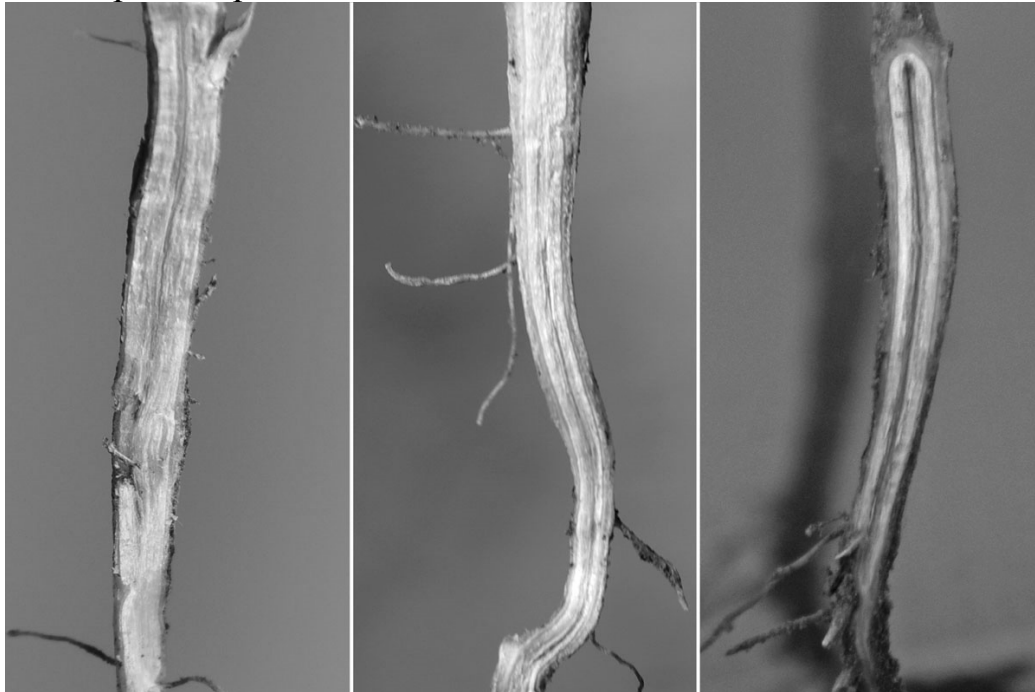
Хвороба може спричинити повну втрату урожаю при сприятливих умовах для свого розвитку, а тому може бути основним обмежуючим фактором для вирощування сочевиці в певних районах [Chaudhary and Amarjit, 2002].

Ознаки: Хвороба поширюється від кореневої шийки по всій рослині. Однак візуально спостерігається прив'ялювання верхніх листків, що симптоматично нагадує дефіцит води, затримку їх росту, та подальше засихання рослин.



Загальний вигляд ушкоджених рослин, фото Michael Wunsch

Конідії гриба розташовані в основному в корені, в стеблі їх менше, а на бобах і насінні взагалі немає. Пошкоджені рослини є безплідними, тому що гинуть ще до фази цвітіння. Рослини засихають від порушення водопостачання. Видимими ознаками є пожовтіння листя, а потім взагалі його обпадання, карликовість. Рослину легко виривати з ґрунту внаслідок загнивання коріння. Посіви вражає нерівномірно.



Стан кореневої системи ушкоджених рослин сочевиці, фото Michael Wunsch

Також зустрічаються публікації про те, що такі нематоди, як *Ditylenchus* spp., *Meloidogyne* spp. та *Pratylenchus* spp., взаємодіють синергетично з *F. oxysporum f. sp. lentis* та підсилюють важкість перебігу хвороби [De et al., 2001].

Сприятливі умови: вологі та прохолодні погодні умови.

Джерело інфекції: хвороба передається через ґрунт та насіння.

Відносно стійкими до фузаріозного в'янення є такі сорти: Луганчанка, Laird (Канада), Дю Прентан Фонсе (Франція), Стела (Болгарія), Петрівська 4877, ВІР к. 2166 (Азербайджан).

Методи боротьби: вирощування стійких сортів, дотримання сівозміни (зернобобові культури висівають не частіше ніж раз на 4 роки), протруювання насіння (Вітавакс ФФ (2,5 л/т), Ламардор FS400 (0,15-0,2 л/т), Максим XL025), перенесення строків сівби сочевиці на більш пізні для уникнення вологого прохолодного періоду на початку вегетації, або ж вибір сортів, що рано досягають. Внесення органічних решток під попередник сприяє зростанню ґрунтового біорізноманіття та пригніченню збудника хвороби.

Борошниста роса сочевиці (збудники – ектопаразити *Erysiphe pisi* DC. і *Erysiphe polygoni* DC. та ендопаразит *Leveillula taurica* (Lév.) Arnaud). Стадія анаморфи *E. polygoni*, *Oidium* sp., а також стадія анаморфи *L. taurica*, *Oidiopsis taurica* Salmon, розповсюджена на території СНД та Йорданії. Останні дані свідчать, що *Erysiphe trifolii* також заражає сочевицю [Attanayake et al., 2008].

Ознаки: Найбільш виражена хвороба перед початком дозрівання рослин. На листках, стеблах та бобах з'являється білий, борошністий наліт, що до початку дозрівання темніє. На ньому формуються клейстокарпії – дрібні, округлі, темно-бурі крапки [Петренкова та ін., 2010; Кириченко та ін., 2009; Сивохин, 1964].

Сприятливі умови: ясні нічні роси та вологе спекотне літо. Також краще захворювання розвивається на пізніх посівах.

Джерело інфекції: рослинні рештки, на яких залишилися конідії.

Методи боротьби: використання здорового посівного матеріалу; вирощування культури при високій агротехніці; знищення рослинних решток; вирощування стійких сортів. При сприятливих для розвитку хвороби умовах чи появі перших ознак хвороби – застосування фунгіцидів з діючими речовинами: карбендазим, флутріафол, флутріафол + тіофанат-метил.

Несправжня борошниста роса (переноспороз) (збудник – гриб *Peronospora lentis* Caum) [Леонтьєв, 1966; Умаров, 2012].

Ознаки: Захворювання пошкоджує листки. Ураження може бути двох видів: місцеве та дифузне. За місцевого на верхній частині листя з'являється блідо-жовті плями з розпливчастими краями, на нижній – світло-коричневий, сірувато-фіолетовий пухкий наліт. За дифузного ураження на всіх надземних органах з'являється сіро-фіолетовий наліт, верхівки стебел щільно прилягають одна до одної, нагадуючи головку капусти.

Сприятливі умови: вологі погодні умови.

Методи боротьби: хвороба поширюється в кінці вегетаційного періоду, не призводячи до значних втрат врожаю. Тому рекомендовано висівати стійкі сорти сочевиці та дотримуватись агротехнічних вимог: чергування культур, заорювання рослинних решток.

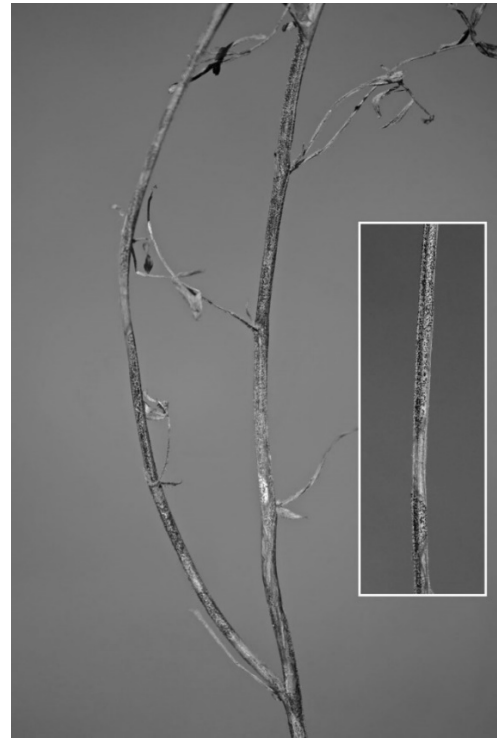
Антракноз (збудники – *Colletotrichum truncatum* (Schwein.) та *Colletotrichum lindemuthianum* Br. et Cav.).

Ознаки: *Colletotrichum truncatum* – на нижніх стеблах починають розвиватися світло-коричневі некротичні плями неправильної форми і поступово збільшуються в кількості і розмірах, з часом вони зростаються і надають стеблам чорнувато-коричневий вигляд. Ураження на листках кругові з невеликою кількістю конідій. Грибок проникає у судинну тканину, що призводить до в'янення рослин, а великі коричневі плями відмираючих рослин стають візуально добре помітними в полі після цвітіння.

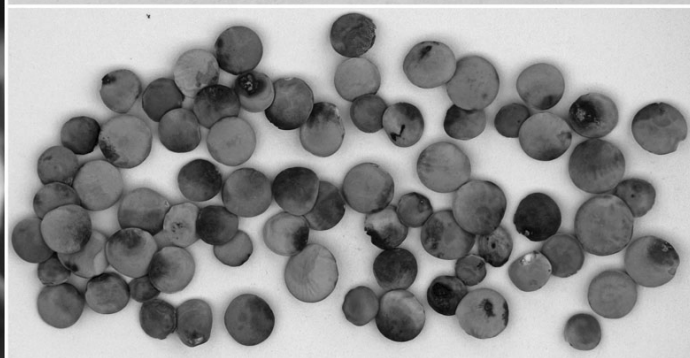
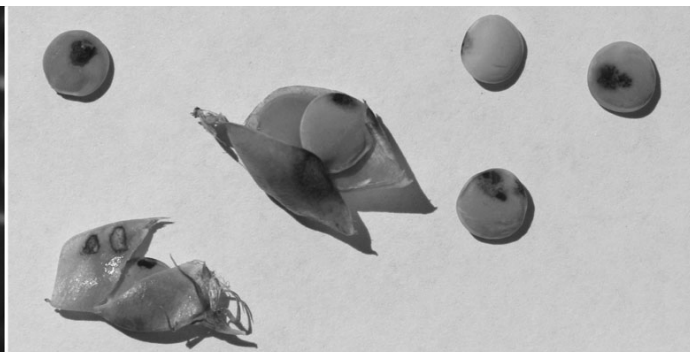
Colletotrichum lindemuthianum – на бобах з'являються круглі, бурі, злегка вдавлені плями з темною облямівкою по краю і темно-червоною полосою. Частото хвороба передається до насіння шляхом утворення отворів на поверхні бобів [Леонтьєв, 1966].

Сприятливі умови: хвороба добре розвивається в прохолодних та вологих погодних умовах.

Джерело інфекції: збудник може переноситись насінням, здатний вижити до чотирьох років в залишках сільськогосподарських культур, поширюється конідіями з дощем та вітром.



Загальний вигляд ушкоджених *Colletotrichum truncatum* рослин сочевиці,
фото Michael Wunsch



Загальний вигляд ушкоджених *Colletotrichum lindemuthianum* рослин сочевиці,
фото Michael Wunsch

Методи боротьби: дотримання сівоzmини (зернобобові культури висівають не частіше ніж раз на 4 роки), ретельно заробляти рослинні рештки, протруювання насіння (препарати на основі діючих речовин беноміл або тіабендазол). У випадку значного поширення хвороби можна застосовувати фунгіциди на основі діючих речовин: беноміл або тіабендазол.

Сіра гниль (ботритініоз) (збудники – *Botrytis fabae* (Sard) (teleomorph: *Botryotinia fabae*) і *B. cinerea* (Pers.: Fr.) (*Helotiales*, *Sclerotiniaceae*) (teleomorph: *Botryotinia fuckeliana*)).

Ознаки: утворюються плями, схожі на мокру гниль з сірим пухнастим нальотом. В результаті чого листя в'яне та опадає, боби не наливаються. В уражених місцях з'являються плоскі темно-бурі склероції збудника [Умаров, 2012].

В Австралії вперше хвороба з'явилась на посівах сочевиці в мокрий 1983 рік [Lindbeck et al. 2003]. У Канаді про це захворювання вперше було повідомлено у 1970 році, а серйозні епідемії виникали з 1992 по 1994 р. [Morrall 1997]. В США це захворювання було зафіксовано на сочевиці в 1964 р. [Wilson and Brandsberg 1965], а в Новій Зеландії в 1987 р. [Cromeu et al. 1987]. Також хвороба поширена в Бангладеш, Непалі та Пакистані [Brouwer et al., 2000]. У Європі виробництво сочевиці суттєво обмежується у вологому кліматі, що сприяє хорошому розповсюдженню збудника хвороби [Carrouee et al., 2000].



Ушкодження рослин сочевиці сірою гниллю, фото Michael Wunsch

Хвороба спочатку з'являється на нижній частині листків, у вигляді цяток спочатку темно-зелених, а згодом сірувато-коричневих, потім кремових, які в міру старіння поширюються на весь листок. Сильно заражені листки засихають та опадають на землю, а тому можуть бути вторинним джерелом інфекції. В загущених перезволожених посівах інфекція може поширюватися на нижні стебла, які швидко стають оперезаними і покриваються пухнастим шаром конідіофорів, з часом спричиняючи загибель стебел та інфікування цілої рослини.

Боби покриваються сірим цвілевим нальотом, загнивають і стають коричневими при висиханні. Відповідно насіння з цих бобів теж може бути інфіковане збудником хвороби [Davidson et al., 2004].

При збиранні посівів, уражених хворобою, спори активно піднімаються у повітря та можуть не тільки розноситись повітрям на значні відстані, а й потрапляти в органи дихання – за рахунок високої їх концентрації та тривалого знаходження в нижніх шарах атмосфери.

Сприятливі умови: захворювання в більшості проявляється на згущених посівах, схильних до вилягання, за прохолодної, вологої погоди. Також переносниками хвороби є інші бобові культури (нут, вика) та деякі дикі види, а тому важливо дотримуватись сівозміни та боротись з бур'янами.

Джерело інфекції: даний патоген знаходиться в ґрунті.

Методи боротьби: дотримання сівозміни (зернобобові культури висівають не частіше ніж раз на 4 роки), протруювання насіння (препарати на основі діючих речовин беноміл, карбоксин, хлороталоніл або тіабендазол), не використовувати для сівби насіння з більш як 5 % рівнем зараження даним збудником, норму висіву та ширину міжрядь планувати з розрахунку отримання добре провітрюваних незагущених посівів. У випадку значного поширення хвороби можна застосовувати фунгіциди на основі діючих речовин: беноміл, боскалід, карбендазим, хлороталоніл, манкозеп, тіабендазол, тридеморф та вінклозолін.

Чорна гниль (збудник – *Stemphylium botryosum* Wallr) [Sinha and Singh, 1993].

Ознаки: утворює від світло-коричневих до чорних конідій зі співвідношенням довжини до ширини 1:1,5, що розділяються середньою поперечною перегородкою. Хвороба поширюється на спаржі, ріпаку, люцерні, бавовні, помідорах, часнику, манго, груші, цибулі, конюшині та сочевиці.

Сприятливі умови: хвороба добре розвивається за температури від 5 до 30°C за наявності вільної води. Оптимальні умови для епідемії характеризуються високою відносною вологістю, похмурими днями та помірно теплими температурами.

Методи боротьби: пізні строки сівби, вирощування стійких сортів, застосування фунгіцидів.

Коренева гниль сочевиці (збудники – гриби з родів *Fusarium*, *Pythium*, *Rhizoctonia*). Здебільшого масово хвороба проявляється через 18-20 діб після посіву [Петренкова та ін., 2010; Кириченко та ін., 2009; Кирик та ін., 2013; Борзенкова, Кирсанова, 2012].

Ознаки: Перші прояви ураження спостерігаються у фазі сходів. Вони мають вигляд невеликих світло- і темно-коричневих штрихів та плям на прикореневій частині стебла або головному корені. Рослини жовтіють, відстають у рості, нижнє листя опадає. Корені загнивають і рослина гине. Рослини, пошкоджені хворобою, не мають головного кореня, а бічні недорозвинуті. У нижній частині стебел пошкоджених рослин у вологу погоду спостерігаються біло-рожеві подушечки спороношення гриба. Пошкоджене хворобою насіння щупле, втрачає форму й блиск, зморшкувате. Після сівби такого насіння проростки, які сформувались, загнивали і рослина далі не розвивалась.

Сприятливі умови: хвороба добре розвивається за умови водного дефіциту та дії високих температур, та низької вологості повітря.

Джерело інфекції: ґрунт, насіння, рослинні рештки уражених рослин.

Методи боротьби: Дотримання сівозміни (зернобобові культури висівають не частіше ніж раз на 4 роки), заорювання рослинних решток, протруювання насіння, ранні строки сівби, вирощування стійких сортів.

Стеблова гниль (збудник – *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary) [Clarkson et al., 2003; Bolten et al., 2006].

Ознаки: Заражені рослини мають побілілі уражені плями на стеблах, листках, квітконіжках і стручках, які іноді вкриті характерним бавовняним білим міцелієм, що інколи містить темну склеротію. Хвороба поширена по всьому світі та зустрічається більш ніж на 400 видах рослин.

Сприятливі умови: хвороба добре розвивається за високої густоти рослин, надмірного їх вегетативного росту та великої кількості опадів в останню третину сезону вирощування сочевиці [Akem et al., 2006].

Методи боротьби: збудник тривалий час зберігається та має багато господарів, тому застосування сівозмін не є ефективним обмежувальним заходом, зустрічаються слабкосприйнятливі до патогена сорти сочевиці. Застосування фунгіцидів у другій половині вегетації сочевиці не є ефективним.

Вірусні хвороби.

Рослини сочевиці можуть бути заражені цілим рядом вірусів, але, як правило, вплив на врожайність не такий великий, як від грибкових збудників. Віруси, як правило, передаються попелицями та/або насінневою інфекцією [Beniwal et al., 1993].

В Україні, на жаль, не приділяють належної уваги діагностиці вірусних хвороб та запровадженню заходів обмеження їх поширення чи уникнення передачі через насінневий матеріал.

Так, за даними вітчизняних вчених, до поширених на сочевиці вірусних хвороб відносять мозаїку та скручування листків. Мозаїка пошкоджує листя, залишаючи характерне забарвлення. Суттєвої шкоди не завдає. При скручуванні листків відбувається пожовтіння рослини і її в'янення. Скручування листків призводить до значних втрат врожаю.

Сочевиця сприйнятлива щонайменше до 30 різних видів вірусів, що представляють 16 родів з дев'яти сімей з геномами, що складаються з одноланцюгової РНК або ДНК (табл. 8.1) [Abraham et al., 2006; Taylor et al., 2007].

Таблиця 8.1. Відомі види вірусів, що заражають сочевицю природним та/або штучним шляхом [Fauquet et al., 2005]

Вид вірусу	Геном	Абревіатура	Рід	Сімейство	Вектор	Sap
Вірус мозаїки люцерни	ssRNA	AMV	<i>Alfavirus</i>	<i>Bromoviridae</i>	Aphids NP	+
Латентний вірус артишоку	ssRNA	ArLV	<i>Potyvirus</i>	<i>Potyviridae</i>	Aphids NP	+
Вірус мозаїки бобових	ssRNA	BCMV	<i>Potyvirus</i>	<i>Potyviridae</i>	Aphids NP	+
Вірус скручування листя бобових	ssRNA	BLRV	<i>Luteovirus</i>	<i>Luteoviridae</i>	Aphids P	–
Вірус плямистого забарвлення стручкової квасолі	ssRNA	BPMV	<i>Comovirus</i>	<i>Comoviridae</i>	Beetles	+
Вірус жовтої мозаїки бобових	ssRNA	BYMV	<i>Potyvirus</i>	<i>Potyviridae</i>	Aphids NP	+
Вірус західної жовтяниці буряків	ssRNA	BWYV	<i>Polerovirus</i>	<i>Luteoviridae</i>	Aphids P	–
Вірус плямистого забарвлення кінських бобів	ssRNA	BBMV	<i>Bromovirus</i>	<i>Bromoviridae</i>	Beetles	+
Вірус плямистості кінських бобів	ssRNA	BBSV	<i>Comovirus</i>	<i>Comoviridae</i>	Beetles	+
Вірус справжньої мозаїки кінських бобів	ssRNA	BBTMV	<i>Comovirus</i>	<i>Comoviridae</i>	Beetles	+
Вірус в'янення кінських бобів-1	ssRNA	BBWV-1	<i>Fabavirus</i>	<i>Comoviridae</i>	Aphids NP	+
Вірус хлоротичної карликовості нуту	ssDNA	CpCDV	<i>Mastrevirus</i>	<i>Geminiviridae</i>	Leafhoppers	–
Вірус хлоротичного ефекту нуту	ssRNA	CpCSV	<i>Polerovirus</i>	<i>Luteoviridae</i>	Aphids P	–
Ниткоподібний вірус нуту	ssRNA	CpFV	<i>Potyvirus</i>	<i>Potyviridae</i>	Aphids NP	+
Вірус кучерявості листків томату	ssDNA	CdTV	<i>Begomovirus</i>	<i>Geminiviridae</i>	Whiteflies	–
Вірус мозаїки огірків	ssRNA	CMV	<i>Cucumovirus</i>	<i>Bromoviridae</i>	Aphids NP	+
Вірус некротичного пожовтіння бобів	ssDNA	FBNYV	<i>Nanovirus</i>	<i>Nanoviridae</i>	Aphids P	–
Вірус мозаїки гороху-1	ssRNA	PEMV-1	<i>Enamovirus</i>	<i>Luteoviridae</i>	Aphids P	+
Вірус мозаїки гороху, що передається насінням	ssRNA	PSbMV	<i>Potyvirus</i>	<i>Potyviridae</i>	Aphids NP	+
Вірус смугастості гороху	ssRNA	PeSV	<i>Carlavirus</i>	<i>Flexiviridae</i>	Aphids NP	+
Вірус арахісового ефекту	ssRNA	PSV	<i>Cucumovirus</i>	<i>Bromoviridae</i>	Aphids NP	+
Вірус перепелиної мозаїки гороху	ssRNA	QPMV	<i>Comovirus</i>	<i>Comoviridae</i>	Beetles	+
Вірус мозаїки судин червоної конюшини	ssRNA	RCVMV	<i>Carlavirus</i>	<i>Flexiviridae</i>	Aphids	+
Вірус карликовості сої	ssRNA	SbDV	<i>Luteovirus</i>	<i>Luteoviridae</i>	Aphids P	–
Вірус підземної частини конюшини	ssDNA	SCSV	<i>Nanovirus</i>	<i>Nanoviridae</i>	Aphids P	–
Вірус тютюнової мозаїки	ssRNA	TSV	<i>Ilarvirus</i>	<i>Bromoviridae</i>	Thrips	+
Вірус томатного чорного кільця	ssRNA	TBRV	<i>Nepovirus</i>	<i>Comoviridae</i>	Nematodes	+
Вірус плямистості томатів	ssRNA	TSWV	<i>Tospovirus</i>	<i>Bunyaviridae</i>	Thrips	+
Вірус жовтого листя томатів	ssDNA	TYLCV	<i>Begomovirus</i>	<i>Geminiviridae</i>	Whiteflies	–
Вірус мозаїки турнепсу	ssRNA	TuMV	<i>Potyvirus</i>	<i>Potyviridae</i>	Aphids NP	+

Серед найважливіших вірусів, що заражають сочевицю, є вірус скручування листя бобових (BLRV), вірус жовтої мозаїки бобових (BYMV), вірус західної жовтяниці буряків (BWYV), вірус мозаїки огірків (CMV), вірус некроти-

чного пожовтіння бобів (FBNYV), вірус мозаїки гороху-1 (PEMV-1), вірус мозаїки гороху, що передається насінням (PSbMV), та вірус гороху (PeSV).

Таблиця 8.2. Віруси регіонального або глобального поширення, які заражають сочевицю природним шляхом [Bos et al., 1988; Makkouk et al., 2003].

Вид вірусу	Америка	Європа	Африка	Азія	Австралоазія
AMV	+	—	+	+	+
BCMV	+	—	—	+	—
BLRV	+	—	+	+	—
BYMV	—	—	+	+	+
BWYV	—	—	+	+	+
BBWV-1	—	—	—	+	—
BBMV	—	—	+	+	—
BBSV	—	—	+	+	—
CrCDV	—	—	—	+	—
CrCSV	—	—	+	—	—
CMV	—	—	+	+	+
FBNYV	—	—	+	+	—
PEMV-1	+	+	—	+	—
PSbMV	+	—	+	+	+
PeSV	+	—	—	—	—
SbDV	—	—	+	+	+
TSWV	+	—	—	—	—

Оскільки не існує практичного способу захисту сільськогосподарських культур від вірусної інфекції, то усі існуючі стратегії боротьби полягають у запровадженні заходів, що запобігають або зменшують зараження рослин.

А тому основні заходи боротьби можна класифікувати як такі, що контролюють вірус або ж спрямовані на уникнення чи зменшення захворюваності рослин; та власне інтегровані підходи, які поєднують усі можливі заходи таким чином, щоб вони доповнювали один одного.

Найбільш ефективним заходом контролю поширення вірусних інфекцій є вирощування сортів, стійких до вірусу або до його передачі через насіння. Так, на даний час ряд бобових культур генетично трансформується для отримання вірусостійких сортів [Chowrira et al., 1998; Chu et al., 1999].

Слід також уникати перезимівлі сільськогосподарських культур, які можуть грати роль джерел зараження, шляхом просторової ізоляції.

Вирощування ранньостиглих сортів та використання крайових посівів культур, які не є господарями вірусу є ефективними у зниженні захворюваності сочевиці. Зміни строків сівби для уникнення впливу на рослини пікових концентрацій вірусу на найуразливіших ранніх стадіях росту теж є стандартним заходом боротьби з вірусами, широко рекомендованим для використання при вирощуванні зернобобових культур [Thresh, 2003].

Застосування інсектицидів допомагає зменшити розповсюдження деяких вірусів сочевиці, що переносяться за допомогою комах. Однак успішність цього заходу залежить від механізму передачі вірусу та способу дії вибраного інсектициду [Makkouk and Kumari, 2001].

Література до розділу

- Abraham, A.D., Menzel, W., Lesemann, D.E., Varrelmann, M. and Vetten, H.J. (2006) Chickpea chlorotic stunt virus: a new Polerovirus infecting cool-season food legumes in Ethiopia. *Phytopathology* 96, 437–446.
- Attanayake, R.P., Glawe, D., McPhee, K., Dugan, F. and Chen, W. (2008) Taxonomic complexity of powdery mildew pathogens found on lentil and pea in the US Pacific Northwest. *Phytopathology* 98, S15.
- Bakr, M.A. and Ahmed, F. (1992) Development of Stemphylium blight of lentil and its chemical control. *Bangladesh Journal of Plant Pathology* 8, 39–40.
- Bascur GB (1993) Lentil and Faba Bean in Latin America: Their Importance, Limiting Factors and Research. ICRDA, Aleppo, Syria.
- Beniwal, S.P.S., Bayaa, B., Weigand, S., Makkouk, K. and Saxena, M.C. (1993) Field Guide to Lentil Diseases and Insect Pests. International Center for Agricultural Research in the Dry Areas (ICARDA), Aleppo, Syria.
- Bolten, M.D., Thomma, B.P.H.J. and Nelson, B.D. (2006) *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary: biology and molecular traits of a cosmopolitan pathogen. *Molecular Plant Pathology* 7, 1–16.
- Bos, L., Hampton, R.O. and Makkouk, K.M. (1988) Viruses and virus diseases of pea, lentil, faba bean and chickpea. In: Summerfield, R.J. (ed.) *World Crops: Cool Season Food Legumes*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands, pp. 591–615
- Brouwer JB, Bretag TW, Materne MA (1995) Coordinated improvement program for Australian lentils. *Proceeding of 2nd European Conference on Grain Legumes*, Copenhagen, Denmark. p. 25.
- Brouwer JB, Sharma B, Malik BA, Hill GD (2000) Region 6: Asia-Pacific: Meeting the challenge. In: *Linking research and marketing opportunities for pulses in the 21st century*. *Proceedings of the third international food legumes research conference*. *Current Plant science and biotechnology in agriculture*, Vol 34, pp 115–129 (Ed R. Knight) Kluwer Academic Publishers.
- Carrouee B, Gent GP, Summerfield RJ (2000) Production and uses of grain legumes in the European Union. In: *Linking research and marketing opportunities for pulses in the 21st century*. *Proceedings of the third international food legumes research conference*. *Current Plant science and biotechnology in agriculture*, Vol 34, pp 79–97 (Ed R. Knight) Kluwer Academic Publishers.
- Chaudhary RG, Amarjit K (2002) Wilt disease as a cause of shift from lentil cultivation in Sangod Tehsil of Kota, Rajasthan. *Indian Journal of Pulses Research* 15: 193–194.
- Chowrira, G.M., Cavileer, T.D., Gupta, S.K., Lurquin, P.F. and Berger, P.H. (1998) Coat protein-mediated resistance to pea enation mosaic virus in transgenic *Pisum sativum* L. *Transgenic Research* 7, 265–271.
- Chu, P.W.G., Anderson, B.J., Khan, M.R.I., Shukla, D. and Higgins, T.J.V. (1999) Production of bean yellow mosaic virus resistant subterranean clover (*Trifolium subterraneum*) plants by transformation with the virus coat protein gene. *Annals of Applied Biology* 135, 469–480.
- Clarkson, J.P., Staveley, J., Phelps, K., Young, C.S. and Whipps, J.M. (2003) Ascospore release and survival in *Sclerotinia sclerotiorum*. *Mycological Research* 107, 213–222.
- Cromey M G, Mulholland RI, Russell AC, Jermyn WA (1987) *Ascochyta fabae* f. sp. *lentis* on lentil in New Zealand. *New Zealand Journal of Experimental Agriculture* 15: 235–238.
- Davidson, J.A., Pande, S., Bretag, T.W., Lindbeck, K.D. and Krishna-Kishore, G. (2004) Biology and management of *Botrytis* spp. in legume crops. In: Elad, Y., Williamson, B., Tudzynski, P. and Delen, N. (eds) *Botrytis: Biology, Pathology and Control*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands, pp. 295–318.
- De, R.K., Ali, S.S. and Dwivedi, R.P. (2001) Effect of interaction between *Fusarium oxysporum* f. sp. *lentis* and *Meloidogyne javanica* on lentil. *Indian Journal of Pulses Research* 14, 71–73.
- Erskine W, Tufail M, Russell A, Tyagi MC, Rahman MM, Saxena MC (1994) Current and future strategies in breeding lentil for resistance to biotic and abiotic stresses. *Euphytica* 73: 127–135.
- Fauquet, C.M., Mayo, M.A., Maniloff, J., Desselberger, U. and Ball, L.A. (2005) *Virus Taxonomy: Classification and Nomenclature of Viruses*. Eighth Report of the International Committee on Taxonomy of Viruses. Elsevier Academic Press, San Diego, California, USA, 1259 pp.
- Gossen, B.D. and Morrall, R.A.A. (1983) Effect of *ascochyta* blight on seed yield and quality of lentils. *Canadian Journal of Plant Pathology* 5, 168–173.
- Kaiser WJ, Hannan RM (1987) Seed treatment fungicides for control of seedborne *Ascochyta lentis* on lentil. *Plant Disease* 71: 58–62.
- Kaiser, W.J. (1992) Fungi associated with the seeds of commercial lentils from the US Pacific Northwest. *Plant Disease* 76, 605–610.
- Lindbeck KD, Bretag TW, Materne MA (2003) Breeding for resistance to *Botrytis fabae* in Australian lentils. In: *Proceedings of 8th International Congress of Plant Pathology*, Christchurch, New Zealand, p 291.
- Makkouk KM, Fazlali Y, Kumari YSG, Farzadfar S (2003) First record of Beet western yellows virus, Chickpea chlorotic dwarf virus, Faba bean necrotic yellows virus and Soybean dwarf virus infecting chickpea and lentil crops in Iran. *Plant Pathology* 51: 387–387.
- Makkouk KM, Kumari SG, Bos L (1993) Pea seed-borne mosaic virus: occurrence in faba bean (*Vicia faba*) and lentil (*Lens culinaris*) in West Asia and North Africa, and further information on host range, transmission characteristics, and purification. *European Journal of Plant Pathology* 99: 115–124.

- Michael Wunsch at the NDSU Carrington Research Center
- Morrall, R.A.A. (1997) Evolution of lentil diseases over 25 years in western Canada. *Canadian Journal of Plant Pathology* 19, 197–207.
- Pedersen EA, Morrall RAA, McCartney HA, Fitt BDL (1994) Dispersal of conidia of *Ascochyta fabae* f. sp. *lentis* from infected lentil plants by simulated wind and rain. *Plant Pathology* 43: 50–55.
- Sinha, J.N. and Singh, A.P. (1993) Effect of environment on the development and spread of *Stemphylium* blight of lentil. *Indian Phytopathology* 46, 252–253.
- Taylor, P.W.J., Lindbeck, K., Chen, W. and Ford, R. (2007) Lentil diseases. In: Yadav, S.S., McNeil, D.L. and Stevenson, P.C. (eds) *Lentil: an Ancient Crop for Modern Times*. Springer, Dordrecht, The Netherlands, pp. 291–313.
- Thresh, J.M. (2003) Control of plant virus diseases in Sub-Saharan Africa: the possibility and feasibility of an integrated approach. *African Crops Science Journal* 11, 199–223.
- Wilson VE, Brandsberg J (1965) Fungi isolated from diseased lentil seedlings in 1963–64. *Plant Disease Reporter* 49(8): 660–662.
- Бобовые культуры : сб. статей / под. ред. М. В. Сивохина. Волго-Вятское кн. изд., 1964. 191 с.
- Борзенкова Г. А., Кирсанова Е. В. Болезни и вредители вики и чечевицы. *Земледелие*. 2012. № 5. С. 32–33.
- Кирик М. М., Таранухо Ю. М., Піковський М. Й. Особливості розвитку корневих гнилей сочевиці. *Карантин і захист рослин*. 2013. № 5. С. 11–13.
- Кириченко В. В., Кобизєва Л. Н., Петренкова В. П., та ін. Ідентифікація ознак зернобобових культур (квасоля, нут, сочевиця). *Навчальний посібник*. Харків : ІР ім. В. Я. Юр'єва УААН, 2009. 118 с. С. 87–115.
- Кулініч О. О. Сочевиця: розумна альтернатива. *Пропозиція*. 2004. № 10. С. 52–53.
- Леонтьев В. М. Чечевица. 2-е изд., перераб. Ленинград : Колос, 1966. 179 с.
- Лихочвор В. В., Петриченко В. Ф., Іващук П. В. Зерновиробництво [20 зернових культур]. Львів : Українські технології, 2008. 624 с.
- Петренкова В. П., Маркова Т. Ю., Сокол Т. В. Хвороби та шкідники сочевиці. *Науково-виробничий щорічник Посібник українського хлібороба*. Київ, 2010. с. 33.
- Умаров С. Один у полі – воїн! *Пропозиція*. 2012. № 6. С. 50–51.
- Черенков А. В., Клиша А. І., Гирка А. Д. та ін. Сучасна технологія вирощування сочевиці. Дніпропетровськ : ТОВ «Роял принт», 2013. 48 с.

РОЗДІЛ 9

ШКІДНИКИ СОЧЕВИЦІ

Сочевиця пошкоджується багатьма видами комах, що здатні суттєво зменшити рівень продуктивності її. Так, загалом в польових умовах та під час зберігання насіння сочевицю пошкоджує близько трьох десятків шкідливих комах [Hariri, 1981]. Однак в умовах Індії дослідники ідентифікували 20 видів комах-шкідників, що заражають сочевицю в північному регіоні Тераї [Bhatnagar and Sehgal, 1989]. Аналогічні дослідження, проведені в умовах Ефіопії, теж дозволили визначити близько 20 видів шкідників, які наносять суттєву шкоду сочевиці [Ali and Habtewold, 1993].

Переважає більшість ідентифікованих шкідників малошкодочинні і лише деякі з них є економічно важливими та потребують заходів контролю. Крім того, шкодочинність шкідників кожного виду багато в чому залежить від їх поширеності та агрокліматичних умов вирощування, що склались в різних країнах та регіонах.

Так, однією з найбільш важливих груп комах-шкідників культури є попелиці, *Aphis craccivora* та *Acyrthosiphon pisum*, та щетинистий бульбачковий довгоносик *S. crinitus* Herbst, особливо в умовах Західної Азії та Північної Африки [Erskine et al., 1994; Singh and Saxena, 1994].

Такі види, як *Sitona crinitus* Herbst, *Bruchus lentis* Froel. та *E. Cinckenella*, були визначені як найбільш важливі шкідливі комахи сочевиці в Туреччині [Tamer et al., 1998]. Також впродовж останнього десятиліття в південно-східній Анатолії, регіоні Туреччини, підсилювся вплив на врожай сочевиці клопів роду *Lygus*, особливо клопа лугового *Lygus pratensis*. Вони вважаються найважливішим шкідником насіння, оскільки дорослі комахи при живленні пошкоджують насіння червоної сочевиці, викликаючи синдром крейдяної плямистості [Özberk et al., 2006].

А от попелиця (*Acyrthosiphon pisum* Harris та *A. craccivora*), брухус (*Bruchus lentis*), трипс (*Thrips tabaci* і *T. angusticeps*) та довгоносики (*S. lineatus* L.) є головними шкідниками сочевиці в Іспанії. Так, шкода, завдана комахами-шкідниками сочевиці, становила від 24 до 59 % [Perez Andueza et al., 2004], а от клопи роду *Lygus* є основними шкідниками сочевиці на північному заході Північної Америки.

Двосмуговий коник *Melanoplus bivittatus* (Say) завдає значних економічних збитків посівам сочевиці під час цвітіння та на ранніх стадіях в Канаді [Olfert and Slinkard, 1999].

Шкідники, що пошкоджують насіння сочевиці під час його зберігання, є важливими у всіх регіонах, адже зараження може призвести до повної втрати продукції. Основними і найбільш поширеними видами, що інтенсивно пошкоджують насіння сочевиці, є зернівка чотирьохплямиста *C. maculatus* і *C. chinensis*. та зерноїд сочевичний *Bruchus lentis* [Erskine et al., 1994].

Зведені дані щодо комах, які пошкоджують сочевицю, наведено в матеріалах таблиці 9.1.

Таблиця 9.1. – Комахи-шкідники сочевиці

Порядок та сімейство	Латинська назва	Пошкоджені частини рослин	Поширення	Наукові посилання
Orthoptera	<i>Melanoplus bivittatus</i> (Say) <i>Melanoplus sanguinipes</i> (Fabr.) <i>Melanoplus packardii</i> (Scudder) <i>Camnula pellucida</i> (Scudder)	Пошкоджують квіти, бутони, листя, молоді боби	Азія, Північна Африка, Канада	Olfert and Slinkard, 1999
Hemiptera Aleyrodidae	<i>Bemisia tabaci</i> (Gennadius)	Висмоктують сік з листків та квітів	Єгипет	Hammad, 1978)
Aphididae	<i>Acyrthosiphon pisum</i> (Harris) <i>Aphis craccivora</i> (Koch) <i>Macrosiphum creelii</i> (Davis) <i>Myzus persicae</i> (Sulzer) <i>Smythurodes betae</i> (Westwood)	Висмоктують сік з нижніх частин рослини. Є переносниками вірусних хвороб	Європа, Азія, Америка, Африка, Індія, Сирія, загальносвітове значення	Makkouk and Kumari, 2001; Jones and Coutts, 2008; Pandey <i>et al.</i> , 2000
Miridae	<i>Lygus elisus</i> (Vand) <i>Lygus hesperus</i> (Knight) <i>Exolygus pratensis</i> (Linnaeus)	Пошкоджують стручки та насіння	Америка, Європа, Туреччина	Ozberk <i>et al.</i> , 2006
Pentatomidae	<i>Nezara viridula</i> (Linnaeus)	Висмоктують сік з листя	Europe, Africa, Азія, Australia and America	Hariri, 1981
Cicadellidae	<i>Balclutha sp.</i> <i>Empoasca sp.</i>	Пошкоджують листя	Індія	Bhatnagar and Sehgal, 1989
Coreidae	<i>Cletus signatus</i> Walker			
Lygaeidae	<i>Graptostethus servus</i> (Fabricius)	Пошкоджують листя	Індія	Bhatnagar and Sehgal (1989)
	<i>Eusarcocoris ventralis</i> Westwood	Висмоктують сік з листя		
	<i>Piezodorus rubrofasciatus</i> Fabricius	Висмоктують сік з вегетативної частини рослин		
Lepidoptera	<i>Agrotis ipsilon</i> (Hufnagel)	Пошкоджують стебло	Сирія, Єгипет	Zaazou <i>et al.</i> (1975)
Noctuidae	<i>Helicoverpa</i> (<i>Heliothis</i>) <i>armigera</i> (Hubner) <i>Laphygma exigua</i> (Hubner) <i>Spodoptera praefica</i> (Hubner) <i>Spodoptera exigua</i> (Hubner) <i>Spodoptera littoralis</i> (Boisd.) <i>Trichoplusia ni</i> (Hubner) <i>Thysanoplusia oricholcea</i> (Fab.)	Пошкоджують біб та насіння, викликають опадання листя	Сирія, Індія, Америка, Африка, близький схід, Європа	Tahhan and Hariri (1982); Paharia (1983); Halfhill (1982); Bhatnagar and Sehgal (1989)
Phycitidae	<i>Etiella behrii</i> (Zeller) <i>Etiella zinckenella</i> (Tretschke)	Пошкоджують боби та насіння	Австралія, Індія, США, Єгипет	Pandey <i>et al.</i> (2000)
Tortricidae	<i>Laspreyresia nigracana</i> (Fabricius) <i>Autographa gamma</i> (Linnaeus)	Пошкоджують листя та боби	Північна Америка, колишня Чехословаччина, Європа, Непал, Сирія	Pandey <i>et al.</i> (2000)
Diptera Agromyzidae	<i>Chromatomyia horticola</i> (Goureau)	Мінують листки	Europe, Africa, India	Sehgal <i>et al.</i> (1980); Mandal (1982)
	<i>Ophiomyia phaseoli</i> (Tryon)	Пошкоджують листя і стебло	Єгипет	Harakly and Assem (1980)
	<i>Liriomyza</i> spp.	Пошкоджують листя	Західна, Північна Африка та Південна Америка	Stevenson <i>et al.</i> (2007)
Cecidomyiidae	<i>Contarinia</i> spp.	Пошкоджують листя	Європа, Африка, Індія	Kemkemian (1979)
	<i>Contarinia lentis</i> (Aczel)		Франція, колишня Чехословаччина	Kolesik and Kolesik (1989)
Coleoptera Bruchidae	<i>Bruchidius quinqueguttatus</i> (Oliv.)	Пошкоджують боби та насіння	Середземномор'я, Південно-Західна Азія	Hammad (1978)
	<i>Bruchus atomarius</i> (L.)		Євро-сибірський регіон	Hammad (1978)
	<i>Bruchus signaticornis</i> (Gyll.)		Європа, Північна Африка, Америка	Alkan (1966)
	<i>Bruchus tristiculus</i> (Fahrs.)		Середземномор'я, близький схід	Hammad (1978)
	<i>Bruchus lentis</i> (Froel.)		Європа, Африка та Азія	Gibson and Raina (1973)
	<i>Bruchus ervi</i> (Froel.)		Європа, Непал, Африка, Азія, Індія	Pandey <i>et al.</i> (2000)
	<i>Callosobruchus maculatus</i> (Fabricius) <i>Callosobruchus chinensis</i> (Linnaeus)	Пошкоджують квіти, боби, насіння	Європа, Азія, США, Австралія, Середземномор'я	Staneva (1982), Pandey <i>et al.</i> (1985)
Apionidae	<i>Apion ervi</i> (Kirby)	Пошкоджують листя, бутони, квіти	Європа, Південно-Західна Азія	Sakamoto <i>et al.</i> (1983)
	<i>Apion trifolii</i> (Linnaeus)	Пошкоджують листя, бутони, квіти	Європа, країни колишнього СРСР, Південно-Західна Азія, Середземномор'я	Melamed-Madjar (1968)

Продовження таблиці 9.1

Порядок та сімейство	Латинська назва	Пошкодзовані частини рослин	Поширення	Наукові посилання
	<i>Apion arrogans</i> (Wenk.)	Пошкоджують листя та насіння	Туреччина та Сирія	Zeran and Yabas (1984)
	<i>Apion pomonae</i> (F.)		Європа та країни колишнього СРСР, Туреччина, Сирія	Rivnay (1962)
	<i>Apion punctigerum</i> (Payk.)		Європа та країни колишнього СРСР, Сирія	Melamed-Madjar (1968)
	<i>Apion seniculus</i> (Kirby)		Європа та країни колишнього СРСР, Туреччина	Melamed-Madjar (1968)
Curculionidae	<i>Sitona crinitus</i> (Herbst)	Пошкодження листків та кореневих бульбочок	Європа, Західна Азія, Південно-Західна Азія, Північна Африка, країни колишнього СРСР	Kilic et al. (1968)
	<i>Sitona macularius</i> (Marsham)	Пошкодження листків та кореневих бульбочок	країни колишнього СРСР	
	<i>Sitona limosus</i> (Rossi)	Пошкодження сходів та вузлів	Сирія	Melamed-Madjar (1968)
	<i>Tychius aorominus quinonepunctatus</i> (Linnaeus)	Пошкоджують біб та насінини	Romania	Boguleanu et al. (1971)
Chrysomelidae	<i>Altica coerulea</i> (Oliver)	Живляться листям	Індія	Bhatnagar and Sehgal (1989)
	<i>Aulacophora foveicollis</i> (Lucas)			
	<i>Phyllotreta chotanica</i> (Duvivier)			
	<i>Hypera postica</i> (Gyllenhal)			
Coccinellidae	<i>Brumoides suturalis</i> Fab. <i>Epilachna</i> spp.	Пошкоджують листя	Індія	Bhatnagar and Sehgal (1989)
Thysanoptera	<i>Thrips angusticeps</i> (Uzel)	Висмоктують сік з рослин	Сирія	Beniwal et al. (1993), Pandey et al. (2000)
Thripidae	<i>Kakothrips robustus</i> (Uzel)		Непал, Азія, Африка	
	<i>Frankliniella</i> spp.		Сирія	Perez-Andueza et al. (2004)
	<i>Thrips tabaci</i> (Lind.)		Іспанія	

Серед розмаїття шкідників варто більш детально описати ті з них, які поширені на теренах України та можуть завдати значної шкоди посівам сочевиці.

Довгоносики *Sitona*

Щетинистий бульбочковий довгоносик *Sitona crinitus* Herbst (*Sitona macularius* Marsh.) (Coleoptera: Curculionidae) – один з основних видів комах, що ушкоджують сочевицю в Південній Європі, Північній Африці, Західній Азії (Туреччина, Сирія, Ліван, Йорданія) та колишньому СРСР [Solh et al., 1986; El Damir et al., 1999; Perez Andueza et al., 2004].

Дорослі комахи мають сіро-коричневе тіло завдовжки 2,8–4,5 мм, надкрила, принаймні у їх задній половині, мають добре помітні щетинки, що стирчать. Передньоспинка із трьома світлими повздовжніми вузькими смужками, лусочки на надкрилах округлі, сірувато-вохряні й білі, звичайно без металевого блиску. На надкрилах хаотично розкидані темні цяточки і жовто-сірі повздовжні смужки. Очі сильно, але рівномірно опуклі, а гомілки й лапки червоні (рис. 9.1).

Найбільш вразливими для шкідника є запізнілі посіви. Личинки пошкоджують бульбочки на коренях, а жуки – листки на молодих рослинах. Також довгоносики є переносниками вірусів BBSV та BBMV [Makkouk and Kumari, 1995].

Дорослі довгоносики харчуються листям характерним чином, роблячи напівкруглі виїмки з країв листя на початку сезону, але це зазвичай не впливає на врожайність. Якщо популяція комах дуже велика і приріст рослин сочевиці затримується при несприятливих умовах навколишнього середовища, рослина не може швидко компенсувати збитки листям, а врожай, отже, може зазнати економічно важливих збитків. Личинки живляться кореневими бульбочками і, отже, є найбільш серйозною проблемою, оскільки це впливає на здатність рослини фіксувати азот [Solh et al., 1986].

Відповідно пошкодження призводять до зниження вмісту азоту в рослинах, порушення росту й розвитку сочевиці, навіть до загибелі сходів [Леонтьев, 1966; Борзенкова, Кирсанова, 2012].



Рис. 9.1. Бульбочковий довгоносик

Дорослі комахи можуть зимувати у верхньому шарі ґрунту та під рослинними рештками. Поширюються бульбочкові довгоносики шляхом відкладання самками яєць у верхній шар ґрунту.

Сформовані личинки мігрують до коренів та вгризаються у бульбочки і виїдають їхній вміст. Знищивши таким чином 2–3 бульбочки, личинки линяють та живуть у ґрунті і обгризають бульбочки зовні. Для завершення розвитку личинці потрібно з'їсти вміст 3–8 бульбочок.

Личиночний розвиток триває 30–40 діб, а розвиток лялечки 10–18 днів. Отже, повний життєвий цикл триває 45–60 днів.

Методом боротьби є: рання сівба сочевиці, просторова ізоляція від багаторічних бобових трав (до 1000–1500 м). Оранка поля відразу після збирання бобових. Обробка посівів інсектицидами (скажімо Бі-58 новий) у фазу появи сходів при чисельності жуків 10–15 екз./м² або один жук на 3–5 рослин.

Довгоносики виходять із ґрунту після перезимівлі, а тому сівозміна може значно зменшити ймовірність їх успішного відновлення та подальшої інвазії.

Також ефективним заходом є передпосівна обробка насіння препаратами групи карбофуранів (синоніми: адифур, брифур, дайфуран, куратер, фурадан), скажімо фуратіокарбом Промет 400 CS [Weigand et al. 1994].

Ефективним способом мінімізації шкоди від довгоносиків є вирощування стійких сортів [Erman et al., 2005].

Попелиці люцернова (*Aphis craccivora*) і горохова (*Acyrtosiphon pisum*).

Це основні види попелиць, поширених на посівах сочевиці в Америці, Європі, Африці, Австралії та Азії [Yadava and Ahmad, 2000; Perez Andueza et al., 2004].

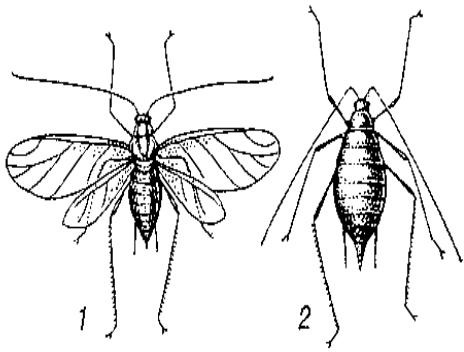


Рис. 9.2. Попелиці: 1 крилата самка; 2 безкрила самка

Попелиці – це комахи зеленуватого або чорного кольору (рис. 9.2). Люцернова попелиця 2 мм в довжину, чорна; горохова довша – 3-4 мм (найбільша серед усіх попелиць), зеленого кольору з довгими ногами, зимують в стадії яєць. За період вегетації можуть мати до 10 поколінь [Петренкова, Маркова, Сокол, 2010; под. ред. М. В. Сивохи́на, 1964; Борзенкова, Кирсанова, 2012].

Відтворюються шляхом партеногенезу, утворюючи колонії безкрилих жіночих форм. Для горохової попелиці достатньо 9-11 днів для досягання дорослої стадії. У другому-третьому поколіннях з'являються крилаті особини, які переселяються на бобові культури, переносяться вітром. Сприятливими умовами для розвитку попелиць є тепла, помірно волога погода з рідкими дощами. Тоді як прохолодна погода, холодні дощі, також засуха і суховії призводять до затримки їх розвитку.

Попелиці живляться соком молодих рослин. При значному пошкодженні верхівки рослини деформуються, листя скручується і жовтіє, боби затримуються в рості, маса та кількість насіння значно зменшується. Попелиці на посівах розміщуються нерівномірно, та найбільш небезпечні для молодих рослин. А тому більш уразливими є пізні посіви, молоді рослини яких формуються на час активного поширення попелиць. По мірі дозрівання рослин комахи покидають посіви, перелітаючи на багаторічні бобові трави, що пов'язано з погіршенням їх харчування через затвердіння пагонів.

Восени самки переселяються на багаторічні бобові, де з'являється покоління самок і самців. Самки відкладають яйця на прикореневій частині стебла, де у фазі яєць і зимують.

Попелиці завдають значної шкоди рослинам сочевиці ще й за рахунок того, що є переносниками вірусних хвороб. Попри те, що такі віруси як вірус мозаїки люцерни та огірків (CMV) мають широкий спектр господарів та передаються через насіння [Latham and Jones, 2001; Jones and Coutts, 1996], попелиці – це головний шлях поширення їх на посівах сочевиці [Lal, 1994].

Методи боротьби. Хоча попелиці мають доволі багато природних ворогів, використання в якості біологічного методу кокцинелід є доволі ефективним. Сонечка особливо активно перешкоджають швидкому розмноженню попелиць та і можуть досить суттєво знизити рівень їх поширення.

Серед обмежуючих поширення попелиць заходів боротьби можна виділити дотримання сівозмін та просторової ізоляції бобових культур, а також – ранню сівбу сочевиці – для уникнення пошкодження рослин в молодому віці.

Однак найбільш ефективним методом боротьби з попелицями є обприскування посівів сочевиці інсектицидами, як упереджувачий захід можна застосовувати крайові обробки, а у випадку значного поширення – суцільне внесення препаратів.

Зустрічаються також дані щодо успішного застосування обробки насіння сочевиці перед сівбою імідаклопридом [Макоуік and Kumari, 2001]. При протруюванні насіння він може використовуватися і в суміші з фунгіцидами. Препарат проявляє високу залишкову активність.

Плодожерка горохова *Cydia nigricana* (Fab.).

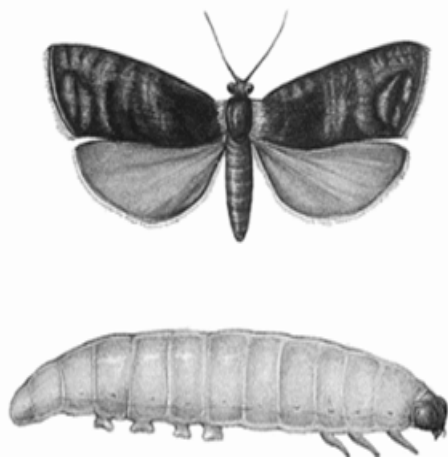


Рис. 9.3. Плодожерки

Метелик з розмахом крил 11-16 мм, передні крила темні, сірувато-бурі і з п'ятьма чіткими штрихами на верхній частині [Beniwal et al., 1993].

Найбільш шкідливими є гусениці, які проникають в середину бобів та живляться насінням. Після завершення розвитку гусінь прогризає стінки бобу і переміщується в ґрунт, де зимує на глибині 2-2,5 см [Леонт'єв, 1966]

У період цвітіння метелик вилітає з ґрунту і відкладає яйця на верхніх листках (рис. 9.3).

Методом боротьби є обприскування посівів інсектицидами. Агротехнічні методи полягають у глибокій оранці поля 25-27 см, що сильно ускладнює вилітання метеликів і значна їх кількість гине.

Совка іпсилон *Agrotis Ipsilon*, метелик сімейства совок, шкідник, який пошкоджує широкий спектр культур: овочеві, баштанні, технічні культури.

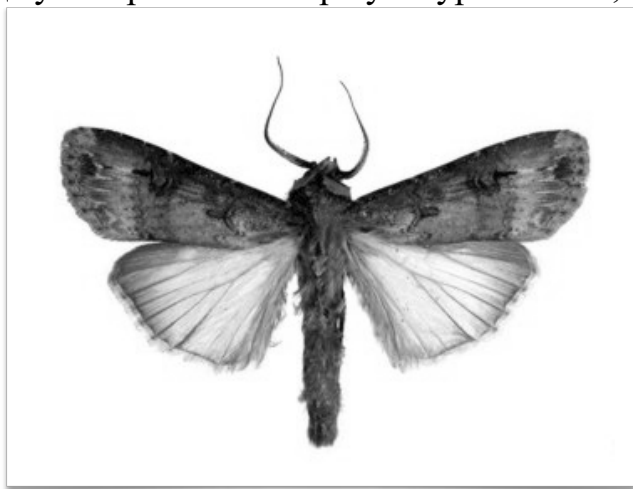


Рис. 9.4. Совка іпсилон

Метелик у розмаху крил 40-55 мм, передні крила темно-бурі, інколи буривато-сірі, поперечні смужки на крилах ледве помітні. Зовні від ниркоподібної є клиноподібна пляма. Задні крила білі, затемнені вздовж зовнішнього краю. Гусениця довжиною до 55 мм, землисто-сіра, з рудуватими смужками на спині. Голова і потиличний щиток бурі, останній з світлою смужкою посередині. Лялечка червоно-жовта, блискуча, довжиною 19-25 мм [Beniwal et al., 1993].

Шкоди завдають гусениці, які перезимували, а також гусениці першого літнього покоління. Вдень вони ховаються у верхньому шарі ґрунту, під грудочками землі, а вночі виповзають на поверхню для годівлі. Живлення і розвиток гусениць триває в середньому 15-20 днів, після чого вони заляльковуються.

Тривалість фази лялечки-10-20 днів. Метелики відкладають яйця по одному або по 2-3 на листки різних рослин і ґрунт. Одна самка зазвичай відкладає до 600, а найбільше - 2000 яєць. Тривалість ембріонального розвитку 3-5 днів. В Україні зазвичай дає два покоління на рік. Гусениці багатодні: підгризають сходи і молоді рослини буряків цукрових, гороху, люцерни, сої, тютюну, капусти, помідорів та багатьох інших польових і городніх культур [Beniwal et al., 1993].

На численність совки в деяких районах частково впливають опади. У більш сухих районах (наприклад, Сирія) зараженість знижується в роки з великою кількістю опадів. Також оптимальною вологістю повітря для метеликів є 50-55 %. А от температура вище 29°C і нижче 12°C викликає їх масову стерильність [Hill, 1983].

Методом боротьби є обприскування посівів інсектицидами.

Бавовникова совка *Helicoverpa armigera* Нв.

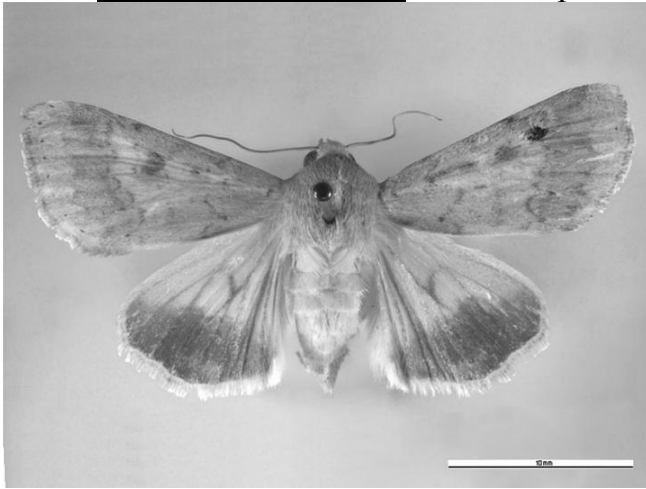


Рис. 9.5. Бавовникова совка

Довжина тіла метеликів складає 12-20 мм, а розмах крил – 30-40 мм. Передні крила у самок помаранчево-коричневі, у самців світліше і зазвичай зеленувато-сірі.

Тривалість життя імаго зазвичай знаходиться в межах 20-40 діб, плодючість самки – 500-1000 яєць (максимально до 3000). Тривалість розвитку яєць бавовняної совки влітку – 2-4 доби, а навесні і восени – 4-12 діб [Stevenson et al., 2005].

Гусениці розвиваються протягом 13-22 діб, забарвлення гусениць бавовняної совки варіює від світло-зеленого і жовтого до червоно-бурого.

Лялечки бавовняної совки розвиваються в ґрунті на глибині 4-10 см, зимують теж в ґрунті. Їх забарвлення варіює від темно-бурого до червонувато-коричневого, а довжина 15-20 мм [Stevenson et al., 2005].

Заходи боротьби з бавовняною совкою передбачають агротехнічні заходи: знищення бур'янів, глибока зяблева оранка, міжрядні обробки, сівбу в оптимальні строки і вирощування менш ушкоджуваних гібридів; хімічні: обробка інсектицидами рослин в початковий період розвитку гусениць (важливо мати на увазі, що гусениці старших віків досить стійкі до отрут); біологічні: випуск трихограми і застосування біопрепаратів. Для моніторингу та сигналізації розвитку шкідника використовують феромонні пастки.

Бобова, або акацієва вогнівка *Etiella Zinckenella* (Treit.).

Метелик з розмахом крил 22–30 мм; передні крила жовто-сірі з білою та іржаво-жовтою поперечною смужкою; задні крила світло-сірі, напівпрозорі, з темною смужкою по краю. Яйце розміром 0,7 мм, видовжене [Леонтьев, 1966].

Гусениця завдовжки 15–22 мм, блідо-зелена, голова жовто-бура (рис. 9.6). Лялечка розміром 7–10 мм, коричнева, блискуча.



Рис. 9.6. Бобова вогнівка.

Зимують гусениці, що завершили розвиток, у ґрунті, в щільних шовковистих коконах. У середині травня вони заляльковуються, а наприкінці травня – на початку червня вилітають метелики.

Самка відкладає по одному яйцю на недозрілі боби або на залишок чашечки, висохлий віночок, тичинкові трубочки. Плодючість – 200-300 яєць. Ембріональний розвиток триває від 4 до 21 доби залежно від температури. Гусениці, що відродилися, живляться зерном, об'їдаючи його зовні (гусениці молодших віків живляться під шкірочкою зерна). Вони здатні переходити з одного бобу в інший. Зимують в ґрунті у фазі дорослих гусениць [Dashad et al., 2005].

Чисельність шкідника знижують умови зимівлі, грибні хвороби, зокрема біла мускардина, а також наявність кормової бази для другого й третього покоління. Яйця вогнівки заражає трихограма, гусениць – браконіди *Phanerotoma rjabovi* Voin Kr., *Ph. planifrons* Nees. та ін., понад 70 видів ентомофагів [Dashad et al., 2005].

Заходами боротьби з вогнівками є глибока зяблева оранка, що перешкоджає вильоту метеликів. Просторове віддалення посівів гороху від білої й жовтої акацій. У період відкладання яєць – застосування трихограми. Перед відродженням гусениць – обприскування полів інсектицидами.

Сочевичний зерноїд *Bruchus lentis* Frol.



Рис. 9.7. Сочевичний зерноїд

Найбільшу шкоду рослині завдають личинки. Потрапляючи в середину бобів, вони оселяються в насінні, ним і живляться, а з насінини зернівка виходить вже жуком.

В одній насінині може розвиватись одна личинка. У дозрілому насінні її виявити легше, ніж у недозрілому. У першому випадку на насінині будуть отвори, тоді як у другому потрібно розрізати насінину [Леонтьев, 1966; Борзенкова, Кирсанова, 2012].

Жук може потрапити з насінням в зернохвище, а навесні знову на поле, де і буде завдавати шкоди посівам. Зимують зернівки також в насінні, яке осипалося при збиранні врожаю, менше – в соломі сочевиці та під корою дерев.

Ступінь пошкодження насіння сочевиці зернівкою ділять на три стадії зараження: перша стадія – кількість пошкодженого насіння за масою не більше 3 %; друга стадія – пошкоджено насіння більше 3 %, але не більше 5 %; третя стадія – пошкоджено насіння більше 5 %.

Методи боротьби. Щоб запобігти потраплянню пошкодженого насіння в сховища, його потрібно знезаразити, також подрібнити всі залишки сочевиці, призначені для кормів. Найкраще насіння фумігувати. Фумігують насіння до тих пір, поки з нього не вийдуть всі жуки.

Література до розділу

- Ali, K. and Habtewold, T. (1993) Research on insect pests of cool season food legumes. In: Bejiga, G., Saxena, M.C. and Solh, M.B. (eds) Cool Season Food Legumes of Ethiopia. Institute of Agricultural Research, Asfaw Telaye Addis, Ethiopia and International Center for Agricultural Research in the Dry Areas (ICARDA), Aleppo, Syria, pp. 367–396.
- Alkan, B. (1966) Turkiyenin zararlu tohum Bocekleri (Coleoptera – Bruchidae) fauna's si uzerinde calismalor. Ankara University, Ziraat fax. Yayan 277, 174.
- Beniwal, S.P.S., Baya'a, B., Weigand, S., Makkouk, K. and Saxena, M.C. (1993) Field Guide to Lentil Diseases and Insect Pests. International Center for Agricultural Research in the Dry Areas (ICARDA), Aleppo, Syria.
- Bhatnagar, A. and Sehgal, V.K. (1989) Insects associated with lentil in Northern India. LENS Newsletter 16, 22–23.
- Boguleanu, G., Lacatusu, M. and Nica, F. (1971) The spotted weevil of the leguminosae, *Tychius aorominus-guingue punctatus* L. a pest injurious to pea crop. Probleme Agricole 23, 32–39.
- Dashad, S.S., Kumar, Y. and Dahiya, B. 2005. Evaluation of small seeded lentil genotypes of different maturity groups against *Etiella zinckenella* Tr. Research on Crops 6: 332–336.
- El Damir, M., El Bouhssini, M. and Al Salti, M.N. 1999. A simple screening technique of lentil germplasm for resistance to *Sitona crinitus* H. (Coleoptera: Curculionidae) under artificial infestation. Arab Journal of Plant Protection 17: 33–35.
- Erman, M., Yardm, E.N. and Kulaz, H. 2005. Effect of cultivars and insecticides on sitonid weevil, *Sitona crinitus* (Coleoptera: Curculionidae), and on yield, yield components and nodulation of lentil (*Lens culinaris*). Indian Journal of Agricultural Sciences 75: 204–206.
- Erskine W, Tufail M, Russell A, Et Al. 1994. Current and Future Strategies in Breeding Lentil for Resistance to Biotic and Abiotic Stresses. Euphytica 73 (1–2): 127–135.
- Gibson, K.E. and Raina, A.K. (1973) First records of *Bruchus* lentils infesting lentil in India. Journal of Economic Entomology 66, 515.
- Halfhill, J.E. (1982) Host plant and temperature as related to survival and reproduction of an alfalfa aphid, *Macrosiphum creelii* Davis. Environmental Entomology 11, 1100–1103.
- Hammad, S.M. (1978) Pests of grain legumes and their control in Egypt. In: Van Emden, H.F. and Taylor, T.A. (eds) Pests of Grain Legumes: Ecology and Control. Academic Press, London, pp. 135–137.
- Harakly, F.A. and Assem, M.A.H. (1980) Ecological Studies on the True Pests of Leguminous Plants in Egypt. Plant Protection Institute, Ministry of Agriculture, Cairo, Egypt, pp. 233–236.
- Hariri, G. (1981) Insects and other pests. In: Webb, C. and Hawtin, G.C. (eds) Lentils. Commonwealth Agricultural Bureau, Slough, UK, pp. 173–189.
- Hill, D.S. 1983. *Agrotis ipsilon* (Hfn.). In: Agricultural Insect Pests of the Tropics and Their Control, 2nd Edition. Cambridge University Press, Cambridge, London, New York, New Rochelle, Melbourne, Sydney, pp. 357–358.
- Jones, R.A.C. and Coutts, B.A. (2008) Alfalfa mosaic and cucumber mosaic virus infection in chickpea and lentil: incidence and seed transmission. Annals of Applied Biology 129, 491–506.
- Jones, R.A.C. and Coutts, B.A. 1996. Alfalfa mosaic and cucumber mosaic virus infection in chickpea and lentil: incidence and seed transmission. Annals of Applied Biology 129: 491–506.
- Kemkemian, A.A. (1979) Some insect pests of leguminous crops in Syria. In: Hawtin, G.C. and Chancellor, G.J. (eds) Food Legume Improvement and Development. Proceedings of a Workshop held on 2–7 May 1978 at the University of Aleppo, Aleppo, Syria. International Center for Agricultural Research in the Dry Areas (ICARDA), Aleppo, Syria and International Development Research Centre (IDRC), Ottawa, Canada, pp. 124–125.
- Kilic, A.V., Catalpinar, A. and Adiguzel, N. (1968) Investigation on the bionomics and control of *Sitona crinitus*. Bitki Koruma Bulletin 8, 61–73.
- Kolesik, P. and Kolesik, M. (1989) Injuriousness of lentil gall midge, *Contarina lentis* (Aczel) (Diptera: Cecidomyiidae) and its distribution in Czechoslovakia. Anzeiger fuer Schaedlingskunde Pflanzenschutz Umweltsschutz 62(8), 150–156.
- Lal, S.S. 1992. Insect pest of lentil and their management review. Agricultural Review 13: 225–232.
- Latham, L.J. and Jones, R.A.C. 2001. Alfalfa mosaic and pea seed-borne mosaic viruses in cool season crop, annual pasture, and forage legumes: susceptibility, sensitivity, and seed transmission. Australian Journal of Agricultural Research 52 (7): 771–790.
- Makkouk, K.M. and Kumari, S.G. 1995. Transmission of broad bean stain comovirus and broad bean mottle bromovirus by weevils in Syria. Journal of Plant Diseases and Protection 102: 136–139.

- Makkouk, K.M. and Kumari, S.G. 2001 Reduction of incidence of three persistently transmitted aphid-borne viruses affecting legume crops by seed-treatment with the insecticide imidacloprid (Gaucho (R)). *Crop Protection* 20: 433–437.
- Mandal, C.K. (1982) Range of host plants, relative field infestations and ovipositional preferences of pea leaf miner, *Chromatomyia horticola* (Goureaux), on legumes. MSc. thesis, G.B. Pant University of Agriculture and Technology, Pantnagar, India, 90 pp.
- Melamed-Madjar, V. (1968) Studies on the phenology of three species of *Apion* (Coleoptera: Curculionidae) occurring on winter leguminous crops. *Indian Journal of Entomology* 4, 97–105.
- Olfert, O. and Slinkard, A. (1999) Grasshopper (Orthoptera: Acrididae) damage to flowers and pods of lentil (*Lens culinaris* L.). *Crop Protection* 18, 527–530.
- Özberk, I., Atıl, A., Özberk, F. and Yücel, A. (2006) The effect of lygus bugs (*Exolygus prantensis* L.) on marketing price of red lentil in Anatolia, Turkey. *Crop Protection* 25, 1227–1230.
- Paharia, K.D. (1983) Plant protection and pesticides use in M.P., India. *Plant Protection Bulletin* 35, 1–4.
- Pandey, G.P., Shankar, S. and Gupta, P.G. (1985) Occurrence of pulse beetle in the fields. *Bulletin of Grain Technology* 21, 160–162.
- Pandey, S.P., Yadav, C.R., Sah, K., Pande, S. and Joshi, P.K. (2000) Legumes in Nepal. In: Johansen, C., Duxbury, J.M., Virmani, S.M., Gowda, C.L.L., Pande, S. and Joshi, P.K. (eds) *Legumes in Rice and Wheat Cropping Systems of the Indo-Gangetic Plain – Constraints and Opportunities*. International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics, Patancheru, Andhra Pradesh, India and Cornell University, Ithaca, New York, pp. 71–97 and pp. 324–502.
- Perez-Andueza, G., Mozos-Pascual, M. de Los and Portillo-Rubio, M. (2004) Main pests of lentil (*Lens culinaris* Medikus) in Castilla – La Mancha (Central Spain): crop losses and influence on yield parameters. *Boletín de Sanidad Vegetal, Plagas* 30, 763–772.
- Rivnay, E. (1962) *Field Crop Pest in the Near East*. Dr W. Junk, Den Haag, The Netherlands.
- Sakamoto, Y., Sasaki, H. and Kikuta, H. (1983) Ecological studies on the sub-family Aponinae injurious to leguminous crops in Japan. *Journal of College of Dairying* 10, 153–160.
- Sehgal, V.K. and Ujagir, R. (1980) Entomological Trials of Rabi Pulses for All India Co-ordinated Project on Improvement of Pulses. G.B. Pant University of Agriculture and Technology, Pantnagar, India, 13 pp.
- Singh, K.B. and Saxena, M.C. (1994) *Breeding for Stress Tolerance in Cool-season Food Legumes*. John Wiley and Sons, Chichester, UK and International Center for Agricultural Research in the Dry Areas (ICARDA), Aleppo, Syria.
- Solh, M.B., Itani, H.M. and Kwar, N.S. (1986) The effect of Sitona weevil on nodulation and yield on lentils and the implication on certain control measures. *Lebanese Science Bulletin* 2, 17–27.
- Staneva, E. (1982) Studies on the food plants of the cowpea weevil. *Callosobruchus maculatus* F. (Coleoptera: Bruchidae) *R. Zashchita Rastenii* 19, 111–119.
- Stevenson, P.C., Dhillon, M.K., Sharma, H.C. and El Bouhssini, M. (2007) Insect pests of lentil and their management. In: Yadav, S.S., McNeil, D.L. and Stevenson, P.C. (eds) *Lentil: an Ancient Crop for Modern Times*. Springer, Dordrecht, The Netherlands, pp. 331–348.
- Stevenson, P.C., Pande, S., Neupane, R.K., Chaudary, C.N., Bourai, V.A., Narayana Rao, J. and Grzywacz, D. 2005. The adoption of Integrated Crop Management Technologies for Chickpea by Poor Farmers in Nepal. pp. 135–142.
- Tahhan, O. and Hariri, G. (1982) Survey of lentil insects in northern and north-eastern Syria. *LENS Newsletter* 9, 34–37.
- Tamer, A., Has, A., Aydemir, M. and Caliskaner, S. 1998. Faunistic survey studies on harmful and beneficial insects on food legumes (lentil, chickpea, bean) in Central Anatolia Region. *Bitki Koruma Bulteni* 38: 65–90.
- Weigand, S., Lateef, S.S., El-Din, N., Mahmoud, S.F., Ahmed, K. and Ali, K. (1994) Integrated control of pest insects of cool season food legumes. In: Muehlbauer, F.J. and Kaiser, W.J. (eds) *Expanding the Production and Use of Cool Season Food Legumes*. Proceedings of the Second International Food Legume Research Conference on Pea, Lentil, Faba Bean, Chickpea and Grasspea, Cairo, Egypt, 12–16 April 1992. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands, pp. 679–694.
- Yadava, C.P. and Ahmad, R. 2000. Insect pests of lentil and their management. *Applied Entomology* 2: 82–95.
- Zaazou, M.H., Fahmy, H.S.M., Kamel, A.A.M. and Elhemaesy, A.H. (1975) Annual movement and host plants of *Agrotis ipsilon* Hufu. in Egypt. *Bulletin of the Entomological Society of Egypt* 57, 175–180.
- Zeran, O. and Yabas, C. (1984) Observation on a new pest of lentil in Gaziantep province, *Apion arrogans* W. (Coleoptera : Curculionidae). *Turkiye Bitki koruma Dergisi* 8, 121–124.
- Бобовые культуры : сб. статей / под. ред. М. В. Сивохина. Волго-Вятское кн. изд., 1964. 191 с.
- Борзенкова Г. А., Кирсанова Е. В. Болезни и вредители вики и чечевицы. *Земледелие*. 2012. № 5. С. 32–33.
- Леонтьев В. М. Чечевица. 2-е изд., перераб. Ленинград : Колос, 1966. 179 с.
- Петренко В. П., Маркова Т. Ю., Сокол Т. В. Хвороби та шкідники сочевиці. *Науково-виробничий щорічник Посібник українського хлібороба*. Київ, 2010. с. 33.

РОЗДІЛ 10

БУР'ЯНИ НА ПОСІВАХ СОЧЕВИЦІ

Сочевиця дуже погано конкурує з бур'янами за рахунок низького рівня росту та повільних темпів розвитку на початку вегетаційного періоду [Basler, 1981]. Втрати врожаю в основному є результатом конкуренції з бур'янами за поживні речовини, вологу та простір. Однак деякі види бур'янів є господарями для комах та збудників хвороб, які ушкоджують сочевицю [Bhan and Kukula, 1987]. Відповідно бур'яни можуть призвести до зниження врожаю на 20–84 % [Al Thahabi et al., 1994; Boerboom and Young, 1995; Mohamed et al., 1997].

Як правило, сходи бур'янів, що з'явилися до або під час появи сходів сочевиці, мають більшу конкурентну перевагу, ніж ті, що проростають пізніше [Bosnic and Swanton, 1997]. Адже чим раніше з'являються бур'яни на полях сочевиці, тим більшими є втрати врожаю, якщо їх не контролювати [Kropff et al., 1992].

Якість насіння також може бути побічно знижена за рахунок присутності значного рівня забур'яненості на посівах сочевиці на час її збирання. Адже їх біомаса може порушувати нормальну роботу машин і спричиняти забивання їх критичних вузлів а також пошкодження насіння чи забруднення його сторонніми домішками [Yenish, 2007].

Відповідно за вирощування сочевиці найбільш важливо витримати без бур'янів період від 34 до 41 діб після сходів. За відсутності бур'янів впродовж такого періоду та подальшого їх вегетування в посівах втрати врожаю будуть не більше 10 % [Van Acker et al., 1993; Singh et al., 1996].

Максимальні втрати врожаю внаслідок негативного впливу бур'янів у дослідженнях, проведених в Австралії, були в межах між 50 та 60 % та різнились за роками досліджень та місцем вирощування [McDonald et al., 2007].

А от досліді, проведені в Туреччині, показали, що втрати врожаю сочевиці змінювались в межах 35–67 % залежно від сорту. Крім того, не було виявлено сортів, здатних ефективно конкурувати або ж рости в умовах жорсткої конкуренції з бур'янами [Tere et al., 2005].

Види бур'янів, що найбільш поширені на посівах сочевиці, залежать від характеристики ґрунту, кількості вологи, рівномірності їх надходження, сівозміни, температури повітря, широти, висоти, родючості, технології боротьби з бур'янами та інших факторів. Як правило, бур'яни, що спричиняють значні втрати сочевиці, належать до однорічних однодольних та дводольних, багаторічних однодольних та дводольних видів (табл. 10.1) [Wilding et al., 1998; Hnatowich, 2000; Singh et al., 2001; Moorthy et al., 2002; Holding and Bowcher, 2004; Day et al., 2006].

Зазвичай найбільш проблемними видами бур'янів є такі, що мають схожу екологію та біологію, подібну до сочевиці. В основному це широколистяні бур'яни, що належать до сімейств: Asteraceae, Brassicaceae, Chenopodiaceae, Fabaceae та Polygonaceae. Багаторічні бур'яни сімейств Convolvulaceae, Asteraceae, Poaceae також можуть бути проблематичними у вирощуванні сочевиці [Brand et al., 2007].

Таблиця 10.1 – Найбільш поширені види бур'янів

Категорія	Родина	Латинська назва	Українська назва
Однорічні однодольні	Liliaceae	<i>Asphodelus tenuifolius</i>	Асфодель тонколиста
	Poaceae	<i>Avena spp.</i>	Вівсюг звичайний
		<i>Bromus spp.</i>	Стоколос
		<i>Critesion murinum</i>	Ячмінь заячий
		<i>Lolium spp.</i>	Пажитниця
		<i>Phalaris minor</i>	Очеретянка мала
		<i>Poa annua</i>	Тонконіг однорічний
		<i>Polypogon monspeliensis</i>	Багатоборідник провансальський
		<i>Setaria viridis</i>	Мишій зелений
Однорічні дводольні		<i>Vulpia bromoides</i>	Вульпія
	Amaranthaceae	<i>Amaranthus spp</i>	Амарант
	Apiaceae	<i>Bifora testiculata</i>	Біфора яйцевидна
	Asteraceae	<i>Anthemis cotula</i>	Роман собачий
		<i>Gnaphalium indicum</i>	Сухоцвіт
		<i>Lactuca serriola</i>	Латук дикий
		<i>Launaea nudicaulis</i>	Лаунея
		<i>Pluchea lanceolata</i>	Стрільчатка
		<i>Sonchus spp.</i>	Осот жовтий
	Boraginaceae	<i>Amsinckia spp.</i>	Мадія
		<i>Anchusa arvensis</i>	Кривоцвіт польовий
		<i>Buglosoides arvensis</i>	Горобине насіння польове
	Brassicaceae	<i>Coronopus didimus</i>	Вороняча лапка
		<i>Myagrum perfoliatum</i>	Полівка пронизанолиста
		<i>Raphanus raphanistrum</i>	Редька дика
		<i>Sinapis arvensis</i>	Гірчиця польова
	Caryophyllaceae	<i>Spergula arvensis</i>	Шпергель польовий
	Chenopodiaceae	<i>Chenopodium album</i>	Лобода біла
		<i>Kochia scoparia</i>	Кохія вінична
	Fabaceae	<i>Lathyrus aphaca</i>	Чина безлисточкова
		<i>Medicago spp.</i>	Люцерна
		<i>Medicago denticulata</i>	Люцерна мінлива
		<i>Melilotus alba</i>	Буркун білий
		<i>Melilotus indica</i>	Буркун індійський
		<i>Vicia spp.</i>	Вика яра
		<i>Vicia villosa</i>	Горошок волохатий
	Fumariaceae	<i>Fumaria spp.</i>	Рутка
	Polygonaceae	<i>Polygonum spp.</i>	Гречкові
		<i>Rumex dentatus</i>	Квасениця
	Rubaceae	<i>Gallium spp.</i>	Підмареник чіпкий
	Solanaceae	<i>Solanum spp.</i>	Пасльонові
Багаторічні однодольні	Cyperaceae	<i>Cyperus rotundus</i>	Сить бульбоносна
	Poaceae	<i>Cynodon dactylon</i>	Цинодон пальчастий
Багаторічні дводольні	Asteraceae	<i>Cirsium arvense</i>	Осот польовий
	Convolvulaceae	<i>Convolvulus arvensis</i>	Берізка польова
	Resedaceae	<i>Reseda spp.</i>	Резеда
	Convolvulaceae	<i>Cuscuta spp.</i>	Повитиця
	Orobanchaceae	<i>Orobanche spp.</i>	Вовчок

На даний час існує п'ять методів боротьби з бур'янами: профілактичні, сі-
 возмінні, механічні, хімічні та біологічні. Кожен з цих основних методів має од-
 накове значення в боротьбі з бур'янами в посівах сочевиці за винятком біологіч-
 ного контролю. Адже лише декілька біологічних методів боротьби з бур'янами
 виявились ефективними в посівах сочевиці [Anderson, 1983].

Найбільш економічно ефективним методом боротьби з бур'янами є застосування профілактичних заходів. Висівання насіння, чистого від бур'янів, використання органічних добрив з інактивованим насінням бур'янів, своєчасна очистка збиральної техніки, підтримання у вільному від бур'янів стані лісосмуг, обочин доріг є ефективними засобами запобігання поширенню багатьох видів бур'янів [Young et al., 2000].

Зазвичай насіння бур'янів легко відділити від сочевиці, однак такі види як чина безлисточкова або віка яра мають насіння, подібне за формою та розміром до насіння сочевиці, а тому видалити його шляхом очищення може бути важко [Erskine et al., 1994; Brand et al., 2007].

Гній також може бути джерелом насіння бур'янів. Навіть якщо корм для тварин та підстилка не містить насіння бур'янів, гній повинен бути компостований [Wiese et al., 1998].

Обладнання треба ретельно очищати перед переїздом з поля на поле для запобігання поширенню бур'янів. Особливо обережними потрібно бути в разі, коли насіння бур'янів досягає одночасно з урожаєм сочевиці та може не тільки потрапляти в бункер комбайна, а й активно поширюватись по площі під час збирання [Anderson, 1983].

Вода для зрошення також може бути джерелом поширення насіння бур'янів. А тому перед поливом варто провести обстеження якості води та за потреби пропускати її через фільтри.

Сівозмінні методи боротьби з бур'янами полягають у створенні посівів рослин, що зможуть максимально конкурувати з бур'янами. Іншими словами, створити посіви сочевиці максимально здорові та конкурентоспроможні, які можуть зменшити або краще перенести конкуренцію з бур'янами [Smith and Martin, 1995].

Вирощування культур з різними життєвими циклами в сівозміні запобігає поширенню будь-якого одного виду бур'янів [Radosevich et al., 1997]. На жаль, сочевиця, як правило, є найслабшим конкурентом для бур'янів у сівозмінах, в яких їх вирощують.

Однак рання весняна сівба сочевиці виявила більший потенціал врожаю, ніж пізні посіви [Sarker and Erskine, 2007]. Затримка сівби знижує конкурентоспроможність сочевиці та як наслідок впливає й на її врожайність [Mishra et al., 1996; Holding and Bowcher, 2004].

Глибина посіву, норма висіву та ширина міжряддя також впливають на створення конкурентоспроможних посівів сочевиці. Так, висівання насіння на глибину 3-5 см прискорює появу сходів, позитивно впливає на висоту, суху масу рослин та урожайність насіння порівняно з сівбою на глибину 8-10 см. Однак у випадку застосування ґрунтових гербіцидів якраз більший стрес спостерігається на посівах з невеликою глибиною розміщення насіння [van Rees, 1997; Brand et al., 2001].

Більш високі норми висіву також знижують популяцію бур'янів за рахунок створення умов з більшою конкуренцією [Boerboom and Young, 1995; Ball et al., 1997; Paolini et al., 2003; McDonald et al., 2007].

Використання вузьких міжрядь теоретично покращує конкуренцію на посівах сочевиці з бур'янами, оскільки міжряддя стають світлонепроникними раніше, ніж при більш широких відстанях. Однак з часом сходи бур'янів проникають крізь відносно нещільний покрив і починають домінувати на посівах, що нівелює різницю вузьких та широких міжрядь [Chaudhary and Singh, 1987].

Попри свою архаїчність механічні методи боротьби з бур'янами часто використовуються на посівах сочевиці, хоча ширина міжрядь занадто вузька, щоб дозволити використання міжрядних культиваций без пошкодження культурних рослин. А тому механічні способи боротьби з бур'янами обмежуються лише культивацією поля перед сівбою та застосуванням суцільної культиваци чи боронування після сівби сочевиці.

Застосування культиваци чи боронування після сівби сочевиці може бути ефективним заходом для видалення проростків бур'янів, що перебувають у фазі білої ниточки без надмірного пошкодження сочевиці.

Відповідно цикл робіт по механізованому захисту посівів від бур'янів може бути представлено таким чином: три проходи важкою зубовою бороною; досходове боронування сітчастою бороною для контролю бур'янів у фазі білої ниточки; боронування по сходах сітчастою бороною 3 рази.

Боронування потрібно проводити, коли ґрунт сухий, а рослини не досягли висоти 10 см та дещо прив'ялі (в жаркі сонячні дні). Крім того, за таких способів боротьби потрібно збільшувати норму висіву сочевиці, так як частина рослин все одно пошкоджується бороною.

Перспективним методом зниження загальної чисельності бур'янів є їх спалювання. Так, встановлено, що все насіння пажитниці жорсткої (*Lolium rigidum* Gaudin) та редьки дикої (*Raphanus raphanistrum* L.) знищується вогнем за умови температури вище 400 та 500°C відповідно [Walsh and Newman, 2006].

Системи мінімального або нульового обробітку ґрунту значно зменшують можливість передпосівної механічної боротьби з бур'янами. Однак мінімальне перемішування шарів ґрунту забезпечує умови, коли більшість насіння бур'янів залишається на поверхні ґрунту. Цим самим створюються умови для його кращого знищення та меншого відсотку виживання. Так, виживання насіння вівсюга звичайного (*Avena fatua* L.) на поверхні ґрунту зменшується у п'ять разів. Багаторічні польові спостереження підтвердили припущення, що мінімальні та нульові обробітки ґрунту зменшують популяцію бур'янів у довгостроковій перспективі [Anderson, 2004; Preston, 2007].

Хімічна боротьба передбачає використання гербіцидів для боротьби з бур'янами. Гербіциди, зареєстровані до використання в різних країнах світу, досить суттєво відрізняються. Більше того, гербіциди, ефективні для боротьби з спектром бур'янів в одній конкретній системі виробництва сочевиці в одному конкретному географічному районі, можуть мати обмежену активність проти бур'янів в іншій системі виробництва через низьку ефективність або вплив інших факторів.

А тому порівняння гербіцидів та їх особливостей застосування в інших країнах є дещо безглуздим, оскільки рекомендації для однієї країни можуть бути

неефективними або незаконними в іншій країні, або навіть різних регіонах однієї країни.

Сочевиця має доволі високу чутливість до більшості гербіцидів, тому оптимальним є проведення боротьби з бур'янами в попередні роки або ж рано навесні. Гербіциди суцільної дії можна використовувати окремо або як допоміжний засіб для боротьби з бур'янами до сівби або появи сходів культури [McKay et al., 2002]. Гербіциди, такі як гліфосат або паракват, не мають активності після контакту з ґрунтом [Vencill, 2002].

Так, після збирання попередньої культури при підготовці поля можна вносити гліфосат, та як більш дешевшу альтернативу 2,4 Д. Якщо поле сильно забур'янене, посів можна дещо відкласти, гліфосат можна застосувати і перед сівбою за 2-3 тижні.

В той же час на посівах сочевиці для боротьби з дводольними бур'янами офіційно в Україні можна застосовувати лише гербіцид Гезагард (прометрин). Проте практика показує, що можна на свій страх та ризик використовувати такі препарати:

Стомп (пендиметалін) 3-6 л/га використовується на посівах сочевиці в США, Австралії, Індії, Туреччині. Він має слабку рухливість у ґрунті, а тому й практично не вимивається в нижні шари. Препарат мало ефективний проти злакових бур'янів та не рекомендується до застосування у великій дозі за 6 місяців до сівби озимої пшениці.

Гезагард (прометрин) зазвичай застосовується в суміші з гербіцидом Дуал Голд (S-метолахлор). Дана суміш в дозі 3 л/га Гезагарду і 1,6 л/га Дуал Голду досить ефективно захищає сочевицю від бур'янів. Аналогічно попередньому препарату можлива післядія на озиму пшеницю.

Гербіциди на основі імізадолінонів (імазамокс, імазетапір) є токсичними для сочевиці навіть при застосуванні меншої від рекомендованої для інших зернобобових культур дози.

Так, існує ціла серія гербіцидів з різними комерційними назвами, але однаковою діючою речовиною *Імазетапір*. 0,7-0,8 л/га. Ці препарати є доволі ефективними в захисті сочевиці від бур'янів, але вони токсичні для культури, особливо за настання посушливих умов. Дані гербіциди мало ефективні проти таких видів як: вівсюг, лобода біла, роман собачий, латуків, а при зменшенні дози застосування різко знижується й загальна їх ефективність.

Так, за даними досліджень проведених в Канаді автори зробили висновок про те, що результати обробки сочевиці імазетапіром непередбачувані, в окремі роки шкода може бути мінімальною, але в більшості випадків він негативно впливав на урожайність сочевиці. А отже, зважаючи на значну післядію на наступні культури та токсичність для сочевиці, його слід використовувати з надзвичайною обережністю.

Після сходів на сочевиці можна застосовувати *Зенкор* (метрибузин) 0,6 л/га, рекомендований в США, Австралії, Канаді, Туреччині. Препарат потрібно вносити після сходів до фази 4-х вузлів на сочевиці і на неперерослих бур'янах. Як варіант можна вносити гербіцид у дві фази: 1-ша передбачає 2/3 за-

гальної дози, а через 7-10 днів 2-га фаза з застосуванням 1/2 від повної дози. Неможна застосовувати Зенкор на ґрунтах з низьким вмістом органічної речовини, а також він дуже рухливий в ґрунті, особливо після сильних дощів, тому сіяти сочевицю потрібно не мілкіше ніж на 5 см.

Для боротьби зі злаковими бур'янами можна застосовувати більшість протизлакових гербіцидів, які є в реєстрі, згідно інструкції до них.

Сочевиця дуже чутлива до пестицидів, а тому перед початком робіт на сочевиці потрібно ретельно промивати оприскувачі. Також потрібно обережно вносити гербіциди на полях, які межують з посівами сочевиці.

Література до розділу

- Al Thahabi, S.A., Basin, J.Z., Abu-Irmaileh, B.E., Haddad, N.I. and Saxena, M.C. (1994) Effect of weed removal on productivity of chickpea (*Cicer arietinum* L.) and lentil (*Lens culinaris* Med.) in a Mediterranean environment. *Journal of Agronomy and Crop Science* 5, 33–341.
- Anderson, R.L. (2004) Impact of subsurface tillage on weed dynamics in the central Great Plains. *Weed Technology* 18, 186–192.
- Anderson, W.P. (1983) *Weed Science: Principles*, 2nd edn. West Publishing Company, St Paul, Minnesota, USA.
- Ball, D.A., Ogg, A.G. Jr and Chevalier, P.M. (1997) The influence of seeding rate on weed control in small-red lentil (*Lens culinaris*). *Weed Science* 45, 296–300.
- Basler, F. (1981) Weeds and their control: lentil crop. In: Webb, C. and Hawtin, G.C. (eds) *Lentils. Commonwealth Agricultural Bureau, Slough, UK*, pp. 143–154.
- Bhan, V.M. and Kukula, S. (1987) Weeds and their control in chickpea. In: Saxena, M.C. and Singh, K.B. (eds) *The Chickpea*. CAB International, Wallingford, Oxon, UK, pp. 319–328.
- Boerboom, C.M. and Young, F.L. (1995) Effect of postplant tillage and crop density on broadleaf weed control in dry pea (*Pisum sativum*) and lentil (*Lens culinaris*). *Weed Technology* 9, 99–106.
- Bosnic, A.C. and Swanton, C.J. (1997) Influence of barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli*) time of emergence and density on corn (*Zea mays*). *Weed Science* 45, 276–282.
- Brand, J., Yaduraju, N.T., Shivakumar, B.G. and McMurray, L. (2007) Weed management. In: Yadav, S.S., McNeil, D.L. and Stevenson, P.C. (eds) *Lentil: an Ancient Crop for Modern Times*. Springer, Dordrecht, The Netherlands, pp. 159–172.
- Chaudhary, M. and Singh, T.P. (1987) Studies on weed control in lentil. *Indian Journal of Agronomy* 32, 295–297.
- Day, T., Day, H., Hawthorne, W., Mayfield, A., McMurray, L., Rethus, G. and Turner, C. (2006) *Grain Legume Handbook*. Grain Legume Handbook Committee, Finsbury Press, Riverton, South Australia.
- Erskine, W., Smartt, J. and Muehlbauer, F.J. (1994) Mimicry of lentil and the domestication of common vetch and grass pea. *Economic Botany* 48, 326–332.
- Hnatowich, G. (2000) *Pulse Production Manual*. Saskatchewan Pulse Growers, Saskatoon, Saskatchewan, Canada, 205 pp.
- Holding, D. and Bowcher, A. (2004) *Weeds in Winter Pulses – Integrated Solutions*. Australian Weed Management Technical Series #9. Australian Weed Management, Adelaide, South Australia, Australia.
- Kropff, M.J., Weaver, S.E. and Smits, M.A. (1992) Use of ecophysiological models for crop-weed interference: relations amongst weed density, relative time of weed emergence, relative leaf area, and yield loss. *Weed Science* 40, 296–301.
- McDonald, G.K., Hollaway, K.L. and McMurray, L. (2007) Increasing plant density improves weed competition in lentil (*Lens culinaris*). *Australian Journal of Experimental Agriculture* 47, 48–56.
- McKay, K., Miller, P., Jenks, B., Riesselman, J., Neill, K., Buschena, D. and Bussan, A.J. (2002) Growing chickpea in the Northern Great Plains. Extension Bulletin A-1236. North Dakota State University, Fargo, North Dakota, USA, 8 pp.
- Mishra, J.S., Singh, V.P. and Bhan, V.M. (1996) Response of lentil to date of sowing and weed control in Jabalpur, India. *LENS Newsletter* 23, 18–23.
- Mohamed, E.S., Noural, A.H., Mohamed, G.E., Mohamed, M.I. and Saxena, J.C. (1997) Weeds and weed management in irrigated lentil in northern Sudan. *Weed Research* 37, 211–218.
- Moorthy, B.T.S., Mishra, J.S. and Dubey, R.P. (2002) *Teaching Manual on Recent Advances in Weed Management*. National Research Centre for Weed Science, Maharajpur, Jabalpur, India.

- Paolini, R., Colla, G., Saccardo, F. and Campiglia, E. (2003) The influence of crop plant density on the efficacy of mechanical and reduced-rate chemical weed control in lentil (*Lens culinaris* Medik.). *Italian Journal of Agronomy* 7, 85–94.
- Preston, C. (2007) Weed biology – the missing link to better weed management. Grains Research and Development Corporation, Kingston, Australian Capitol Territory, Australia. Available at: <http://www.range-media.com.au/grdc2007/pdf/Wagga%20Wagga/Chris%20Preston1.pdf> (accessed 21 July 2008).
- Radosevich, S., Holt, J. and Ghersa, C. (1997) *Weed Ecology: Implications for Management*, 2nd edn. John Wiley and Sons, New York.
- Sarker, A. and Erskine, W. (2007) Recent progress in the ancient lentil. *Journal of Agricultural Science* 144, 19–24.
- Singh, M., Saxena, M.C., Abu-Irmaileh, B.E., al-Thahabi, S.A. and Haddad, N.I. (1996) Estimation of critical period of weed control. *Weed Science* 44, 273–283.
- Singh, V.P., Dixit, A., Mishra, J.S., Singh, P.K., Raghuwanshi, M.S. and Bhan, V.M. (2001) Cropping system: an approach to integrated weed management. *Pesticide Information* 27, 14–21.
- Smith, A.E. and Martin, L.D. (1995) Weed management systems for pastures and hay crops. In: Smith, A.E. (ed.) *Handbook of Weed Management Systems*. Marcel Dekker, New York, pp. 477–517.
- Tepe, I., Erman, M., Yazlik, A., Levent, R. and Ipek, K. (2005) Comparison of some winter lentil cultivars in weed-crop competition. *Crop Protection* 24, 585–589.
- Van Acker, R.C., Weise, S.F. and Swanton, C.J. (1993) The critical period of weed control in soybeans (*Glycine max* (L.) Merr.). *Weed Science* 41, 194–200.
- Vencill, W.K. (ed.) (2002) *Herbicide Handbook*, 8th edn. Weed Science Society of America, Lawrence, Kansas, USA.
- Walsh, M. and Newman, P. (2006) Burning narrow windrows for weed seed destruction. In: Turner N.C., Acuna T. and Johnson, R.C. (eds) *Proceedings of the 13th Australian Agronomy Conference*. Australian Society of Agronomy, Gosford, New South Wales, Australia.
- Wiese, A.F., Sweeten, J.M., Bean, B.W., Salisbury, C.D. and Chenault, E.W. (1998) High temperature composting of cattle feedlot manure kills weed seed. *Applied Engineering in Agriculture* 14, 377–380.
- Wilding, J.L., Barnett, A.G. and Amor, R.L. (1998) *Crop Weeds*. R.G. and F.J. Richardson Publishers, Melbourne, Victoria, Australia.
- Yenish, J.P. (2007) Weed management in chickpea. In: Yadav, S.S., Redden, B., Chen, W. and Sharma, B. (eds) *Chickpea Breeding and Management*. CAB International, Wallingford, Oxon, UK, pp. 233–245.
- Young, F.L., Matthews, J., al-Menoufi, A., Sauerborn, J., Pierterse, A.H. and Kharrat, M. (2000) Integrated weed management for food legumes and lupines. In: Knight R. (ed.) *Linking Research and Marketing Opportunities for Pulses in the 21 Century*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands, pp. 481–490.

РОЗДІЛ 11

МІСЦЕ В СІВОЗМІНІ

Вирощування сочевиці в різних сівозмінах корисне для сумісного або наступного врожаю, оскільки рослини поліпшують фізичні та хімічні властивості ґрунту та залишають після себе певну кількість біологічно фіксованого азоту [Shah et al., 2003; Wisal, 2003].

Дослідження, проведені в Індії, показали, що на стан посівів та баланс поживних речовин значно впливає сівозміна. Так, застосування рисово-сочевичної системи підвищує поживний стан ґрунту [Singh and Sofi, 2007]. Результати двох різних експериментів, проведених у районах сухого землеробства Центральної Анатолії (Туреччина), довели, що вирощування сочевиці більш вигідніше замість запровадження чистого пару перед пшеницею. Результати досліджень показали, що вміст білка в пшениці збільшився на 2,12-2,15 % після сочевиці в Гаймані та Гезлу [Eser and Adak, 1999].

Високі врожаї сочевиці за правильного розміщення в сівозміні можна отримувати практично у всіх ґрунтово-кліматичних зонах України. При виборі для сочевиці місця в сівозміні необхідно враховувати підвищені вимоги її до чистоти полів, тому що через повільне формування вегетативної маси на початку вегетаційного періоду вона слабо конкурує з бур'янами [Січкара та ін., 2018].

Виходячи з вище описаних біологічних особливостей культури, під сочевицю необхідно відводити чисті від бур'янів поля сівозміни. Якщо ця умова буде врахована, то урожай сочевиці значно зросте, адже до родючості ґрунту та попередників вона не пред'являє настільки високих вимог, як до чистоти полів. А отже, в травопільних сівозмінах сочевиця дає значно вищі врожаї насіння, ніж в просапних, іноді вдвічі більші [Леонтьев, 1954].

Кращими попередниками для сочевиці, у всіх зонах її поширення, з озимих культур є озиме жито і озима пшениця, а з просапних – картопля і кукурудза. Ярі хлібні культури, особливо які замикають сівозміну, є поганими попередниками для сочевиці, так як поля після них зазвичай сильно засмічені [Січкара, 2017].

Висівати сочевицю по сочевиці або ж повертати її на старе місце раніше 5-6 років не слід, щоб уникнути накопичення значної кількості специфічних шкідників та збудників хвороб. А тому й не варто розміщувати сочевицю поблизу посівів багаторічних бобових трав [Січкара та ін., 2018].

Не можна висівати сочевицю на ґрунтах, свіжоудобрених гноєм або іншими органічними добривами, що в своєму складі містять певні кількості життєздатного насіння бур'янів. Адже в перші роки після внесення органіки на таких полях формується потужна вегетативна маса бур'янів, що шкодить ефективності вирощування сочевиці. А тому, щоб уникати цього, вона повинна розміщуватись в сівозмінах другою або третьою культурою після внесення гною [Леонтьев, 1954].

Сочевиця збагачує ґрунт азотом, а тому є хорошим попередником для всіх культур, а особливо для злаків. За своїм впливом на підвищення їх врожайності сочевиця не тільки не поступається гороху, але в ряді випадків перевершує його.

Як правило, урожай зернових злакових культур після сочевиці вище, ніж після картоплі, соняшнику, кукурудзи та інших просапних рослин [Січкара та ін., 2018].

Сочевиця є оптимальним попередником для таких культур як: картопля, коренеплоди, соняшник. Тому для збільшення врожайності всіх сільськогосподарських культур доцільно розміщувати сочевицю після озимих хлібів, а просапні культури після сочевиці. Якщо ж сочевицю розміщують в сівозміні між зерновими культурами, то озимі (жито, пшениця) повинні передувати їй, а ярі злаки – вирощуватись після сочевиці [Січкара, 2017; Леонтьев, 1954].

Моновирощування сочевиці (монокультура) практикується переважно в тропічних регіонах зі значними кількостями опадів. Це звичайна практика в Індії в регіонах Бундельханд Уттар-Прадеш та Мадх'я-Прадеш, Біхар, західній Бенгалії, Оріссі та східному Утар-Прадеші в районах земель Діара та земель Тал.

Сочевиця в Південній Азії, а зокрема в Індії, Пакистані, Бангладеш та Непалі вирощується зазвичай в сівозміні: рис-сочевиця. Поширеними в цих регіонах є також такі сівозміни: рис-сочевиця; кукурудза-сочевиця; бавовна-сочевиця; сорго-сочевиця; арахіс-сочевиця [Sarkar et al., 2004].

У Бангладеші сочевицю висівають за такого чергування культур: рис-джут-пар-сочевиця, також поширеною системою посіву в цій зоні є джут-пар-сочевиця, тоді як низинні райони Фаридпур, Куштія, Раджбарі та Наторе, які мають важкі глинисті ґрунти, здебільшого застосовують рисово-сочевичне чергування культур.

Змішані або ж ущільнені посіви.

Дана технологія дозволяє повніше використовувати енергію сонця – листки рослин формуються в різних ярусах, родючість ґрунту – коренева система основної культури і різних рослин-ущільнювачів закладається і розвивається в різних ґрунтових горизонтах. Застосовують для отримання більшого врожаю з одиниці площі, а також такі посіви не вилягають, що полегшує механізацію збиральних робіт. Крім того, змішані посіви рекомендується використовувати як засіб біологічного захисту культурних рослин від шкідників і хвороб.

Змішані посіви сочевиці з іншими культурами в Південній Азії застосовуються в умовах впливу стресових чинників як захист від несприятливих біотичних та абіотичних факторів, а також як економічне та ефективне використання сільськогосподарських ресурсів [Ahlawat and Sharma, 1985]. Популярними культурами для змішаних систем посіву з сочевицею є індійська гірчиця, ячмінь та нут. У Туреччині суміш 70–80 % сочевиці + 20–30 % пшениці дала найвищий врожай соломи та зерна [Ciftci and Ülker, 2005].

Також сочевиця може вирощуватись в ущільнених посівах разом з іншими культурами у визначеному співвідношенні рядків. Серед культур, які рекомендуються до такого способу вирощування з сочевицею, найбільш поширеними є: пшениця, ячмінь, гірчиця індійська, льон тощо.

Для формування оптимальної конфігурації посіву дуже важливо досягти високої загальної продуктивності рослин за рахунок оптимізації співвідношення рядків. Так, у різних експериментах сочевиця + гірчиця (співвідношення рядків 5: 1 або 2: 1) та сочевиця + льон (4: 2 або 5: 1 рядкове співвідношення) показали

більш високий урожай, ніж вирощування сочевиці окремо [Sarkar and Pal, 2005; Sekhon et al., 2007; Yadav and Tripathi, 2007].

Сочевиця також вирощується разом з озимою пшеницею та ячменем, проте такий спосіб сумісного вирощування не завжди є результативним і вигідним [Gangasaran and Giri, 1985; Prakash et al., 1986]. Так, встановлено, що найбільш вигідне співвідношення посіву пшениці та сочевиці становило 100:50 [Ahmed et al., 1987]. А от за іншими даними максимальна продуктивність та чистий прибуток за вирощування пшениці та сочевиці були отримані, коли 30 % норми висіву пшениці було висіяно між рядами сочевиці, розташованими на відстані 30 см один від одного [Rehman and Shamsuddin, 1981].

Дослідження щодо вирощування сочевиці з льоном при різних схемах сіви також виявили перевагу такого способу над сочевицею, вирощеною в монопосівах [Miah and Rahman, 1993]. На північно-східних рівнинах Індії, західному Тераї Непалу та значній території Бангладеш сочевиця також успішно вирощується з цукровою тростиною [Srivastava, 1975; Giri, 2005].

Підсів сочевиці

Підсів сочевиці на рисових полях практикується в Південній Азії [Saxena, 1981; Ali et al., 1993]. Особливості цього способу вирощування полягають в тому, що сочевиця підсівається на поля за 10-15 днів до збору рису. Ця практика вирощування базується на наявності залишкової вологи, що залишається після рису, а отже, економить ресурси та дозволяє отримати більший рівень урожайності культури, ніж за звичайного вирощування [Gupta and Bhowmick, 2005].

Вирощування культур різної висоти

Система одночасного вирощування сільськогосподарських культур різної висоти на одній і тій же ділянці поля дозволяє найбільш ефективно та економно використовувати ресурси ґрунту: вологу, поживні речовини, а також простір і енергію сонця.

Високі дерева, як правило, висаджують на більш широкій відстані. Тому вони пропускають більшу частину світла і під високими деревами можна вирощувати інші культури. Однак дерева повинні забезпечувати хорошу освітленість нижніх ярусів агроценозу та мати прямостояче та вузьке листя, щоб це могло спричинити менше тіні. Так, врожай сочевиці, пшениці, картоплі та гірчиці за вирощування в посадках евкаліпту, посаженого з відстанню 6 x 2 м, був нижчим від чистих посівів на 16,3, 62,3, 80,8 і 82,4 % відповідно. Таким чином, сочевиця зафіксувала найменше зниження врожаю [Kumar and Nandal, 2004]. Також в молодих садах, за систематичного формування крони дерев можливо вирощувати сочевицю. Адже обрізка дерев допомагає підвищити продуктивність сільськогосподарських культур порівняно з відсутністю обрізки [Semwal et al., 2002].

Отже, до вирощування сочевиці потрібно підходити творчо, особливо коли це стосується розташування її в сівозміні та сумісних способів вирощування з іншими культурами. Адже вже на даний час українські аграрії борються з проблемами нестачі вологи, ресурсів та необхідністю підвищення ефективності сівозміни без значного зростання витрат та втрати родючості ґрунту. А тому досвід раціонального використання ресурсів в інших країнах, за вирощування сочевиці, є мотивацією до втілення на практиці кращих варіантів і в умовах України.

Література до розділу

- Ahlawat, I.P.S. and Sharma, R.P. (1985) Water and nitrogen management in wheat- lentil intercropping system under late sown conditions. *Journal of Agricultural Science* 105, 697–701.
- Ahmed, A., Rahman, A. and Kelley, T.G. (1987) Study on the mixed cropping of wheat and lentil at varying seeding ratios under different levels of fertility. *Bangladesh Journal of Agricultural Research* 12, 53–59.
- Ali, M., Saraf, C.S., Singh, P.P., Riwari, R.B. and Ahlawat, I.P.S. (1993) Agronomy of lentil in India. In: Erskine, W. and Saxena, M.C. (eds) *Lentils in South Asia. Proceedings of the Seminar on Lentil in South Asia, 11–15 March 1991, New Delhi, India. International Center for Agricultural Research in the Dry Areas (ICARDA), Aleppo, Syria*, pp. 103–127.
- Ciftci, V. and Ülker, M. (2005) Economic benefits of mixed cropping of lentil (*Lens culinaris*) with wheat (*Triticum aestivum*) and barley (*Hordeum vulgare*) at different seeding ratios. *Indian Journal of Agricultural Sciences* 75, 100–102.
- Eser, D. and Adak, M.S. (1999) Effect of fallow, winter lentil, nitrogen fertilization and different soil tillage on wheat yield in the dry farming areas of Central Anatolia. *Turkish Journal of Agricultural Forestry* 23, 567–576.
- Gangasaran, G. and Giri, G. (1985) Intercropping of mustard with chickpea, lentil and barley in dry land. *Indian Journal of Agronomy* 30, 244–250.
- Giri, S. (2005) Influence of different intercrops on the incidence of borer pests, productivity and profitability of autumn planted sugarcane in gangetic alluvial zone of West Bengal. *Indian Sugar* 55, 105–108.
- Gupta, S. and Bhowmick, M.K. (2005) Scope of growing Lathyrus and lentil in relay cropping systems after rice in West Bengal, India. *Lathyrus Lathyrism Newsletter* 4, 28–33.
- Kumar, A. and Nandal, D. P. S. 2004. Performance of winter crops under Eucalyptus tereticornis based agrisilviculture system. *Indian Journal of Agroforestry* 6 (2), 97–98.
- Miah, A.A. and Rahman, M.M. 1993. Agronomy of lentil in Bangladesh. In : *Lentil in South Asia* (eds. Erskine, W. and Saxena, M.C.). International Center for Agricultural Research in the Dry Areas, ICARDA, Aleppo, Syria, pp. 128–138.
- Prakash, V., Tandaon, J.P. and Prasad, K. (1986) Studies on intercropping in rainfed wheat. *Annals of Agricultural Research* 7, 258–262.
- Rehman, M.A. and Shamsuddin, M. (1981) Intercropping of lentil and wheat. *Bangladesh Journal of Agricultural Research* 6, 27–31.
- Sarkar, B. and Pal, A.K. (2005) Water use and yield of rapeseed (*Brassica campestris* var. yellow sarson) and lentil (*Lens culinaris* Medik.) grown as sole crop and as intercrop. *Journal of Interacademia* 9, 10–15.
- Sarkar, R.K., Malik, G.C. and Pal, P.K. (2004) Effect of lentil and linseed under varying plant density and row arrangement on productivity and advantages in system under rainfed upland. *Indian Journal of Agronomy* 49, 241–243.
- Saxena, M.C. (1981) Agronomy of lentils. In: Webb, C. and Hawtin, G.C. (eds) *Lentils. Commonwealth Agricultural Bureau, Slough, UK*, pp. 111–129.
- Sekhon, H.S., Singh, G. and Ram, H. (2007) Lentil based cropping systems. In: Yadav, S.S., McNeil, D.L. and Stevenson, P.C. (eds) *Lentil: an Ancient Crop for Modern Times. Springer Verlag, Dordrecht, The Netherlands*, pp. 107–126.
- Semwal, R. L., Maikhuri, R. K., Rao, K. S., Singh, K. and Saxena, K. G. 2002. Crop productivity under differently lopped canopies of multipurpose trees in Central Himalaya, India. *Agroforestry Systems* 56 (1), 57–63.
- Shah, Z., Shah, S. H., Peoples, M. B., Schwenke, G. D. and Herridge, D. F. 2003. Crop residue and fertilizer N effects on nitrogen fixation and yields of legume-cereal rotations and soil organic fertility. *Field Crops Research* 83 (1), 1–11.
- Singh, D.K. and Sofi, K.A. (2007) Production potential of rice (*Oryza sativa* L.) based cropping system at different nutrient management under temperate ecosystem of Kashmir. *Journal of Farming Systems Research and Development* 13, 204–208.
- Srivastava, S.C. (1975) Performance of legumes as intercrops in sugarcane. *Indian Journal of Genetics* 35, 269–270.
- Wisal, M. (2003) Strategies for improving wheat productivity and soil organic matter in irrigated and rainfed environments. PhD thesis, North West Frontier Province (NWFP) Agricultural University, Peshawar, Pakistan. Available at: <http://eprints.hec.gov.pk/536>.
- Yadav, R.A. and Tripathi, A.K. (2007) Studies on linseed based pulses intercropping in Bundelkhand tract of Uttar Pradesh. In: Pramanik, S.C., Singh, B.B., Singh, I.P., Naimuddin, G., Sanjeev and Brahm, P. (eds) *National Symposium on Legumes for Ecological Sustainability: Emerging Challenges and Opportunities. Indian Institute of Pulses Research, Kanpur*, pp. 20–21.
- Леонтьев В.М. Чечевица. Сельхозгиз, 1954 (Государственное издательство сельскохозяйственной литературы). Москва Ленинград, 1954, 172 с.
- Січкач В.І. Бобова для сівозмін Півдня. *Farmer*, №10(94), 2017. С. 68-72.
- Січкач В.І., Орехівський В.Д., Кривенко А.І., Маматов М.О., Соломонов Р.В. 2018. Вісник ЦНЗ АПВ Харківської області. 2018. Випуск 24. С. 84-92

РОЗДІЛ 12

ВПЛИВ СТРУКТУРИ ҐРУНТУ Й СПОСОБІВ ЙОГО ОБРОБІТКУ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ СОЧЕВИЦІ

Сочевиця володіє великим біологічним потенціалом, проте його реалізація можлива лише за створення оптимальних умов для росту рослин. Висока врожайність при цьому зумовлюється інтенсивним розвитком кореневої системи на ранніх етапах органогенезу, високою продуктивністю фотосинтезу, вмістом хлорофілу в листках, а також повторним використанням тимчасово збережених речовин вегетативних органів для виповнення зерна.

Одним із головних елементів будь-якої технології вирощування сільськогосподарської культури є основний обробіток ґрунту. Його завданнями є утримання, накопичення й збереження вологи, зменшення її втрат із випаровуванням, створення оптимальних фізичних і агрохімічних умов для швидкого росту й розвитку рослин, зменшення кількості бур'янів, хвороб і шкідників тощо. Слід зауважити, що сочевиця, у порівнянні з більшістю поширених видів бур'янів, є мало конкурентною культурою, тому основний і передпосівний обробіток ґрунту повинен бути направлений на максимальне знищення бур'янів і, звичайно, збереження вологи в ґрунті. Останнє можливе тоді, коли обробіток виконується в ранні строки, відразу після збирання попередника, що сприяє формуванню максимальної врожайності сочевиці.

Багато вчених із різних країн є прихильниками оранки під сочевицю. Система зяблевого обробітку ґрунту під сочевицю після різних попередників неоднакова. В умовах без зрошення, після збирання ранніх зернових культур, основний обробіток має складатися з лущення стерні на глибину 7–8 см для провокації проростання насіння бур'янів і подальшої, через 2–4 тижні, оранки на глибину 20–25 см [Краевский та ін., 2002; Леонтьев, 1966; Тарасенко, 2012; Черенков та ін., 2013]. На підзолистих ґрунтах з неглибоким орним шаром оранку проводять на всю його глибину, а на чорноземах – на глибину 22–25 см і більше. Після збирання пізніх культур (коренеплодів, соняшнику й ін.) необхідно якнайшвидше починати зяблеву оранку. Строки її проведення мають велике значення для отримання високого врожаю зерна сочевиці. Рання серпнева оранка нагромаджує більше вологи в ґрунті, ніж пізня, і сприяє підвищенню врожайності. Щодо соняшнику, деякі вчені вказують на необхідність лущення стерні з одночасним боронуванням і прикочуванням після збирання урожаю. Це сприяє швидкому і дружньому проростанню падалиці, яку потім знищують оранкою на глибину 27–30 см. У випадку планування вирощування сочевиці після коренеплодів, зокрема картоплі, ґрунт відразу орють на глибину 25–27 см [Гелюх та ін., 2002; Лихочвор та ін., 2008].

Сочевицю можна успішно вирощувати і в системах мінімального (mini-till, reduced tillage) або нульового обробітку ґрунту (no-till). За даними окремих господарств, при нульовому обробітку ґрунту зменшуються затрати на вирощування, що призводить до суттєвого зростання рентабельності вирощування сочевиці і, таким чином, привабливості системи нульового обробітку. Тут слід зауважити, що світова тенденція мінімізації обробітку ґрунту зумовлена не

стільки намаганням зменшити затрати на виробництво, скільки гострою потребою відтворення родючості ґрунтів і можливістю регуляції процесів ґрунтоутворення, оскільки відтворення родючості ґрунту неможливе за незмінного полицевого обробітку. Тривалий мінімальний обробіток сприяє саморегуляції ґрунту, як системи.

Дослідження, проведені в Канаді, показали, що сочевиця добре розвивається по стерні культури-попередника. Рештки стерні допомагають зберегти вологу в ґрунті. Крім того, стерня сприяє меншому вилягання сочевиці й порівняно більшій висоті прикріплення нижніх бобів на стеблі [Черенков та ін., 2013]. Варто зазначити, що питання про вплив системи нульового обробітку ґрунту на продуктивність сочевиці не є однозначним. Порівнянню способів обробітку ґрунту, а саме, традиційного (оранка), мінімального й нульового присвячені численні дослідження вчених у різних країн-виробників сочевиці. Так, за даними канадських учених [Matus et al., 1997], урожайність зерна не залежала від способу обробітку ґрунту (нульовий і традиційний). Разом з тим, було відмічено значне зростання інтенсивності процесу азотофіксації в системі нульового обробітку. Ймовірною причиною цього може бути те, що в системі нульового обробітку всі рослинні рештки залишаються на поверхні, в результаті чого вміст доступного азоту в зоні коренів менший, порівняно з традиційним способом, де рештки заорюються на глибину. Відбувається це в результаті зниження інтенсивності процесів мінералізації й нітрифікації азоту (розкладу амонійного азоту до нітратів аеробними мікроорганізмами).

У дослідженні турецьких вчених (регіон Анкари, без зрошення) спосіб обробітку ґрунту також не мав істотного впливу на урожайність зерна сочевиці й на масу бур'янів [Kayan et al., 2006]. Натомість, урожайність сочевиці виявилася найвищою у варіанті з ручним прополюванням. Вчені роблять висновок, що неконтрольоване забур'янення має набагато більший вплив на урожайність сочевиці (зменшення більше ніж на 60 %), аніж спосіб обробітку ґрунту. Altikat (2013) проводив дослідження на легких суглинкових ґрунтах (Туреччина). Він встановив, що урожайність сочевиці була вищою за традиційного способу обробітку ґрунту (плуг + дискова борона), у порівнянні з мінімальним (ротаційний культиватор). На противагу цьому, спостерігалася нижча інтенсивність забур'янення при мінімальному обробітку.

В умовах України, питання про вплив способу обробітку ґрунту на продуктивність сочевиці ще потребує вивчення. На ґрунтах з оптимальною щільністю, структурою, добре дренованих, системи мінімального і нульового обробітку ґрунту досить легко реалізувати.

Вибір оптимального способу обробітку ґрунту залежить від його фізичних характеристик, серед яких важливими для розвитку рослин є щільність ґрунту (об'ємна маса ґрунту) і його пористість. Необроблений вибір способу обробітку створює несприятливі умови для росту й розвитку рослин і формування врожаю культури, а також призводить до деградації ґрунтів і зниження їх родючості. Тому важливо оптимізувати агротехнічні заходи для створення оптимальних фізичних властивостей ґрунту.

Для більшості сільськогосподарських культур оптимальна щільність

грунту перебуває в межах 1,1–1,3 г/см³. Усі культурні рослини негативно реагують на її зниження нижче 1,1 г/см³ (надмірне розпушення) і на підвищення понад 1,3 г/см³ (надмірне ущільнення). Для бобових культур, зокрема, оптимальною щільністю буде 1,0 г/см³ при вирощуванні на чорноземі типовому важко- і середньосуглинковому і 1,1–1,15 г/см³ на легкосуглинковому [Карташов і ін., 2012].

У дослідях Максимова (2016), на початку вегетації в умовах зрошення, щільність в 0–10 см шарі ґрунту була рівномірною і становила 1,16 г/см³, тоді як при полицевому обробітку, у 0–30 см шару ґрунту на глибині 20–22 см вона складала 1,23, а на 28–30 см – 1,21 г/см³ (табл. 12.1).

Таблиця 12.1 – Щільність ґрунту на посівах сочевиці залежно від досліджуваних факторів, г/см³ [Максимов М. В., 2016]

Основний обробіток ґрунту	Умови зволоження	Шар ґрунту, см	Період визначення	
			сходи	збирання урожаю
Полицевий на глибину 20-22 см	Без зрошення	0-10	1,04	1,16
		10-20	1,13	1,24
		20-30	1,21	1,32
		0-30	1,13	1,24
Полицевий на глибину 28-30 см		0-10	1,05	1,15
		10-20	1,13	1,21
		20-30	1,17	1,30
		0-30	1,11	1,22
Полицевий на глибину 20-22 см	Зрошення	0-10	1,16	1,24
		10-20	1,22	1,33
		20-30	1,30	1,39
		0-30	1,23	1,32
Полицевий на глибину 28-30 см		0-10	1,16	1,25
		10-20	1,21	1,30
		20-30	1,27	1,36
		0-30	1,21	1,30

Відмінність щільності ґрунту за різних умов зволоження пояснюється тим, що у варіантах із зрошенням, агрономічно цінні частки орного шару руйнуються під дією води.

На час збирання насіння сочевиці спостерігалось ущільнення ґрунту по глибині орного шару. В середньому по досліді, щільність ґрунту збільшилася від 7,1 до 11,5 %, причому, найбільше ущільнення спостерігалось у незрошуваних варіантах, що пояснюється меншим розвитком кореневої системи рослин в умовах нестачі вологи.

Для хорошого розвитку кореневої системи рослин, мінімізації поширення хвороб і активної життєдіяльності ґрунтової мікрофлори необхідне повітря, вміст якого в ґрунті характеризується показником загальної пористості ґрунту.

За результатами досліджень Максимова М.В. встановлено, що на час появи сходів сочевиці, загальна пористість ґрунту мала оптимальні показники. Так, в незрошуваних умовах за оранки на глибину 20–22 см в шарі ґрунту 0–30 см пористість складала 57,2 %, а за глибини 28–30 см – 57,7 %. Ця різниця пояснюється більш ущільненим ґрунтом в шарі 20–30 см за обробітку на глибину 20–22 см. Аналогічна ситуація спостерігалася й у варіантах зі зрошенням, де різниця складала 0,5 % на користь глибокого обробітку ґрунту на глибину 28–30 см (53,9 %) (табл. 12.2).

Таблиця 12.2 – Загальна пористість ґрунту на посівах сочевиці залежно від досліджуваних факторів, % [Максимов М. В., 2016]

Основний обробіток ґрунту	Умови зволоження	Шар ґрунту, см	Період визначення	
			сходи	збирання уро- жаю
Полицевий на глибину 20-22 см	Без зрошення	0-10	60,2	55,5
		10-20	57,2	52,9
		20-30	54,2	50,1
		0-30	57,2	52,8
Полицевий на глибину 28-30 см		0-10	60,0	56,0
		10-20	57,2	53,8
		20-30	55,8	50,9
		0-30	57,7	53,6
Полицевий на глибину 20-22 см	Зрошення	0-10	55,7	52,5
		10-20	53,5	49,3
		20-30	50,9	47,3
		0-30	53,4	49,7
Полицевий на глибину 28-30 см		0-10	55,9	52,4
		10-20	53,8	50,6
		20-30	52,1	48,4
		0-30	53,9	50,5

В умовах зрошення, показники загальної пористості ґрунту мали граничні значення між задовільними й незадовільними, коливаючись від 47,3 до 52,5 %. Найгірші умови на час збирання урожаю були за полицевого обробітку на глибину 20–22 см – пористість складала 49,7% в шарі ґрунту 0–30 см. Проте, розпушення шару 20–30 см (оранка) на 28–30 см забезпечило в орному шарі задовільні показники пористості – 50,5 %.

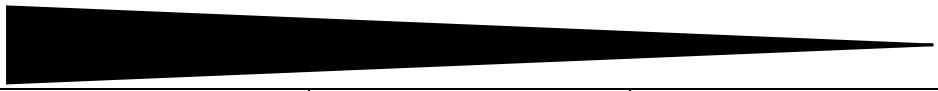
Оптимальні показники щільності ґрунту для вирощування сочевиці сформовано на основі аналізу літературних даних і багаторічного досвіду вирощування культури (табл. 12.3).

Таблиця 12.3 – Оптимальні показники щільності ґрунту для вирощування сочевиці

Агрокліматична зона	Тип ґрунту	Межа варіювання щільності ґрунту, г/см ³
Полісся	дерново-підзолистий, середньо суглинковий	1,10-1,20
	дерново-підзолистий, легко суглинковий та супіщаний	1,10-1,30
Лісостеп	сірий опідзолений, важко- і середньо суглинковий	1,10-1,30
	чорнозем типовий та опідзолений, легкосуглинковий	1,10-1,35
Степ	Чорнозем звичайний та південний темно-каштановий ґрунт	1,10-1,30

Якщо структура ґрунту гірша від оптимальної, то для надання йому належної будови доводиться більше обробляти його механічно. При цьому важливо, щоб оптимальну будову мав весь кореневмісний шар ґрунту, для того щоб коренева система рослин могла вільно розростатись і була б достатньо забезпечена вологою, повітрям, теплом і поживними речовинами. Орієнтовна інтенсивність обробітку ґрунту зображена в табл. 12.4.

Таблиця 12.4 – Інтенсивність обробітку ґрунту

Інтенсивність обробітку ґрунту			
Агрокліматична зона	Полісся	Лісостеп	Степ
Вологозабезпеченість ґрунту	добра	помірна	недостатня
Структура ґрунту	безструктурний		структурний

Досить поширеною є думка про те, що зниження інтенсивності обробітку ґрунту призведе до ущільнення орного шару. Науковою підставою щодо вибору глибини та інтенсивності обробітку є різниця між фактичними й оптимальними (для конкретної культури й типу ґрунту) значеннями щільності кореневмісного шару ґрунту. Якщо ці показники зіставні, то можна зменшувати глибину та інтенсивність основного обробітку ґрунту без ризику переущільнення кореневмісної зони.

Література до розділу

- Altikat, S., 2013. The effects of reduced tillage and compaction level on the red lentil yield. *Bulg. J. Agric. Sci.*, 19: 1161-1169
- Kayan, Nihal & Adak, Mehmet. (2006). Effect of soil tillage and weed control methods on weed biomass and yield of lentil (*Lens culinaris Medic.*). *Archives of Agronomy and Soil Science*. 52. 697-704. 10.1080/03650340601037135.
- Matus, A., Derksen, D.A., Walley, F.L., Loepky, H.A., & Kessel, C.V. (1997). The influence of tillage and crop rotation on nitrogen fixation in lentil and pea. *Canadian Journal of Plant Science*, 1997, 77:197-200. <https://doi.org/10.4141/P96-078>
- Білоножко М. А., Шевченко В. П., Алімов Д. М., Рослинництво: Інтенсивна технологія вирощування польових і кормових культур / за ред. М. А. Білоножко. Київ : Вища школа, 1990. С. 96–99.
- Гелюх В. Н., Кирпичева Т. С., Кондрашин Н. С. Возделывание крупносемянной чечевицы (практические рекомендации). Луганск : ЛНАУ, 2002. 12 с.
- Карташов С.Г., Городецький Е.Ю., Дудка В.С., Москалюк А.А. (2012). Вплив оптимальної щільності ґрунту для різних сільськогосподарських культур на врожайність. *Таврійський науковий вісник* № 78, 22–27.
- Краевский А. Н., Карпенко А. А., Шабашов В. В. Особенности технологии выращивания зернобобовых культур в условиях Луганской области. *Зб. наук. праць. Луганського національного аграрного університету. Серія «Сільськогосподарські науки»*. Луганськ : Видавництво ЛНАУ, 2002. № 20(32). С. 84-88.
- Лихочвор В. В., Петриченко В. Ф., Іващук П. В. Зерновиробництво [20 зернових культур]. Львів : Українські технології, 2008. 624 с.
- Максимов М. В. Удосконалення технології вирощування сочевиці за різних умов зосередження: дис. ... канд. с.-г. наук : 06.01.02 «Сільськогосподарські міліорації» / Херсонський ДАУ. Херсон, 2016. 206 с.
- Тарасенко А.И. Совершенствование технологии возделывания чечевицы на зерно в степной зоне среднего Поволжья : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук : спец. 06.01.01 «Общее земледелие» / ФГБОУ ВПО «Кемеровский государственный сельскохозяйственный институт». Барнаул, 2012. 20 с.
- Черенков А. В., Клиша А. І., Гирка А. Д. та ін. Сучасна технологія вирощування сочевиці. Дніпропетровськ : ТОВ «Роял принт», 2013. 48 с.

РОЗДІЛ 13

ГУСТОТА РОСЛИН ТА СПОСОБИ СІВБИ

Вплив густоти рослин на ріст, розвиток і урожайність сочевиці

Рівень урожайності культури на одиницю площі залежить від густоти рослин і умов їх живлення. Врожайність знижується і в загущених, і в дуже зріджених посівах. У посівах з різною густотою рослин створюються різні умови щодо температури, освітлення, надходження вуглекислоти, а це прямо впливає на поглинання фізіологічно активної радіації й інтенсивність процесів фотосинтезу й дихання у рослин.

Зміна умов середовища, зокрема площі живлення, удобрення, впливає на ріст і розвиток, фотосинтез і інші біохімічні процеси в рослинах, і, зрештою, впливає на величину і якість врожаю. Збільшення густоти рослин будь-якої культури погіршує як ґрунтове живлення, так і повітряно-світловий режим, що негативно впливає на розмір і якість урожаю.

Густота рослин є дуже важливим елементом технології, який може суттєво впливати на урожайність сочевиці. Від правильного її вибору залежить і урожай наступних культур. З одного боку, в зріджених посівах зростає забур'янення, рослини більше пошкоджуються шкідниками, гірше використовують фактори зовнішнього середовища, знижується урожайність. З іншого боку, при підвищеній густоті стеблостою продуктивність рослин зменшується. Як зменшена, так і підвищена норма висіву призводить до недобору врожаю будь-якої культури.

Густота рослин у посівах сочевиці, практикувана в різних регіонах вирощування, коливається у широких межах і залежить від типу сочевиці (дрібна, крупнонасінна), сортових особливостей, ґрунтово-кліматичних умов і строків сівби. Наприклад, у країнах Західної Азії, насіння сіють на кінцеву густоту 275–300 рослин на квадратний метр, у Канаді 107, у США 172–220 [Erskine et. al., 2009].

В Україні рекомендовано висівати 1,8–2,0 млн схожих насінин на гектар, з розрахунку 140–160 рослин на квадратний метр (на час збирання). У ваговому еквіваленті норма висіву коливається від 50 кг/га (дрібнонасінна сочевиця) до 150 кг/га (крупнонасінна). Ці показники є орієнтовними. Регулювати норми висіву потрібно залежно від таких обставин [Черенков і ін., 2013]:

- сортіві особливості обраного сорту;

- як планується боротися з бур'янами: гербіциди спричиняють випадіння рослин, повністю нетоксичних післясходових гербіцидів для сочевиці немає;

- вміст вологи й підготовка ґрунту: при недостатній вологості і незадовільній підготовці ґрунту норму висіву потрібно збільшувати, а при надлишку вологи – зменшувати, оскільки загущення посівів в умовах надлишкової вологості ґрунту сприяє інтенсивному поширенню хвороб;

- родючість ґрунту: на бідних ґрунтах норму висіву потрібно підвищувати, а на багатих – зменшувати;

- пристосовуваність стеблостою до механізованого збирання врожаю, тобто стійкість рослин до вилягання.

Норму висіву насіння визначають шляхом збільшення оптимальної густоти рослин на відсоток випадіння рослин (коливається від 10 до 30 %, залежно від погодних умов, запланованого засобу захисту рослин).

На переважній частині території України крупнонасінну сочевицю сіють з нормою висіву 2,0–2,5 млн. насінин на гектар, або у ваговій нормі 100–140 кг/га. Якщо планується боронування по сходах, то норму висіву потрібно збільшувати до 3,0 млн. насінин на гектар [Гелюх, 2002]. Для дрібнонасінної сочевиці рекомендована норма висіву 2,6–3,0 млн насінин на гектар, або 70–100 кг/га.

Для північних районів норму висіву крупнонасінних сортів сочевиці збільшують до 150, а дрібнонасінних – до 110–120 кг/га. У південних і посушливих регіонах, за широкорядкової сівби, навпаки, норму висіву зменшують, відповідно, на 15–20 і 20–25 %. Норма висіву сочевиці для змішаних посівів складає близько 90 кг/га, а вівса або ячменю – 45 кг/га. В умовах Степу України оптимальною густотою рослин є 1,6–2,0 млн. насінин на гектар [Кулініч, 2004; Черенков та ін., 2013]. Найкращою нормою висіву сочевиці в зрошуваних умовах АР Крим, за сівби суцільним рядковим способом, є 2,6, а широкорядковим – 2,2–2,6 млн насінин на гектар [Щигорцова, 2009; Щигорцова, 2006].

Залежно від запасів вологи в ґрунті норма висіву відрізнятиметься. В посушливих умовах південного сходу України, за наявності в метровому шарі ґрунту запасів вологи менше ніж 100 мм, сочевицю висівають з густотою 1,8 млн. насінин на гектар на глибину 7–8 см, а коли більше ніж 120 мм – 2,5 млн насінин на гектар і на глибину 4–5 см.

Існує така закономірність: зі збільшенням норми висіву насіння сочевиці при всіх способах сівби посівні якості отриманого насіння покращуються. Пояснюється це тим, що чим менша норма висіву, тим більше утворюється бічних пагонів другого й третього порядку, на яких формується зерно неоднорідне за розмірами, з низькою масою 1000 зерен і різним ступенем стиглості. Найвищі показники посівних якостей насіння отримуються для вузькорядного вирощування при нормі висіву 2,7 млн. насінин на гектар а при рядковому – 2,5 млн. насінин на гектар.

Вплив способу сівби на урожайність сочевиці

Спосіб сівби визначає розподіл насіння по площі й глибині. Найбільш оптимальним вважається такий спосіб сівби, при якому насіння залягає на однаковій глибині, а рослини отримують однакову площу живлення, мають змогу якнайповніше засвоювати ФАР, що все разом обумовлює високу урожайність культури. Для хорошого рівномірного розвитку рослин важливий як розмір площі живлення, так і її форма. Для нормального освітлення рослин з усіх боків оптимальним буде такий розподіл насіння, при якому форма площі живлення кожної рослини наближатиметься до квадрата або шестикутника.

Найкраще розміщення насіння по площі й глибині забезпечують сівалки точного висіву. Існують смужковий, широкосмужковий, розкидний і інші способи сівби. Розкидний спосіб не знайшов широкого застосування, оскільки, попри рівномірний розподіл насіння по площі живлення, він не забезпечує

рівномірного загортання насіння на задану глибину. В умовах виробництва найчастіше практикують звичайний рядковий спосіб сівби сочевиці. Менш поширені – вузькорядний, широкорядний, безрядковий розкидний, і вузькосмужковий з різною шириною міжрядь [Федотов и др., 1991; Орлов и др., 1986].

В Україні сочевицю сіють переважно рядковим способом, з міжряддям 15 см. Ширина міжрядь може коливатися від 10 до 22 см і загалом сам по собі цей фактор не справляє значного впливу на урожайність. Просто необхідно орієнтуватись на формування оптимальної густоти посівів. При сівбі рядковим способом рослини в межах рядка непомірно загущені, а міжряддя відносно широкі. Вужчі ж міжряддя надають рослинам сочевиці конкурентної переваги перед бур'янами. Крім цього, через зменшення площі випаровування краще зберігається волога в ґрунті, що дуже важливо в умовах недостатнього вологозабезпечення. І навпаки, в районах з достатнім і надмірним вологозабезпеченням ширші міжряддя краще провітрюються, зменшуючи ризик виникнення захворювань.

За даними Орлова В.П. [Орлов и др., 1986], за широкорядної сівби врожайність зменшується на 0,1–0,2 т/га і більше. Проте, щоб розмножити кращі сорти сочевиці, їх слід висівати широкорядним або смужковим способом з нормою висіву насіння на 25–50 % меншою від звичайної. Для селекційного розмноження сочевиці оптимальною буде схема сівби 10 см x 30 см [Кулініч, 2009; Кулініч., 2008].

Багаторічними дослідженнями кафедри рослинництва Харківського аграрного університету ім. В.В. Докучаєва встановлено високу ефективність нового вузькосмужкового способу сівби [Бобро та ін., 1984; Бобро, Адамень, 1997] для зернових і зернобобових культур. Рівномірне розміщення рослин у межах рядка і глибину загортання насіння забезпечує трубчатий сошник з овальною лобовою поверхнею й прямим кутом входження в ґрунт, удосконалений на Іванівській дослідній станції інституту цукрових буряків і на кафедрі рослинництва Харківського СГІ ім. В.В. Докучаєва. Трубчастий сошник із внутрішнім діаметром 50 мм добре відкриває дно борозенки на вологому ущільненому ложі, на якому досить рівномірно розміщується насіння. При сівбі дисковими сошниками переважна маса насіння розміщується по центру рядка, тоді як при сівбі трубчастими сошниками близько 50–60 % насіння відхиляється на 25–30 мм від осьової лінії рядка. За такого способу сівби рослини краще забезпечуються необхідними факторами життя – вологою, світлом, поживними речовинами і зменшується конкуренція за їх використання на початкових етапах росту і розвитку, що сприяє кращій врожайності культури.

Література до розділу

- Ersline, W., Muehlbauer, F. J., Sarker, A., & Sharma, B. (2009). *The Lentil: Botany, Production and Uses*. CAB International
- Бобро М. А., Адамень Ф. Ф. Ефективний спосіб сівби зернових культур. Аграрна наука – виробництву : Наук.-інформ. бюл. УААН. Київ, 1997. 5 с.
- Бобро М. А., Корниенко С. И., Жинкина О. В. та ін. Продуктивность озимых и яровых зерновых культур при рядковом и узкополосном способах сева. *Пути повышения урожайности и качества продукции растениеводства* : сб. науч. тр. Харьк. с.-х. институт. Т. 308. Харьков. 1984. С. 1114.
- Гелюх В. Н., Кирпичева Т. С., Кондрашин Н. С. Возделывание крупносемянной чечевицы (практические рекомендации). Луганск : ЛНАУ, 2002. 12 с.

- Кулініч О. О. Дослідження вихідного селекційного матеріалу сочевиці в умовах степу. *Вісн. аграрної науки*. 2009. № 9. С. 51–53.
- Кулініч О. О. Сочевиця: розумна альтернатива. *Пропозиція*. 2004. № 10. С. 52–53.
- Кулініч О. О. Успадкування продуктивності та її елементів у сортозразків сочевиці різного екологічного походження. *Бюл. Ін-ту зернового госп-ва*. 2008. № 33/34. С. 276–277.
- Орлов В. П., Исаев А. П., Лосев С. И. и др. Зернобобовые культуры в интенсивном земледелии / сост. В. П. Орлов. Москва : Агропромиздат, 1986. 206 с.
- Федотов В. А., Дьяконов А. А., Федоров С. В. Чечевица тарелочная – высокорентабельная культура. *Зерновые культуры*. 1991. № 3. С. 23–24.
- Черенков А. В., Клиша А. І., Гирка А. Д. та ін. Сучасна технологія вирощування сочевиці. Дніпропетровськ : ТОВ «Роял принт», 2013. 48 с.
- Щигорцова О. Л. Вирощування бобових культур - чини, сочевиці, гороху, нуту в Криму без застосування азотних добрив. *Проблеми та перспективи ведення землеробства в посушливій зоні Степу України* : Збірник матеріалів Всеукраїнської науково- практичної конференції (16-18 червня 2009 р.). Херсон : ІЗПР УААН, 2009. С. 161–163.
- Щигорцова О. Л. Розробка елементів технології вирощування нуту, гороху, чини і сочевиці в умовах зрошення в Центральному Степу України : автореф. дис. ... канд. с.-г. наук : спец. 06.01.09 «Рослинництво» / ПФ «Крим. агротехнол. ун-т» НАУ. Сімферополь, 2006. 16 с.

РОЗДІЛ 14

ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ В РІЗНИХ ЗА ЗВОЛОЖЕННЯМ ГРУНТОВО-КЛІМАТИЧНИХ УМОВАХ

Вирощування зернобобових культур з точки зору водозбереження доволі ефективне, особливо порівняно з іншими джерелами білка. Для виробництва одного кілограма зерна (гороху або сочевиці) потрібно 50 літрів води. Для виробництва ж одного кілограма курячого м'яса необхідно 4325 літрів води, одного кілограма баранини – 5520 літрів, а одного кілограма яловичини – 13000 літрів. Низький рівень води на створення одиниці білка робить виробництво зернобобових оптимальним вибором в сухішому кліматі і в регіонах, схильних до посух [Помогаева, 1976].

Як свідчать результати аналізування праць вчених та статистичної інформації, у більшості регіонів сочевицю вирощують без поливу [Sinha 1977]. А за таких умов урожайність її надзвичайно низька, напр. середня врожайність в Ірані в 2018 році становить 0,54 т/га, а в Індії – 0,73 т/га. Однак на ґрунтах, забезпечених в достатній мірі вологою, в таких країнах, як Нова Зеландія, Великобританія та Канада, отримано врожаї 2,35, 3,0 та 1,40 т/га [FAO STAT 2020].

Також встановлено, що однією з головних причин низьких урожаїв сочевиці у багатьох регіонах є водний стрес [Sarker et al. 2002; McKenzie and Hill 2004]. Наприклад, 80 % змін урожаю насіння сочевиці в середньоземноморському кліматі пояснюється різницею сезонних опадів. Адже найбільше опадів випадає взимку, а в період часу з березня по травень рослини піддаються впливу водного та температурного стресів [Erschine et al., 1994].

Адже сочевиця відноситься до вологолюбних рослин, особливо до фази цвітіння, і в той же час за посухо- і жаростійкістю вона перевершує горох [Колемейченко, 2007; Леонтьев, 1966; Леонтьев, 1954]. Ці дані підтверджують також інші автори, але вказують на те, що сочевиця максимально чутлива до нестачі вологи від набубнявіння насіння до його проростання. А от надалі потреба сочевиці у волозі знижується [Сорокин, 1998].

Щодо посухостійкості, то рослини за фазами вегетації реагують по-різному: до цвітіння — погано, цей період є критичним; на час цвітіння-дозрівання — краще; в період наливу-дозрівання — велика кількість вологи в ґрунті впливає негативно [Гелюх и др., 2002].

А тому задля посилення адаптації сочевиці до стресу існують технології вирощування, які спрямовані на узгодження розвитку з періодом наявності вологи у ґрунті. Таким вимогам відповідають сорти з раннім та швидким розвитком біомаси та цвітінням [Kusmenoglu and Muehlbauer 1998; Sarker et al. 2002 a, b; Muehlbauer et al. 2006]. Також насіння сочевиці практикують висівати раніше навесні, що також може скоротити період, коли рослини зазнають впливу водного стресу [Kusmenoglu and Muehlbauer 1998].

Адже для проростання сочевиця потребує води 100–120 % від маси насіння. З розвитком кореневої системи рослини використовують вологу з нижніх шарів ґрунту краще, ніж злакові, і потреба у воді зменшується. Але часті суховії в період цвітіння і формування зерна завдають великої шкоди рослинам соче-

виці. Дослідженнями було встановлено, що крупнонасінна тарілкова сочевиця більше потерпає від суховіїв, ніж дрібнонасінна. В посушливі роки вона дуже знижує врожай і товарну якість насіння. Разом з тим сочевиця має здатність після випадання дощів у другій половині вегетації повторно цвісти і плодоносити. При надмірній кількості вологи під час цвітіння і наливу зерна вегетаційний період сочевиці затягується, рослини дуже уражуються іржею, формують надмірну зелену масу, урожай зерна і його якість різко знижуються [за ред. Лихваря, 1964]. За експериментальними даними 150–200 мм продуктивних опадів за вегетаційний період сочевиці цілком достатньо для формування доброго врожаю високої якості [Черенков та ін., 2013].

Спостереження за сочевицею показали, що ґрунтову посуху в період цвітіння вона переносить легше, ніж атмосферну. Особливо великої шкоди в цей час завдають суховії, під впливом яких квітконіжки швидко підсихають і скручуються. Це спричиняє значне обпадання бутонів і квіток, а отже, знижує урожай насіння сочевиці [Леонтьєв, 1966; Леонтьєв, 1954].

За роки досліджень (1997–2002 рр.) в лісостеповій зоні Поволжя максимальна врожайність зерна сочевиці 2,82 т/га сформувалася в оптимально вологому році (ГТК 1,5) на посівах з густотою рослин 1,5 млн/га і перевищувала врожайність культури у вологому році з ГТК 1,8 на 0,98 т/га або на 55,9 %, а в умовах сухого року (ГТК 0,6) – на 1,56 т/га [Майорова, Сорокин, 1998; Сорокин, Майорова, 1999; Сорокин, 2009].

В посушливих умовах південного сходу України при низькому забезпеченні вологою (менше 100 мм в метровому шарі) рекомендується висівати 1,8 млн. шт./га на глибину 7–8 см, а за достатнього вмісту (більше 120 мм) необхідно збільшити норму до 2,5 млн/га та зменшити глибину загортання насіння до 4–5 см [Старченко, 2002].

Сумарна потреба рослин сочевиці за період вегетації в умовах степової зони південного Уралу коливалася від 466 до 474,5 мм, а вологозабезпеченість – в межах 55–52 % від потреби. Найраціональніше продуктивну вологу витрачали рослини сочевиці на варіантах сівби в ранній строк нормами висіву 3,0 і 2,5 млн схожих насінин/га (1940 і 2030 м³/т зерна) і в другий строк при нормі висіву 2,5 млн/га (2585 м³/т зерна) [Игнатушкин, 2002].

Ефективність використання води рослинами сочевиці – це відношення врожаю (насіння або загальної сухої речовини) до загального споживання води посівами. Ряд дослідників вказують на доволі розмаїті значення водоспоживання сочевиці. Так, в Новій Зеландії ефективність використання води з розрахунку на отриману суху речовину була від 13,2 кг/га до 28,1 кг/га [McKenzie and Hill, 1990]. В Південно-Західній Австралії показник водоспоживання становив близько 30 кг/га [Siddique et al., 1998], а у Непалі – 18,3 кг/га, тоді як у Сирії – 13,7 кг/га сухої речовини на мм вологи [Zhang et al., 2000]. В той же час для виробництва зерна затрачається набагато менше води аніж для формування загальної сухої речовини. Так, за даними різних авторів значення ефективності використання води були в межах 4,8–7,76 кг/га [McKenzie and Hill, 1990], 6,3 кг/га, [Shrestha et al., 2005], 3,8 кг/га [Zhang et al., 2000], 11 кг/га [Siddique et al., 1998], 7,6–10,4 кг/га насіння на мм вологи [Lal et al. 1988].

Вирощування сочевиці у вологі роки має свої особливості, які пов'язані з утворенням великої вегетативної маси та виляганням рослин. Так, в сухі роки, коли рослини утворюють біля 1,5 т/га біомаси, вилягання практично відсутнє, а коли біомаса перевищує 3,0 т/га – втрати врожаю можуть перевищувати 40% із значним погіршенням показників якості. Для подолання цього негативного фактору селекціонери виводять сорти стійкі до вилягання з діаметром стебла більше 2,3 мм [Erskine, Goodrich, 1988].

Багатолітні дослідження показали, що на варіантах з оранкою використання рослинами вологи з ґрунту склало 47,4 % від сумарного водоспоживання. На ділянках з мінімальним обробітком ґрунту водозабезпеченість рослин більшою мірою залежала від кількості опадів в період вегетації, які задовольняли потребу рослин у воді на 61,4 %. Найбільша сумарна витрата води відмічена при оранці на глибину 23-25 см – 252,3 мм, що перевищувало інші варіанти відповідно на 31,3 мм (оранка плугом ПЛН-5-35 на глибину 23-25 см); 36,1 (обробіток комбінованим агрегатом АПК-3 на 14-16 см); 20,8 мм (обробіток ґрунту на 10–12 см), або на 12,4; 14,3; 8,2 %. Максимальне значення коефіцієнта водоспоживання було відмічене на варіанті з обробітком комбінованим агрегатом АПК-3 на 14–16 см – 360 мм/т. При прямому посіві цей показник знижувався до 283 мм/т і був менше контролю на 7 %. Аналіз отриманих математичних зв'язків показав, що збільшення вологості ґрунту на 10 %НВ перед посівом підвищував урожайність зерна сочевиці на 0,4 т/га, а у фазі гілкування і цвітіння – відповідно на 0,5 і 0,7 т/га [Абросимов, 2013; Солодовников, Абросимов, 2013].

Дослідження з вивчення продуктивності рослин сочевиці в зрошуваних умовах в Україні майже не проводилися. Здебільшого ж режим зрошення встановлюють, як і для інших зернобобових культур, без врахування особливості культури [Лихочвор, Петриченко, Іващук, 2008].

Згідно отриманих експериментальних даних сочевиця добре реагує на зрошення. Дослідження, проведені на Середньоазіатській дослідній станції ВІР, показали, що урожаї сочевиці на зрошених ділянках були в 4-6 рази вище, ніж на незрошуваних. У досліджах же, проведених в Інституті сільського господарства центрально-чорноземної смуги ім. Докучаєва, сочевиця слабо відгукувалася на зрошення, що було пов'язано з невчасністю її поливу [Леонтьев В. М., 1966].

Згідно досліджень, проведених в зрошуваних умовах АР Крим, для отримання високого врожаю зерна сочевиці протягом вегетації необхідно підтримувати вологість ґрунту на рівні 70-80 %НВ, що досягалося проведенням 3-4 поливів нормою 400-500 м³/га [Щигорцова, 2009; Щигорцова, 2006].

Проведення зрошування в критичні до посухи вегетаційні періоди дозволяє підвищити її продуктивність на 51 %. Максимальний урожай насіння був отриманий при зрошенні одноразово під час цвітіння, що сприяло також і максимальній ефективності використання води [Lal et al., 1988]. Інші вчені не виявили суттєвої відмінності в урожайності насіння між посівами сочевиці, які не отримували поливу до цвітіння, а потім отримували повну норму зрошення, та посівами, що отримували повну норму до цвітіння, а потім їх не поливали [McKenzie and Hill, 1990]. А тому існує невідповідність ідеї, що цвітіння є критичним періодом чутливості сочевиці до посухи [Wilson et al., 1984].

Що стосується кількості зрошень, то інформація доволі мінлива. Так, досліджено, що два зрошення забезпечують підвищення рівня врожайності сочевиці на 20 % [Hamdi et al., 1992]. А от зрошення кожні 20 діб забезпечує формування більш високого рівня продуктивності насіння, ніж зрошення кожні 40 або 60 діб [Abdel-Rahman et al. 1980]. В той же час є інформація про те, що два зрошення забезпечують підвищення врожаю насіння на 64 %, тоді як 3 та 4 зрошення на 107 і 106 % відповідно [Saraf and Baitha, 1985].

Ефективність зрошення сочевиці в різних регіонах наведено в табл. 14.1.

Таблиця 14.1. – Ефективність зрошення сочевиці в різних регіонах

Країна	Зрошення	Урожайність насіння зі зрошенням, т/га	Зміни урожайності до контролю, %	Автори
Індія	Один полив в фазу цвітіння	2,46	40	Lal et al. (1988)
Індія	Три поливи: 2 під час вегетативного росту, а один під час репродуктивного росту	1,97	107	Saraf and Baitha, 1985
Нова Зеландія	Зрошення відповідно до повного волого забезпечення рослин	3,52	18	McKenzie and Hill, 1990
	Зрошення відповідно до мінімального волого забезпечення рослин	0,70	-87	
Сирія	Зрошення відповідно до повного волого забезпечення рослин	2,09	115	Zhang et al., 2000
	Зрошення відповідно до мінімального волого забезпечення рослин	1,23	27	
Сирія	Зрошення відповідно до повного волого забезпечення рослин	1,93	75	Oweis et al., 2004
	Зрошення відповідно до мінімального волого забезпечення рослин	1,56	42	
Єгипет	Зрошення відповідно до повного волого забезпечення рослин	0,79	32	Kassab, 2014
Туреччина	Зрошення відповідно до повного волого забезпечення рослин	1,65	284	Kahraman et al., 2016
	Зрошення відповідно до мінімального волого забезпечення рослин	0,82	91	
Україна	Зрошення відповідно до повного волого забезпечення рослин	1,69	74	Максимов, 2016

Як бачимо, показники урожайності сочевиці відрізняються по регіонах, більше того, навіть в умовах однієї країни можна отримати відмінності в рівні продуктивності та реакції на зрошення. А тому питання встановлення ефективних способів зрошення залишається доволі актуальним за вирощування сочевиці в умовах нестачі опадів.

Водопроникність ґрунту, особливо в зрошуваних умовах, є цінним показником, який визначає можливість проведення поливів, їх кількість та норму. В незрошуваних умовах – характеризує інтенсивність поглинання опадів.

Водопроникність ґрунту змінювалася аналогічно кількості поглинутої води на посівах сочевиці. Найвищі показники водопроникності ґрунту були по сходах сочевиці в незрошуваних умовах – 2,74 мм/хв. за оранки на глибину 28–30 см, що перевершувало показник за оранки на 20–22 см на 4,6 %. За цих умов при збиранні культури перевага глибокого обробітку залишилася (8,6 %), хоча зменшилася до 2,02 мм/хв. (табл. 14.2) [Максимов, 2016].

Таблиця 14.2. – Водопроникність ґрунту та кількість поглинутої води за першу годину визначення на посівах сочевиці [Максимов, 2016]

Основний обробіток ґрунту	Умови зволоження	Строк визначення	
		при сходах	при збиранні
Кількість поглинутої води за першу годину визначення, мм			
Полицевий на глибину 20-22 см	Без зрошення	157,1	111,9
Полицевий на глибину 28-30 см		164,3	121,1
Полицевий на глибину 20-22 см	Зрошення	140,2	95,4
Полицевий на глибину 28-30 см		151,0	105,5
Водопроникність ґрунту, мм/хв.			
Полицевий на глибину 20-22 см	Без зрошення	2,62	1,86
Полицевий на глибину 28-30 см		2,74	2,02
Полицевий на глибину 20-22 см	Зрошення	2,34	1,59
Полицевий на глибину 28-30 см		2,52	1,76

Примітка. Вимірювання проводили на варіантах застосування мінеральних добрив в дозі N₄₅P₄₅ та густоти рослин 2,5 млн/га.

При зрошенні водопроникність ґрунту була меншою порівняно з незрошуваними варіантами. Так, по сходах культури її показник за оранки на 20–22 см складав 2,34, а на кінець вегетації зменшився до 1,59 мм/хв. При полицевому обробітку на глибину 28–30 см водопроникність ґрунту по сходах сочевиці була вищою, порівняно з попереднім обробітком, на 7,7 % та складала 2,52 мм/хв. На кінець вегетації показник зменшився до 1,76 мм/хв [Максимов, 2016].

Література до розділу

- Abdel-Rahman KA, Shalaby EM, Abdallah MM (1980) Seed and quality of lentil as affected by different sowing dates and irrigation frequency. Research Bulletin No. 1234. Faculty of Agriculture, Ain Shams University, Cairo, Egypt.
- Erskine W, Tufail M, Russell A, Tyagi MC, Rahman MM, Saxena MC (1994) Current and future strategies in breeding lentil for resistance to biotic and abiotic stresses. *Euphytica* 73: 127–135
- Erskine W., Goodrich W. J. Lodging in lentil and its relationship with other characters. *Canad Journal of Plant Science*. 1988. Vol. 68. № 4. P. 929–934.
- FAO STAT Crops statistics. 2020 <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>
- Hamdi A, Erskine W, Gates P (1992) Adaptation of lentil seed yield to varying moisture supply. *Crop Science* 32: 987–990.
- Kahraman A., Khan M. K., Pandey A., Dogan E. Effect of Supplemental Irrigation on Lentil Yield and Growth in Semi-Arid Environment. *Not Bot Horti Agrob*, 2016, 44(1):237-244. DOI:10.15835/nbha44110218
- Kassab, O.M., Abdelraouf R. E., Ibrahim, M. M., Abo Ellil, A.A. and Abdallah, E.F. Response of Certain Varieties of Lentil to Deficit Irrigation under Sandy Soils Conditions. *Middle East Journal of Agriculture Research*, 3(4): 1037-1046, 2014
- Kusmenoglu I, Muehlbauer FJ (1998) Genetic variation for biomass and residue production in lentil (*Lens culinaris* Medik.). II. Factors determining seed and straw yield. *Crop Science* 38: 911–915
- Lal M, Gupta PC, Pandey RK (1988) Response of lentil to different irrigation schedules. *Lens Newsletter* 15, 20–23.
- McKenzie BA, Hill GD (1990) Growth, yield and water use of lentils (*Lens culinaris*) in Canterbury, New Zealand. *Journal of Agricultural Science, Cambridge* 114: 309–320.
- McKenzie BA, Hill GD (2004) Water use in grain legumes. In: *Proceedings of the 5th European Conference on Grain Legumes/2nd International Conference on Legume Genomics and Genetics*, AEP – l'Association Européenne de Recherche sur les Protéagineuses, Paris, France, 61–62.
- Muehlbauer FJ, Cho S, Sarker A, McPhee KE, Coyne CJ, Rajesh PN, Ford R (2006) Application of biotechnology in breeding lentil for resistance to biotic and abiotic stress. *Euphytica* 147: 149–165
- Saraf CS, Baitha SP (1985) Water use patterns and water requirement of lentil planted on different dates. *Lens Newsletter* 12, 12–18.
- Sarker A, Aydin N, Aydogan A, Sabaghpour SH, Ketata H, Kusmenoglu I, Erskine W (2002a) Winter lentils promise improved nutrition and income in West Asian Highlands. *ICARDA Caravan* 16: 14–16

- Sarker A, Neupane RK, Sakr B, El Ashkar F, Lutfir A, Erskine W (2002b) More grain from less rain: ICAR-DA'S strategy to improve lentil for resource-poor farmers in dry areas. ICARDA Caravan 17: www.icarda.org/publications/
- Shrestha R, Siddique KHM, Turner NC, Turner DW, Berger JD (2005) Growth and seed yield of lentil (*Lens culinaris* Medikus) genotypes of West Asian and South Asian origin and crossbreds between the two under rainfed conditions in Nepal. *Australian Journal of Agricultural Research* 56, 971–981.
- Siddique KHM, Loss SP, Pritchard DL, Regan L, Tennant D, Jettner RL, Wilkinson D (1998) Adaptation of lentil (*Lens culinaris* Medic.) to Mediterranean type environments: effect of time of sowing on growth, yield and water use. *Australian Journal of Agricultural Research* 49, 613–626
- Sinha, SK (1977) Food legumes: distribution, adaptability and biology of yield. *FAO Plant Production and Protection*. Paper No. 3 124 pp.
- Wilson D, Jamieson P, Hanson R (1984) Analysis of response of field peas to irrigation and sowing date 1. Conventional methods. *Proceedings of the Agronomy Society of New Zealand* 14: 71–74.
- Zhang H, Pala M, Oweis T, Harris H (2000) Water use and water-use efficiency of chickpea and lentil in a Mediterranean environment. *Australian Journal of Agricultural Research* 51, 295–304.
- Абросимов А. С. Энергосберегающие приемы основной обработки почвы при возделывании чечевицы на черноземах южных в Поволжье: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: спец. 06.01.01 «Общее земледелие, растениеводство» / Саратов, 2013. 20 с.
- Гелюх В. Н., Денисенко Е. Г., Кирпичева Т. С. и др. Селекция гороха и чечевицы в Луганском национальном аграрном университете. 36. наук. праць Луганського національного аграрного університету. Серія «Сільськогосподарські науки». Луганськ : Видавництво ЛНАУ, 2002. № 20 (32). С. 135–139.
- Гелюх В. Н., Кирпичева Т. С., Кондрашин Н. С. Возделывание крупносемянной чечевицы (практические рекомендации). Луганск : ЛНАУ, 2002. 12 с.
- Зернові бобові культури / за ред. Д.Ф. Лихваря. Київ : Урожай, 1964. С. 52–68.
- Игнатушкин Е. П. Агробіологічні особливості вирощування чечевиці в степній зоні Южного Урала : дис. ... канд. с.-х. наук : спец. 06.01.09 «Растениеводство» / Оренбург. гос. агр. ун-т. Оренбург, 2002. 203 с.
- Коломейченко В. В. Растениеводство : учебник. Москва : Агробизнесцентр, 2007. С. 230–233.
- Леонтьев В. М. Чечевица. 2-е изд., перераб. Ленинград : Колос, 1966. 179 с.
- Леонтьев В. М. Чечевица. Москва : Сельхозгиз, 1954. 235 с.
- Лихочвор В. В., Петриченко В. Ф., Івашук П. В. Зерновиробництво [20 зернових культур]. Львів : Українські технології, 2008. 624 с.
- Майорова М. М., Сорокин С. И. Обоснование оптимальных элементов продуктивности новых сортов чечевицы. *Современное состояние и перспективы развития селекции и семеноводства сельскохозяйственных культур в Российской Федерации* : [сб. статей]. Пенза, 1998. Вып. 241. С. 76–79.
- Максимов М. В. Удосконалення технології вирощування сочевиці за різних умов заложення : дис. ... канд. с.-г. наук : 06.01.02 «Сільськогосподарські меліорації» / Херсонський ДАУ. Херсон, 2016. 206 с.
- Помогаева А. И., Бутылкин Ф. А. Влияние норм высева и способов посева на урожай и урожайные качества семян чечевицы. *Сборник научных работ Саратовского СХИ*. Саратов, 1976, Вып. 69. С. 74–77.
- Солодовников А. П., Абросимов А. С. Водный режим в посевах чечевицы при энергосберегающих обработках. *Инновационные технологии в АПК: теория и практика* : сб. статей Всерос. науч.-практ. конф. Пенза, 2013. С. 164–167.
- Сорокин С. И. Проблемы чечевичного поля. *Земледелие*. 1998. № 6. С. 18.
- Сорокин С. И. Теоретические и практические аспекты совершенствования технологии выращивания семенной и товарной чечевицы в лесостепном Поволжье : дис. ... доктора с.-х. наук : спец. 06.01.09 «Растениеводство» / Государственное научное учреждение «Пензенский научно-исследовательский институт сельского хозяйства Россельхозакадемии». Саратов, 2009. 373 с.
- Сорокин С. И., Майорова М. М. Диапазон оптимальных показателей внешней среды как теоретическое обоснование технологий возделывания чечевицы. *Эколого-экономические и агротехнические аспекты земледелия* : Материалы Международной научно-практической конференции. Пенза, 1999. С. 100–102.
- Старченко С. В. Корневая гниль чечевицы и мероприятия по ограничению её развития в условиях юго-востока Украины. *Збірник наукових праць Луганського національного аграрного університету*. Серія «Сільськогосподарські науки». № 20(32). Луганськ : Видавництво ЛНАУ, 2002. С. 140–148.
- Черенков А. В., Клиша А. І., Гирка А. Д. та ін. Сучасна технологія вирощування сочевиці. Дніпропетровськ : ТОВ «Роял принт», 2013. 48 с.
- Щигорцова О. Л. Вирощування бобових культур - чини, сочевиці, гороху, нуту в Криму без застосування азотних добрив. *Проблеми та перспективи ведення землеробства в посушливій зоні Степу України* : Збірник матеріалів Всеукраїнської науково-практичної конференції (16-18 червня 2009 р.). Херсон : ІЗІР УААН, 2009. С. 161–163.
- Щигорцова О. Л. Розробка елементів технології вирощування нуту, гороху, чини і сочевиці в умовах зрошення в Центральному Степу України : автореф. дис. ... канд. с.-г. наук : спец. 06.01.09 «Рослинництво» / ПФ «Крим. агротехнол. ун-т» НАУ. Сімферополь, 2006. 16 с.

РОЗДІЛ 15

ОСОБЛИВОСТІ УДОБРЕННЯ

Традиційно сочевиця вирощується за застосування мінерального удобрення. Адже зернобобові культури мають здатність природним чином зв'язувати в ґрунті атмосферний азот, тим самим значно знижуючи потребу в синтетичних добривах.

Однак, в середньому на формування 1 т зерна сочевиця виносить з ґрунту 58 кг азоту, 20 – фосфору та 28 – калію. Загально відомо, що бобові культури на $\frac{2}{3}$ забезпечують свої потреби в азоті з повітря за допомогою бульбочкових бактерій, тому створення оптимальних умов для роботи азотфіксуючих бактерій зменшує потребу рослин в мінеральному азоті. На цьому фоні у рослин сочевиці досить висока потреба у фосфорі і калії, тому що ці елементи покращують умови симбіотичної азотфіксації. Також для ефективної роботи симбіотичного комплексу необхідні мікродобрива, зокрема молібден та бор. Молібден входить у склад нітрогенази, який зв'язує азот з повітря, а бор сприяє розвитку судинно-провідної системи [Адамень, Корчинський, 2000; Бабич та ін., 2003; Черенков, Клиша, Гирка та ін., 2013].

Однак при вирощуванні сочевиці на ґрунтах з надзвичайно низьким вмістом азоту додавання 10-25 кг/га азотних добрив при посіві може стимулювати ранній ріст, гілкування та фіксацію азоту [McKenzie et al., 2007]. Застосування ж більш високих доз азотних добрив або внесення їх на родючих ґрунтах має негативний вплив на ріст та розвиток сочевиці [Turay et al., 1991; Cash et al., 2001].

Сочевиця сприяє збільшенню родючості ґрунту. Так, проведені дослідження в Канаді показали, що найкращі показники за мікробіологічною діяльністю (збільшення від 171 до 287 %) та накопиченням азоту в ґрунті були за вирощування культур в ланці сівозміни «сочевиця–пшениця», а найгірші показники – «горох–пшениця» [Biederbeck, Zentner, Campbell, 2005; Biederbeck, et al., 1998]. Після збирання цієї культури на кожному гектарі з післяжнивними рештками залишається стільки ж поживних речовин, скільки від 10 т перегною [Кондыков, 2012; Черенков, та ін., 2013].

Доза добрив залежить від вмісту поживних речовин у ґрунті. Перед сівою насіння сочевиці необхідно обробити мікродобривами – молібденово-кислим амонієм та борною кислотою нормою 0,5–1,6 г/кг насіння, а при сівбі – внести 60–70 кг/га гранульованого суперфосфату [Яньков, 2011].

Внесення мінерального азоту, навіть в дозі N_{30} , негативно впливає як на формування бульбочок, так і на їх азотфіксуючу активність. При внесенні дози мінерального азоту (N_{30-60}) у переважній більшості випадків формується такий же урожай, як на посівах, під які добрива не вносили, тому сочевицю необхідно вирощувати без додаткового основного внесення азотних добрив навіть при низькій забезпеченості ґрунтовим азотом. Бактеризація насіння ефективно поєднується з рядковим внесенням фосфорних або складних добрив. Посів інокульованого насіння з внесенням складних добрив дозволяє в 1,5 раза підвищити врожай зерна і на 20–50 % – окупність добрив [Шотт, 2007].

Таблиця 15.1. – Вміст елементів у насінні, їх фізіологічна роль та рекомендації удобрення сочевиці [Andrews et al., 2001; Raven et al., 2004; Urbano et al., 2007; Yadav et al., 2007].

Елемент живлення	Концентрація, г/кг	Фізіологічна роль	Рекомендації до удобрення
N	37,2–48,8	Нуклеїнові кислоти, білки, кофактор	10–25 кг/га за конкретних умов вирощування
K	2,4–23,7	Кофактор для багатьох ферментів, осмотик	22–74 кг/га за конкретних умов вирощування
Ca	0,42–2,10	Signalling, osmoticum	Немає рекомендацій
Mg	0,49–2,20	Кофактор для багатьох ферментів, осмотик	Немає рекомендацій
P	2,94–7,25	Нуклеїнові кислоти, кофактор регулювання процесів	20 кг/га за конкретних умов вирощування
S	1,00	Амінокислоти, ліпіди, осмотик	20 кг/га за конкретних умов вирощування
Cl	не визначено	Кофактор для фотосистеми II, осмотик	Немає рекомендацій
Fe	0,065–0,133	Кофактор для багатьох окислювальних реакцій	Відповідно до потреби
B	0,009–0,011	Кофактор у клітинних стінках	0,5–1,1 кг/га за конкретних умов вирощування
Mn	0,012–0,054	Кофактор для фотосистеми II	Немає рекомендацій
Zn	0,025–0,062	Ферментний кофактор	2–6 кг/га за конкретних умов вирощування
Cu	0,009–0,032	Кофактор ферменту, цитохром оксидази	Немає рекомендацій
Mo	0,007–0,013	Кофактор ферменту, в т.ч. нітрогенази	9–35 кг/га за конкретних умов вирощування
Ni	0,001–0,003	Ферментний кофактор, напр. уреаз	Немає рекомендацій
Na	0,11–0,79	Осмотик	Немає рекомендацій
Si	не визначено	Механічний стан листків	Немає рекомендацій
Co	< 0,001	Вітамін B12, синтезований ризобіями	Немає рекомендацій

Застосування органічних добрив підвищує врожай сочевиці, якщо їх вносити під попередні культури. В проведених дослідках на Миронівській селекційній станції (Київська область) попередником сочевиці були цукрові буряки, які сіяли після озимої пшениці. Добрива вносили під озиму пшеницю і буряки. В середньому за 9 років досліджень приріст урожаю сочевиці при внесенні органічних і мінеральних добрив під попередник по двох сівозмінах становив 0,14–0,26 т/га, а при внесенні лише мінеральних добрив – 0,06–0,16 т/га. Найбільший середній приріст урожаю сочевиці 0,26 т/га було одержано при внесенні під цукрові буряки 27 т/га гною. Сочевиця також добре реагує на внесення гною при розміщенні її третьою культурою. В цих же дослідках 20 т/га гною, внесені під озиму пшеницю, дали приріст урожаю сочевиці 0,19 т/га. На фоні внесення органічних добрив під зяблеву оранку вносять від 0,3 до 0,5 т/га фосфоритного борошна, а весною під культивування вносять по 0,2–0,3 т/га суперфосфату і по 0,15–0,20 т/га калійної солі. Азотні добрива необхідні лише на початку розвитку сочевиці, коли на корінні ще не оселилися бульбочкові бактерії. При слабкому розвитку рослин рекомендується внести азотні добрива в дозі 10–15 кг/га в підживлення [за ред. Лихваря, 1964].

Аналогічні дані були отримані в п'ятирічних дослідженнях на Петровській селекційно-дослідній станції, де врожайність зерна сочевиці, посіяна по гною, була на 0,07 т/га нижча, а соломи – на 0,07 т/га більше, ніж без гною. Це

було пов'язано з тим, що при внесенні в ґрунт азоту у вигляді гною або повного мінерального добрива сочевиця дуже розвиває зелену масу, рослини уражуються іржею, сильніше вилягають, менше утворюють бобів, внаслідок цього розтягується вегетаційний період і, як наслідок, у фазу наливу зерна потрапляє під суховій [за ред. Лихваря, 1964].

З попереднім твердженням згодні й інші вчені, зазначаючи, що на родючих ґрунтах після удобрення попередників, сочевиця не потребує внесення мінеральних добрив. На бідних ґрунтах після неудобрення попередників вносять під оранку фосфорні і калійні добрива – $P_{40}K_{40}$ – $P_{60}K_{60}$. Внесення азотних добрив менш ефективне, ніж створення оптимальних умов для симбіотичної азотфіксації [Лихочвор, Петриченко, Іващук, 2008; Танчик та ін., 2008].

Урожайність сочевиці в значній мірі залежить від використання фосфорних і калійних добрив, однак в літературних даних зустрічається значне розходження реакції сочевиці на застосування фосфору. Враховуючи високу фізіологічну активність її кореневої системи, під основний обробіток на опідзолених чорноземах, дерново-підзолистих ґрунтах раціонально вносити з фосфорних добрив фосфоритне борошно, на чорноземних ґрунтах – суперфосфат в дозі P_{45-60} та калійні добрива – K_{45-60} .

При проведенні досліджень в умовах Середнього Поволжя найкращі умови для фотосинтетичної діяльності сочевиці були на фоні внесення фосфорно-калійних добрив $P_{30}K_{30}$ в передпосівний обробіток та за обробки насіння ризоторфіном. В цих умовах приріст сухої біомаси склав 1,18 т/га або 17% порівняно з контролем. Коефіцієнт кореляції між максимальною площею листя і ФП на фоні $P_{30}K_{30}$ + ризоторфін склав 0,99 [Сорокин, 2009; Сорокин, 2008].

Встановлено, що у США значне збільшення врожаю відбулося лише один раз у дворічному дослідженні з нормою застосування фосфорних добрив 14,7 кг/га порівняно з контролем [Wen et al., 2008]. В Індії, Пакистані та інших країнах Південної Азії внесення близько 20 кг/га сприяє зростанню врожаю сочевиці [Ali et al., 2000].

Додатково проведені досліді в умовах сухо-степової і чорноземно-степової зон Поволжя показали, що найкращі умови росту та розвитку рослин сочевиці були на фосфорно-калійному фоні ($P_{30}K_{30}$) у поєднанні з обробкою насіння ризоторфіном і молібденом. Зазначений комплекс по впливу на врожай був рівноцінним внесенню повного мінерального добрива ($N_{30}P_{30}K_{30}$) у поєднанні з обробкою насіння молібденом [Шевцова, 2000].

В умовах Лісостепу Середнього Поволжя для отримання високого врожаю зерна з високим вмістом білка необхідно проводити передпосівний обробіток насіння ризоторфіном нормою 600 г (на гектарну норму висіву) та вносити добрива в дозі $P_{60}K_{40}$ з врахуванням вмісту поживних речовин в ґрунті [Заинчикова, 2009].

Під сочевицю на вилужених чорноземах Мордовії необхідно вносити $P_{60}K_{60}$ під передпосівну культивуацію [Кузнецов, 2008].

В освоєних сівозмінах, коли під попередні культури мало або зовсім не вносили добрив, рекомендується вносити під сочевицю фосфорні і калійні добрива в дозі 50–60 та 40–50 кг/га діючої речовини ($^{1/2}$ – з осені під зяблевий об-

робіток, а $1/2$ – навесні під передпосівну культивуацію) [Гелюх, Денисенко, Кирпачева и др., 2002; Гелюх, Кирпачева, Кондрашин, 2002].

Проведені дослідження в умовах Центрального Таджикистану показали максимальний урожай зерна сочевиці за спільного застосування фосфорно-калійних ($P_{46}K_{28,5}$) і мікродобрих ($B_1Mo_{0,5}$) на фоні інокуляції, що перевищував контроль на 0,65 т/га, або на 82,2 %, а в сприятливих за опадами роках він становив 1,7 т/га. За рахунок інокуляції приріст урожаю зерна порівняно з контролем складав за роки досліджень – 0,27 т/га (34,1 %). Внесення $P_{46}K_{28,5}$ з бором і молібденом на фоні інокуляції збільшило врожай на 0,39-0,43 т/га відповідно, а при внесенні азоту N_{85} він був нижчий за фон на 0,06 т/га [Бухориев, Касымов, Додихудоева, 2001; Додихудоева, 2001; Додихудоева, 2004; Касымов, Бухориев, Додихудоева, 2004].

Дослідження, проведені в умовах Кабардино-Балкарської Республіки на вилуженому чорноземі, довели, що під посіви сочевиці оптимальним є внесення мінеральних добрив в дозі $P_{120}K_{60}BMo$ на фоні інокуляції, що забезпечило польову схожість на рівні 77-78 % [Кононенко, 2012; Кононенко и др., 2013].

Згідно польових досліджень, проведених на чорноземних ґрунтах Анучинської дослідної станції, суперфосфат підвищував урожайність насіння сочевиці на 16-18 %, а калійні добрива були ефективні лише на бідних піщаних ґрунтах. Також високий ефект отриманий при внесенні золи і фосфорно-калійних добрив під оранку: пічна зола 0,3-0,5 т, фосфоритне борошно 0,3-0,5 т або суперфосфат 0,2-0,3 т, калійна сіль 0,1-0,15 т/га [Подгорный, 1957].

Вченими було встановлено, що азотні добрива можуть бути ефективними лише в початковий період розвитку сочевиці, поки на корінні не утворюються в достатній кількості бульбочки. В проведених дослідженнях була встановлена висока ефективність внесення фосфорно-калійних добрив під зяблеву оранку ($P_{40-60}K_{30-40}$) і рядкового припосівного внесення невеликої дози фосфору. Обробіток насіння перед сівбою нітрагіном або ризоторфіном сприяє підвищенню врожайності зерна на 0,3 т/га [Коломейченко, 2007].

Для найкращого росту та розвитку рослин сочевиці в якості стартового добрива необхідно застосовувати внесення фосфору та 20 кг/га діючої речовини азоту [Краевский, Карпенко, Шабашов, 2002].

В умовах республіки Мордовії максимальна врожайність сочевиці 2,88–3,03 т/га формувалася при передпосівному обробітку насіння ЖУСС 2Б (Cu – 32 г/кг, Mo – 15 г/кг) в дозі 4-6 л/т та внесенні мінеральних добрив в дозі $P_{60}K_{60}$ [Абросимов, 2003; Абросимов, Каргин, 2001; Каргин и др., 2005].

В інтенсивних технологіях вирощування сочевиці на Україні рекомендується вносити фосфорні й калійні добрива у дозі 45-60 кг/га діючої речовини. На малоудобрених полях потрібно вносити ще й азотні добрива в дозі 30 кг/га діючої речовини. Доцільним є внесення фосфорних добрив (P_{10-15}) в рядки під час сівби сочевиці. Коли холодна весна і рослини погано розвиваються, посіви сочевиці підживлюють азотними добривами (N_{10-15}) [Розвадовський та ін., 1990].

Мінеральні добрива, внесені безпосередньо під сочевицю в зонах недостатнього зволоження, не відрізняються високою ефективністю. Фосфорно-

калійні добрива в цих умовах зволоження краще застосовувати під попередню культуру. Якщо культуру розміщують по попереднику, під який вносили гній, азот вносити не рекомендується. У зонах, де сума річних опадів складає 450–500 мм, восени під оранку слід вносити фосфорно-калійні добрива по 40–60 кг/га діючої речовини і навесні при сівбі фосфорні – 10–15 кг/га діючої речовини. На бідних ґрунтах для отримання запрограмованого врожаю доцільно вносити і азотні добрива в дозі 30–40 кг/га азоту в передпосівну культивуацію.

Важливим елементом збільшення кількості білка в зерні є проведення інокуляції насіння сочевиці перед сівбою. Згідно експериментальних даних, отриманих в умовах Центрального Таджикистану, порівняно з контролем (без інокуляції) інокуляція насіння підвищила вміст білка в насінні сочевиці на 2,7 %, у варіанті інокуляція + $P_{46}K_{28,5}+B1$ – на 3,9 %, а інокуляція + $P_{46}K_{28,5}+Mo_{0,5}$ – на 4,3 %. Максимальний збір білка – 0,56 т/га забезпечило спільне внесення фосфорно-калійних і мікродобрив на фоні інокуляції, що перевищувало контроль в 2,13 рази [Додихудоева, 2001; Додихудоева, 2004]. Аналогічні результати були отримані в умовах Лісостепу Середнього Поволжя, де мінеральні добрива сприяли збільшенню збору білка на 0,05–0,10 т/га, інокуляція насіння – на 0,04–0,11 т/га, а сумісне застосування ($P_{60}K_{40}$ + ризоторфін) – на 0,08–0,14 т/га [Заинчикова, 2009].

Вміст білка, жиру, клітковини значно варіює залежно від агротехнологічних прийомів вирощування, і особливо, від умов зволоження. Згідно думки вчених, накопичення білка в посушливих степових районах проходить значно інтенсивніше, а також вміст його в дрібнонасінних сортах вище, ніж у крупнонасінних [Под ред. Курловича, 1990; Фирсова, 1948; Яньков, Андреева, Варлахов, 2001]. Так, його вміст в насінні одного і того ж сорту дрібнонасінної сочевиці, вирощеної в умовах Київської області, становив 29 %, а в Краснодарському краї – 34,8 %. Вирощені в одному і тому ж пункті сорти сочевиці рідко коли різняться між собою більш ніж на 2–3 %. Але існують і протилежні дані, так вчені зазначають, що для селекції сочевиці на підвищення якості зерна доцільно залучати зразки з високим вмістом білка та крупнонасінні [Кондыков и др. 2009; Костикова и др. 2010].

Сірка є надзвичайно важливою для бобових культур, тому що вона потрібна для фіксації азоту [Oke, 1969]. Попри те, що дефіцит сірки доволі часта проблема, потреба в цьому елементі живлення задовольняється зазвичай шляхом застосування суперфосфату. У Нью-Делі додавання 75 кг/га сірки сприяло зростанню врожаю насіння на 27 % порівняно з контрольними ділянками [Shivakumar et al., 1995]. Інші дослідники не виявили достовірного впливу сірки на врожай сочевиці [Gwal et al. 1995; Sharma et al. 1993].

Додаткове застосування мікроелементів може значно впливати на ріст і розвиток сочевиці. Так, якраз збільшення біомаси та врожаю насіння було зафіксовано за застосування таких елементів як: Zn [Khurana et al., 1998], Mn [Brennan and Bolland, 2003], Fe [Singh et al., 1985], Mo [Biswapati et al., 1998] та B [Srivastava et al., 2000]. А от формування хорошої якості насіння та вмісту в ньому білку забезпечувалось за рахунок додаткового застосування: Zn [Dawood and El-Far, 1994] та Mn [Brennan and Bolland, 2003].

Молібден надзвичайно важливий мікроелемент, оскільки він міститься в нітрогеназі та нітратредуктазі. Так, застосування молібдену в Болгарії для обробки насіння збільшило урожайність насіння [Golubev and Lugovskikh, 1974].

Також було зафіксовано дефіцит бору у сочевиці, що може спричинити хлороз листя і низький урожай в Непалі, Індії та США [Sakal et al., 1988; Srivastava et al., 1999; Mahler, 2007]. Застосування 0,5 кг/га бору збільшило урожай з 0,1 до 1,5 т/га [Srivastava et al., 1999].

В таблиці 15.2 наведено розрахункові дані виносу поживних речовин з врожаєм насіння сочевиці за рівня продуктивності 1,0 т/га та 2,5 т/га.

Таблиця 15.2. – Винос поживних речовин з врожаєм насіння сочевиці, кг/га

Елемент живлення	За врожаєм насіння 1 т/га		За врожаєм насіння 2,5 т/га	
	мінімум	максимум	мінімум	максимум
N	37,20	48,80	93,00	122,00
K	2,40	23,70	6,00	59,25
Ca	0,42	2,10	1,05	5,25
Mg	0,49	2,20	1,23	5,50
P	2,94	7,25	7,35	18,13
S	1,00	1,00	2,50	2,50
Fe	0,0650	0,1330	0,1625	0,3325
B	0,0090	0,0110	0,0225	0,0275
Mn	0,0120	0,0540	0,0300	0,1350
Zn	0,0250	0,0620	0,0625	0,1550
Cu	0,0090	0,0320	0,0225	0,0800
Mo	0,0070	0,0130	0,0175	0,0325
Ni	0,0010	0,0030	0,0025	0,0075
Na	0,1100	0,7900	0,2750	1,9750
Co	0,0010	0,0010	0,0025	0,0025

Зрозуміло, що в переважній більшості сочевиця засвоює з ґрунту макрота мікроелементи, які можуть бути доступні в достатніх кількостях та не потребувати поновлення їх запасів. Однак для досягнення максимального врожаю та якості слід визначати доступні рослинам запаси елементів живлення в ґрунті та забезпечувати достатню їх концентрацію. Причому на дефіцит того чи іншого елементу живлення може вплинути багато факторів навколишнього середовища.

Так, в умовах Південного Степу України дефіцит вологи є основним лімітуючим фактором, який не тільки стримує ростові процеси, а також не дозволяє утворювати доступні форми елементів живлення. Саме це пояснює найбільше умовне споживання лужногідролізованого азоту при зрошенні, в середньому за роки досліджень – 75,2 мг/кг ґрунту порівняно з незрошуваними умовами, де показник складав 62,2. Умовне споживання рухомих форм фосфору було найбільшим в умовах зрошення – 16,4 мг/кг ґрунту, що на 17,1 % більше за відповідні варіанти в незрошуваних умовах [Максимов, 2016].

Внесення мінеральних добрив збільшувало вміст елементів живлення в ґрунті та, відповідно, створювало найкращі умови для їх використання рослинами сочевиці. Так, на варіантах без внесення мінеральних добрив умовне споживання рухомих форм фосфору було найменшим і складало, в середньому по досліді, 12,2 мг/кг ґрунту в незрошуваних умовах та 14,5 – при зрошенні. Внес-

сення мінеральних добрив у дозі $N_{45}P_{45}$ збільшило показник в зазначених умовах зволоження на 11,5 та 16,6 % відповідно. Максимальні показники умовного споживання рухомого фосфору були при внесенні мінеральних добрив у дозі $N_{90}P_{90}$. Так, в незрошуваних умовах показник складав 16,2 мг/кг ґрунту, що порівняно зі зрошуваними умовами було меншим на 11,1 % [Максимов, 2016].

Вирощування сочевиці з густотою рослин 2,0 млн/га забезпечило найменше умовне споживання рухомих форм фосфору. Із збільшенням густоти рослин з 2,0 до 3,0 млн/га умовне споживання рухомого фосфору зросло з 15,0 до 17,8 мг/кг ґрунту, або на 18,7 % [Максимов, 2016].

Дані виносу з урожаєм насіння сочевиці основних елементів живлення залежно від впливу технології вирощування в умовах Уладово-Люлинецької дослідно-селекційної станції подані в табл. 15.3.

Таблиця 15.3. – Винос з урожаєм насіння сочевиці основних елементів живлення, кг/га, середнє за 2017-2019 рр.

Інокуляція насіння	Внесення в зону рядка	Позакореневе підживлення	Азот (N)	Фосфор (P ₂ O ₅)	Калій (K ₂ O)
Без інокуляції	Контроль (без внесення)	Без підживлення	84,4	28,6	40,0
		Альга 600	92,1	31,2	43,7
	Поліміксобактерин	Без підживлення	100,3	33,9	47,6
		Альга 600	113,3	38,4	53,8
	Азогран Б (Біофосфорин)	Без підживлення	103,3	35,0	49,0
		Альга 600	110,3	37,4	52,3
Ризогумін	Контроль (без внесення)	Без підживлення	99,1	33,6	47,1
		Альга 600	103,2	35,0	49,0
	Поліміксобактерин	Без підживлення	112,7	38,2	53,5
		Альга 600	128,0	43,4	60,8
	Азогран Б (Біофосфорин)	Без підживлення	109,7	37,2	52,1
		Альга 600	118,0	40,0	56,0
НІР _{0,05}			2,3	0,7	1,2

На контрольних варіантах на формування насіння сочевиця виносила з ґрунту 84,4 кг/га азоту, 28,6кг/га фосфору та 40,0 кг/га калію. А от формування рослинами значно вищого рівня продуктивності спричинило й відповідно підвищення рівня виносу основних елементів живлення. Так, за інокуляції насіння Ризогуміном та внесення фосфатмобілізуючих препаратів та позакореневого підживлення Альга 600 винос елементів живлення був максимальним по досліді. За комбінації Ризогуміну, Поліміксобактерину та Альга 600 на формування врожаю потрібно було 128,0 кг/га азоту, 43,4 кг/га фосфору та 60,8 кг/га калію, а от за внесення Ризогуміну, Азоргану Б та Альга 600 відповідно 118,0 кг/га азоту, 40,0 кг/га фосфору та 56,0 кг/га калію.

Елементи живлення рослин у ґрунті взаємодіють із його основними структурними компонентами, крім того, у силу своїх хімічних та фізичних властивостей піддаються суттєвому впливу погодних умов (таблиця 15.4).

Деякі з чинників ми не можемо коригувати або змінювати. Однак, під час планування системи удобрення слід активно користуватися прогнозами погодних умов на наступний вегетаційний період та найближчі проміжки часу до проведення агротехнічних операцій з удобрення сочевиці.

Таблиця 15.4. – Чинники зниження доступності в ґрунті та ефективності засвоєння елементів живлення рослинами

Елемент	Чинник негативного впливу
N	Холодна погода, ущільнений та холодний ґрунт, ослаблена мікробіологічна активність, заорювання великої кількості солом, дефіцит вологи
P ₂ O ₅	Низька температура ґрунту та повітря, низькі показники рН
K ₂ O	Суха й тепла погода
Mg	Високий рівень рН, вапнування, карбонати
Ca	Суха й тепла погода, значне коливання вологості в ґрунті
S	Низька температура
Fe	Перезволожений ґрунт, низька або висока температура, погана аерація ґрунту, високий уміст органічних речовин
Mn	Суха погода, низька температура ґрунту, низька інтенсивність освітлення, високий уміст органічної речовини
Zn	Низька температура ґрунту, ущільнений ґрунт, низький уміст органічної речовини
Cu	Ущільнений ґрунт, спека, високий уміст органічної речовини
B	Посуха, інтенсивне освітлення
Mo	Високий уміст органічних речовин, низьке значення рН, обмінний алюміній
Co	Підвищення рН ґрунтового розчину

Адже саме знання поводження того чи іншого елемента живлення в ґрунті дає змогу вчасно скоригувати форму добрив, строки і способи їх застосування, а отже, всупереч впливу погодних умов, підвищити ефективність використання рослинами мінерального живлення.

Не завжди аграрії мають сучасні інструменти діагностики рослин та оперативного визначення забезпеченості їх елементами живлення. А отже, важливим є розуміння візуальних ознак нестачі елементів живлення основних сільськогосподарських культур (таблиця 15.5).

Таблиця 15.5. – Візуальні ознаки нестачі елементів живлення

Візуальний прояв ознаки	Елемент живлення											
	N	P	K	Mg	Fe	Cu	Zn	B	Mo	Mn	Надлишок елемента	
Пожовтіння молодих листків												
Пожовтіння середніх листків												
Пожовтіння старих листків												
Пожовтіння між листовими жилками												
Опадання старих листків												
Листкові пластинки закручуються вгору												
Листкові пластинки закручуються вниз												
Підсохлі краї молодих листків												
Підсохлі краї старих листків												
Молоді листки пом'яті												
Некрози												
Чахлі листки												
Темно зелені/фіолетові листки та стебла												
Блідо-зелений колір листків												
Плями												
Рослини видовжені												
М'яке стебло												
Жорсткі/ламкі стебла												
Сходи гинуть												
Чахла (недорозвинена) коренева система												
Пониклі рослини												

Зважаючи на те, що фізіологічна роль елементів живлення в рослинах приблизно однакова, є можливість визначати нестачу того чи іншого елемента, спираючись на знання фізіології та особливості його трансформації в рослині загалом. Хоча в різних культур можуть бути деякі відхилення у візуальному прояві ознаки, однак принципових розбіжностей за такої уніфікації даних візуального прояву нестачі елементів живлення немає.

Застосування мінеральних добрив – це обов’язковий пункт в алгоритмі дій сучасного агронома. Але через недбалість або недосконалість складу цей, здається, корисний процес може нашкодити і культурам, і екології загалом.

Якщо для виготовлення добрив використовується неякісна сировина, яка містить значну кількість шкідливих домішок, це призводить до наявності у їхньому складі солей важких металів та радіоактивних ізотопів.

Недотримання належного дозування та термінів, неврахування довжини дня та часу сівби за внесення азотних добрив призводить до накопичення в сільськогосподарській продукції шкідливих нітратів.

А отже, важливим питанням є розуміння можливості поєднання елементів живлення рослин за створення комбінованих добрив (таблиця 15.6).

Таблиця 15.6. – **Можливості поєднання елементів живлення рослин за створення комбінованих добрив**

	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Si	Cl	Na	B	Mn	Cu	Zn	Mo
N		2	2	2	2										2
P	2			3	3		3					3		3	
K	2			1	1		3 2			1					
Ca	2	3	1		1		1			1	3	3	3	3	
Mg	2	3	1	1						1					
S									1						
Fe		3	2 3	1								1	1	1	
Si						1									
Cl								1							
Na			1	1	1										
B				3											
Mn		3		3			1							1	
Cu				3			1								1
Zn		3		3			1					1			
Mo	2												1		

Примітка:

- 1 Антагоністи – надлишок одного елемента призводить до дефіциту іншого;
2 Синергісти – допомагають один одному;
3 Блокують один одного.

Загалом переваги комплексних добрив є беззаперечними: міститься два і більше елементів мінерального живлення, що забезпечує їхню високу позиційну доступність рослинам; містять водорозчинні легкодоступні рослинам сполу-

ки елементів мінерального живлення; містять менше баластних сполук; випускаються із широким спектром використання на всіх типах ґрунтів та для забезпечення фізіологічних особливостей різних сільськогосподарських культур; забезпечують сталу врожайність, поліпшену якість та екологічність продукції, яку можна застосовувати для дитячого і дієтичного харчування; забезпечують зниження витрат на транспортування, зберігання та використання.

У випадку застосування різних варіантів позакореневого підживлення та особливо за умови широкої популяризації рідких добрив є можливість у межах господарства формувати власні композиції відповідно до культури та забезпечення елементами живлення в ґрунті. Власне, знання можливості поєднання елементів живлення покликані допомогти в цьому та забезпечити формування максимально ефективної композиції суміші добрив.

Література до розділу

- Ali, M., Dahan, R., Mishra, J.P. and Saxena, N.P. (2000) Towards the more efficient use of water and nutrients in food legume cropping. In: Knight, R. (ed.) Linking Research and Marketing Opportunities for Pulses in the 21st Century. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands, pp. 355–368.
- Andrews, M., McKenzie, B.A., Joyce, A. and Andrews, M.E. (2001) The potential of lentil, *Lens culinaris*, as a grain legume crop in the UK: an assessment based on a crop growth model. *Annals of Applied Biology* 139, 293–300.
- Biederbeck V. O., Campbell C. A., Rasiah V., et al. Soil quality attributes as influenced by annual legumes used as green manure. *Soil biology and biochemistry*. Vol. 30. Issues 8-9, August 1998. P. 1177–1185.
- Biederbeck V. O., Zentner R. P., Campbell A. Soil microbial populations and activities as influenced by legume green fallow in a semiarid climate. *Soil biology and biochemistry*. Vol. 37. Issues 10, October 2005. P. 1775–1784.
- Biswapati, M., Pal, S. and Mandal, L.N. (1998) Effect of molybdenum, phosphorus and lime application to acid soils on dry matter yield and molybdenum nutrition of lentil. *Journal of Plant Nutrition* 21, 139–147.
- Brennan, R.F. and Bolland, M.D.A. (2003) Application of fertilizer manganese doubled yields of lentil grown on alkaline soils. *Journal of Plant Nutrition* 26, 1263–1276.
- Cash, D., Lockerman, R., Bowman, H. and Welty, L. (2001) Growing lentils in Montana. MontGuide MT199615AG. Montana State University Extension Service, Bozeman, Montana, USA.
- Dawood, R.A. and El-Far, I.A. (1994) Response of agronomic and quality characteristics of lentil to foliar microelements. *Assiut Journal of Agricultural Sciences* 25, 143–154.
- Golubev, V.D. and Lugovskikh, M.A. (1974) Pre-sowing treatment of lentil seeds with ammonium molybdate. *Khimiya v Selskom Khozyaistve* 12, 24–25. (in Russian)
- Gwal, H.B., Tiwari, R.J. and Gupta, D.K. (1995) Fertilizer management of lentil under rainfed conditions in Madhya Pradesh. *LENS Newsletter* 22, 11–12.
- Khurana, M.P.S., Bansal, R.L. and Nayyar, V.K. (1998) Influence of zinc application on yield and micronutrient nutrition of lentil grown on Typic Ustochrepts. *LENS Newsletter* 25, 38–41.
- Mahler, R.L. (2007) Peas and Lentils. Northern Idaho Fertiliser Guide. Current Information Series No. 448. Available at: www.uidaho.edu/wgfert (accessed 27 July 2007)
- McKenzie, B.A., Andrews, M. and Hill, G.D. (2007) Nutrient and irrigation management. In: Yadav, S.S., McNeil, D.L. and Stevenson, P.C. (eds) *Lentil: an Ancient Crop for Modern Times*. Springer, Dordrecht, The Netherlands, pp. 145–158.
- Oke OL (1969) Sulphur nutrition of legumes. *Experimental Agriculture* 5, 111–116
- Raven, J.A., Handley, L.L. and Wollenweber, B. (2004) Plant nutrition and water use efficiency. In: Bacon, M.A. (ed.) *Water Use Efficiency in Plant Biology*. Blackwell Publishing, Oxford, UK, pp. 171–197.
- Sakal, R., Singh, A.P. and Sinha, R.B. (1988) Differential reaction of lentil cultivars to boron application in calcareous soil. *LENS Newsletter* 15, 27–29.
- Sharma, A.K., Billore, S.D. and Singh, R.P. (1993) Integrated nutrient management for lentil under rainfed conditions. *LENS Newsletter* 20, 15–16.
- Shivakumar, B.G., Saraf, C.S. and Patil, R.R. (1995) Effect of phosphorus and sulfur levels and limited irrigation on the performance of macrosperma lentil. *LENS Newsletter* 22, 19–23.
- Singh, B.P., Sakal, R. and Singh, A.P. (1985) Response of lentil varieties to iron application on highly calcareous soils of Bihar. *Indian Journal of Agricultural Sciences* 55, 56–58.

- Srivastava, S.P., Bhandari, T.M.S., Yadav, C.R., Joshi, M. and Erskine, W. (2000) Boron deficiency in lentil: yield loss and geographic distribution in a germplasm collection. *Plant and Soil* 219, 147–151.
- Srivastava, S.P., Joshi, M., Johansen, C. and Rego, T.J. (1999) Boron deficiency of lentil in Nepal. *LENS Newsletter* 26, 22–24.
- Turay, K.K., Andrews, M. and McKenzie, B.A. (1991) Effects of starter nitrogen on early growth and nodulation of lentil (*Lens culinaris* Medik.). *Proceedings of the Agronomy Society of New Zealand* 21, 61–65.
- Urbano, G., Porres, J.M., Frias, J. and Concepeio, V.V. (2007) Nutritional value. In: Yadav, S.S., McNeil, D.L. and Stevenson, P.C. (eds) *Lentil: an Ancient Crop for Modern Times*. Springer, Heidelberg, pp. 47–93.
- Wen, G., Chen, C., Neill, K., Wichman, D. and Jackson, G. (2008) Yield response of pea, lentil and chickpea to phosphorus addition in a clay loam soil of central Montana. *Archives of Agronomy and Soil Science* 54(1), 69–82.
- Yadav, S.S., Stevenson, P.C., Rizvi, A.H., Manohar, M., Gailing, S. and Matilyan, G. (2007) Uses and consumption. In: Yadav, S.S., McNeil, D.L. and Stevenson, P.C. (eds) *Lentil: an Ancient Crop for Modern Times*. Springer, Dordrecht, The Netherlands, pp. 33–46.
- Абросимов А. А., Каргин И. Ф. Влияние предшественников, предпосевной обработки семян жидкими удобрительно-стимулирующими составами и уровня минерального питания на продуктивность чечевицы. *XXX Огаревские чтения. Естественные и технические науки: материалы науч. конф.* Саранск, 2001. С. 90–91.
- Абросимов А.А. Влияние предшественников, жидких удобрительно – стимулирующих составов и уровня минерального питания на урожайность чечевицы: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: спец. 06.01.01 «Общее земледелие», 06.01.04 «Агрохимия» / Саранск, 2003. – 20 с.
- Адамень Ф. Ф., Корчинський А. А. Основні напрямки науково-технічної політики у селекції сільськогосподарських культур. *Вісник аграрної науки*. 2000. № 10. С. 5–7.
- Бабич А. О., Іванюк С. В., Темченко І. В., Барвіненко О. В. Адаптивна селекція зернобобових в умовах Лісостепу. *Вісник аграрної науки*. 2003. № 10. С. 39–42.
- Бухориев Т. А., Касымов Д. К., Додихудоева Г. Симбиотическая активность и продуктивность чечевицы в зависимости от уровня минерального питания. *Вестник Кишоварз*. Душанбе, 2001. № 1. С. 15–18.
- Гелюх В. Н., Денисенко Е. Г., Кирпичева Т. С. и др. Селекция гороха и чечевицы в Луганском национальном аграрном университете. *Зб. наук. праць Луганського національного аграрного університету. Серія «Сільськогосподарські науки»*. Луганськ : Видавництво ЛНАУ, 2002. № 20 (32). С. 135–139.
- Гелюх В. Н., Кирпичева Т. С., Кондрашин Н. С. Возделывание крупносемянной чечевицы (практические рекомендации). Луганск : ЛНАУ, 2002. 12 с.
- Додихудоева Г. Р. Симбиотическая азотфиксация, урожайность и белковая продуктивность чечевицы в условиях Гиссарской долины. *Проблемы развития сельскохозяйственной науки в республике Таджикистан : Тезисы научн. конф.* Душанбе : ТАУ, 2001. С. 17.
- Додихудоева Г. Р. Симбиотическая фиксация азота воздуха и продуктивность чечевицы в зависимости от режима питания в условиях Центрального Таджикистана : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук : спец. 06.01.09 «Растениеводство» / Министерство сельского хозяйства республики Таджикистан, Таджикский аграрный университет. Душанбе, 2004. 24 с.
- Заинчикова Е. В. Продуктивность и кормовая ценность зернобобовых культур на разных фонах питания в лесостепи Среднего Поволжья : дис. ... канд. с.-х. наук : спец. 06.01.09 «Растениеводство» / ФГОУ ВПО «Пензенская ГСХА». Пенза, 2009 179 с.
- Зернові бобові культури / за ред. Д.Ф. Лихваря. Київ : Урожай, 1964. С. 52-68.
- Каргин И. Ф., Кузнецов И. С., Абросимов А. А. и др. Влияние элементов технологии на интенсивность симбиотической активности и урожайность чечевицы. *Зерновое хозяйство*. 2005. № 3. С. 11–13.
- Касымов Д. К., Бухориев Т. А., Додихудоева Г. Р. Влияние удобрений на симбиотические параметры и урожайность чечевицы. *Материалы Республиканской конференции по зерновым и зернобобовым культурам*. Душанбе, 2004. С. 52–53.
- Каталог мировой коллекции ВИР. Чечевица – содержание белка и другие хозяйственно ценные признаки / ВИР; под. ред. Б. С. Курловича. Ленинград, 1990. 35 с.
- Коломейченко В. В. Растениеводство : учебник. Москва : Агробизнесцентр, 2007. С. 230–233.
- Кондыков И. В. Культура чечевицы в мире и Российской Федерации (обзор). *Зернобобовые и крупяные культуры*. № 2. 2012. С. 13–20.
- Кондыков И. В., Янова А. А., Иконников А. В., Амелин А. В. Исходный материал для селекции чечевицы на высокую семенную продуктивность в Центрально-черноземном регионе РФ. *Вестник ОрелГАУ*. 2009. № 3. С. 29–32.
- Кононенко С. И. Нетрадиционные зерновые компоненты в рационах свиней. *Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ)*. 2012. № 79. С. 402–414. - URL: <http://ej.kubagro.ru/2012/05/pdf/06.pdf>
- Кононенко С. И., Ханиева И. М., Чапаев Т. М., Канукова К. Р. Особенности технологии возделывания чечевицы в условиях предгорной зоны КБР. *Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ)*. 2013. № 94(10). С. 1–12. URL: <http://ej.kubagro.ru/2013/10/pdf/52.pdf>
- Костикова Н. О., Уварова О. В., Янова А. А. и др. Качество зерна сортов чечевицы нового поколения. *Современные аспекты структурно-функциональной биологии растений и грибов : сб. статей Всеросс. конф.*

Третьи чтения, посвященные памяти профессора Ефремова Степана Ивановича (23-25 сентября 2010 г.). Орел, 2010. С. 140–142.

Краевский А. Н., Карпенко А. А., Шабашов В. В. Особенности технологии выращивания зернобобовых культур в условиях Луганской области. Зб. наук. праць. Луганського національного аграрного університету. Серія «Сільськогосподарські науки». Луганськ : Видавництво ЛНАУ, 2002. № 20(32). С. 84–88.

Кузнецов И. С. Влияние сроков посева на урожайность чечевицы. АГРО XXI. 2008. № 7–9. С. 39–40.

Лихочвор В. В., Петриченко В. Ф., Иващук П. В. Зерновиробництво [20 зернових культур]. Львів : Українські технології, 2008. 624 с.

Максимов М. В. Удосконалення технології вирощування сочевиці за різних умов зосередження : дис. ... канд. с.-г. наук : 06.01.02 «Сільськогосподарські міліорації» / Херсонський ДАУ. Херсон, 2016. 206 с.

Подгорный П. И. Растениеводство : учеб. пособие. Москва : Госсельхозиздат, 1957. С. 224–228.

Розвадовський А. М., Бабич А. О., Петриченко В. Ф. та ін. Зернобобові культури в інтенсивному землеробстві / за ред. М. Розвадовського. Київ : Урожай, 1990. С. 153–157. 172 с.

Сорокин С. И. Теоретические и практические аспекты совершенствования технологии выращивания семенной и товарной чечевицы в лесостепном Поволжье : дис. ... доктора с.-х. наук : спец. 06.01.09 «Растениеводство» / Государственное научное учреждение «Пензенский научно-исследовательский институт сельского хозяйства Россельхозакадемии». Саратов, 2009. 373 с.

Сорокин С. И. Эффективность предпосевной обработки семян чечевицы микроэлементами и ростостимулирующими препаратами. Материалы XII Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 100-летию со дня рождения А.И. Погодина. Пенза, 2008. С. 115–117.

Танчик С. П., Дмитришак М. Я., Алімов Д. М. та ін. Технології виробництва продукції рослинництва: підручник. Київ : Видавничий Дім «Слово», 2008. С. 476–478.

Фирсова М. К. Товарные и потребительские качества зерна у лучших районированных сортов чечевицы. Селекция и семеноводство. 1948. № 5. С. 52–56.

Черенков А. В., Клиша А. І., Гирка А. Д. та ін. Сучасна технологія вирощування сочевиці. Дніпропетровськ : ТОВ «Роял принт», 2013. 48 с.

Черенков А. В., Клиша А. І., Кулініч О. О., Корж З. В. Біологічні особливості та перспективи вирощування сочевиці в Україні. Посібник українського хлібороба. 2013. Т. 2. С. 215–218.

Шевцова Л. П. Формирование высокопродуктивных агрофитоценозов зернобобовых культур в засушливом Поволжье : дис. ... доктора с.-х. наук : спец. 06.01.09 «Растениеводство» / Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова. Саратов, 2000. 509 с.

Шотт П. Р. Биологическая фиксация азота в однолетних агроценозах лесостепной зоны Западной Сибири : дис. ... доктора с.-х. наук : спец. 06.01.04 «Агрохимия» / Алтайский научно-исследовательский институт сельского хозяйства. Барнаул, 2007. 287 с.

Яньков И. И. Древнейшая «монастырская» культура. Фермерське господарство, 2011. №43(555). С. 26.

Яньков И. И., Андреева Н. Н., Варлахов М. Д. Использование генофонда чечевицы, сохраняемого в Институте растениеводства им. Н.И. Вавилова, в решении актуальных проблем селекции. Генетические ресурсы культурных растений. Проблемы мобилизации инвентаризации, сохранения и решения приоритетных задач селекции : Труды Междунар. конф. С-Пб., 2001. С. 488–489.

РОЗДІЛ 16

ВЗАЄМОДІЯ РОСЛИН СОЧЕВИЦІ З МІКРОБІОТОЮ ҐРУНТУ

В сучасному рослинництві одним з актуальних питань залишається отримання біологічно чистої продукції та поліпшення родючості ґрунту за рахунок застосування екологічно безпечних прийомів. Серед таких агрозаходів чільне місце займає застосування мікробних препаратів поліфункціональної дії для забезпечення біологічної азотфіксації, фосфатомобілізації, поліпшення росту та розвитку рослин, захисту їх від автогенів і фітофагів.

Далеко не останнє місце в питаннях біологізації рослинництва відіграють добрива, застосовувані для отримання високого рівня урожайності рослин. Згідно з узагальненими даними, на частку добрив припадає від 45 до 75 % приросту врожайів, а в Україні за рахунок добрив одержують близько 50 % приросту [Патика, Петриченко, 2004].

Так, висока вартість та негативний вплив на довкілля синтетичних мінеральних добрив дає азотфіксуючим зернобобовим культурам конкурентну перевагу. Завдяки засвоюванню азоту з атмосфери вирощування сочевиці забезпечує значну економію, причому переважна частина азоту, зафіксованого в кореневій системі та соломі сочевиці, може бути доступна для наступних культур у сівозміні [Волкогон, 2017; Волкогон, Заришняк, Гриник, 2011].

Вплив мікроорганізмів на доступність рослинам елементів живлення

Згідно з даними науковців, на нашій планеті мікроорганізми щорічно фіксують від 200 млн тон до $4,4 \times 10^{10}$ т молекулярного азоту [Под ред. Б.В. Симарова Л., 1990; Второв, Дроздов, 1981]. А тому потреби рослин у азоті можуть більш ніж на 2/3 забезпечуватись за рахунок запасів біологічного азоту [Умаров, Кураков, Степанов, 2007; Бабьева, Зенова, 1989].

Азотне живлення зернобобових культур може відбуватись трьома шляхами: потреба в азоті компенсується за рахунок мінерального азоту ґрунту та мінеральних добрив; потреба в азоті покривається азотом насіння і фіксованим азотом атмосфери; рослини використовують як мінеральний, так і біологічний азот атмосфери [Данильченко, 2012].

Азотфіксація може відбуватись за участі таких мікроорганізмів: *Clostridium*, *Azotobacter*, *Azospirillum*, *Pseudomonas*, *Acetobacter*, *Alcaligenes*, *Agrobacterium*, *Erwinia*, *Klebsiella*, *Bacillus*, синьо-зелених водоростей та інших бактерій [Патика та ін., 2003; Виноградский, 1952; Красильников, 1958; Волкогон та ін., 2006; Мишустин, 1972; Рубенчик, 1960; Штина, 1984; Dobereiner, Day, 1976]. Хоча ще у середині двадцятого століття вважалося, що азотфіксувальні мікроорганізми відносяться до двох основних груп: вільноживучих та симбіотичних азотфіксаторів [Мишустин, 1972]. Але після ідентифікації на злаках азотфіксувальних бактерій роду *Azospirillum* перелік мікроорганізмів, здатних фіксувати азот, способів їх взаємодії з рослинами та власне культур, з якими утворюються асоціативні зв'язки, значно розширився [Dobereiner., Day, 1976].

У вітчизняних працях ще в 60-ті роки минулого століття було відмічено

існування взаємовідносин азотобактера з певними видами рослин [Петренко, 1961], однак на той час азотобактер вважався вільноживучим азотфіксатором [Мишустин, 1972]. Пізніше було встановлено, що *Azotobacter chroococcum* здатний колонізувати не тільки ризосферу, а й ризоплан рослин, а от вид азотобактера, *A. vinelandii* є типовим асоціативним азотфіксатором стоколосу безостого та канарника очеретяного [Волкогон, 1999]. Крім того, в асоціативні зв'язки вступають не тільки бактерії роду *Azospirillum*, а й *Azotobacter*, *Agrobacterium*, *Klebsiella*, *Enterobacter*, *Pseudomonas* [Волкогон та ін., 2006].

В агроценозах зі злаковими культурами важлива роль належить бактеріям роду *Azospirillum*, які можуть фіксувати від 34 до 60 кг/га азоту [Патика та ін., 1993; Jenkinson, 1973; Умаров, 1986; Бабьева, Зенова, 1989]. Значні відмінності в даних пов'язані з тим, що інтенсивність азотфіксації визначається навіть сортовими відмінностями, так у різних сортів ячменю цей показник відрізнявся у 3,0-3,5 рази [Петренкова, Маркова, Сокол, 2010], а у різних сортів пшениці ярої у 250-450 разів [Baldani, Alveres, Baldani, 1983].

Симбіотрофну азотфіксацію забезпечують бактерії, що формують бульбочки на корінні чи стеблах рослин родів *Rhizobium* (6 видів), *Bradyrhizobium* (3 види), *Sinorhizobium* (5 видів), *Mesorhizobium* 15 (5 видів), *Azorhizobium* (1 вид) [Под ред. Хоулта, Крига, Снита, 1974] та мають видову та сортову специфічність [Дідович, 2006; Сичкар, Князев, Патыка, 1987; Толкачев, Сичкар, 2003].

Лідерами по накопиченню біологічного азоту є беззаперечно бобові культури. Так, за оптимальних умов ефективність накопичення біологічного азоту за рахунок бобово-ризобіального симбіозу може сягати 130-390 кг/га, а в багаторічних бобових трав навіть 270-550 кг/га [Кожемяков, 1997]. Це забезпечує від 70 до 90 % їх потреби в азоті, а після збирання зернобобових культур в ґрунті залишається 45-130 кг азоту, 10-30 кг фосфору і 20-70 кг калію [Пенчуков, 1997]. Проте в сівоzmінах частка бобових культур не перевищує 10 %, що нівелює ефект азотфіксації для наступних культур [Умаров, Кураков, Степанов, 2007].

Поряд з азотфіксувальними мікроорганізмами до мікробних ценозів ґрунтів входять види бактерій, здатні амоніфікувати азотовмісні органічні речовини. Даний процес протікає з виділенням амонію, і аміак, що утворюється, є субстратом для іншої групи мікроорганізмів – нітрифікаторів. Попри те, що окислювати амоній та інші азотовмісні сполуки до нітриту і нітрату може значна кількість видів гетеротрофних мікроорганізмів, основними є автотрофні бактерії родів *Nitrosomonas* і *Nitrobacter* [Умаров, Кураков, Степанов, 2007].

В процесі нітрифікації в ґрунті накопичуються нітрати, які можуть споживатися рослинами, а також багатьма видами мікроорганізмів, однак більш доступною формою азоту для рослин є амоній, оскільки нітрат в процесі відновлення потребує додаткових витрат енергії [Умаров, Кураков, Степанов, 2007].

Денітрифікація, навпаки, супроводжується зниженням у ґрунті мінерального азоту і може протікати під впливом як анаеробних, так і аеробних мікроорганізмів. [Умаров, Кураков, Степанов, 2007]. Денітрифікація, як анаеробний процес, значно посилюється на важких запливаючих ґрунтах, при перезволоженні ґрунту, а також тоді, коли, поряд з органічними добривами (гній), вносять нітратвмісні мінеральні добрива [Шлегель, 1987]. Розпушування ґрунту призупиняє

денітрифікацію, однак надмірне його розпилення сприяє підвищенню вмісту азоту в атмосфері ґрунту [Умаров, Кураков, Степанов, 2007].

За умов наявності сприятливих умов для нітрифікації втрат азоту запобігти неможливо, хоча для зниження втрат азоту рекомендовано застосовувати інгібітори процесу нітрифікації [Ефимов, Шулегина, 1997; Муравин, 1989]. Застосування інгібіторів нітрифікації дозволяє підвищити врожайність рослин на 15-16 % [Ефимов, Шулегина, 1997]. Ідеальний інгібітор нітрифікації повинен ефективно і вибірково блокувати окиснення амонію бактеріями групи *Nitrosomonas*, не впливати на *Nitrobacter* та інші бактерії, зберігати активність у ґрунті протягом декількох тижнів. [Умаров, Кураков, Степанов, 2007].

Фосфор з фізіологічної точки зору перебуває на другому місці після азоту, а його вміст в ґрунтах України становить 0,05-0,15 %, що в перерахунку на метровий шар ґрунту складає від 3,8 до 22,9 т/га [Носко, 1983], а от в ґрунтах Західних регіонів України вміст фосфору в метровому шарі ґрунту складає 1,3-4,5 т/га [Шевчук, Гаврилюк, Шевчук, 2004].

Фосфор в ґрунті представлений в формі органічних сполук: фітин (основна кількість доступного фосфору), гліцерофосфат, залишки нуклеїнових кислот та важкорозчинних неорганічних його сполук [Richarson, Nadobas, Hayes, 2001]. Загалом в органічних сполуках ґрунту фосфору міститься 25-85 % від загальної кількості, а від 15 до 75 % фосфору ґрунту знаходиться у формі важкорозчинних неорганічних сполук [Мишустин, Емцев, 1978]. Здебільшого фосфор знаходиться у важкодоступних для рослин формах, та при загальному вмісті в орному шарі 1000 кг/га у ґрунтовому розчині його вміст не перевищує 1 кг/га [Шевчук, Гаврилюк, Шевчук, 2004], а його використання рослинами складає лише 3-5 % [Тарасюк, 2008]. Навіть фосфати у вигляді добрив засвоюються в рік внесення від 10 до 30 % [McLaughlin, Alston, Martin, 1988], що обумовлено здатністю мінералів не тільки зв'язувати іони фосфору, але й утримувати їх [Тарасюк, 2008].

Фосфор з важкорозчинних сполук можуть мобілізувати мікроорганізми багатьох видів і вміст їх у ризосфері сільськогосподарських культур сягає від 15 до 60 % від загальної чисельності мікроорганізмів в ґрунті [Мишустин, 1972; Муромцев и др., 1985; Павлова, 1976; Токмакова, 1997].

Мобілізацію фосфору з важкорозчинних сполук можуть проводити мікроорганізми родів *Agrobacterium* [Суховицкая, 1998; Суховицкая, 2004], *Aspergillus* [Kenji, Hiroshi, Kaname, 1997], *Azotobacter* [Булаченко, Бега, Курдиш, 2000; Kumar, Aggarwal, Singh, 2000; Kumar, Behl, Narula, 2001], *Bacillus* [Дунайцев, 2008; Иллялетдинов, 1966; Мишустин, Емцев, 1978; Польовий, Долженчук, 2005; Суховицкая, 1998; Токмакова, 1997; Токмакова, 1997], *Bacterium* [Иллялетдинов, 1966], *Burkholderia* [Дунайцев, 2008; Goldstein, Rogers, Mead, 1993], *Enterobacter* [Чайковская, 1997], *Penicillium* [Мишустин, Емцев, 1978; Wakelin, Warren, Harvey, 2004], *Pseudomonas* [Дунайцев, 2008; Мишустин, 1972; Иллялетдинов, 1966; Рой, Булаченко, Курдиш, 2001], *Rhodotorula*, *Desulfobacterium* [Карначук, 1995], *Trichoderma* [Дунайцев, 2008; Rudresh, Shivaprakash and Prasad, 2005].

Фосфор з органічних сполук здатні мобілізувати спороутворювальні бактерії роду *Bacillus*, бактерії родів *Pseudomonas*, мікроміцети родів *Aspergillus*, *Penicillium*, *Rhizopus*, *Trichotecium*, *Alternaria*, дріжджі *Rhodotorula*,

Saccharomyces, *Candida*, *Hansenula* [Менкина, 1950; Муромцев, Зольникова, Маршунова, 1986; Муромцев, Самойлова, 1975; Рой, Булавенко, Курдиш, 2001; Шарипова, 1998; Yamane, Maruo, 1978].

Одним з найбільш поширених джерел фосфату є інозитол-гексафосфат (фітин), вміст у ґрунті якого може сягати до 50 % від загальної кількості фосфору органічних речовин [Anderson, Patrick, 1980]. Фосфат з цих сполук можуть мобілізувати: *Bacillus subtilis* [Yamane., Maruo, 1978], *Pseudomonas sp.* [Richardson, Hadobas, 1997; Richarson, Hadobas, Hayes, 2001; Irving, Cosgrove, 1971], *Escherichia coli* [Greiner, Konietzny, Jany, 1993], *Aspergillus terreus* [Yamada, Minoda and Yamamoto, 1968], мікроміцети *Aspergillus niger* SK-57 [Nagashima, Tange, Anazawa, 1999], дріжджі *Saccharomyces*, *Hansenula* [Котелев, Дмитриева, Котов, 1977; Nakamura, Fukuhara, Sano, 2000].

Мінералізувати органічні фосфорвмісні речовини і розчиняти важкорозчинні неорганічні його сполуки можуть також і мікроскопічні целюлозоруйнівні гриби [Билай, Билай, Мусич, 1982].

Калій впливає на фізичний стан колоїдів клітин, збільшує гідрофільність протоплазми і провідність стінок клітин, визначає їх тургор, стійкість до деяких несприятливих факторів середовища, а зокрема – морозо- та посухостійкість [Носко, Прокошев, 1999; Носко, Прокошев, 1999].

Потенційні запаси калію в орному шарі сягають 24-51 тонн на гектар, а вміст змінюється від 0,1 % в торф'яних ґрунтах до 2,3-2,4 % у чорноземах звичайних [Носко, Христенко, Шаповалова, 2004; Носко, Прокошев, 1999]. З підвищенням у ґрунті тонкодисперсних часточок калій стає важкодоступним для рослин [Исмаев, Рысбаев, 2005; Носко, Христенко, Шаповалова, 2004].

Інтенсифікація технологій вирощування рослин підвищує використання калію на 44-46 % [Краус, 2002], а тому у ґрунтах більшості країн складається негативний баланс цього елемента [Жарикова, 2005]. Доступність калію для рослин у певній мірі може забезпечуватись за рахунок мікробної мобілізації його з алюмосилікатів [Аристовская, 1980; Зак, 1963; Иллялетдинов, 1966], мусковіту, гідромусковіту і біотиту [Михайловская, Лученок, 2004].

На основі накопичених знань створено цілий ряд мікробних препаратів для застосування не тільки на різних зернобобових культурах, а й злакових, технічних культурах тощо [Вовкогон, Надкернична, Ковалевська, 2006]. Ефективна взаємодія мікроорганізмів та рослин забезпечує активацію процесу фіксації атмосферного азоту, продукування біологічно активних сполук, під впливом яких покращується живлення рослини, підвищується їх продуктивність, поліпшується якість сільськогосподарської продукції [Вовкогон, Надкернична, Ковалевська, 2006; Надкерничная, Ковалевская, 2001].

Інокуляція насіння та застосування різних доз добрив впливають на симбіотичну діяльність рослини [Січкарь, Хухлаєв, Бушулян, 2014; Моргун, Коць, 2007; Посыпанов, 1974]. Як зазначає О.М. Данильченко, передусім змін зазнають кількісні показники рівня симбіотичної діяльності бобових культур, зокрема кількість бульбочок на рослині та їх маса. У варіантах з передпосівною інокуляцією насіння ризогуміном кількість бульбочок зросла на 18,7 % а їх маса на 26,9 % [Данильченко, 2012].

Також досліджено, що поєднання удобрення і інокуляції підвищувало урожайність сочевиці на 53,7 %, удобрення і підживлення мікродобривом – на 47,4-52,6 %, а удобрення, інокуляції насіння та позакореневого підживлення на – 58,9-61,0 %. Поєднання мінеральних добрив та інокуляції насіння зумовлюють збільшення кількості бобів і насіння, а також маси 1000 насінин, та найістотніше зростання цих показників отримано за внесення мінеральних добрив у дозах $N_{15}P_{45}K_{45}$ та $N_{10}P_{40}K_{55}$ [Гирка, Ленъ, Алейнікова, 2014].

У дослідках С.В. Дідович, Р.О. Кулініч висвітлена можливість підвищення урожайності сочевиці на 0,1-0,6 т/га (5-16 %) і вмісту сірого протеїну на 1-3 % за рахунок передпосівної бактеризації насіння біопрепаратами поліфункціональної дії і формування високопродуктивних рослин – мікробних систем в агроценозах бобових культур [Дідович, Кулініч, 2013].

За умови інокуляції насіння площа листової поверхні посівів збільшується на 9,1-12,5 %, а площа листової поверхні була найбільшою в разі застосування $N_{90}P_{60}K_{60}$. Найбільша врожайність зерна була за внесення $N_{30}P_{60}K_{60}$, а використання інокерованого насіння збільшило врожайність зерна на 1,9-14,5 % залежно від рівня удобрення [Дідович, Кулініч, 2013].

Дані про високоефективні в симбіозі з сучасними сортами бобових культур штами відповідних бульбочкових бактерій наведено в таблиці 16.1.

Таблиця 16.1. – Високоефективні в симбіозі з сучасними сортами бобових культур штами відповідних бульбочкових бактерій [Адамень та ін., 2010]

Культура	Ефективні штами ризобій
Горох	<i>Rhizobium leguminosarum</i> bv. <i>Viciae</i> 245a – виробничий, 261б, 31, 32, 65, В-5 – перспективні штами
Соя	<i>Bradyrhizobium japonicum</i> 634б, М-8, 71т – виробничі, Х-9, 36, Д 2 - перспективні штами
Нут	<i>Mesorhizobium ciceri</i> 522, 527 - виробничі, Н-12, 065, 068, НС-6 - перспективні штами
Квасоля	<i>Rhizobium phaseoli</i> 700 - виробничий штам, ФК-4, ФК-6, Ф-13, Ф-34 - перспективні штами
Боби	<i>Rhizobium leguminosarum</i> bv. <i>viciae</i> 0418 - виробничий, Б-9, Б-16 - перспективні штами
Сочевиця	<i>Rhizobium leguminosarum</i> bv. <i>viciae</i> 724 - виробничий, К-29, Ч-14 - перспективні штами
Люцерна	<i>Sinorhizobium meliloti</i> 425-а, 404-б – виробничі, М-12 - перспективний штам
Козлятник східний	<i>Rhizobium galegae</i> 916 – виробничий, МС-1, К-18 - перспективні штами
Еспарцет	<i>Rhizobium simplex</i> 820 - виробничий, У-3, 3-13, 5-4 - перспективні штами

Як бачимо, попри те, що для кожної бобової культури існують специфічні види та штами мікроорганізмів, частина з них може проявляти активність лише на певних сортах культури. А тому пластичність реакції окремих сортів і генотипу бактерій дає підставу для знаходження оптимального зв'язку в симбіозі і відкриває можливості для проведення генетико-селекційної роботи відносно підвищення симбіотичної азотфіксації [Адамень та ін., 2010].

На даний час значна увага приділяється створенню мікробних біопрепаратів на основі явища асоціативної азотфіксації. Так, за рахунок асоціативної азотфіксації в більшості ґрунтів України зв'язується за сезон не 5-10 кг/га, а не менше 40-60 кг. Однак, ризосферні асоціативні азотфіксуючі бактерії в мікроаерофільних (обмежена кількість кисню) умовах можуть переходити до протилежного процесу – денітрифікації (використання нітратів при диханні), що призводить

до втрат доступних сполук азоту з ґрунту. Залежно від умов можуть бути азотфіксаторами або денітрифікаторами представники таких видів: *Agrobacterium*, *Alcaligenes*, *Aguaspirillum*, *Azospirillum*, *azotobacter*, *bacillus*, *Desulfovibrio*, *Enterobacter*, *Erwinia*, *Flavobacterium*, *Klebsiella*, *Methanobacterium*, *Pseudomonas*, *Rhizobium*, *Rhodopseudomonas*, *Spirillum*, *Thiobacillus*, *Vibrio*, *Xanthomonas* [Патика та ін., 2003].

Мікробіологічні препарати попри селективність та ефективність впливу на родючість ґрунту проявляють значну екологічну функцію впливу на ґрунт та рослини. Отже, з узагальненими характеристиками окремих вітчизняних біопрепаратів, технологія створення та застосування яких в Україні розроблена в повній мірі, варто познайомитись більш детально (табл. 16.2).

Таблиця 16.2. – Характеристика окремих мікробіологічних препаратів
[Патика, Петриченко, 2004]

Назва	Форма	Призначення та властивості
Ризобіфіт (Ризоторфін)	Гельна, торф'яна, вермикулітна, рідка	Добриво під бобові культури. Забезпечує рослини на 30 і більше відсотків дешевим, екологічно чистим азотом. Підвищує врожай бобових рослин на 10-30% і вміст білка на 1-3%. Норма витрати 100-300 г (мл) на гектарну норму насіння
Дізофіт (Ризоагрін), Ризоентерін Діазобактерін	Гельна, торф'яна, вермикулітна, рідка	Забезпечують рослини біологічним азотом, сприяють росту і якості врожаю зернових: озимої та ярої пшениці – на 0,3-0,7 т/га, озимого та ярого ячменю – на 0,4-0,5 т/га, підвищують врожай злакових трав, пригнічують розвиток фітопатогенних грибів. Норма твердої форми – 300 г, гельної та рідкої – 100 мл на гектарну норму насіння
Агрофіл	Торф'яна, рідка	Препарат знаходить широке використання при вирощуванні овочів у закритому і відкритому ґрунтах. Підвищує стійкість рослин до інфекційних захворювань і підвищує їх врожайність у відкритому ґрунті на 2,0-5,0 т/га в залежності від культури, сорту, ґрунтово-кліматичних умов і 2-4 кг/м ² закритого ґрунту. Норма витрат препарату для відкритого ґрунту 400 г (мл) на гектарну норму насіння, картоплі – 2500 г (мл).
Флавобактерін, мизорін	Торф'яна, рідка	Широкий спектр дії біопрепаратів – ячмінь, жито, овес, сорго, кормові трави, картопля, овочеві культури. Підвищує врожай зерна на 0,3-0,5 т/га, овочів – 3,0-8,0, буряків цукрових – 6,0-7,0 т/га; вміст крохмалю у картоплі – на 1,5-2 %, цукру в буряках – на 1-2 %. Норма витрат препаратів: злакові трави – 400 г на гектарну норму насіння, зернові, соняшник, кукурудза, цукрові і кормові буряки – 600 г, для картоплі – 2500 г.
Екстрасол Псевдобактерин-2	Торф'яна, рідка	Використовують для передпосівного обробітку насіння і бульб, особливо картоплі. Прибавка врожаю складає 4,0-6,0 т/га або 20-30 %. Норми витрат торф'яної форми – 3 кг, рідкої – 3 л на гектарну норму посадкового матеріалу картоплі.

Отже, знання особливостей ефективного застосування мікробних препаратів, що допомагають рослинам засвоювати азот повітря і мобілізувати важкодоступні форми фосфору ґрунту, дає змогу підвищити родючість ґрунту, а отже зекономити значну кількість мінеральних добрив попри те, що урожайність культур буде перебувати на стабільно високому рівні [Патика, Петриченко, 2004].

Загалом же питання мікробних взаємодій з практично усіма сільськогосподарськими культурами активно досліджуються, і проблематикою підвищення родючості ґрунту та обсягів отримання біологічно чистих врожаїв займається багато вчених. Тому щорічно з'являються нові знання особливостей взаємодії мікроорганізмів та рослин і нові препарати для інокуляції насіння або ж застосування по вегетації.

Симбіотична продуктивність сочевиці під впливом умов вирощування та елементів технології.

Симбіотична активність залежить від багатьох факторів: наявності виду-та сортоспецифічних бактерій, погодних та ґрунтових умов, а також і від стану рослини та фази їх розвитку. Наявність відповідних видів бактерій можна регулювати за допомогою інокуляції бактеріальними препаратами, а от вплив інших факторів контролювати майже нереально [Данильченко, Жатова, 2016].

А отже, при плануванні удобрення рослин слід враховувати, що азотне живлення, яке базується тільки на біологічно фіксованому азоті, має певний ризик, адже необхідну кількість азоту рослини отримують лише за умови достатнього розвитку симбіотичного апарату та активної його діяльності [Посыпанов, 1974]. Так, дані реальної ефективності симбіотичної активності сочевиці наведено в табл. 16.3.

Таблиця 16.3 - Симбіотична фіксація азоту рослинами сочевиці

Країна проведення дослідів	Загальний фіксований азот, кг/га	Частка біологічного азоту у формуванні урожаю, %	Наявність зрошення	Автор
Канада	84	67	так	Rennie & Dubetz, 1986
Канада	127	92	так	van Kessel, 1994
Єгипет	127	53	так	Moawad et al., 1998
Австралія	90	79	ні	Peoples et al., 2001
Пакистан	42-91	82-96	ні	Shah et al., 2002
Пакистан	68	73	ні	Shah et al., 2003
Україна	40-86	45-70	ні	Бабич А.О., 1996

Отже, порівняння даних, отриманих без зрошення (в середньому фіксується 73,1 кг/га азоту), та умов зрошення (середнє значення 112,6 кг/га фіксованого азоту) свідчить про необхідність ретельного планування систем удобрення сочевиці з врахуванням усіх факторів її вирощування.

Крім того, варто раціонально оцінювати й ефект від засвоювання наступними культурами сівозміни азоту, фіксованого сочевицею. Так, встановлено, що вирощування пшениці, попередником якої була сочевиця, дозволяло отримати урожай на 510 кг/га більше, а на наступний рік – на 500 кг/га. Аналіз ґрунту N дозволив їм майже повністю віднести додаткові переваги системи обертання до різних рівнів доступного азоту [Strong et al., 1996]. Аналогічно, в Канаді було встановлено збільшення урожайності на 19 % за вирощування пшениці після гірчиці та на 29% (за вирощування пшениці після сочевиці [Miller et al., 2003].

Цілком зрозуміло, що ефективність використання фіксованого азоту з рослинних залишків залежить від багатьох факторів, особливо це стосується того, чи збирається, спалюється або приорується солома, коли і яким чином заробляються рослинні рештки, ефективністю азотфіксації рослин сочевиці, ефективністю руйнування пожнивних решток тощо. Крім того, за даними деяких вчених в засушливих умовах за вирощування пшениці по пшениці в ґрунті залишається

59 мм води, а за вирощування сочевиці – 74 мм. А отже, переваги наявності доступної додаткової води легко можна сплутати з ефектом від засвоєння азоту рослинних залишків сочевиці [Kirkegaard et al., 2004].

Для ефективної фіксації азоту рослини сочевиці потребують інокуляції штамми *Rhizobium leguminosarum*. Ефективність інокуляції кореневої системи рослин залежить від наявності мікроорганізмів в ґрунті та їх життєздатності, конкурентоспроможності та можливостей рослин до стимулювання утворення колоній бульбочкових бактерій на кореневій системі [Humphrey et al., 2001].

А отже, у біологічній фіксації азоту важливу роль відіграє сама коренева система, по якій у бульбочкові бактерії потрапляє енергетичний матеріал, вода й елементи мінерального живлення. Частина кореневої системи із розміщеними на ній бульбочковими бактеріями називається симбіотичним апаратом. Розміщення бульбочок по кореневій системі у різних культур неоднакове: у одних вони розміщені на головному корені, ближче до поверхні ґрунту, в інших – на всій кореневій системі. Період від початку утворення бульбочок до їх повного лізису називається тривалістю загального симбіозу, а період функціонування бульбочок із леггемоглобіном – тривалістю активного симбіозу. Початок формування бульбочок розпочинається через декілька днів після появи сходів і залежить від параметрів основних факторів середовища: рН ґрунту, вологозабезпеченості, температури. На кислих ґрунтах у більшості бобових бульбочки не утворюються. Те ж саме спостерігається і при недостатній вологозабезпеченості. На основі вивчення симбіотичного апарату бобових культур їх класифікували на п'ять груп, які розрізняються за характером розміщення бульбочок по кореневій системі. Так, сочевиця має достатньо компактний симбіотичний апарат: 80–97 % бульбочок у неї розміщено в радіусі до 5 см і на глибині до 10 см [Посыпанов, 1991].

Початок утворення бульбочкових бактерій на коренях рослин пов'язують зазвичай з періодом утворення перших листків, тобто з початком фотосинтетичної діяльності рослин. Листя є одним з вирішальних факторів у процесі утворення бульбочкових бактерій, їх розвитку та життєдіяльності, оскільки вони дають енергетичний матеріал, необхідний як рослині, так і мікроорганізмам [Кириченко, 2002]. Однак загалом взаємовідносини бульбочкових бактерій з бобовими рослинами починаються з найбільш ранніх етапів розвитку рослин – проростання насіння. На формування та розвиток активного симбіозу впливає біохімічне середовище навколо насіння, що проростає. Біологічно активні речовини (амінокислоти, вітаміни, ферменти), які виділяє проросток насіння, стимулюють розмноження бульбочкових бактерій, підвищують їх активність та вірулентність [Кириченко, 2002].

З початком широкого використання бульбочкових бактерій у практиці агропромислового виробництва для підвищення врожаїв бобових культур і поліпшення їх якості виникла потреба у систематичній роботі над збільшенням ефективності бульбочкових бактерій, бобово-ризобіального симбіозу. Відомо, що у ґрунтах водночас із неактивними і малоефективними бактеріями є активні і високоефективні природні раси бульбочкових бактерій. Так, випробування проведені в Єгипті, виявили, що менше 10 % польових ізолятів відрізняються високою

ефективністю [Moawad et al., 1998]. А дослідження, проведені в Пакистані, виявили високоефективні місцеві популяції *Rhizobium leguminosarum* у ґрунтах, на яких нещодавно або часто вирощували сочевицю [Shah et al., 1996].

Важливим фактором, який визначає ефективність симбіотичної азотфіксації, є сумісність штамів бульбочкових бактерій та рослини-живителя, спільна еволюція рослини-живителя і популяції бульбочкових бактерій.

Ряд авторів виявили ефективність комбінованого застосування rhizobia та mycorrhiza [Badr El-Din and Moawad, 1988] та Azospirillum і rhizobia [El-Komy and Wahab, 1998].

Поліморфізм за активністю симбіотичного комплексу «бобова рослина – бульбочкові бактерії» містить у собі два аспекти: мінливість і різноманітність штамів бульбочкових бактерій, а також різну реакцію рослини-живителя на взаємодію з бактеріальним штамом. Саме тому високий рівень продуктивності симбіотичної азотфіксації неможливий без спрямованої селекції сортів бобових рослин і комплементарних штамів бульбочкових бактерій з урахуванням конкретних ґрунтово-кліматичних й агротехнічних умов [Патика та ін., 2000].

Фіксація азоту починається не з першого дня вегетації, а через 1,5-2 тижні після появи сходів [Старченков та ін., 1991; Макашова, 1973], тобто після проникнення в корені, які використовують для своєї життєдіяльності цукри, які виробляє рослина. У свою чергу, рослини використовують частину азоту, засвоєного бактеріями, а решта накопичується в бульбочках [Прянишников, 1945]. Кількість бульбочок збільшується до цвітіння рослин. Після цвітіння бульбочки починають відмирати, бо надходження цукрів до коренів зменшується.

Висока аерація, досягнута певною пухкістю ґрунту, сприяє підвищенню активності бульбочкових бактерій. При поганому забезпеченні повітрям вони отримують недостатню кількість кисню для дихання та мало азоту, який міг би засвоюватися ними. Висока активність бульбочкових бактерій спостерігається за достатньої вологості ґрунту [Терпачев, 1981].

Для нормального розвитку бульбочкових бактерій велике значення має і температура ґрунту. Проте при підвищенні температури до 40°C спостерігається значне погіршення життєздатності та відмирання мікроорганізмів. Бульбочкові бактерії вважаються стійкими до низьких температур [Писарев, 1989].

Дослідження, проведені Суховою Г. І., показали, що на формування бульбочкових бактерій суттєво впливають погодні умови, способи сівби та норми висіву. Так, в умовах затяжної і холодної весни 1999 р. бульбочкові бактерії на коренях сочевиці утворилися значно пізніше від установлених строків. У фазу цвітіння погодні умови були більш сприятливими для формування симбіотичного апарату рослин сочевиці. Значна кількість опадів у 1999 р. (у травні – 73,9 мм і в червні – 60,8 мм) сприяла інтенсивному утворенню бульбочкових бактерій. Так, найбільше їх утворилося при смужковому способі сівби у сорту Красноградська 250 – 46,0 шт. на рослину і у сорту Красноградська 49 – 48,8 шт. на рослину. При рядковому посіві кількість бульбочкових бактерій зменшувалась на 9,1–9,3 шт. на рослину відповідно. Сира маса бульбочкових бактерій також залежала від способу сівби. У варіанті смужкового способу сівби маса бульбочок

у середньому була більшою на 11,0 мг у сорту Красноградська 250 і на 7,5 мг на рослину у сорту Красноградська 49 (табл. 16.4).

Таблиця 16.4 - Симбіотична продуктивність рослин сортів сочевиці залежно від способів сівби і норм висіву (середнє за 1999-2000 рр.) [Сухова, 2012]

Спосіб сівби	Норма висіву, млн шт./га	Кількість бульбочкових бактерій		Маса бульбочкових бактерій	
		з рослини, шт.	з 1 м ² , тис. шт.	з рослини, мг	з 1 м ² , г
Красноградська 250					
Рядковий	1,5	46,4	5,57	60,5	7,30
	2,0	36,8	5,78	45,4	7,13
	2,5	27,5	5,23	32,8	6,23
	3,0	22,6	5,02	26,3	5,84
Смужковий	1,5	55,9	6,93	68,7	8,48
	2,0	45,1	7,53	56,2	9,60
	2,5	35,5	7,28	41,8	8,57
	3,0	29,3	6,62	36,2	8,18
Красноградська 49					
Рядковий	1,5	48,4	5,95	65,6	7,82
	2,0	38,0	6,08	49,8	7,97
	2,5	29,2	5,78	36,6	7,25
	3,0	25,4	5,77	29,9	6,79
Смужковий	1,5	59,1	7,56	75,1	9,61
	2,0	48,2	8,19	59,9	10,18
	2,5	38,1	8,00	46,8	9,83
		31,3	7,32	39,5	9,24
НІР _{0,05}		3,6	0,42	6,7	0,54

На формування бульбочкових бактерій значно впливали і норми висіву. Найбільша кількість бульбочкових бактерій на одній рослині утворилася у варіанті за норми висіву 1,5 млн насінин на 1 га у сорту Красноградська 49 за смужкового посіву і становила 66,0 шт., у сорту Красноградська 250 – 64,8 шт. Із збільшенням норми висіву насіння до 3,0 млн насінин на 1 га кількість бульбочкових бактерій на коренях сочевиці поступово зменшувалась. Сира маса бульбочкових бактерій також зменшувалась. Так, у сорту Красноградська 250 із збільшенням норми висіву від 1,5 до 3,0 млн насінин/га маса бульбочок зменшилась за рядкового посіву на 39,5мг, за смужкового – на 39,8 мг, у сорту Красноградська 49 за рядкового посіву – на 37,6 мг, а за смужкового – на 38,5 мг [Сухова, 2012].

Погодні умови 2000 р. відрізнялися від умов попереднього року достатньою кількістю вологи на початку вегетації рослин сочевиці Але в період утворення бульбочкових бактерій випала незначна кількість опадів, що стало причиною зменшення кількості і маси цих бактерій. Так, у фазу цвітіння найбільша кількість бульбочок була у варіанті смужкового способу сівби у сорту Красноградська 49 і становила 39,4 шт., у сорту Красноградська 250 – 36,3 шт. на рослину, а за рядкового посіву кількість бульбочок зменшувалася відповідно на 8,4 і 5,9 шт. на рослину. Сира маса цих бульбочок теж була меншою і становила у сорту Красноградська 49 за смужкового посіву 50,1 мг, у сорту Красноградська 250 – 43,4 мг на рослину. Сира маса бульбочкових бактерій у варіанті рядкового способу сівби була меншою відповідно на 12,2 і 8,0 мг на рослину [Сухова, 2012].

Формування кількості і маси бульбочкових бактерій залежало від густоти рослин. На зріджених посівах (на контрольному варіанті) кількість і маса бульбочок була найбільшою у сорту Красноградська 49 – відповідно 52,1 шт. і маса 67,7 мг за смужкового посіву і в сорту Красноградська 250 – 47 шт. і 57,2 мг на рослину. На загущених посівах ці показники зменшуються майже у два рази.

Установлено, що в середньому за два роки досліджень найбільша кількість бульбочок (59,1 шт. на рослину) та їх сира маса (75,1 мг на рослину) сформувалися у період повного цвітіння у сорту Красноградська 49 у варіанті із смужковим способом сівби і нормою висіву 1,5 млн насінин/га. У варіанті рядкового способу сівби формується менша кількість бульбочкових бактерій (48,4 шт. на рослину) і менша їх маса (65,6 мг на рослину). Із збільшенням густоти рослин до 3,0 млн насінин/га кількість і сира маса бульбочок на одній рослині зменшується на всіх варіантах досліду. Але найбільша кількість бульбочок та їх маса з площі посіву 1 м² сформувалася за норми висіву 2,0 млн насінин/га. У сочевиці сорту Красноградська 250 у варіанті смужкового посіву за норми висіву 2,0 млн насінин/га сформувалося 7,53 тис. бульбочок/м², у сорту Красноградська 49 – 8,19 тис. шт./м². Сира маса бульбочкових бактерій у цих варіантах досліду теж була найбільшою і становила у сорту Красноградська 49 – 10,18 г/м², у сорту Красноградська 250 – 9,60 г/м² [Сухова, 2012].

В дослідах, проведених на Уладово-Люлинецькій дослідно-селекційній станції Слободянюк С.В., виявлено, що інокуляція насіння також позитивно позначалась на формуванні кількості та маси активних бульбочок на кореневій системі рослин сочевиці (табл. 16.5).

Таблиця 16.5 – Кількість (шт./рослину) і сира маса активних бульбочок (г/рослину) на кореневій системі сочевиці залежно від впливу елементів агротехніки, середнє за 2017-2019 рр.

Інокуляція насіння	Внесення в зону рядка	Позакореневе підживлення	Фаза					
			бутонізації		цвітіння		наливання бобів	
			к-ть активних бульбочок	сира маса активних бульбочок	к-ть активних бульбочок	сира маса активних бульбочок	к-ть активних бульбочок	сира маса активних бульбочок
Без інокуляції	Контроль (без внесення)	Без підживлення	4,0	6,8	7,1	27,2	8,8	36,9
		Альга 600	4,0	6,7	7,2	27,1	9,2	36,8
	Поліміксобактерин	Без підживлення	4,2	6,6	7,9	29,2	10,0	39,8
		Альга 600	3,8	6,8	7,3	26,3	9,3	36,0
	Азогран Б (Біофосфорин)	Без підживлення	3,9	6,7	6,9	26,3	9,1	36,0
		Альга 600	4,0	6,7	7,3	27,5	9,7	37,4
Ризогумін (<i>Rhizobium leguminosarum</i>)	Контроль (без внесення)	Без підживлення	21,4	33,5	30,8	218,9	34,0	267,3
		Альга 600	20,4	33,1	33,4	230,2	35,8	278,8
	Поліміксобактерин	Без підживлення	20,9	34,6	32,4	238,6	35,8	289,2
		Альга 600	20,7	34,2	34,9	246,6	36,5	293,9
	Азогран Б (Біофосфорин)	Без підживлення	21,7	34,4	31,6	235,3	35,1	283,1
		Альга 600	20,7	33,8	34,4	238,4	36,2	288,3
НІР _{0,05}			1,1	1,6	1,8	2,3	2,5	4,4

Контрольні варіанти без інокуляції насіння Ризогуміном мали доволі скромні показники формування колоній азотфіксуючих бульбочкових бактерій. Так, у фазу бутонізації в середньому було 4,0 шт./рослину бульбочок за

середньої їх маси 6,7 г/рослину. В той же час на варіантах застосування інокуляції Ризогуміном у дану фазу кількість бульбочок була в 5,3 раза, а їх маса в 5,1 раза більше контрольних варіантів. Аналогічні тенденції у формуванні колоній бульбочкових бактерій збереглись впродовж вегетації сочевиці і варіанти інокуляції насіння суттєво відрізнялись від контрольних.

У фазу цвітіння сочевиці кількість активних бульбочок на інокульованих Ризогуміном варіантах досліді становила 30,8-34,9 шт./рослину, а їх маса була 218,9-246,6 г/рослину. Максимальні ж показники кількості та маси активних бульбочок на кореневій системі сочевиці були у фазу наливання бобів – коли й потреба в азоті в рослин була максимальна.

Щодо впливу інших факторів досліді на стан симбіотичного апарату сочевиці, то на варіантах застосування Поліміксобактерину та Азограну Б кількість та маса активних бульбочок у фазу бутонізації були більшими, ніж на контролі, однак їх відхилення перебували в межах похибки досліді. Це можна пояснити достатньою доступністю фосфору рослинам сочевиці в ґрунті на початку вегетації. А от у фазу цвітіння за застосування фосфатмобілізуючих препаратів бульбочок було на 1,6 та 0,8 шт./рослину більше, а їх маса була на 19,6 та 16,4 г/рослину більшою за аналогічні контрольні варіанти. Аналогічно збільшення кількості активних бульбочок та їх маси було відмічено нами у фазу цвітіння та наливання бобів за умови застосування позакореневого підживлення Альга 600. А отже, створення оптимальних умов для росту і розвитку рослин сочевиці позначається і на формуванні колоній бульбочкових бактерій на кореневій системі.

Загалом же ефективність колоній бульбочкових бактерій визначають за загальним та активним симбіотичним потенціалом (табл. 16.6).

Таблиця 16.6 – Загальний та активний симбіотичний потенціал сочевиці залежно від впливу елементів технології, тис. кг діб/га, (2017-2019 рр.)

Інокуляція насіння	Внесення в зону рядка	Позакореневе підживлення	Міжфазний період			
			бутонізація - цвітіння		цвітіння – наливання бобів	
			загальний симбіотичний потенціал	активний симбіотичний потенціал	загальний симбіотичний потенціал	активний симбіотичний потенціал
Без інокуляції	Контроль (без внесення)	Без підживлення	33,2	20,0	89,5	51,8
		Альга 600	33,4	19,9	98,8	56,4
	Поліміксобактерин	Без підживлення	34,3	21,6	92,8	57,1
		Альга 600	34,2	19,7	101,0	55,7
	Азогран Б (Біофосфорин)	Без підживлення	34,7	20,1	94,7	52,1
		Альга 600	34,4	20,5	101,9	58,2
Ризогумін (<i>Rhizobium leguminosarum</i>)	Контроль (без внесення)	Без підживлення	214,8	191,2	493,6	442,0
		Альга 600	221,3	200,8	551,1	504,5
	Поліміксобактерин	Без підживлення	227,2	206,9	521,8	479,7
		Альга 600	241,3	221,1	597,9	553,3
	Азогран Б (Біофосфорин)	Без підживлення	224,0	203,7	511,9	469,6
		Альга 600	228,3	208,3	567,9	523,8

На варіантах без інокуляції Ризогуміном в міжфазний період бутонізація-цвітіння загальний симбіотичний потенціал був 34,0 тис. кг діб/га, а активний симбіотичний потенціал – 20,3 тис. кг діб/га, що становило лише 59,6 % від

загального. А от за застосування Ризогуміну загальний симбіотичний потенціал становив 226,1 тис. кг діб/га, а активний – 205,3 тис. кг діб/га, що склало 90,8 % від загального потенціалу. Аналогічні закономірності були збережені і в міжфазний період – цвітіння – наливання бобів сочевиці. Отже, застосування інокуляції насіння Ризогуміном сприяло підвищенню активного симбіотичного потенціалу до рівня 90,8-91,6 % від загального симбіотичного потенціалу.

Кращі показники активного симбіотичного потенціалу були на варіантах інокуляції насіння Ризогуміном та застосування фосфатмобілізуєчих препаратів Поліміксобактерин та Азогран Б в поєднанні з позакореневим підживленням Альфа 600.

Леггемоглобін є індикатором фізіологічної активності бульбочкових бактерій, а тому його вивчення дозволяє більш точно описати стан симбіотичного апарату сочевиці (табл. 16.7).

Таблиця 16.7 – Вміст леггемоглобіну в бульбочках сочевиці залежно від впливу елементів агротехніки, мг/г сирої маси бульбочок, (2017-2019 рр.)

Інокуляція насіння	Внесення в зону рядка	Позакореневе підживлення	Фаза		
			бутонізації	цвітіння	наливання бобів
Без інокуляції	Контроль (без внесення)	Без підживлення	0,20	2,12	1,85
		Альга 600	0,20	2,15	1,93
	Поліміксобактерин	Без підживлення	0,21	2,38	2,11
		Альга 600	0,19	2,18	1,96
	Азогран Б (Біофосфорин)	Без підживлення	0,20	2,07	1,91
		Альга 600	0,20	2,19	2,04
Ризогумін (<i>Rhizobium leguminosarum</i>)	Контроль (без внесення)	Без підживлення	2,25	4,93	4,76
		Альга 600	2,23	5,34	5,01
	Поліміксобактерин	Без підживлення	2,20	5,18	5,01
		Альга 600	2,23	5,58	5,10
	Азогран Б (Біофосфорин)	Без підживлення	2,27	5,05	4,92
		Альга 600	2,30	5,50	5,06
H _{IP} 0,05			0,05	0,17	0,11

У фазу бутонізації потреби рослин в азоті мінімальні порівняно з іншими досліджуваними фазами, а тому на контрольних варіантах вміст леггемоглобіну в бульбочках сочевиці становив 0,20 мг/г сирої маси бульбочок, а за інокуляції насіння Ризогуміном – 2,25 мг/г сирої маси бульбочок.

У фазу цвітіння максимальний вміст леггемоглобіну в бульбочках сочевиці було відмічено за застосування Ризогуміну, внесення фосфатмобілізуєчих препаратів Поліміксобактерин та Азогран Б у поєднанні з позакореневим підживленням Альфа 600 – 5,58 та 5,50 мг/г сирої маси бульбочок.

А от у фазу наливання бобів було відмічене зниження вмісту леггемоглобіну в бульбочках сочевиці у порівнянні з попередньою фазою. Бульбочки поступово втрачали рожеве забарвлення, форму, змінювалась їх структура, ймовірно, це відбувалось через руйнування гемового ядра леггемоглобіну з перетворенням його у зелений пігмент холіглобін.

Якщо ж узагальнити вплив основних макроелементів на азотфіксацію, то стартові дози азоту ефективні в умовах закритого ґрунту, однак не відмічено особливого ефекту стимулювання старту процесу азотфіксації за застосування в

польових умовах [Turay et al., 1991]. Навпаки, встановлено, що малі дози азоту можуть пригнічувати фіксацію та призводити до втрати фіксаційної здатності рослин [McNeil, Carroll, and Gresshoff 1984; Bremer et al., 1988].

Серед усіх макроелементів, доступних рослинам в ґрунті, нестача фосфору може призвести до зменшення фіксації азоту. Найбільш ймовірно нестача фосфорного живлення в ґрунті відбувається за його посиленого поглинання рослинами інокульованими штамами азотфіксуючих бактерій [Badr El-Din and Moawad, 1988]. А тому застосування додаткового фосфорного підживлення у випадку його дефіциту в ґрунті призводить до збільшення врожаю та стимуляції азотфіксації сочевиці [ICARDA, 1980; Shah et al., 2000; Badarneh, 1995].

Важливим питанням є правильне застосування інокулянтів, так, узагальнюючи дані ефективності, можна стверджувати, що: найкраще бобові рослини інокулюються у випадку вирощування на нових ділянках, де в ґрунтах не вистачає відповідних місцевих видів мікроорганізмів; ефективність інокуляції залежить від видового різноманіття та концентрації місцевих мікроорганізмів на одиницю ґрунту; інтенсивність азотфіксації напряму залежить від доступності рослинам азоту в ґрунті та власне обсягів їх потреб на формування врожаю; ефективність інокуляції визначається місцем і залежить від численних інших абіотичних факторів, таких як рН ґрунту, солоність, температура та вологість; існує значна різниця в ефективності різних штамів ризобії, а також ефективність взаємодії з ними різних генотипів рослин [van Kessel and Hartley 2000].

На ефективність бульбочкових бактерій впливають способи обробітку ґрунту. Так, класична оранка зменшує відсоток органічної речовини в ґрунті, знижує ємність поглинання, знижує родючість ґрунту, збільшує вітрову та водну ерозію та збільшує проблеми зі стоком поживних речовин. Втрата органічної речовини після обробітку ґрунту є особливо серйозною у тропіках [Graham and Vance, 2000]. На противагу цьому застосування методів необробного та мінімального обробітку ґрунту знижують коефіцієнти мінералізації та нітрифікації та збільшують іммобілізацію азоту [van Kessel and Hartley, 2000].

На основі проведеного аналізу наукових публікацій сформовано дані про фактори, які найбільш впливають на ефективність симбіозу сочевиці, та власне показано їх обмеження. Це дозволить грамотно підбирати умови вирощування сочевиці для максимальної реалізації її біологічного потенціалу (табл. 16.8).

В сучасних умовах господарювання активно використовуються нові способи інокуляції рослин сочевиці. Варто згадати, що безпосереднє нанесення інокулянта на ґрунт поблизу насіння, як правило, ефективніше, ніж його інокуляція, особливо на кислих, посушливих, прохолодних чи вологих ґрунтах [Lurwayi and Kennedy, 2007].

Крім того, застосовуються і гранульовані інокулянти, перевагою яких є те, що вони більш сумісні з іншими способами обробки насіння, оскільки бактерії не контактують безпосередньо з хімічними протруйниками, якими обробляють насіння перед сівбою [Kyei-Boahen et al., 2002].

Таблиця 16.8 – Фактори, що впливають на ефективність симбіозу сочевиці

Фактори впливу	Вплив на симбіотичну азотфіксацію
Температура ґрунту	Надмірно низька або висока температура пригнічує процес азотфіксації. Найбільш оптимальною є прохолодна температура ґрунту.
pH	Надмірно низькі та високі показники обмежують процес. Найкраще нейтральна та слабколужна pH. Поширеність кислих ґрунтів, за даними ФАО, в світових масштабах складає 1,6 млрд. га
Засоленість	Висока засоленість ґрунту заважає симбіотичним взаємодіям. У світових масштабах, за даними ФАО, засолені ґрунти становлять 2,1 % від суходолу та 19,5 % від зрошуваних земель.
Вміст азоту в ґрунті	Велика концентрація доступного рослинам азоту в ґрунті гальмує процеси симбіотичної азотфіксації.
Вміст фосфору в ґрунті	Низька доступність фосфору в ґрунті рослинам може обмежувати ефективність біологічної фіксації азоту. Близько 30 % орних ґрунтів мають проблеми з дефіцитом фосфору.
Вміст мікроелементів в ґрунті	Дефіцит мікроелементів Zn, Вo та Мо впливають на інтенсивність утворення колоній бульбочкових бактерій та їх активність.
Сорти сочевиці	Різні сорти сочевиці по-різному взаємодіють з штамами бактерій інокулянтів.
Штами бактерій інокулянтів	Інокулянти повинні бути конкурентоспроможними, адаптуватися до абіотичних умов та бути сумісними з генотипами сочевиці.
Шкідники	Комахи можуть зменшити утворення колоній бульбочкових бактерій та їх інтенсивність роботи за рахунок пошкодження та харчування кореневою системою рослин. Надземні шкідники опосередковано впливають на фіксацію азоту через пошкодження листкової поверхні та інших надземних частин рослини та зменшення надходження речовин, необхідних для живлення бульбочкових бактерій.
Хвороби	За рахунок пошкодження кореневої системи, стебла чи листкової поверхні рослини сочевиці унеможливають або різко обмежують надходження речовин, необхідних для живлення бульбочкових бактерій.
Бур'яни	Конкурують з рослинами сочевиці за фактори живлення: вологу в ґрунті, макро та мікроелементи, фотосинтетично активну радіацію. Обмежують ріст і розвиток рослин, чим зменшують надходження речовин, необхідних для живлення бульбочкових бактерій.
Інтенсивний обробіток ґрунту	Сприяє кращій мінералізації органічної частини ґрунту, як наслідок зростає концентрація азоту. Надмірна аерація також порушує перебіг мікробіологічних процесів ґрунту.
Застосування азотних добрив	Доступність рослинам азоту мінеральних добрив пригнічує утворення симбіотичних асоціацій. Надмірне застосування добрив під інші культури теж може негативно впливати на інтенсивність азотфіксації.
Сівозміни	Переважно позитивно впливають на розвиток бобових культур, оскільки знищується переважна більшість специфічних шкідників та хвороб. Однак парові поля можуть формувати значні кількості доступного рослинам азоту. Пов'язані безпосередньо з системою удобрення – оскільки значні кількості азоту можуть формуватися комплексно: залежно як від особливостей сівозмін, так і вирощуваних у них культур.
Застосування сидератів як удобрення	Активізує процеси розкладу органічної речовини, як наслідок вивільняються значні кількості азоту. Залежно від особливостей перебігу мікробіологічних процесів цей азот може втрачатись або ж засвоюватись рослинами сочевиці і таким чином пригнічувати процеси азотфіксації.

Отже, сочевиця займає далеко не перше місце серед культур, здатних ефективно накопичувати біологічний азот, синтезований завдяки взаємодії з мікроорганізмами. Однак за її вирощування відмова від азотних мінеральних добрив та ефективна заміна частини фосфорних фосфатмобілізуювальними мікроорганізмами може мати істотний вплив як на врожайність, так і на економічні показники вирощування.

Література до розділу

- Anderson T.R., Patrick Z.A. Soil vampyrelid amoebae that caused small performance in conidia *Cochliobolus sativus*. *Soil Biol. and Biochem.* 1980. Vol. 12, № 2. P 159-167.
- Badarneh, D.M.D. 1995. Magnitude of nitrogen fixation by lentil at different rates of phosphorus using ¹⁵N technique. *Journal of Agronomy and Crop Science.* 175: 7–14.
- Badr el-Din, S.M.S. and Moawad, H. 1988. Enhancement of nitrogen fixation in lentil, faba bean, and soybean by dual inoculation with rhizobia and mycorrhizae. *Plant and Soil.* 108: 112–124.
- Baldani V.L.D., Alveres M.A., Baldani J.I. Effect of *Azospirillum* in-oculated on root infection and nitrogen incorporation in wheat. *Can. J. Microbiol.* 1983. Vol. 29, № 8. P 924-929.
- Bremer, E.; Rennie, R. J.; Rennie, D. A. 1988. Dinitrogen fixation of lentil, field pea and faba bean under dryland conditions. *Canadian Journal of Soil Science.* 68: 553–562.
- Dobereiner J., Day J.M. Associative symbiosis in tropical grasses: characterization of microorganisms and dinitrogen-fixing sites. 1-st Int. Symp. of Nitrogen fixation. Washington: Univ. Press, 1976. P. 518-537.
- El-Komy, H.M. and Wahab, A.M.A. 1998. Effect of simultaneous inoculation of *Azospirillum* and *Rhizobium* spp. on growth, nodulation and nitrogen fixation of two legumes using the ¹⁵N-isotope dilution technique (IDT) and the difference method (DM). *Acta Microbiologica Polonica* 47: 283–296
- Goldman S., Hecht K., Eisenberg H., Mevarech M. Extracellular Ca²⁺-dependent inducible alkaline phosphatase from the extremely halophilic archaeobacterium *Haloarcula marismortui*. *J. Bacteriol.* 1990. Vol. 172, № 12. P. 7065-7070.
- Goldstein A.H., Rogers R.D., Mead G. Mining by microbe. *Biotech-nol.* 1993. Vol. 11, № 11. P 1250-1254.
- Graham, P.H. and Vance, C.P. (2000) Nitrogen fixation in perspective: an overview of research and extension needs. *Field Crops Research* 65, 93–106.
- Greiner R., Konietzny U., Jany K.-D. Purification and characterization of two phytases from *Escherichia coli*. *Arch. Biochem. Biophys.* 1993. № 303. P 107-113.
- International Center for Agricultural Research in the Dry Areas. 1980. Lentil in crop rotation. *News from ICARDA* (No.7): 2–3.
- Irving G.C.J., Cosgrove D.J. Inositol phosphate phosphatases of microbiological origin. Some properties of a partially purified bacterial phytase. *Aust. J. Biol. Sci.* 1971. № 24. P 547-557.
- Jenkinson D.S. Organic matter and nitrogen in soils of the Rothamsted classical experiments. *J. Sc. Food Agr.* 1973. № 24. P. 1149-1150.
- Kenji T., Hiroshi K., Kaname K. A novel acid phosphatase from *Aspergillus niger* KV-8 that specifically hydrolyzed C-G phosphate group of phosphoryl oligosaccharides. *Biosci. Biotechnol. and Biochem.* 1997. Vol. 61, № 9. P. 1512-1517.
- Kirkegaard, J., Christen, O., Krupinsky, J. and Layzell, D. 2004. Break crop benefits in temperate wheat production. New directions for a diverse planet: Proceedings of the 4th International Crop Science Congress. Brisbane, Australia, 26 Sep–1 Oct 2004. Available online at: www.cropscience.org.au
- Kumar V., Aggarwal N.K., Singh B.P. Performance and persistence of phosphate solubilizing *Azotobacter chroococcum* in wheat rhizosphere. *Folia Microbiol.* 2000. Vol. 45, № 4. P 343-347.
- Kumar V., Behl R.V., Narula N. Establishment of phosphate-solubilizing strains of *Azotobacter chroococcum* in the rhizosphere and their effect on wheat cultivars under green house conditions. *Microbiol. Res.* 2001. Vol. 156, N 1. P. 87-93.
- Kyei-Boahen, S., Slinkard, A.E. and Walley, F.L. (2002) Evaluation of rhizobial inoculation methods for chickpea. *Agronomy Journal* 94, 851–859.
- Lupwayi, N.Z. and Kennedy, A.C. (2007) Grain legumes in northern Great Plains. Impact on selected biological soil processes. *Agronomy Journal* 99, 1700–1709.
- McLaughlin M.H., Alston A.M., Martin J.K. Phosphorus cycling in wheat-pasture rotation. 1. The source of phosphorus taken up by wheat. *Aust. J. Soil Res.* 1988. № 26. P 323-331.
- McNeil, D.L., Carroll, B.J. and Gresshoff, P.M. 1984. The nitrogen fixation capacity of bacteroids extracted from soybean nodules inhibited by nitrate ammonia or dark treatments In: 'Symbiotic Nitrogen Fixation (1)' ed. B.S. Ghai. USG Publishers, Ludhiana, p 79–88.
- Miller, P.R., Gan, Y., McConkey, B.G. and McDonald, C.L. 2003. Pulse crops for the northern Great Plains: II. Cropping sequence effects on cereal, oilseed, and pulse crops. *Agronomy Journal*. 95: 980–986.
- Moawad, H., Badr El-Din, S.M.S. and Abdel-Aziz R.A. 1998. Improvement of biological nitrogen fixation in Egyptian winter legumes through better management of *Rhizobium*. *Plant and soil.* 204: 95–106.
- Moawad, H., Badr El-Din, S.M.S. and Abdel-Aziz R.A. 1998. Improvement of biological nitrogen fixation in Egyptian winter legumes through better management of *Rhizobium*. *Plant and soil.* 204: 95–106.
- Nagashima T., Tange T., Anazawa H. Dephosphorylation of phytate by using the *Aspergillus niger* phytase with a high affinity for phytate. *Appl. Environ. Microbiol.* 1999. Vol. 65, № 10 P. 4682-4684.
- Nakamura Y., Fukuhara H., Sano K. Secreted phytase activities of yeasts. *Biosci. Biochem.* 2000. Vol. 64, № 4. P 841-844.

- Peoples, M.B., Bowman, A.M., Gault, R.R., Herridge, D.F., McCallum, K.M., McCormick, M.H., Norton, R.M., Rochester, I.J., Scammell, G.J. and Schwenke, G.D. 2001. Factors regulating the contributions of fixed nitrogen by pasture and crop legumes to different farming systems of eastern Australia. *Plant and Soil*. 228: 29–41.
- Rennie, R.J. and Dubetz, S. 1986. Nitrogen-15-determined nitrogen fixation in field-grown chickpea, lentil, faba-bean, and field pea. *Agronomy Journal*. 78: 654–660.
- Richardson A.E., Hadobas P.A. Soil isolates of *Pseudomonas* spp. that utilize inositol phosphates. *Can. J. Microbiol.* 1997. № 43. P. 509–516.
- Richardson A.E., Hadobas P.A., Hayes J.E. Extracellular secretion of *Aspergillus* phytase from *Arabidopsis* roots enables plants to obtain phosphorus from phytate. *Plant J.* 2001. Vol. 25, № 6. P. 641–649.
- Richardson A.E., Hadobas P.A., Hayes J.E. Extracellular secretion of *Aspergillus* phytase from *Arabidopsis* roots enables plants to obtain phosphorus from phytate. *Plant J.* 2001. Vol. 25, № 6. P. 641–649.
- Rudresh D.L., Shivaprakash M.K. and Prasad R.D. Tricalcium phosphate solubilising abilities of *Trichoderma* spp. in relation to P uptake and growth and yield parameters of chickpea (*Cicer arietinum* L). *Can. J. Microbiol.* 2005. № 51. P 217–222.
- Shah, M.S., Nawaz, H. and Idris, M. 2002. Nitrogen fixation in farmers fields under rainfed dry conditions. proceedings of 17th WCSS, 14–21 August, Thailand. Poster 150: 1–5.
- Shah, N.H., Hafeez, F.Y., Arshad, M. and Malik, K.A. 2000. Response of lentil to *Rhizobium legumi-nosarum* bv. *viciae* strains at different levels of nitrogen and phosphorus. *Australian Journal of Experimental Agriculture*. 40: 93–98.
- Shah, N.H., Hafeez, F.Y., Hussain, A. and Malik, K.A. 1996. Influence of seasonal variation on the indigenous population of *Rhizobium leguminosarum* bv. *viciae* and competitive ability of introduced rhizobia in lentil. *Lens Newsletter* 23: 32–37.
- Shah, Z., Shah, S.H., Peoples, M.B., Schwenke, G.D., and Herridge, D.F. 2003. Crop residue and fertiliser N effects on nitrogen fixation and yields of legume-cereal rotations and soil organic fertility *Field Crops Research*. 83: 1–11.
- Turay, K.K., Andrews, M. and McKenzie, B.A. 1991. Effects of starter nitrogen on early growth and nodulation of lentil (*Lens culinaris* Medik.). *Proceedings Annual Conference – Agronomy Society of New Zealand*. 21: 61–65.
- van Kessel, C. 1994. Seasonal accumulation and partitioning of nitrogen by lentil. *Plant and Soil*. 164: 69–76.
- van Kessel, C. and Hartley, C. (2000) Agricultural management of grain legumes: has it led to an increase in nitrogen fixation? *Field Crops Research* 65, 165–181.
- Wakelin S.A., R.A. Warren, P.R. Harvey, M.H. Ryder Phosphate solubilization by *Penicillium* spp. closely associated with wheat roots. *Biol. Fertil. Soils*. 2004. № 40. P 36–43.
- Whitelaw M.A., Harden T.J. and Helyar K.R. Phosphate solubilization in solution culture by the soil fungus *Penicillium radicum*. *Soil Biol. Biochem.* 1999. № 31. P 655–665.
- Yamada K., Minoda Y. and Yamamoto S. Phytase from *Aspergillus terreus*. *Agric. Biol. Chem.* 1968. № 32. P. 1275–1282.
- Yamane K., Maruo B. Purification and characterization of extracellular soluble and membrane-bound alkaline phosphatases possessing phosphodiester-ase activities in *Bacillus subtilis*. *J. Bacteriol.* 1978. Vol. 134, № 1. P. 100–107.
- Адамень Ф.Ф., Щигорцова О.Л., Турин Є.М., Дідович С.В. Мікробіологічні препарати в агротехнологіях вирощування бобових культур. Вісник ЦНЗ АПВ Харківської області. 2010. Випуск 7. С. 148–155.
- Аристовская Т.В. Микробиология процессов почвообразования. Л.: Наука, 1980. 186 с.
- Бабич А. О. Кормові і лікарські рослини в ХХ–ХХІ століттях. Київ : Аграр. наука, 1996. 822 с.
- Бабьева И.П., Зенова Г.М. Биология почв. М.: Изд. МГУ, 1989. 335 с.
- Билай В.И., Билай Т.И., Мусич Е.Г. Трансформация целлюлозы грибами. К.: Наук. думка, 1982. 294 с.
- Біологічний азот /[Патика В.П., Коць С.Я., Волкогон В.В. та ін]. К.: Світ, 2003. 422 с.
- Булаченко Л.В., Бега З.Т., Курдиш И.К. Мобилизация фосфора некоторыми микроорганизмами из труднорастворимых неорганогосфатов. Бюл. Института с.-г. мікробіології. 2000. № 6. С. 55–56.
- Булаченко Л.В., Курдиш И.К. Фосфатазна активність *Bacillus sub-tilis*. Мікробіол. журн. 2005. Т 64, № 4. С. 21–27.
- Булаченко Л.В., Рой А.А., Курдиш И.К. Сравнительная характеристика ростовой и фосфатмобилизующей активностей *Bacillus subtilis* 5 и *Bacillus polymyxa* ВК. Вісник Одеського нац. ун-ту. 2001. Т. 6, № 4. С. 43–46.
- Булаченко Л.В., Рой А.А., Курдиш И.К. Фосфатазна активність деяких видів мікроорганізмів. Укр. біохім. журн. 2002. Т. 74, № 46. С. 65.
- Виноградский С.Н. Микробиология почвы. М.: Изд. АН СССР, 1952. - 792 с.
- Вовкогон В.В., Надкернична О.В., Ковалевська Т.М. Мікробні препарати у землеробстві. Теорія і практика. К.: Аграрна наука, 2006.- 321с.
- Волкогон В.В. Азотфиксирующие микроорганизмы корневой зоны и семян злаковых трав. Бюл. Института с.-г. мікробіології. 1999. № 4. С. 6–11.
- Волкогон В.В. Мікробіологічна трансформація сполук азоту в ґрунтах агроценозів: Монографія. К.; Ніжин: ПП Лисенко М.М., Аграрна наука, 2017.
- Волкогон В.В., Заришняк А.С., Гриник І.В. Методологія і практика використання мікробних препаратів у технологіях вирощування сільськогосподарських культур. К.: Аграр. наука, 2011. 156с.

- Второв П.П., Дроздов Н.Н. Рассказы о биосфере. М.: Просвещение, 1981. 126 с.
- Генетические основы селекции клубеньковых бактерий /Под ред. Б.В. Симарова Л.: Ленинградское ВО Агропромиздат, 1990. С. 192.
- Гирка А. Д., Лень О. І., Алейнікова Л. М. Ефективність симбіотичної азотфіксації в агроценозах України. Бюл. Ін-ту сільського господарства степової зони НААН України. 2014. № 6. С. 131–135.
- Данильченко О. М. Вплив інокуляції насіння та фонів мінерального живлення на формування симбіотичного апарату чини та сочевиці. Вісн. Сумського нац. аграрн. ун-ту. Серія: Агрономія і біологія. 2012. Вип. 9. С. 121–124.
- Данильченко О. М., Жатова Г. О. Урожайність і якість насіння кормових бобів та сочевиці залежно від інокуляції бактеріальними препаратами і внесення мінеральних добрив. Вісн. ЖНАЕУ. 2016. № 1, Т. 1. С. 94–101.
- Дідович С.В., Кулініч Р.О. Високопродуктивні рослинно-мікробні системи в агроценозах бобових культур. Корми і кормовиробництво. Міжвідомчий тематичний наук. 36 2013. Вип. 76. С. 184 – 187.
- Дідович С.В. Формування та функціонування симбіозу *Mesorhizobium ciceri* - *Cicer arietinum* в агроценозах південного Степу України: авто-реф. дис. ... канд. с-г. наук /С.В. Дідович; ІСГМ УААН. Чернігів, 2006. 20 с.
- Дунайцев И. А. Фосфатмобилизирующие микроорганизмы - антагонисты фитопатогенов /И. А. Дунайцев, Л.В. Коломбет, С.К. Жиглецова и др. //Микол. и фитопатол. 2008. Т. 42, № 3. С. 264-267.
- Ефимов В.Н., Шулегина Л.И. Баланс азота под многолетними травами в низинной торфяной почве. Почвоведение. 1997. № 4. С. 472-478.
- Жарикова Е.А. Калий в буроземах Приморья. Наук. вісник Чернівецького ун-ту. 2005. В.252. Біологія. С. 78-83.
- Зак Г.А. Освобождение калия из алюмосиликатов почвы силикат-ными бактериями. Тр. межвузовской научн. конф. «Микроорганизмы в сельском хозяйстве». М.: МГУ, 1963. С. 298-306.
- Зинин Н.В. Фитазная активность некоторых групп бактерий /Зинин Н.В., Самсонов В.В., Самсонов В.В. и др. //Биотехнол. 2003. № 2. - С. 3-10.
- Илъялетдинов А.Н. Биологическая мобилизация минеральных соединений. Алма-Ата, 1966. С. 63-73.
- Исмаев Д.Р., Рысбаев С.Б. Формы и резервы калия в типичных сероземах западного Тянь-Шаня. Наук. вісник Чернівецького ун-ту. 2005. Вип. 252. Біологія. С. 90-95.
- Карначук О.В. Мобилизация фосфата из нерастворимых соединений под действием сульфатредуцирующих бактерий. Микробиол. 1995. Т. 64, № 4. С. 559-563.
- Кириченко Е. В. Взаимоотношения бобовых растений и клубеньковых бактерий на уровне доконтактных взаимодействий при формировании азотфиксирующих систем. Физиология и биохимия культурных растений. 2002. Т. 34. № 2. С. 97–99.
- Кожемяков А.П. Продуктивность азотфиксации в агроценозах. Микробиол. журн. 1997. Т. 59, № 4. С. 22-28.
- Котелев В.В., Дмитриева Л.В., Котов В.Б. Фосфатазы микроорганизмов. М.: ОНТИТЭИмикробиопром, 1977. 53 с.
- Красильников Н.А. Микроорганизмы почвы и высшие растения. М.: Изд. АН СССР, 1958. 462 с.
- Краус Н. Применение калийных удобрений в мире. Эколого-агрономическая оценка состояния калийного режима почв и эффективность калийных удобрений. М.: ЦИНАО, 2002. С. 53-68.
- Менкина Р.А. Бактерии, минерализующие органические соединения фосфора. Микробиол. 1950. Т. 19, № 4. С. 308-316.
- Михайловская Н.А., Лученок Л.А. Способность ризобактерий к мобилизации почвенного калия. Матер. міжнар. науково-практ. конф. «Фосфор і калій у землеробстві. Проблеми мікробіологічної мобілізації». Чернігів-Харків, 2004. С. 241-250.
- Мишустин Е.Н. Микроорганизмы и продуктивность земледелия. М.: Наука, 1972. 342 с.
- Мишустин Е.Н., Емцев В.Т. Микробиология. М.: Высшая школа, 1978. 350 с.
- Мікробні препарати у землеробстві. Теорія і практика /[Волкогон В.В., Надкернична О.В., Ковалевська Т.М. та ін.]. К.: Аграрна наука, 2006. 311 с.
- Мікроорганізми і альтернативне землеробство. /[Патика В.П., Ти-хонович І.А., Філіп'єв І.Д. та ін.]. К.: Урожай, 1993. 173 с.
- Моргун В., Коць С. Бактеризація посівного матеріалу. Пропозиція. 2007. №3. С. 124-127.
- Муравин Э.А. Ингибиторы нитрификации. М.: Агропромиздат, 1989. 247 с.
- Муромцев Г.С., Зольникова Н.В., Маршунова Г.Н. Везикулярно-арбускулярная микориза сельскохозяйственных культур в дерново-подзолистых почвах СССР. Изв. АН СССР. Сер. биол. 1986. № 5. С. 655-667.
- Муромцев Г.С., Маршунова Г.Н., Павлова В.Ф., Зольникова Н.В. Роль почвенных микроорганизмов в фосфатном питании растений. Успехи микробиол. 1985. Т 20. С. 174-198.
- Муромцев Г.С., Самойлова Т.С. О растворении солей фитиновой кислоты почвенными микроорганизмами. Докл. ВАСХНИЛ. 1975. № 3. С. 18-19.
- Надкерничная Е.В., Ковалевская Т.М. Влияния свободноживущих азотфиксирующих бактерий на формирования и функционирование бобово-ризобияльного симбиоза у некоторых сельскохозяйственных культур. Физиология и биохимия культурных растений. 2001. №4. С. 355-362.

- Носко Б.С. Регулирование фосфорного режима основных типов почв УССР. *Агрохимия*. 1983. № 10. С. 32-40.
- Носко Б.С., Прокошев В.В. Калійні добрива в землеробстві України. Міжнародний інститут калію. 1999. 55 с.
- Носко Б.С., Христенко А.О., Шаповалова В.С. Калійний рівень ґрунтів і біопродуктивність рослин. Матер. міжнар. науково- практ. конф. «Фосфор і калій у землеробстві. Проблеми мікробіологічної мобілізації». Чернігів-Харків, 2004. С. 233-240.
- Определитель бактерий Берджи /Под ред. Дж. Хоулта, Н. Крига, П. Снита. М.: Мир, 1997. Т. 1. С. 1-436; Т. 2. С. 437-799.
- Павлова В.Ф. Распространение микроорганизмов, мобилизирующих фосфаты железа и алюминия в красноземных почвах Грузии. *Бюл. ВНИИСХМ*. 1976. № 18. С. 3-7.
- Патика В.П., Коць С.Я., Волкогон В.В., Шерстобоева О.В., Мельничук Т.М., Калініченко А.В., Гриник І.В. (за ред. В.П. Патики). Біологічний азот. К.: Світ, 2003. 424 с.
- Патика В.П., Петриченко В.Ф., Мікробна азотфіксація у сучасному кормовиробництві. Корми і кормовиробництво. Вип. 53, 2004 С. 3-11.
- Пенчуков В.М. Зернобобовые культуры в органо-биологических системах земледелия. Сб. статей научно-метод. координац. совещ. «Научные основы создания моделей агроэкологических сортов и зональных технологий воз-делывания зернобобовых и крупяных культур для различных регионов Рос-сии» (Орел, март 1996). Орел, 1997. С. 9-14.
- Петренко Г. Я. Нитрогенизация семян бобовых культур обязательный агроприем. Бобовые и зернобобовые культуры. (селекция, семеноводство и агротехника). Москва : Изд. «Колос», 1966. С. 121–132.
- Петренко Г.Я. Факторы, влияющие на результаты симбиотических взаимодействий азотобактера с высшими растениями. Микроорганизмы и эффективное плодородие почв. Тр. Ин-та микробиологии. 1961. № 1. С. 111-129.
- Петренкова В. П., Маркова Т. Ю., Сокол Т. В. Хвороби та шкідники сочевиці. Посібник українського хлібороба. Київ, 2010. С. 33.
- Писарев Т. И. Эффективность симбиоза и уровень обеспеченности сахарами у растений гороха в условиях пониженных температур. Физиология и биохимия культурных растений. 1989. № 6. С. 537–543.
- Польовий В.М., Долженчук В.І. Баланс та динаміка обмінного калію в ґрунтах Рівненської області залежно від інтенсифікації землеробства. *Наук. вісник Чернівецького ун-ту*. 2005. Вип. 252. Біологія. С. 207-213.
- Посыпанов Г. С. Методы изучения биологической фиксации азота воздуха. Справочное пособие. Москва: Агропромиздат. 1991. 299 с.
- Посыпанов Г.С. Биологический азот. Проблемы экологии и растительного белка. Москва: изд. МСХ. 1993. 57 с.
- Посыпанов Г.С. О роли симбиотического и минерального азота в питании бобовых культур. Докладі ТСХА. 1974. Вип. 204. С.41-46.
- Прянишников Д. Н. Азот в жизни растений и земледелии СССР. М.–Л.: 1945. С. 78–79.
- Рой А.А., Булаченко Л.А., Курдиш И.К. Новые штаммы почвенных бацилл, минерализующие органические соединения фосфора. *Мікробіол. журн.* 2001. Т 63, № 4. С. 9-14.
- Рубенчик Л.И. Азотобактер и его применение в сельском хозяйстве. К.: Изд. АН УССР, 1960. 328 с.
- Сичкар В.И., Князев А.В., Патыка В.Ф. Селекция сои на повышение симбиотической азотфиксации. *Науч.-техн. бюл. ВНИИ сои. - Новоси-бирск*, 1987. Вип. 33. С. 32-37.
- Січкач В. І., Хухлаєв І. І., Бушулян О. В. та ін. Інтенсифікація азотофіксувального потенціалу зернобобових культур шляхом комплементарного добору мікро- і макросимбіонтів. *Наук. зап. Терноп. нац. пед. ун-ту. Сер. Біологія*. 2014. № 3. С. 165–169.
- Старченков Е. П., Донченко П. А., Кругова Е. Д. та ін. Азот в интенсивной технологии возделывания гороха. Ион. трансп. и усвоение элементов минерального питания растений. Киев, 1991. С. 33–35.
- Суховицкая Л.А. Выживаемость и ростстимулирующая активность внесенных в почву штаммов *Bacillus megaterium* и *Agrobacterium radio-bacter*. *Прикл. биохим. и микробиол.* 1998. Т. 34, № 1. С. 87-90.
- Суховицкая Л.А. Фосфатмобилизирующие микроорганизмы и биофосфор в практике сельского хозяйства Беларуси. Фосфор і калій у землеробстві. Проблеми мікробіологічної мобілізації. Чернігів-Харків, 2004. С. 135-140.
- Тарасюк Е.Г. Некоторые полезные свойства ризосферных бактерий. Современное состояние и перспективы развития микробиологии и биотехнологии. Матер. VI Междунар. науч. конф. (Минск, 2-6 июня 2008). Минск, 2008. Т. 2. С. 123-125.
- Терпачев Е. П. О методах исследования азотфиксирующей способности бобовых культур. *Агрохимия*. 1981. № 12. С. 129 –191.
- Токмакова Л.М. Розробка прийомів і створення мікробних препаратів для покращення фосфорного живлення і підвищення продуктивності цукрових буряків: автореф. дис... канд. с-г. наук. К., 1997. 20 с.
- Токмакова Л.Н. Штаммы *Bacillus polymyxa* и *Achromobacter album* - основа для создания бактериальных препаратов. *Мікробіол. журн.* 1997. Т. 59, № 4. С. 131-138.

Толкачев Н.З., Сичкарь В.И. Координированная селекция сои и *Bradyrhizobium Japonicum* на высокоэффективный симбиоз. Зб. наук. праць Уманського держ. аграрного ун-ту. «Біологічні науки і проблеми рослинництва». Умань, 2003. С. 270-276.

Толкачев М. З. Оптимізація симбіозу рослин і бульбочкових бактерій в сучасному кормовиробництві. Корми і кормовиробництво : міжвід. темат. наук. зб. Вінниця : ТОВ «Видавництво-друкарня Діло», 2003. Вип. 51. С. 134.

Умаров М.М. Ассоциативная азотфиксация. М.: МГУ, 1986. 136 с.

Умаров М.М., А.В. Кураков, А.Л. Степанов Микробиологическая трансформация азота в почве. М.: ГЕОС, 2007. 137 с.

Чайковская Л.А. Биофосфор и его значение в активизации биологической азотфиксации. Мікробіол. журн. 1997. Т. 59, № 4. С. 95-100.

Шарипова М.Р. Получение и характеристика секретируемой щелочной фосфатазы *Bacillus intermedium* /Шарипова М.Р., Балабан Н.П., Морданова А.М. и др. //Биохимия. 1998. Т. 63, № 10. С. 1385-1390.

Шевчук М.Й., Гаврилюк В.А., Шевчук А.М. Ефективність використання місцевих фосфоритів. Матер. міжнар. науково-практ. конф. «Фос-фор і калій у землеробстві. Проблеми мікробіологічної мобілізації». Чернігів-Харків, 2004. С. 175-182.

Шлегель Г. Общая микробиология М.: Мир, 1987. 567 с.

Штина Э.А. Почвенные водоросли как компонент биогеоценоза. Почвенные организмы как компоненты биогеоценоза. М.: Наука, 1984. С. 66-81.

РОЗДІЛ 17

ФОТОСИНТЕТИЧНА АКТИВНІСТЬ

Фотосинтез є основним чинником формування врожаю, адже завдяки йому рослини синтезують органічні речовини, які є основою формування їх продуктивності [Камінський, Глієва, 2014; Ничипорович, 1956; Ничипорович, 1961]. Швидкість накопичення органічних речовин загалом залежить від розмірів листкової поверхні, яка, зі свого боку, формується залежно від фази росту та розвитку рослин, активної діяльності листків та режиму їх живлення [Рудник-Іващенко, 2009; Рудник-Іващенко, 2010; Тооминг, 1977].

Асиміляція рослинами вуглекислоти з повітря є основним процесом, який відіграє вирішальну роль при формуванні врожаю [Сорокин, 2009]. Оскільки в процесі фотосинтезу утворюється до 90-95 % сухої біомаси рослин, то програмування врожаю зводиться до регулювання саме цього процесу [Ничипорович, 1961; Тооминг, 1984].

В історичному плані розвитку аграрної науки вивчення процесу фотосинтезу за етапами органогенезу польових культур відбувалося шляхом установлення залежностей між приростом сухої речовини і врожайністю. Пізніше було встановлено, що між інтенсивністю фотосинтезу і урожаєм немає прямої залежності, а зв'язок між фотосинтезом і урожаєм має надзвичайно складний характер [Ничипорович, 1955].

А отже, основний показник, що найкраще характеризує стан посівів з погляду їх фотосинтетичної діяльності, є площа листя. За А.А. Ничипоровичем, між площею листя і швидкістю його формування було встановлено позитивну залежність; за умов досягнення площі листків до 30–40 тис. м²/га частка поглинутої енергії підвищується майже пропорційно; наступне збільшення площі листків призводить до погіршення освітленості середніх і особливо нижніх ярусів, знижуються інтенсивність і чиста продуктивність фотосинтезу. До того ж посилене наростання листя не завжди супроводжується збільшенням загальної фітомаси, а іноді є причиною її зниження [Ничипорович, 1956].

За ствердженням багатьох дослідників, оптимальна площа листя варіює в межах 40–50 тис. м²/га [Ничипорович, 1956; Шатилов, Голубева, 1969]. А от на думку інших вчених, при оптимізації елементів технології вирощування і високому ККД ФАР максимальну продуктивність можуть забезпечити посіви, у яких площа листків досягає 60–80 тис. м²/га [Устенко, 1963].

Однак більшість дослідників сходяться на думці, що високі врожаї можна отримати тоді, коли відбувається швидке формування оптимальної площі листків, листя більш тривалий час зберігається в активному стані й віддає синтезовані сполуки на формування продуктивних органів [Ничипорович, 1961; Тооминг, 1977].

Одним з основних показників фотосинтетичної діяльності рослин є динамічність формування площі листя та фотосинтетичний потенціал [Шатилов, 1967; Новоселов, 1954]. Однак, попри важливість окремих факторів, ефективність формування врожаю є результатом впливу всіх елементів фотосинтетичної діяльності рослин, а саме – інтенсивності і чистої продуктивності фотосин-

тезу, площі листків і фотосинтетичного потенціалу, коефіцієнтів енергетичної ефективності фотосинтезу [Ничипорович, 1961].

Енергія сонячних променів поглинається всіма органами рослини, але більшою мірою – пластинками листків. На поглинену листками рослин енергію припадає до 60–99 %, решта поглинається стеблами й іншими органами. У деяких зернобобових культур, у тому числі й у сочевиці, частиною листків є вусяки, які теж беруть участь у фотосинтезі й підтримують рослини у більш ви́прямленому положенні, що сприяє інтенсивнішому проникненню сонячних променів у глибину посіву [Шатилов, Голубева, 1969].

Для оцінки стану посівів використовують показник – фотосинтетичний потенціал (ФП), який значно знижується за нестачі в ґрунті вологи та поживних речовин [Сухова, 2012; Устенко, 1963; Шатилов, 1967].

Для характеристики інтенсивності нагромадження сухої біомаси врожаю в розрахунку на 1 м² листової поверхні використовують показник чистої продуктивності фотосинтезу (ЧПФ). Показники ЧПФ за діапазоном значень поділяють на: задовільні – 3–4 г/м², хороші – 4–6 г/м² та дуже хороші – понад 6 г сухої речовини на 1 м² площі листків за добу [Шовкова, 2014; Ничипорович, Строганова, Власова, 1969; Зінченко, 2008].

На початкових етапах розвитку рослин сочевиці листова поверхня наростає поволі, тому рослини мають слабку конкурентоспроможність культури до бур'янів. А от до періоду генеративного розвитку листова поверхня досягає максимуму, проте нижнє листя починає відмирати, особливо в загущених посівах, зменшуючи фотосинтетичну активність рослин, у зв'язку із чим нерідко відбувається осипання великої кількості суцвіть і плодів, що зав'язалися.

Вивчення динаміки формування листової поверхні різних сортів сочевиці показало, що до фази бутонізації наростання листя йде поволі, але вже на початку галуження виділялися сортові відмінності за кількістю листя, що утворилося, і його площею. У фазу бутонізації спостерігається активне наростання асиміляційної поверхні на всіх варіантах досліду. У варіанті рядкового та смужкового посіву площа листків сочевиці зростає у міру збільшення норми висіву від 1,5 до 3,0 млн насінин/га. Найбільша площа листків сочевиці формувалася у фазу цвітіння за рядкового посіву у сортів Красноградська 250 вона становила 37,2 при нормі висіву насіння 2,5 млн./га, а за смужкового – 38,4 тис. м²/га при нормі висіву 3,0 млн/га. У сорту Красноградська 49 найбільша площа листя сформувалася за норми висіву 3,0 млн/га: за рядкового посіву площа листя становила – 37,8 тис. м²/га, а за смужкового – 37,0 тис. м²/га. В сорту Красноградська 250 за рядкового способу сівби, із збільшенням норми висіву від 1,5 до 2,5 млн насінин на 1 га площа асиміляційної поверхні збільшувалась на 21,5 % і на 19,7 % – за смужкового способу сівби. У сорту Красноградська 49 за рядкового – на 20,1 % за смужкового – на 19,7 % [Сухова, 2012].

Динаміка формування фотосинтетичного потенціалу залежала як від способу сівби, так і від норми висіву. Завдяки використанню смужкового способу сівби фотосинтетичний потенціал був вищим, ніж за рядкового способу на фоні різних норм висіву, що пов'язано з більш раціональним використанням площі живлення (табл. 17.1) [Сухова, 2012].

Таблиця 17.1. – Площа листя та фотосинтетична активність рослин залежно від способу сівби і норми висіву, середнє за 1999-2000 рр. [Сухова, 2012]

Спосіб сівби	Норма висіву, млн шт./га	Площа листя за фазами, тис. м²/га					ФП, тис. м² · діб/га	ЧПФ, г/м²
		сходи	стеблуння	бутонізація	цвітіння	утворення бобів		
Красноградська 250								
Рядковий	1,5	2,28	9,1	16,3	30,9	17,8	1309,6	2,07
	2,0	2,33	10,2	19,9	34,4	20,6	1384,2	2,21
	2,5	2,47	12,2	21,7	37,2	23,2	1476,0	1,90
	3,0	2,55	12,4	22,1	37,8	22,2	1441,4	1,86
Смушковий	1,5	2,51	10,4	16,2	32,6	18,5	1375,3	2,00
	2,0	2,31	11,4	20,2	36,6	19,7	1482,4	2,40
	2,5	2,42	12,8	22,0	39,0	22,1	1567,5	1,97
	3,0	2,47	13,1	20,6	39,5	23,0	1570,3	1,77
Красноградська 49								
Рядковий	1,5	2,28	9,8	18,4	31,9	18,6	1401,9	2,14
	2,0	2,40	10,3	20,4	33,0	19,8	1441,8	2,46
	2,5	2,52	10,8	21,8	36,2	22,7	1542,1	2,14
	3,0	2,77	11,1	21,6	37,7	22,9	1545,1	1,94
Смушковий	1,5	2,24	10,6	18,1	31,1	18,5	1415,8	2,16
	2,0	2,45	12,1	19,8	34,2	21,7	1556,0	2,60
	2,5	2,56	13,1	21,3	37,8	24,1	1617,6	2,22
	3,0	2,58	12,2	23,3	37,6	23,6	1611,0	1,97

Крім норм висіву, на формування фотосинтетичного потенціалу впливає і спосіб сівби. Смушковий спосіб сівби забезпечує більш високий фотосинтетичний потенціал сочевиці: різниця становила у сорту Красноградська 250 – 72,2 тис. м² діб/га, у сорту Красноградська 49 – 77,0 тис. м² діб/га.

Відповідно до змін у формуванні листової поверхні змінюється і чиста продуктивність фотосинтезу. Найбільшою вона була у сорту Красноградська 49 за смушкового способу сівби при норми 2,0 млн схожих насінин на 1 га – 2,14 г/м² добу, за рядкового посіву – 1,97 г/м² добу, значно нижчими ці показники були у сорту Красноградська 250, відповідно за рядкового способу сівби ЧПФ становила 1,55 г/м² добу і за смушкового – 1,83 г/м² добу.

Найбільша чиста продуктивність фотосинтезу була у сорту Красноградська 49 за смушкового способу сівби з нормою висіву 2,0 млн насінин/га і становила 3,06 г/м² за добу. У сорту Красноградська 250 чиста продуктивність фотосинтезу при цій же нормі за смушкового посіву становила 2,97 г/м² за добу.

Площа листової поверхні тісно пов'язана з ростом і розвитком надземної маси рослини. У процесі фотосинтезу вона відіграє провідну роль у поглинанні CO₂ і продукуванні органічної маси. На площу листової поверхні впливають не тільки погодні умови року, а й досліджувані елементи технології вирощування культури [Петришин, 2011; Петриченко, Антипін, 2006].

Отже, найбільша площа листя сформувалася у фазу цвітіння за смушкового способу сівби, вона становила 36,9 тис. м²/га у сорту Красноградська 250 та 35, 2 тис. м²/га у сорту Красноградська 49. Із збільшенням норми висіву насіння площа листя і фотосинтетичний потенціал зростали.

Найбільша чиста продуктивність фотосинтезу була при оптимальній площі листової поверхні за норми висіву 2,0 млн насінин/га.

Погодні умови 2007 та 2008 рр. відрізнялися від попередніх років більшою вологозабезпеченістю. У ці роки активно наростала зелена маса сочевиці, а відповідно – і площа листя рослин (табл. 17.2).

Таблиця 17.2. – Площа листя та фотосинтетична активність рослин залежно від норми висіву, середнє за 2007–2008 рр. [Сухова, 2012]

Норма висіву, млн шт./га	Площа листя за фазами розвитку, тис. м²/га					ФП, тис. м² діб/га	ЧПФ, г/м²
	сходи	стеблуння	бутонізація	цвітіння	утворення бобів		
Красноградська 250							
1,5	2,18	11,1	24,2	33,6	19,2	1657,2	1,76
2,0	2,32	12,8	26,7	35,8	20,3	1720,6	1,89
2,5	2,41	14,8	27,8	37,3	21,1	1785,8	2,07
3,0	2,43	16,0	28,1	40,0	23,2	1842,5	1,76
Красноградська 49							
1,5	2,21	12,2	24,5	35,8	21,0	1898,2	1,74
2,0	2,40	13,8	26,6	37,1	21,6	1975,6	1,77
2,5	2,50	15,8	28,1	38,8	22,1	1986,3	2,13
3,0	2,56	16,8	30,8	41,1	24,9	2081,3	1,75
Луганчанка							
1,5	2,06	11,2	16,5	34,4	19,1	1644,6	1,75
2,0	2,15	12,8	23,9	35,6	20,1	1677,0	1,91
2,5	2,37	14,4	26,6	37,7	22,8	1751,6	2,12
3.0	2,38	16.1	29.2	42.1	25.9	1900.1	1.78

Отже, максимальна асиміляційна поверхня у сорту Красноградська 49 сформувалася в період повного цвітіння за норми висіву 3,0 млн насінин на 1 га. Аналогічні результати отримані і по інших сортах. У сочевиці сорту Красноградська 250 площа листя при нормі висіву насіння 3,0 млн насінин/га становила 40,0 тис. м²/га, що на 1,1 тис. м²/га менше, ніж у сорту Красноградська 49. У сорту Луганчанка, порівняно з Красноградською 49, навпаки, площа листової поверхні була більша на 1,0 тис. м²/га.

Якщо для одержання зеленої маси сочевиці збільшення площі листків є позитивним явищем, то для формування репродуктивних органів не завжди спостерігається відповідна тенденція. Всі досліджувані сорти із збільшенням площі листової поверхні зменшували врожайність насіння. А тому оптимальною нормою висіву, при якій сформувався найбільший врожай зерна сочевиці й оптимальна площа листової поверхні для всіх досліджуваних сортів, була норма 2,5 млн насінин/га [Сухова, 2012].

Площа листової поверхні культури має велике значення, оскільки цей показник визначає чисту продуктивність фотосинтезу (ЧПФ, г/м² за добу), а відповідно, й урожай [Ничипорович, 1956; Самаров, Тарасенко, 2009].

Із досліджень Сухової Г. І. можна зробити висновок, що максимальна чиста продуктивність фотосинтезу була майже однакова у всіх досліджуваних сортів і становила у сортів Красноградська 49 і Луганчанка за норми 2,5 млн насінин/га 2,13–2,12 г/м² за добу та у сорту Красноградська 250 – 2,07 г/м² за добу. Із зменшенням норми висіву насіння до 1,5 млн насінин/га або із збільшенням до 3,0 млн насінин/га, чиста продуктивність фотосинтезу зменшується.

За даними Максимова М. В., площа листової поверхні сочевиці досягає найбільших розмірів в період наливу зерна при сівбі по пару та напівпаровому

(віко-вівсяна суміш) попередниках з передпосівною обробкою насіння препаратом ЖУСС 2Б (Си-32 г/кг, Мо-15 г/кг) і ЖУСС – 34,6–34,3 тис. м²/га [Максимов, 2016]. Дані інших авторів свідчать про те, що помітної різниці в динаміці формування листової поверхні залежно від мінерального живлення не спостерігалось (без добрив і N₃₀P₆₀K₅₀) [Абросимов, 2013; Абросимов, 2003; Абросимов, Каргин, 2002]. За іншими даними, в незрошуваних умовах Центрального Таджикистану інтенсивне наростання площі листя сочевиці спостерігалось у фазу цвітіння, але максимальний її індекс (від 27,1 до 34,5 тис. м²/га) формувався у фазу плодоутворення. Різниця за величиною площі листя по відношенню до контролю (інокуляція) склала 4,4, а у варіанті інокуляція +P₄₆K_{28,5}+V₁Mo_{0,5} – була найбільшою – 7,0 тис. м²/га [Додихудоева, 2000; Додихудоева, 2004].

Площа листової поверхні у фазу гілкування суттєво не відрізнялася за досліджуваними факторами та варіантами, окрім густоти рослин. За цим фактором загущення рослин призвело до збільшення площі асиміляційної поверхні, але це було обумовлено кількістю рослин, а не фотосинтезуючою поверхнею однієї рослини. Так, за густоти рослин 2,0 млн/га площа листової поверхні складала 3,21–3,22 тис. м²/га, при 2,5 млн/га – 4,54 та 3,0 млн/га – 5,69–6,02 незалежно від умов зволоження. А от найбільші зміни спостерігались у фазу цвітіння, адже саме в цей період була сформована найбільша за вегетацію асиміляційна поверхня сочевиці [Максимов, 2016].

Дослідження впливу глибини обробки ґрунту показало, що поглиблення орного шару позитивно впливає на процеси формування площі асиміляційної поверхні. Так, поглиблення оранки на глибину 20-22 см в незрошуваних умовах сприяло формуванню площі листової поверхні сочевиці, в середньому по досліді, на рівні 17,69 тис. м²/га, а при зрошенні – 26,13 (табл. 17.3).

Таблиця 17.3. – Площа листової поверхні сочевиці у фазу цвітіння залежно від досліджуваних факторів, тис. м²/га [Максимов, 2016]

Середнє за 2013-2015 рр.

Основний обробіток ґрунту (Фактор А)	Фон живлення (Фактор В)	Густота рослин, млн/га (Фактор С)		
		2,0	2,5	3,0
Без зрошення (Фактор D)				
Полицевий на глибину 20-22 см	Без добрив	14,29	16,29	17,29
	N ₄₅ P ₄₅	16,16	18,29	19,38
	N ₉₀ P ₉₀	17,32	19,60	20,61
Полицевий на глибину 28-30 см	Без добрив	14,60	16,47	17,55
	N ₄₅ P ₄₅	16,04	18,77	19,74
	N ₉₀ P ₉₀	17,23	19,93	21,63
Зрошення (Фактор D)				
Полицевий на глибину 20-22 см	Без добрив	19,97	22,59	24,79
	N ₄₅ P ₄₅	24,14	27,13	29,93
	N ₉₀ P ₉₀	25,62	29,12	31,85
Полицевий на глибину 28-30 см	Без добрив	20,80	23,06	25,36
	N ₄₅ P ₄₅	24,61	28,04	30,66
	N ₉₀ P ₉₀	26,18	30,36	32,52

Застосування мінеральних добрив позитивно вплинуло на формування асиміляційного апарату і максимальних значень отримано при внесенні N₉₀P₉₀, в незрошуваних умовах 19,39, а при зрошенні – 29,28 тис. м²/га.

Загущення посівів сприяло збільшенню площі фотосинтетичної поверхні листків сочевиці, в середньому по досліді, в незрошуваних умовах з 7,60 (густота рослин 2,0 млн/га) до 9,23 тис. м²/га (3,0 млн/га). При зрошенні динаміка була аналогічною, але показники були більшими на 11,5 % і коливалися від 8,44 (2,0 млн/га) до 10,47 тис. м²/га (3,0 млн/га) [Максимов, 2016].

За результатами проведених досліджень в Мордовії зміна показників чистої продуктивності фотосинтезу знаходиться в прямій залежності від передпосівної обробки насіння і рівня мінерального живлення [Абросимов, 2003; Абросимов, 2003; Каргин, 2005].

За результатами проведених досліджень в степовій зоні Південного Уралу встановлено, що найбільшу листову поверхню і фотосинтетичний потенціал мали рослини сочевиці в посівах з нормами висіву 2,5 і 3,0 млн/га в пізній строк сівби (32,0–30,0 тис. м²/га і 950–909 тис. м²/га за добу) і тими ж нормами висіву в ранній строк (25,0 тис. м²/га і 838–867 тис. м²/га за добу) [Игнатушкин, 2002].

Відповідно до розрахованого фотосинтетичного потенціалу посівів сочевиці у міжфазний період «гілкування-цвітіння» цей показник в незрошуваних умовах коливався від 0,344 до 0,541 млн. м²/га за добу, що, порівняно з варіантами на зрошенні, був меншим на 60,2 %, де ФП коливався від 0,526 до 0,876 млн. м²/га за добу [Максимов, 2016] (табл. 17.4).

Таблиця 17.4. – Фотосинтетичний потенціал посівів сочевиці у міжфазний період «гілкування - цвітіння» залежно від досліджуваних факторів, млн. м²/га за добу [Максимов, 2016]

Основний обробіток ґрунту	Фон живлення	Густота рослин, млн/га		
		2,0	2,5	3,0
Без зрошення				
Полицевий на глибину 20-22 см	Без добрив	0,344	0,409	0,457
	N ₄₅ P ₄₅	0,381	0,448	0,497
	N ₉₀ P ₉₀	0,403	0,475	0,522
Полицевий на глибину 28-30 см	Без добрив	0,350	0,412	0,462
	N ₄₅ P ₄₅	0,378	0,458	0,504
	N ₉₀ P ₉₀	0,402	0,481	0,541
Зрошення				
Полицевий на глибину 20-22 см	Без добрив	0,526	0,616	0,698
	N ₄₅ P ₄₅	0,619	0,718	0,815
	N ₉₀ P ₉₀	0,654	0,763	0,860
Полицевий на глибину 28-30 см	Без добрив	0,545	0,625	0,710
	N ₄₅ P ₄₅	0,631	0,739	0,832
	N ₉₀ P ₉₀	0,666	0,791	0,876

Найбільш доцільним, за показниками фотосинтетичного потенціалу посівів сочевиці до цвітіння, було виконання оранки на глибину 28–30 см, що дало змогу забезпечити формування ФП в незрошуваних умовах на рівні 0,433, а при зрошенні – 0,713 млн. м²/га за добу. Полицевий обробіток ґрунту на глибину 20–22 см не суттєво зменшив показник.

Внесення мінеральних добрив збільшило площу листової поверхні, що обумовило відповідне зростання фотосинтетичного потенціалу. Так, у міжфазний період «гілкування-цвітіння» ФП на неудобрених варіантах складало 0,406 млн. м²/га за добу в незрошуваних умовах та 0,620 – при зрошенні. Внес-

сення 45 кг/га азотно-фосфорних добрив збільшило показник за обох умов зволоження на 9,4 та 17,0 %, відповідно. За максимальної дози мінеральних добрив $N_{90}P_{90}$ фотосинтетичний потенціал посівів був найвищий і складав в незрошуваних умовах 0,471, а при зрошенні – 0,768 млн m^2 /га за добу.

Загущення рослин на одиниці площі призвело до збільшення фотосинтетичного потенціалу посівів сочевиці. За цих умов найменший показник, в середньому по досліді, 0,376 млн m^2 /га за добу був сформований в незрошуваних умовах та густоті рослин 2,0 млн/га, додаткове розміщення на площі 0,5 млн рослин/га збільшило показник на 18,9 %, а на 1,0 млн/га – на 32,2 %. При зрошенні динаміка змін була аналогічною і складала за густоти рослин 2,0 млн/га – 0,607 млн m^2 /га за добу, 2,5 млн/га – 0,709 та 3,0 млн/га – 0,799.

Аналізуючи дані площі листової поверхні із роботи Топчій О. В., можна побачити, що пік формування листової поверхні на дослідних ділянках за обох строків сівби також припадає на фазу цвітіння (3944,2 та 2504,3 cm^2). Вищі показники площі листової поверхні в рослин спостережено у фазах сходів (170,2 cm^2 – 1-й строк, 219,1 cm^2 – 2-й строк) та стеблування (568,0 cm^2 – 1-й строк, 662,9 cm^2 – 2-й строк) за 2-го строку сівби.

Зростання площі листової поверхні відбувалося поступово між періодами сходів–стеблування та бутонізація–цвітіння. Значне підвищення значень показника (+396,4 % – 1-й строк) спостерігається в міжфазний період стеблування–бутонізація. Після фази цвітіння показники поступово зменшувались. Другий значний стрибок відбувся між фазами утворення бобів та достигання (рис. 17.1).

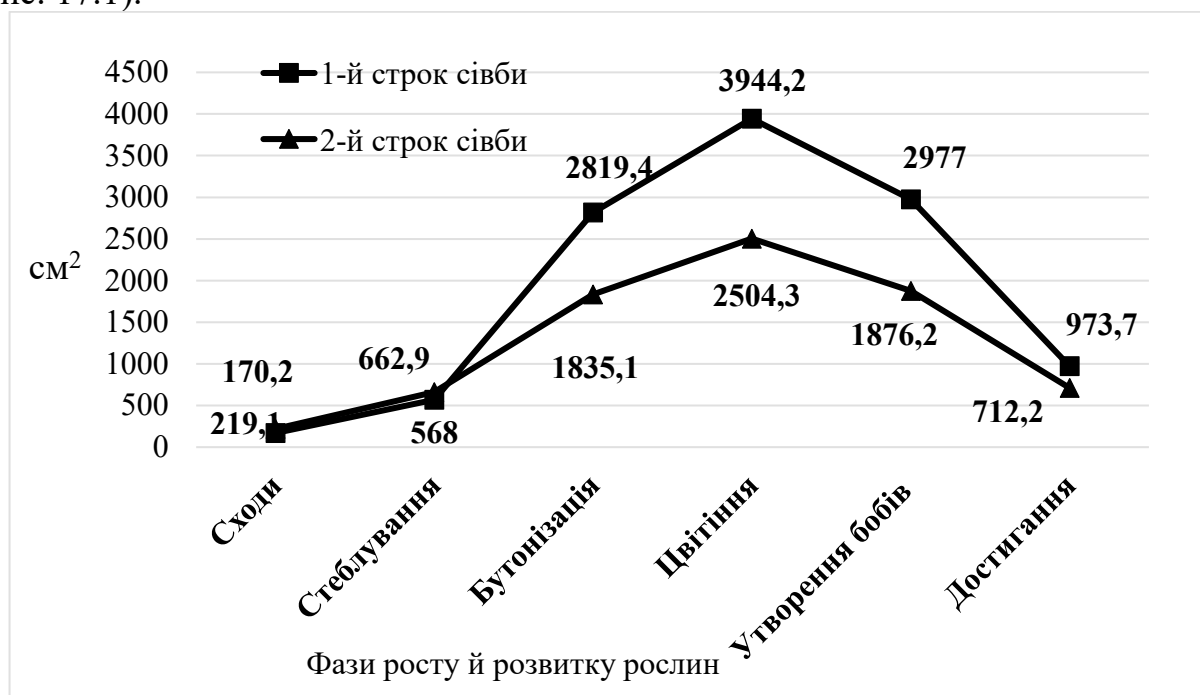


Рис. 17.1. Площа листової поверхні (cm^2) залежно від строків сівби (середнє за 2015–2017 рр.) [Топчій, 2018]

У відсотках показники коливаються від -9,4 % у 2017 р. до -36,6 % у 2016 р. у міжфазний період цвітіння–утворення бобів на дослідних ділянках 1-го строку сівби та від -75,2 % у 2017 р. до -61,6 % у 2016 р. За 2-го строку динаміка зміни площі у 2015–2016 рр. має менш виражений характер (менший ві-

дсоток) порівняно з 1-м строком. У 2017 р., навпаки, зафіксовано більший відсоток, це пов'язано з більш значним зменшенням площі листкової поверхні у фазі досягання. У середньому за обох строків сівби динаміка збільшення цього показника у відсотках знаходиться майже на одному рівні.

Якщо порівняти значення площі листкової поверхні між строками сівби у фазах сходів та стеблуння, то маємо позитивний приріст за показниками площа вибірки (+28,7; +16,7 %) і площа однієї рослини (+29,4; +19,0 %); загальна площа за 2-го строку сівби характеризувалася значно нижчими показниками. Це пов'язано з тим, що показники площі листкової поверхні значною мірою залежать від густоти рослин.

У середньому за роки досліджень за 1-го строку сівби найбільшу площу листкової поверхні на дослідних ділянках зафіксовано після дії мікродобрива Квантум-Бобові у фазах цвітіння – 1013,4 см² (+18,5 % до контролю) та утворення бобів – 897,5 см² (+25,9 %); Реаком-СР-Бобові у фазі досягання – 375,0 см² (+21,8 %). За 2-го строку сівби – у варіантах з мікродобривом Квантум-Бобові у фазі досягання – 347,2 см² (+82,7 %), а також його поєднання з регулятором росту Регоплант у фазах цвітіння – 898,8 см² (+33,3 %) та утворення бобів 790,3 см² (+62,8 %). Залежно від густоти стояння рослин показники загальної площі листкової поверхні були вищими у таких варіантах: за 1-го строку – варіант № 9 у фазі цвітіння, № 6 – утворення бобів та № 7 – досягання; за 2-го строку – № 15 у фазі цвітіння та № 14 у фазах утворення бобів та досягання.

Дослідження Новікової Т. П. показали, що площа листкового апарату сочевиці змінювалася залежно від використання досліджуваних препаратів окремо і в комплексі та фаз розвитку культури. Так, у фазі бутонізації рослин сочевиці позитивний вплив на формування площі листкового апарату простежувався за обприскування посівів регулятором росту рослин Регоплант, де перевищення до контролю складало 4 % (табл. 17.5).

Таблиця 17.5. – Формування площі листкового апарату рослин сочевиці за використання МБП *Rhizobium leguminosarum biovar viceae* і РРР Регоплант, тис. м²/га [Новікова, 2019]

Варіант досліджу	Фаза		
	бутонізації	цвітіння	утворення бобів
Без застосування препаратів (контроль)	24,2	31,5	29,3
РРР Регоплант, 250 мл/т (обробка насіння) – Фон І	29,5	36,9	30,1
МБП <i>Rhizobium leguminosarum biovar viceae</i> штам К-29, 100 мл на гектарну норму насіння (обробка насіння) – Фон ІІ	29,0	7,5	30,3
МБП <i>Rhizobium leguminosarum biovar viceae</i> штам К-29 + РРР Регоплант, 250 мл/т (обробка насіння) – Фон ІІІ	30,7	37,8	30,8
РРР Регоплант, 50 мл/га (обробка вегетуючих рослин)	25,2	34,9	31,6
Фон І + РРР Регоплант, 50 мл/га	30,5	38,0	32,2
Фон ІІ + РРР Регоплант, 50 мл/га	31,3	38,2	34,7
Фон ІІІ + РРР Регоплант, 50 мл/га	32,7	38,9	35,9
<i>HIP</i> _{0,05}	1,5	1,8	1,6

У фазі цвітіння наростання площі листя сочевиці проходило найактивніше, що пов'язано із загальною активізацією ростових процесів рослин у цю фа-

зу розвитку. Так, у фазі цвітіння сочевиці за передпосівної обробки насіннєвого матеріалу Регоплантом відмічено зростання показника відносно контролю на 17%, а за інокуляції мікробіологічним препаратом *Rhizobium leguminosarum biovar viceae* 19% та на 25 і 29% відповідно відносно фази бутонізації. У варіанті з комплексною передпосівною обробкою насіння МБП і РРР перевищення до контролю становило 20%. Посходове внесення регулятора росту рослин Регоплант 50 мл/га сприяло наростанню ПЛА до контролю на 11% у фазу цвітіння та на 8% – у фазу утворення бобів [Новікова, 2019].

За використання в посівах сочевиці досліджуваних препаратів відмічено формування різних показників фотосинтетичної продуктивності (табл. 17.6).

Таблиця 17.6. – Чиста продуктивність фотосинтезу посівів сочевиці за використання МБП *Rhizobium leguminosarum biovar viceae* і РРР Регоплант, г/м² за добу [Новікова, 2019]

Варіант досліджу	Міжфазний період росту й розвитку рослин			
	бутонізація – цвітіння	приріст до контролю, %	цвітіння – утворення бобів	приріст до контролю, %
Без застосування препаратів (контроль)	1,91	100	2,66	100
РРР Регоплант, 250 мл/т (обробка насіння) – Фон І	2,01	+5,2	2,87	+7,8
МБП <i>Rhizobium leguminosarum biovar viceae</i> штам К- 29, 100 мл на гектарну норму насіння (обробка насіння) – Фон ІІ	2,03	6,1	2,88	+8,4
МБП <i>Rhizobium leguminosarum biovar viceae</i> штам К- 29 + РРР Регоплант, 250 мл/т (обробка насіння) – Фон ІІІ	2,04	+6,9	2,95	+10,9
РРР Регоплант, 50 мл/га (обробка вегетуючих рослин)	1,99	+4,3	2,82	+6,2
Фон І + РРР Регоплант, 50 мл/га	2,14	+12,0	3,01	+13,3
Фон ІІ + РРР Регоплант, 50 мл/га	2,13	+11,3	3,02	+13,6
Фон ІІІ + РРР Регоплант, 50 мл/га	2,17	+13,7	3,09	+16,0
<i>HIP</i> _{0,05}	0,12	–	0,14	–

Використання для передпосівної обробки насіння сочевиці МБП *Rhizobium leguminosarum biovar viceae* як окремо, так і сумісно з РРР Регоплант, позитивно вплинуло на формування показників чистої продуктивності фотосинтезу. Зокрема, у варіанті з передпосівною обробкою насіння сочевиці Регоплантом ЧПФ у міжфазний період бутонізація–цвітіння перевищила показники контролю на 5,2%, за обробки МБП – 6,1%. У варіанті Фон ІІІ перевищення даного показника до контролю становило 6,9%. Високі показники ЧПФ сочевиці були відмічені у варіантах посходового внесення РРР Регоплант по фонах І та ІІ, проте найвищі – у варіанті Фон ІІІ + РРР Регоплант (50 мл/га), де перевищення до контролю складало 13,7% [Новікова, 2019].

Вміст пігментів у рослині змінюється впродовж усього періоду вегетації за фазами росту й розвитку рослин сочевиці. Так, показники вмісту пігментів у рослинах сочевиці в 2017 та 2016 роках суттєво різняться між собою, що пов'язано з різними погодними умовами. Так, у 2016 р. у період до та під час фази утворення бобів спостерігалися вищі температури та випала більша кількість опадів, тоді як у 2017 р. пік температур та опадів припав на серпень – кінець вегетації, що відповідно вплинуло на тривалість вегетаційного періоду.

У середньому за роки досліджень найвищим вміст хлорофілів *a* і *b* за 1-го строку сівби був на дослідних ділянках після впливу мікродобрива Квантум-Бобові в поєднанні з регуляторами росту (табл. 17.7). Зокрема, у фазі утворення бобів у варіанті Квантум-Бобові + Стимпо вміст хлорофілу *b* становив 24,5 мг/г (+28,8 % до контролю), хлорофілу *a* – 5,8 мг/г (+62,2 %). У фазі стеблуння найвищий вміст хлорофілу *a* (12,5 мг/г) зафіксовано в контрольному варіанті. Варто зазначити, що у цій фазі вміст пігментів був приблизно на одному рівні на всіх дослідних варіантах. Після застосування регуляторів росту вміст хлорофілів *a* і *b* на деяких варіантах знижувався порівняно із контролем. Зокрема, найістотніше зниження показника вмісту хлорофілу *a* у фазі утворення бобів спостерігалось у варіанті з Регоплантом – 2,8 мг/г проти 3,6 мг/г на контролі (або -23,1 %), хлорофілу *b* – на варіанті зі Стимпо – 17,8 проти 19,0 мг/г (або -6,4 %).

За 2-го строку сівби у фазі утворення бобів найвищий вміст хлорофілу *a* отримано на варіанті зі Стимпо – 4,1 мг/г (+12,6 % до контролю), найменший – за внесення мікродобрива Реаком-СР-Бобові та регулятора росту Регоплант – 2,0 мг/г (-44,0 %). Водночас цей варіант поєднання препаратів забезпечував найбільший приріст вмісту хлорофілу *b* відносно контролю – +225,3 % (24,4 мг/г).

Таблиця 17.7. – Вміст хлорофілів *a* і *b* у рослинному матеріалі сочевиці, мг/г (середнє за 2015–2017 рр.) [Топчій, 2018]

Варіант	1-й строк сівби				2-й строк сівби			
	хлорофіл <i>a</i>		хлорофіл <i>b</i>		хлорофіл <i>a</i>		хлорофіл <i>b</i>	
	стеблуння	утворення бобів	стеблуння	утворення бобів	стеблуння	утворення бобів	стеблуння	утворення бобів
Контроль	12,5	3,6	6,5	19,0	5,6	3,6	5,1	7,5
Регоплант	10,6	2,8	6,3	20,1	8,2	2,8	5,3	22,3
Стимпо	9,3	3,3	7,0	17,8	8,2	4,1	4,6	24,0
Квантум-Бобові	10,2	4,8	6,6	22,4	8,4	2,8	7,1	18,8
Квантум-Бобові + Регоплант	10,2	3,3	7,4	21,6	9,7	3,3	6,7	20,8
Квантум-Бобові + Стимпо	9,6	5,8	7,0	24,5	8,4	3,1	6,7	19,5
Реаком-СР-Бобові	10,4	3,2	7,3	19,2	7,9	2,2	5,4	11,9
Реаком-СР-Бобові + Регоплант	10,8	4,1	7,0	21,2	9,8	2,0	7,0	24,4
Реаком-СР-Бобові + Стимпо	9,8	4,4	6,5	20,3	8,6	2,8	5,9	11,7
НІР _{0,05}	0,18	0,05	0,07	0,21	0,18	0,05	0,07	0,21

Високий вміст цього пігменту також зафіксовано у варіанті з регулятором росту Стимпо – 24,0 мг/г (+220,1 %). Найменшим вміст хлорофілу *b* був на контролі – 7,5 мг/г. Усі варіанти із застосуванням мікродобрива Реаком-СР-Бобові за 2-го строку сівби мали найменший вплив на накопичення хлорофілу *a*.

У фенофазі утворення бобів після дії мікродобрив, регуляторів росту та їх поєднання за 1-го строку сівби різниця вмісту хлорофілу *a* до контролю у більшості варіантів має від’ємне значення. Зокрема, найбільше зниження цього показника проти контролю спостерігається у варіанті з регулятором росту Регоп-

лант (-23,1 %). За 2-го строку сівби лише регулятор росту Стимпо забезпечує приріст вмісту хлорофілу *a* порівняно з контролем (+12,6 %); найбільша від'ємна різниця до контролю була у варіанті Реаком-СР-Бобові + Регоплант (-44,0 %).

За вмістом хлорофілу *b* за 1-го строку сівби найбільша різниця до контролю була після регулятора росту Стимпо (-6,4 %). За 2-го строку сівби всі варіанти мають позитивний приріст, найвищий – у варіанті Реаком-СР-Бобові + Регоплант (+225,3 %).

У таблиці 17.8 наведено показники суми хлорофілів *a* і *b*. Загальний вміст цих пігментів у фазі стеблуння був приблизно на одному рівні, проте в наступній обліковій фазі після дії мікродобрив та регуляторів росту суттєво змінився.

Таблиця 17.8. – Сума хлорофілів *a* і *b* у рослинах сочевиці, мг/г (середнє за 2015–2017 рр.) [Топчій, 2018]

Варіант	1-й строк сівби			2-й строк сівби		
	стеблуння	% між фазами	утворення бобів	стеблуння	% між фазами	утворення бобів
Контроль	19,0	+34,4	22,6	10,7	+4,0	11,1
Регоплант	16,9	+57,1	22,8	13,5	+74,6	25,1
Стимпо	16,3	+51,6	21,1	12,8	+134,2	28,1
Квантум-Бобові	16,8	+63,3	27,2	15,5	+37,1	21,6
Квантум-Бобові + Регоплант	17,6	+39,5	24,8	16,5	+34,8	24,1
Квантум-Бобові + Стимпо	16,7	+82,3	30,3	15,1	+35,3	22,6
Реаком-СР-Бобові	17,7	+25,2	22,4	13,3	+2,0	14,0
Реаком-СР-Бобові + Регоплант	17,8	+44,2	25,3	16,8	+57,8	26,4
Реаком-СР-Бобові + Стимпо	16,3	+58,2	24,8	14,5	+3,8	14,6
НІР _{0,05}	0,35	–	0,42	0,35	–	0,42

У середньому за роки досліджень на всіх варіантах внесення препаратів у фазі утворення бобів зафіксовано підвищення в рослинах сумарного вмісту хлорофілів *a* і *b*. Найбільшим він був у варіантах Квантум-Бобові + Стимпо – 30,3 мг/г (+82,3 %) за 1-го строку сівби та Стимпо – 28,1 мг/г (+134,2 %) за 2-го. Найменший відсоток приросту показника спостерігався за дії Реаком-СР-Бобові за обох строків сівби – +25,2 та +2,0 %.

Найзначніша різниця між строками сівби спостерігалась у контрольних варіантах обох фенологічних фаз – -44,0 та -51,0 % відповідно. У фазі утворення бобів за 2-го строку сівби у трьох варіантах зафіксовано позитивну динаміку формування показника: Регоплант – +9,9 %, Стимпо – +33,1 % та поєднання Реаком-СР-Бобові + Регоплант – +4,3 %.

Література до розділу

Абросимов А. А., Каргин И. Ф. Влияние предшествеников, предпосевной обработки семян жидкими удобрительно-стимулирующими составами и уровня минерального питания на продуктивность чечевицы. *Научные основы рационального землепользования сельскохозяйственных территорий северо-востока Европейской части России*: материалы науч. конф. Сыктывкар, 2002. С. 38–42.

Абросимов А. С. Энергосберегающие приемы основной обработки почвы при возделывании чечевицы на черноземах южных в Поволжье: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: спец. 06.01.01 «Общее земледелие, растениеводство» / Саратов, 2013. 20 с.

- Абросимов А.А. Влияние предшественников, жидких удобрительно – стимулирующих составов и уровня минерального питания на урожайность чечевицы: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: спец. 06.01.01 «Общее земледелие», 06.01.04 «Агрохимия» / Саранск, 2003. – 20 с.
- Додихудоева Г. Продуктивность чечевицы в зависимости от режима питания в условиях Гиссарской долины. Актуальные проблемы развития АПК республики : *Труды ТАУ*. Душанбе, 2000. С. 59.
- Додихудоева Г. Р. Симбиотическая фиксация азота воздуха и продуктивность чечевицы в зависимости от режима питания в условиях Центрального Таджикистана : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук : спец. 06.01.09 «Растениеводство» / Министерство сельского хозяйства республики Таджикистан, Таджикский аграрный университет. Душанбе, 2004. 24 с.
- Игнатушкин Е. П. Агробиологические особенности возделывания чечевицы в степной зоне Южного Урала : дис. ... канд. с.-х. наук : спец. 06.01.09 «Растениеводство» / Оренбург. гос. агр. ун-т. Оренбург, 2002. 203 с.
- Камінський В. Ф., Глієва О. В. Площа листового апарату та фотосинтетична продуктивність посівів проса за різних рівнів мінерального живлення. *Збірник наук. праць ННЦ «Інститут землеробства НААН»*. 2014. Вип. 3. С. 79–84.
- Каргин И. Ф., Кузнецов И. С., Абросимов А. А. и др. Влияние элементов технологии на интенсивность симбиотической активности и урожайность чечевицы. *Зерновое хозяйство*. 2005. № 3. С. 11–13.
- Касымов Д. К., Бухориев Т. А., Додихудоева Г. Р. Влияние удобрений на симбиотические параметры и урожайность чечевицы. Материалы Республиканской конференции по зерновым и зернобобовым культурам. Душанбе, 2004. С. 52–53.
- Максимов М. В. Удосконалення технології вирощування сочевиці за різних умов золоження : дис. ... канд. с.-г. наук : 06.01.02 «Сільськогосподарські міліорації» / Херсонський ДАУ. Херсон, 2016. 206 с.
- Ничипорович А. А. О методике учета и изучения фотосинтеза как фактора урожайности. *Труды института физиологии растений АН СССР*. Москва : Изд. АН СССР, 1955. Т. 10. С. 240–249.
- Ничипорович А. А. Фотосинтез и теория получения высоких урожаев (Сер. : Тимирязевские чтения. Т. 15). Москва : Изд. АН СССР, 1956. 94 с.
- Ничипорович А. А. Фотосинтетическая деятельность растений в посевах: методы и задачи учета в связи с формированием урожаев. Москва : Изд. АН СССР, 1961. 136 с.
- Ничипорович А. А., Строганова Л. Е., Власова М. П. Фотосинтетическая деятельность растений в посевах. Москва : Изд. АН СССР, 1969. 137 с.
- Новікова Т. П. Фотосинтетична продуктивність посівів сочевиці за дії біологічних препаратів. Наукові горизонти. Том 83. №10, 2019. С. 28-34 doi: 10.33249/2663-2144-2019-83-10-28-34
- Новоселов В. Д. К оценке на качество зерна тарелочной чечевицы. *Тр. Саратов. Эконом. Ин-та*. 1954. Т. 4. С. 255–261.
- Петриченко В. Ф., Антипін Р. А. Фотосинтетична продуктивність гороху залежно від впливу технологічних прийомів вирощування в умовах Лісостепу України. *Корми і кормовиробництво : міжвід. темат. наук. зб.* Вінниця : ТОВ «Видавництво-друкарня Діло», 2006. Вип. 57. С. 3–13.
- Петришин Д. М. Оптимізація елементів адаптивної технології вирощування нових сортів вики ярої на насіння в умовах центрального лісостепу України : автореф. дис. ... канд. с. - г. наук. : спец. 06.01.09 «Рослинництво» / Ін-т біоенергетич. культур і цукрових буряків НААН. Київ, 2011. 19 с.
- Рослинництво : практикум / за ред. О. І. Зінченка. Вінниця : Нова книга, 2008. 536 с.
- Рудник-Іващенко О. І. Вплив мінерального живлення на фотосинтез проса посівного. *Вісн. аграрної науки* 2010. № 2. С. 27–31.
- Рудник-Іващенко О. І. Просо. Особливості біології, фізіології, генетики. Київ : Колобіг, 2009. 160 с.
- Самаров В. М. Тарасенко А. И., Урожайность семян чечевицы при различных способах посева в степной зоне. *Агроэкономические проблемы техногенного региона* : Материалы Всероссийской конференции с элементами научной школы для молодежи в области рационального природопользования. Кемерово. 2009. С. 81–89.
- Сорокин С. И. Теоретические и практические аспекты совершенствования технологии выращивания семенной и товарной чечевицы в лесостепном Поволжье : дис. ... доктора с.-х. наук. : спец. 06.01.09 «Растениеводство» / Государственное научное учреждение «Пензенский научно-исследовательский институт сельского хозяйства Россельхозакадемии». Саратов, 2009. 373 с.
- Сорокин С. И. Теоретические и практические аспекты совершенствования технологии выращивания семенной и товарной чечевицы в лесостепном Поволжье : автореф. дис. ... доктора с.-х. наук : спец. 06.01.09 «Растениеводство» / Государственное научное учреждение «Пензенский научно-исследовательский институт сельского хозяйства Россельхозакадемии». Саратов, 2009. 42 с.
- Сухова Г. І. Формування елементів продуктивності сочевиці залежно від особливостей сорту. *Вісн. ХНАУ: Збірник наукових праць Харківського національного аграрного університету. Серія : Рослинництво, селекція і насінництво, плодоовочівництво*. Харків, 2012. № 2. С. 106–111.
- Сухова Г. І. Фотосинтетична діяльність сортів сочевиці в умовах Східного Лісостепу України. *Вісн. ХНАУ: Збірник наукових праць Харківського національного аграрного університету. Серія : Рослинництво, селекція і насінництво, плодоовочівництво*. Харків, 2012. № 2. С. 150–155.
- Тооминг Х. Г. Солнечная радиация и формирование урожая. Ленинград : Гидрометеиздат, 1977. 200 с.

Тооминг Х. Г. Экологические принципы максимальной продуктивности посевов. Ленинград : Гидрометиздат, 1984. 260 с.

Топчій О. В. Вміст хлорофілів у листках сочевиці залежно від строків сівби та застосування мікродобрив і регуляторів росту. *Наукове забезпечення інноваційного розвитку агропромислового комплексу в умовах змін клімату* : тези Міжнародної науково-практичної конференції молодих вчених і спеціалістів 25-26 травня 2017 р. / НААН, ДУ ІЗК НААН, М-во аграр. Політики та прод. України, Укр. ін-т експертизи сортів рослин. Вінниця : ТОВ «Нілан-ЛТД», 2017. 2017. С. 146.

Топчій О. В. Розробка елементів технології вирощування сочевиці в умовах Лісостепу України : дис. ... канд с.-г. наук. : спец. 06.01.09 «Рослиництво» / Ін-т біоенергетич. культур і цукрових буряків НААН. Київ, 2018. 226 с.

Устенко Г. П. Фотосинтетическая деятельность растений в посевах как основа формирования урожая. *Фотосинтез и вопросы продуктивности растений*. Москва : Изд. АН СССР, 1963. С. 37–70.

Шатилов И. С. Фотосинтетическая деятельность некоторых полевых культур при разных сроках и способах посева. *Известия ТСХА*. 1967. Вып. 3. С. 44–49.

Шатилов И. С., Голубева Г. С. Фотосинтетический потенциал и чистая продуктивность клевера красного в полевых условиях. *Известия ТСХА*. 1969. Вып. 4. С. 85–92.

Шовкова О. В. Фотосинтетична продуктивність посівів сої залежно від строків сівби та способів застосування мікродобрив. *Вісн. Полтавської держ. аграр. акад.* 2014. № 2. С. 156–160.

РОЗДІЛ 18

КОМПЛЕКСНИЙ ВПЛИВ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ НА ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ СОЧЕВИЦІ

Виробництво сочевиці спочатку було зосереджене на забезпеченні продовольством для місцевого споживання, але тепер розширилося до масштабів забезпечення світового попиту. А тому технології, що використовувались раніше, відходять на другий план і для ефективного вирощування сочевиці потрібно враховувати ефекти від комплексного поєднання елементів технології.

Одним з головних елементів технології вирощування є сорт. І треба зазначити, що на даний час вітчизняні сорти сочевиці мають кращий генетичний потенціал адаптивності до наших різноманітних агроекологічних умов вирощування, ніж іноземні [Кириченко, та ін., 2002]. Так, за застосування високоякісного насіння врожайність сочевиці може бути на рівні 1,6–2,0 т/га [Шевченко, та ін., 2005].

Рівень урожаю також суттєво залежить і від якісного виконання основних елементів технології вирощування [Посыпанов, Кобизева, 1994] та правильного підбору їх в плані нівелювання стресів рослин, спричинених впливом несприятливих біотичних і абіотичних чинників [Сорокин, 2005].

В кінцевому підсумку комплексне застосування факторів технології вирощування впливає на структуру врожаю. Адже одним із головних складників структури врожайності сочевиці є боби, а саме їх загальна кількість, кількість обнасієних бобів та відсоток пустих бобів [Топчій, 2017; Топчій, 2018; Присяжнюк, Топчій, 2017] (табл. 18.1).

Таблиця 18.1 – Вплив елементів технології вирощування на кількість бобів, шт./рослину, 2015–2017 рр. [Топчій, 2018; Присяжнюк, Топчій, 2017]

Варіант	Строк сівби					
	1-й			2-й		
	кількість бобів	% пустих бобів	обнасієні боби	кількість бобів	% пустих бобів	обнасієні боби
Контроль	24,7	28,8	19,1	20,5	35,6	15,0
Регоплант	29,2	30,5	21,4	20,5	29,2	15,1
Стимпо	28,8	25,7	22,4	23,2	33,3	16,9
Квантум-Бобові	32,8	27,0	26,2	21,5	30,6	15,9
Квантум-Бобові + Регоплант	30,9	27,2	24,7	21,6	28,8	16,3
Квантум-Бобові + Стимпо	32,1	27,3	25,5	23,0	29,6	17,5
Реаком-СР-Бобові	32,5	26,8	26,1	23,8	31,9	18,4
Реаком-СР-Бобові + Регоплант	29,0	28,7	22,8	20,9	34,7	15,6
Реаком-СР-Бобові + Стимпо	35,4	30,0	27,4	19,7	29,3	15,0
НІР _{0,05}	0,9	–	0,7	0,9	–	0,7

Так, за 1-го (раннього) строку сівби у варіанті № 9 Реаком-СР-Бобові + Стимпо були найбільші показники загальної кількості бобів – 35,4 шт. та кількості обнасієних бобів – 27,4 шт.; за 2-го строку – у варіанті № 16 Реаком-СР-Бобові – 23,8 та 18,4 шт. відповідно (табл. 16). Найбільший відсоток пустих бобів на рослині виявлено у варіантах застосування регулятора росту Регоплант за

1-го строку сівби – (-30,5 %) та у контролі за 2-го – (-35,6 %). Найменшим цей показник був у варіантах № 3 Стимпо – (-25,7 %) та № 14 Квантум-Бобові + Регоплант – (-28,8 %).

У середньому за роки досліджень найвищі показники врожайності за 1-го строку були після дії регуляторів росту Стимпо – 2,37 т/га (+7,1 % до контролю) та Регоплант – 2,35 т/га (+6,3 %), за 2-го строку – у варіантах Квантум-Бобові + Регоплант та Реаком-СР-Бобові + Стимпо – 2,02 т/га (+13,3 %). Найменшою врожайність культури за обох строків сівби була в контрольних варіантах – 2,21 та 1,78 т/га відповідно (табл. 18.2).

Таблиця 18.2 – Урожайність сочевиці залежно від строків сівби, мікродобрив та регуляторів росту, т/га [Топчій, 2017; Топчій, 2018]

Варіант	1-й строк сівби		2-й строк сівби	
	урожайність	% до контролю	урожайність	% до контролю
Контроль	2,21	100	1,78	100
Регоплант	2,35	+6,5	1,87	+5,2
Стимпо	2,37	+7,1	1,97	+10,5
Квантум-Бобові	2,27	+2,9	1,93	+8,6
Квантум-Бобові + Регоплант	2,33	+5,6	2,02	+13,3
Квантум-Бобові + Стимпо	2,23	+0,8	1,91	+7,3
Реаком-СР-Бобові	2,20	-0,3	1,92	+7,7
Реаком-СР-Бобові + Регоплант	2,29	+3,5	2,00	+12,4
Реаком-СР-Бобові + Стимпо	2,34	+5,7	2,02	+13,3
НІР _{0,05}	0,06	–	0,06	–

Встановлено, що найістотніше на формування цієї ознаки впливали строки сівби (23 %) та умови року (18 %) (рис. 18.1).

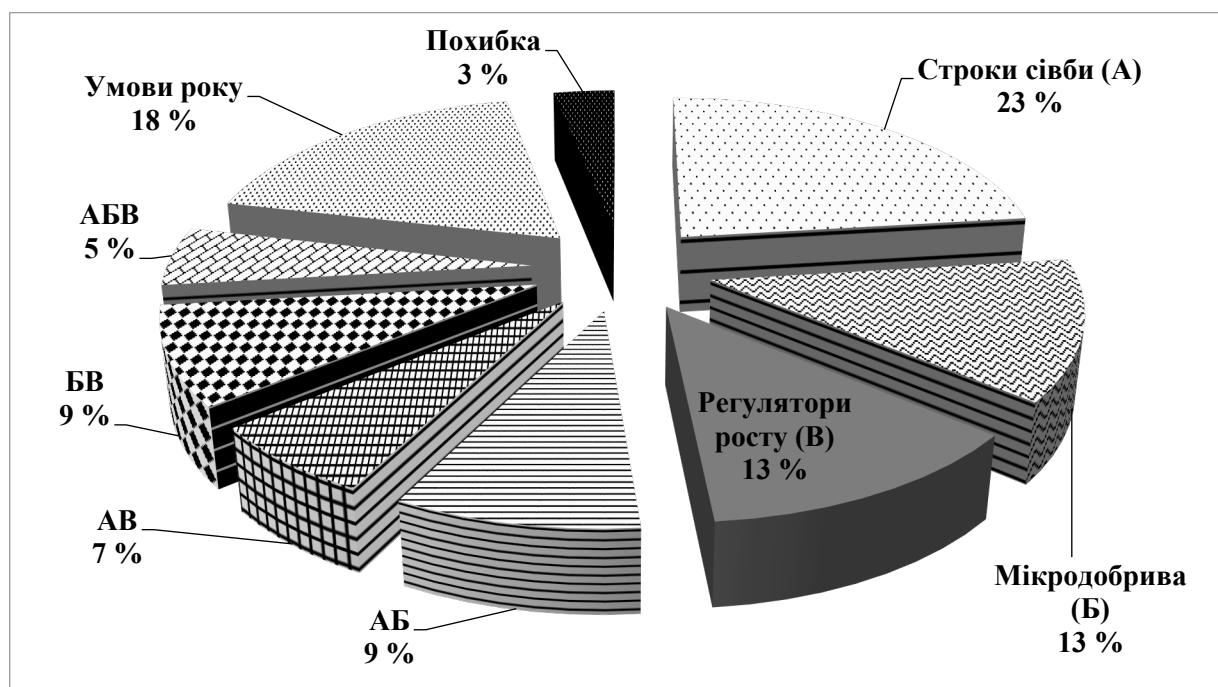


Рис. 18.1. Частка впливу факторів на врожайність сочевиці [Присяжнюк, Топчій, 2017; Топчій, 2018]

Частка впливу регуляторів росту та мікродобрих становила 13 %, взаємодія факторів – у межах 7–9 %.

За результатами досліджень Сухової Г. І., проведеними в 1998–2000 рр. в умовах Лісостепу України, кращим способом сівби сочевиці був смужковий; в цьому варіанті врожайність обох сортів була вищою, ніж за рядкового способу (табл. 18.3).

Таблиця 18.3 – Вплив сорту, способу сівби і норми висіву на врожайність зерна сочевиці, т/га (середнє за 1998–2000 рр.) [Сухова, 2012]

Сорт	Спосіб сівби	Норма висіву, млн шт./га			
		1,5	2,0	2,5	3,0
Красноградська 250	Рядковий	1,13	1,30	1,20	1,15
	Смужковий	1,15	1,50	1,31	1,18
Красноградська 49	Рядковий	1,26	1,49	1,38	1,28
	Смужковий	1,29	1,72	1,49	1,35

В умовах 1998–2000 рр. (ГТК за вегетаційний період 0,88) урожайність сочевиці різко знижується. За варіантами норм висіву у сорту Красноградська 250 вона коливається в межах від 1,13 до 1,50 т/га і у сорту Красноградська 49 – від 1,26 до 1,72 т/га. Найбільший урожай в таких умовах був за норми висіву 2,0 млн насінин/га, а зі збільшення норми висіву до 2,5 і 3,0 млн насінин/га врожайність сочевиці знижувалася у сорту Красноградська 250 відповідно на 0,14 і 0,17 т/га, або на 8,6–10,5 %, і у сорту Красноградська 49 – на 0,18 і 0,30 т/га, або на 11,1 і 18,5 %.

Частки впливу факторів на формування врожаю сочевиці становили: сорту – 44 %, способу сівби – 7 %, норми висіву – 29 %, взаємодії способу сівби і норми висіву – 3 % та інших факторів – 17 % (рис. 18.2).

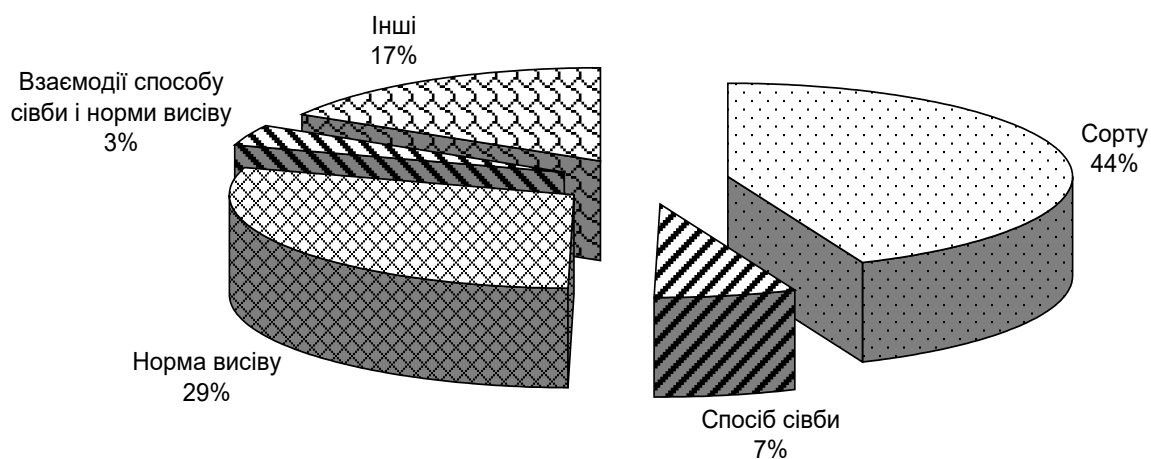


Рис.18.2. Частки впливу досліджуваних факторів на формування врожаю сочевиці у 1999 р. [Сухова, 2012]

Традиційно сочевицю вирощують за природного вологозабезпечення та в менш екстремальних за температурним градієнтом умовах, в яких вона формує досить високу продуктивність [Клиша, Кулініч, 2010; Кулинич, 2005; Кулініч, 2004; Лихочвор та ін., 2008].

А от в умовах Південного Степу України кліматичні умови суттєво впливали на продуктивність культури (табл. 18.4) [Максимов, 2016].

Таблиця 18.4 – Урожайність насіння сочевиці залежно від досліджуваних факторів, т/га (середнє за 2013-2015 рр.) [Максимов, 2016]

Основний обробіток ґрунту	Фон живлення	Густота рослин, млн/га		
		2,0	2,5	3,0
Без зрошення				
Полицевий на глибину 20-22 см	Без добрив	1,06	0,99	0,85
	N45P45	1,30	1,22	1,03
	N90P90	1,20	1,15	0,94
Полицевий на глибину 28-30 см	Без добрив	1,08	1,01	0,87
	N45P45	1,35	1,26	1,05
	N90P90	1,24	1,17	0,96
Зрошення				
Полицевий на глибину 20-22 см	Без добрив	1,50	1,86	1,70
	N45P45	1,94	2,44	2,24
	N90P90	1,82	2,29	2,08
Полицевий на глибину 28-30 см	Без добрив	1,51	1,89	1,74
	N45P45	1,98	2,48	2,30
	N90P90	1,86	2,33	2,15

Вирощування сочевиці у варіантах природного рівня родючості забезпечило отримання на богарі від 0,85 до 1,08 т/га насіння сочевиці, а при зрошенні – 1,50–1,89 т/га. Внесення N₄₅P₄₅ збільшило врожайність, в середньому по досліді, на 22,4 % за природного зволоження та 31,2% – при зрошенні. Подальше збільшення дози мінеральних добрив до N₉₀P₉₀ призвело до зниження продуктивності рослин.

При зрошенні, коли лімітуючим фактором виступає вже не волога, а елементи живлення, оптимальним рівнем густоти рослин було 2,5 млн. шт./га, за якого врожайність насіння становила від 1,86 до 2,48 т/га.

За суттєвого дефіциту вологи в умовах Південного Степу України рівень продуктивності насамперед залежить від цього фактору. Так, в незрошуваних умовах рівень урожайності сочевиці коливався від 0,85 до 1,35 т/га, а 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.

Основною цінністю бобових культур, зокрема сочевиці, є високий вміст в насінні білка. Вміст сирого протеїну в сухій речовині зеленої маси складає 14,1-20,0 %, а в насінні – 22,0-34,7 % [Сергеев, 2004].

Проведені дослідження в умовах Воронежської області показали, що акліматизовані сорти сочевиці забезпечують урожайність насіння на рівні 1,24-1,69 т/га з вмістом білка від 20,1 до 26,9 % та збором білка від 265 до 441 кг/га [Калашникова, 2008; Манжесов и др., 2007; Сторожик, 2009].

За результатами досліджень, проведених Максимовим М. В., встановлено, що застосування мінеральних добрив покращило поживний режим ґрунту, що в свою чергу сприяло формуванню більш якісного врожаю. За внесення N₉₀P₉₀ вміст білка в насінні сочевиці досяг максимальних значень як у незрошуваних умовах – в середньому 23,63 %, так і при зрошенні - 25,36 %. Внесення азотно-фосфорних добрив 45 кг/га діючої речовини призвело до зменшення вмісту білка, порівняно з попередньою дозою, на 6,2 та 6,6% (табл. 18.5).

Таблиця 18.5 – Вміст білка в насінні сочевиці залежно від досліджуваних факторів, % (середнє за 2013-2015 рр.) [Максимов, 2016]

Основний обробіток ґрунту	Фон живлення	Густота рослин, млн./га		
		2,0	2,5	3,0
Без зрошення				
Полицевий на глибину 20-22 см	Без добрив	20,32	19,99	18,74
	N ₄₅ P ₄₅	22,86	22,06	21,23
	N ₉₀ P ₉₀	24,22	23,54	22,67
Полицевий на глибину 28-30 см	Без добрив	20,86	20,04	19,61
	N ₄₅ P ₄₅	23,72	22,13	21,57
	N ₉₀ P ₉₀	24,49	23,86	22,99
Зрошення				
Полицевий на глибину 20-22 см	Без добрив	22,09	21,75	20,87
	N ₄₅ P ₄₅	24,41	23,86	22,77
	N ₉₀ P ₉₀	26,02	25,22	24,60
Полицевий на глибину 28–30 см	Без добрив	22,17	22,30	21,09
	N ₄₅ P ₄₅	24,79	24,01	22,91
	N ₉₀ P ₉₀	26,18	25,40	24,73

Загущення рослин негативно впливає на всі фізіологічні процеси росту та розвитку культури у зв'язку з їх конкуренцією за фактори життя. В досліді Максимова М. В. найменший 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 %. 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 %.

Згідно результатів Присяжнюка О. І та Топчій О. В. вміст сирого протеїну в насінні сочевиці в середньому за роки досліджень був на рівні 26–29 %.

За показником вмісту сирого протеїну максимальні значення були у варіантах Реаком-СР-Бобові + Стимпо – 27,81 % (+2,1 %) за 1-го строку сівби та Реаком-СР-Бобові – 28,60 % (+1,9 %) за 2-го. Найнижчі показники виявлено у варіанті із внесення регулятора росту Стимпо – 26,70 % (-1,9 %) за 1-го строку та Квантум-Бобові + Регоплант – 27,69 % (-1,3 %) за 2-го (табл. 18.6).

Таблиця 26

Таблиця 18.6 – Вміст сирого протеїну та загального азоту в насінні сочевиці залежно від факторів досліді (середнє за 2015–2017 рр.) [Топчій О. В., 2018; Присяжнюк О. І. та ін., 2017]

Варіант	Сирий протеїн		Загальний азот	
	1-й строк сівби	2-й строк сівби	1-й строк сівби	2-й строк сівби
Контроль	27,23	28,05	4,36	4,49
Регоплант	27,72	27,92	4,44	4,47
Стимпо	26,70	28,55	4,28	4,57
Квантум-Бобові	27,00	28,56	4,32	4,57
Квантум-Бобові + Регоплант	27,47	27,69	4,40	4,43
Квантум-Бобові + Стимпо	27,60	28,20	4,46	4,52
Реаком-СР-Бобові	27,17	28,60	4,35	4,58
Реаком-СР-Бобові + Регоплант	27,78	28,09	4,45	4,50
Реаком-СР-Бобові + Стимпо	27,81	28,56	4,45	4,57
НІР _{0,05}	0,18	0,18	–	–

Найвищі значення вмісту загального азоту за 1-го строку сівби отримано у варіантах Квантум-Бобові + Стимпо – 4,46 % (+2,3 %), Реаком-СР-Бобові + Регоплант та Реаком-СР-Бобові + Стимпо – 4,45 % (+2,1 %); за 2-го строку – Реаком-СР-Бобові – 4,58 % (+2,0 %), Стимпо, Квантум-Бобові та Реаком-СР-Бобові + Стимпо – 4,57 % (+2,0 %). Найнижчий вміст був у варіантах Стимпо – 4,28 % (-1,8 %) та Квантум-Бобові + Регоплант – 4,43 % (-1,3 %).

Порівняння показників вмісту сирого протеїну в насінні сочевиці за строками сівби дає змогу стверджувати, що за 2-го строку їх значення були значно більшими (рис. 18.3).

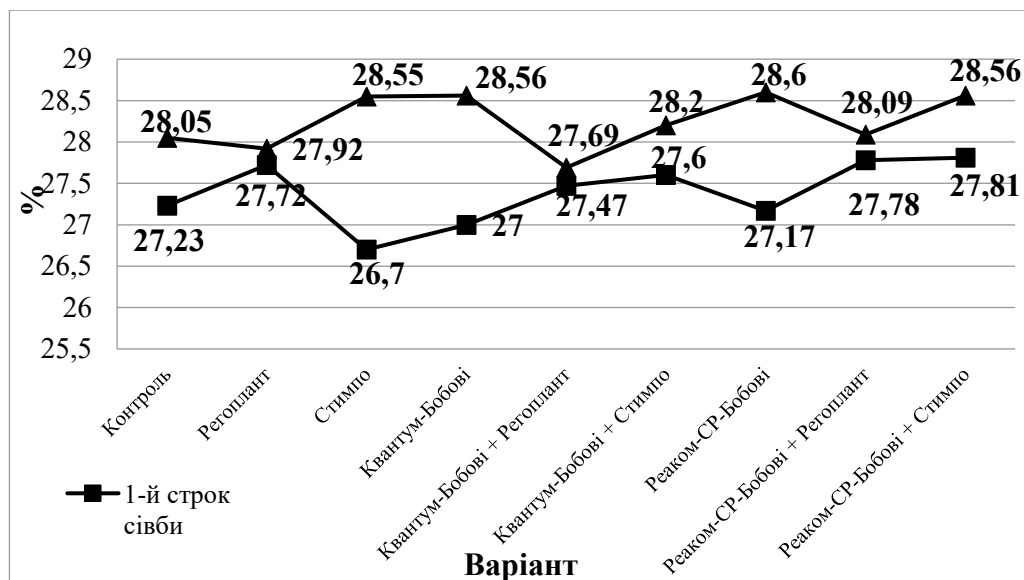


Рис. 18.3. Вміст сирого протеїну в насінні залежно від строків сівби, мікродобрив, регуляторів росту (середнє за 2015–2017 рр.) [Топчій, 2018]

Частки впливу факторів на вміст сирого протеїну в насінні сочевиці залежно від впливу факторів та їх поєднання наведено на рисунку 18.4.

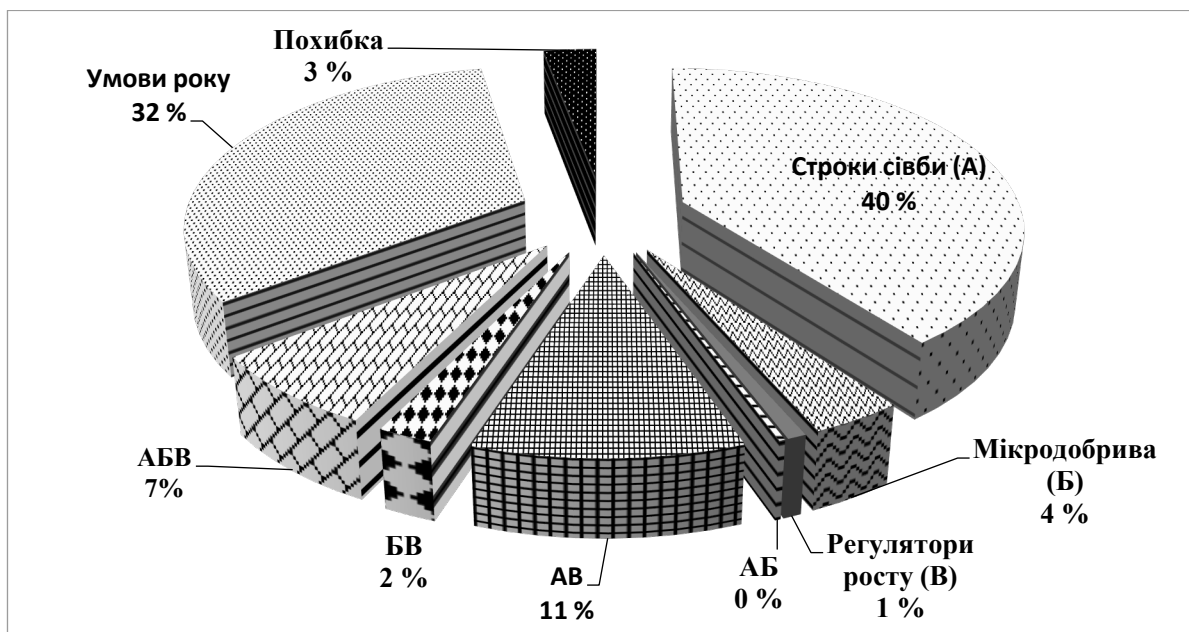


Рис. 18.4. Частка впливу факторів на вміст сирого протеїну залежно від строків сівби, мікродобрив, регуляторів росту [Топчій, 2018]

Як впливає з даних рисунка, найбільш вагомими факторами, що впливають на формування цього показника, є строки сівби (40 %) та умови вегетаційного періоду (32 %).

Якщо сконцентрувати увагу на особливостях формування продуктивності посівів сочевиці, то варто більш детально з'ясувати, які елементи визначають врожай. Так, врожай насіння складається з індивідуальної продуктивності та загальної кількості рослин на одиницю площі. А тому існує два шляхи підвищення врожайності: збільшення кількості рослин на одиницю площі та збільшення продуктивності окремих рослин.

Однак сочевиця схильна до гілкування і переплетення рослин вусиками, завдяки чому створюється дуже щільний покрив. У випадку згущення посівів створюються сприятливі умови для розвитку грибкових хвороб. Також врожай може зменшитись за рахунок конкуренції рослин між собою, низького прикріплення нижнього бобу, низької конкуренції з бур'янами, нерівномірного дозрівання, низької толерантності до гербіцидів. Також рослини сочевиці по-різному реагують на умови вирощування, що виражається в широкому варіюванні рівня їх продуктивності і морфологічно-біологічних особливостей. У сприятливі за метеорологічними умовами роки врожайність насіння досягає 1,5–1,9 т/га, знижуючись в несприятливі роки до 0,45–0,67 т/га [Коноплев, 2004].

Сочевиця – низькоросла рослина, а середня висота сортів, які зареєстровані на теренах України, складає 35–45 см. На відміну від інших культур, у сочевиці немає чітко вираженого центрального пагону, тому важливим значенням для збільшення продуктивності є створення відносно високорослих сортів. Для створення таких сортів можуть використовувати середземноморські форми із Іспанії і Італії [Гуляев, 1975], а також деякі вітчизняні сорти [Невмивако, 1999].

Значний вплив на зниження врожайності та якості насіння має здатність рослин до вилягання. Даний фактор може призвести до недобору врожаю на 80 %. А тому у рослин сочевиці висота прикріплення нижнього бобу повинна бути не менше 15 см [Горельникова, 1982; Помогаева, Чирков, 1968]. Дана ознака досить легко піддається селекційному поліпшенню. Проте вкорочені стебла від першого плідного вузла до верхівки не завжди є бажаними, бо може зменшуватися кількість плідних вузлів та бобів на рослині [Клиша, Невмивайко, 2000].

Придатність до механічного збирання в сочевиці також значно залежить від погодних умов, особливо це стосується середньостиглої, середньопізньої та пізньостиглої груп стиглості [Горельникова, 1982; Помогаева, Чирков, 1968; Erskine, Goodrich, 1988; Присяжнюк., Топчій, Калюжна, Українець, 2018].

Відсутність ефективної збиральної техніки, погіршення генетичних властивостей насіння сочевиці: нерівномірне дозрівання, розтріскування, обсіпання насіння, схильність до вилягання, низьке прикріплення бобів та низькорослість може бути причиною втрати комерційного інтересу до вирощування даної культури [Шихман, 2012]. Різке зниження площ посіву цієї культури і невисока її врожайність свідчать, що більшість зареєстрованих сортів мають технологічні недоліки і дуже залежать від абіотичних факторів [Камінський та ін., 2008].

Високі урожаї сочевиці можна одержати лише при забезпеченні рослини всіма необхідними елементами живлення та іншими факторами, що сприяють оптимальному перебігу життєвих процесів. А тому практичне одержання високих урожаїв сочевиці забезпечується системою заходів, що орієнтовані на створення умов для повноцінного росту й розвитку рослин [Калашникова, 2008; Каргин и др., 2007].

Література до розділу

- Erskine W., Goodrich W. J. Lodging in lentil and its relationship with other characters. *Canad Journal of Plant Science*. 1988. Vol. 68. № 4. P. 929–934.
- Горельникова М. М. Направления селекции тарелочной чечевицы *Селекция и семеноводство*. 1982. № 9. С. 11–12.
- Калашникова С. В. Изучение качества чечевицы. *Растениеводство и селекция*. 2008. № 2. С. 37–38.
- Камінський В. Ф., Голодна А. В., Шляхтуров Д. С. Інтенсифікація виробництва зернобобових культур в умовах Північного Лісостепу. *Землеробство*. 2008. Вип. 80. С. 109–115.
- Каргин И. Ф., Букин С. Л., Перов Н. А. Продуктивность чечевицы в зависимости от технологии возделывания. *Защита и карантин растений*. 2007. № 2. 33 с.
- Кириченко В. В. Корчинський А. А., Волкодав В. В., Костромітін В. М. Наукові основи формування сортової структури сільськогосподарських культур. *Селекція і насінництво* : міжвід. темат. наук. зб. Харків, Вип. 86. 2002. С. 3.
- Клиша А. І. Кушнір О. О. Сочевиця: цінна зернобобова культура *Агроном*. 2010. № 4. С. 176–177.
- Клыша А. И., Невмивайко Т. В. Характер изменчивости хозяйственно-ценных признаков у сортообразцов чечевицы и отбор продуктивных форм. *Вісн. Полтавського держ. с.-г. ін-ту*. 2000. № 4. С. 5–6.
- Коноплев Ю. И. Влияние биологических и агротехнических факторов на формирование продукционного процесса и повышение урожайности семян новых сортов чечевицы : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук : спец. 06.01.09 «Растениеводство» / Всероссийский научно-исследовательский институт зернобобовых и крупяных культур РАСХН «Орловский государственный аграрный университет». Орел, 2004. 24 с.
- Кулинич А. А. Новый взгляд на старую культуру. АПК- Информ: овощи & фрукты: *Проект аграрного маркетинга*. 2005. URL: <http://www.fruit-inform.com>
- Кулініч О. О. Сочевиця: розумна альтернатива. *Пропозиція*. 2004. № 10. С. 52–53.
- Лихочвор В. В., Петриченко В. Ф., Іващук П. В. Зерновиробництво [20 зернових культур]. Львів : Українські технології, 2008. 624 с.
- Максимов М. В. Удосконалення технології вирощування сочевиці за різних умов зосередження : дис. ... канд. с.-г. наук : 06.01.02 «Сільськогосподарські міліорації» / Херсонський ДАУ. Херсон, 2016. 206 с.
- Манжесов В. И., Калашникова С. В., Сторожик В. В. Актуальность возделывания и хозяйственная ценность чечевицы. *Воронежский агровестник*. 2007. № 12. С. 31–33.
- Невмивако Т. В. Цінні для селекції сортотразки сочевиці. *Бюл. Ін-ту зернового госп-ва*. 1999. № 11. С. 43–45.
- Частная селекция полевых культур / под ред. Г.В. Гуляева. Москва : Колос, 1975. 464 с.
- Помогаева А. И., Чирков А. И. Улучшить селекционную работу по чечевице. *Селекция и семеноводство*. 1968. № 2. С. 31–32.
- Посыпанов Г. С., Кобозева Т. П. Методические указания для слушателей ФПК сельскохозяйственных вузов. Москва : Изд-во МСХА, 1994. С. 5–8.
- Присяжнюк О. І., Топчій О. В., Калюжна Е. А., Українець В. В. Технологія вирощування сочевиці в умовах Лісостепу України : методичні рекомендації. Київ : Нілан-ЛТД, 2018. 52 с.
- Присяжнюк О. І., Топчій О. В. Вплив елементів технології на формування бобів та продуктивність сочевиці. *Збірник наукових праць Національного наукового центру «Інститут землеробства НААН»*. Київ : ВП «Едельвейс», 2017. Вип. № 3. 182 с. С. 35–47.
- Присяжнюк О. І., Топчій О. В. Формування елементів структури врожайності сочевиці залежно від строків сівби, мікродобрив, регуляторів росту. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків* : зб. наук. праць. 2017. Вип. 25. С. 72–78.
- Присяжнюк О. І., Топчій О. В., Шевченко Т. В. Біохімічні показники насіння сочевиці залежно від елементів технології вирощування. *Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин*. 2017. Т. 13, № 4. С. 409–415. doi: 10.21498/2518-1017.13.4.2017.117750.
- Сергеев С. Н. Сравнительная продуктивность зернобобовых культур на супесчаных почвах Северо-Западного региона РФ при использовании на зерно и кормовую массу : дис. ... канд. с.-х. наук : спец. 06.01.12 «Кормопроизводство и луговое хозяйство» / Великолукская государственная сельскохозяйственная академия. Великие Луки, 2004. 126 с.

Сорокин С. И. Роль смешанных посевов в стабилизации производства чечевицы. *Зерновое хозяйство*. 2005. № 6. С. 26–27

Сторожик В. В. Урожайность, качество зерна и пищевая ценность новых сортов чечевицы в зависимости от сроков посева : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук : спец. 06.01.09 «Растениеводство» / ФГОУ ВПО «Воронежский государственный аграрный университет им. К. Д. Глинки». Воронеж, 2009. 25 с.

Сухова Г. І. Продуктивність сочевиці залежно від елементів технології вирощування в умовах Східного Лісостепу України : дис. ... канд. с.-г. наук : 06.01.09 «Рослинництво» / Ін-т біоенерг. культур і цукр. буряків НААН. Київ, 2012. 200 с.

Сухова Г. І. Формування елементів продуктивності сочевиці залежно від особливостей сорту. *Вісн. ХНАУ: Збірник наукових праць Харківського національного аграрного університету. Серія : Рослинництво, селекція і насінництво, плодоовочівництво*. Харків, 2012. № 2. С. 106–111.

Топчий О. В. Вплив елементів технології на формування бобів сочевиці. *Новітні агротехнології: теорія та практика* : Матеріали тез доповідей міжнародної науково-практичної конференції присвяченої 95-річчю Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН (м. Київ, 11 липня 2017 р.). Вінниця : ТОВ «Нілан-ЛТД», 2017. С. 154

Топчий О. В. Вплив мікродобрив та регуляторів росту на урожайність сочевиці. *Агробіологія : Збірник наукових праць*. Біла Церква, 2017. Вип. № 2 (135). С. 86–91.

Топчий О. В. Вміст сирого протеїну та загального азоту в насінні сочевиці залежно від елементів технології вирощування. *Селекція, генетика та технології вирощування сільськогосподарських культур* : матеріали VI Міжнародної науково-практичної конференції молодих вчених і спеціалістів (20 квітня 2018 р., с. Центральне) присвячена 55 річчю реєстрації сорту-шедеву пшениці м'якої озимої Миронівська 808. Вінниця : ТОВ «Нілан-ЛТД», 2018. 96 с

Топчий О. В. Розробка елементів технології вирощування сочевиці в умовах Лісостепу України : дис. ... канд. с.-г. наук : спец. 06.01.09 «Рослинництво» / Ін-т біоенергетич. культур і цукрових буряків НААН. Київ, 2018. 226 с.

Шевченко А. М., Шевченко І. А., Єрохіна Н. С. Селекція і насінництво небуріючої сочевиці. *Селекція і насінництво* : міжвід. темат. наук. зб. Харків. Харків, 2005. Вип. 90. С. 143–149.

Шихман Н. В. Продуктивність сочевиці залежно від елементів технології вирощування в Правобережному Лісостепу України : автореф. дис. ... канд. с.-г. наук : спец. 06.01.09 «Рослинництво» / НУБіП України. Київ, 2012. 20 с.

[illegible]

Підписано до друку 22.06.2020.
Формат 60×84/8. Папір офсетний.
Друк офсетний.
Друк. арк. 22,5. Умов. друк. арк. 20,1. Обл.-видавн. арк. 18,7.
Наклад 650 прим. Зам. № 3708/1.

Віддруковано з оригіналів замовника.
ФОП Корзун Д.Ю.
Свідоцтво про державну реєстрацію ФОП
серія В02 № 818191 від 31.07.2002 р.

Видавець та виготовлювач ТОВ «ТВОРИ».
Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи до
Державного реєстру видавців, виготовлювачів і розповсюджувачів
видавничої продукції серія ДК № 6188 від 18.05.2018 р.
21027, м. Вінниця, вул. Келецька, 51а, прим. 143.
Тел.: +38 (098) 46-98-043, +38 (096) 97-30-934,
+38 (093) 89-13-852, +38 (0432) 603-000.
e-mail: info@tvoru.com.ua
<http://www.tvoru.com.ua>