

**ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ВОЛОДИМИРА ГНАТЮКА
КРЕМЕНЕЦЬКА ОБЛАСНА ГУМАНІТАРНО-ПЕДАГОГІЧНА
АКАДЕМІЯ ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА**

На правах рукопису

ТРИГУБА ОЛЕНА ВАСИЛІВНА

УДК 581.13:631.8+633.367

**ФУНКЦІОНУВАННЯ СИМБІОТИЧНОЇ СИСТЕМИ ЛЮПИН –
BRADYRHIZOBIUM SP. (LUPINUS) ЗА СУМІСНОГО ЗАСТОСУВАННЯ
РИЗОБОФІТУ ТА РЕГУЛЯТОРІВ РОСТУ РОСЛИН**

03.00.12 - фізіологія рослин

**Дисертація
на здобуття наукового ступеня
кандидата сільськогосподарських наук**

**Науковий керівник:
Пида Світлана Василівна,
доктор сільськогосподарських наук,
професор**

ТЕРНОПІЛЬ – 2016

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

- Абс. – абсолютна;
- АК – аскорбінова кислота;
- АСП – активний симбіотичний потенціал;
- АФА – азотфіксувальна активність;
- БАП – бензиламінопурин;
- БАР – біологічно активна речовина;
- ВЖМК – вірус жовтої мозаїки квасолі;
- ДГ-482 – синтетичний аналог фітогормонів ауксиново-цитокінінової природи;
- ЗАФА – загальна азотфіксувальна активність;
- ІМК – індолілмасляна кислота;
- К_ее – коефіцієнт енергетичної ефективності;
- ПАБК – параамінобензойна кислота;
- ПОЛ – перекисне окиснення ліпідів;
- ПТМБ – продукти термофільного метанового бродіння спиртодріжджевого виробництва;
- ПТССГ – посттранскрипційний сайленсінг генів;
- РРР – регулятор росту рослин;
- ФАР – фотосинтетично активна радіація;
- ФП – фотосинтетичний потенціал;
- ЧПФ – чиста продуктивність фотосинтезу;
- UPOV – Міжнародний союз з охорони нових сортів рослин.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ.....	2
ВСТУП.....	6
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД НАУКОВОЇ ЛІТЕРАТУРИ. КОМПЛЕКСНЕ ЗАСТОСУВАННЯ РЕГУЛЯТОРІВ РОСТУ РОСЛИН І МІКРОБНИХ ПРЕПАРАТІВ НА БОБОВИХ КУЛЬТУРАХ.....	13
1.1. Вплив регуляторів росту рослин на бобово-ризобіальний симбіоз.....	13
1.2. Фізіологічні процеси та продуктивність бобових культур за використання рістрегуляторів.....	17
1.3. Ефективність сумісного застосування регуляторів росту рослин та мікробних препаратів.....	23
1.4. Біологічні особливості та господарське значення люпину білого.....	32
РОЗДІЛ 2. УМОВИ, МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	40
2.1. Ґрунтово-кліматичні умови проведення польових дослідів.....	40
2.2. Матеріали дослідження.....	44
2.3. Методика постановки експериментів.....	46
2.4. Методи дослідження.....	47
2.4.1.Фізіологічні.....	48
2.4.2.Біохімічні.....	51
2.4.3.Хроматографічне визначення азотфіксувальної активності бульбочкових бактерій.....	56
2.4.4. Спектрофотометричне визначення вмісту фотосинтетичних пігментів у листках.....	58
2.4.5. Статистично-математична обробка результатів досліджень.....	59

2.4.6. Визначення економічної та енергетичної ефективності застосування ризобофіту та регуляторів росту рослин.....	59
РОЗДІЛ 3. РОСТОВІ ПРОЦЕСИ ЛЮПИНУ БІЛОГО ЗА ДІЇ РЕГУЛЯТОРІВ РОСТУ І РИЗОБОФІТУ.....	60
РОЗДІЛ 4. ФОРМУВАННЯ ТА ФУНКЦІОНУВАННЯ СИМБІОТИЧНОЇ СИСТЕМИ «ЛЮПИН БІЛИЙ – БУЛЬБОЧКОВІ БАКТЕРІЇ ЛЮПИНУ».....	74
4.1. Формування симбіотичних систем « <i>Lupinus albus</i> L. – <i>Bradyrhizobium</i> sp. (<i>Lupinus</i>) за впливу регуляторів росту та мікробних препаратів.....	74
4.2. Вплив регуляторів росту та мікробних препаратів на азотфіксувальну активність бульбочкових бактерій.....	80
РОЗДІЛ 5. ФОТОСИНТЕТИЧНІ ПРОЦЕСИ У РОСЛИНАХ ЛЮПИНУ БІЛОГО ЗА ДІЇ РЕГУЛЯТОРІВ РОСТУ РОСЛИН І РИЗОБОФІТУ.....	86
5.1. Вміст пігментів у листках рослин <i>Lupinus albus</i> L.....	86
5.2. Площа листків, фотосинтетичний потенціал та чиста продуктивність фотосинтезу рослин люпину білого	90
5.3. Накопичення вітамінів, вуглеводів та органічних кислот у листках рослин люпину білого.....	97
РОЗДІЛ 6. НАСІННЕВА ПРОДУКТИВНІСТЬ І ЯКІСТЬ УРОЖАЮ ЛЮПИНУ БІЛОГО.....	113
6.1. Насіннева продуктивність рослин люпину білого.....	113
6.2. Накопичення сирого протеїну та олії у насінні рослин <i>Lupinus albus</i> L. залежно від впливу ростових регуляторів та мікробних препаратів.....	121
6.3. Економічна ефективність застосування ризобофіту та регуляторів росту рослин при вирощуванні люпину білого в умовах Західного	

Лісостепу України.....	126
6.4. Енергетична ефективність використання бактеріальних препаратів і регуляторів росту рослин.....	129
УЗАГАЛЬНЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	134
ВИСНОВКИ.....	139
РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ.....	141
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	142
ДОДАТКИ	183

ВСТУП

Важливим завданням сучасного сільського господарства є розробка шляхів підвищення продуктивності культурних рослин. Інтенсивне застосування мінеральних добрив, зокрема азотних і пестицидів підвищує їх врожайність. Але виробництво азотних добрив – енергоємний процес, при внесенні їх у ґрунт у підвищених нормах спостерігається істотне зростання вмісту небілкового азоту, в основному нітратного, який завдає великої шкоди тваринам, людині та довкіллю [65]. Важливим напрямом біологізації землеробства України у кормовиробництві є посіви багаторічних й однорічних трав та бобових культур, оскільки вони здатні засвоювати молекулярний азот [201, 278].

Відомо, що серед основних елементів живлення одне з чільних місць посідає азот, який входить до складу білків, нуклеїнових кислот та багатьох інших органічних сполук, необхідних для життєдіяльності рослин. Накопичення рослинами органічної речовини регулюється їх азотним живленням, тому між засвоєнням азоту і продуктивністю рослин існує тісний прямий зв'язок [20, 88, 108, 120, 126].

Економічно вигідним шляхом надходження азоту в колообіг є його біологічна фіксація з повітря і перетворення на сполуки, які легко засвоюються живими організмами. Процес є екологічно чистим. Він здійснюється за рахунок енергії фотосинтезу, інтенсивність його регулює сама рослина [11, 20, 51]. Це підтверджує доцільність розширення площ під бобовими культурами. Сьогодні вони у структурі посівних площ України займають 8-10 %, тоді як у світовій практиці складають близько 25 % [240], а науково-обґрунтована частка бобових у сівозмінах становить 20-30 % [260].

Фізіологічні особливості розвитку бобових культур у природних умовах залежать від виду та сорту рослини, штаму ризобій, типу ґрунту, попередника, кліматичних умов, використаних добрив, пестицидів, агротехніки та багатьох інших чинників. Ефективна взаємодія бульбочкових бактерій з бобовими рослинами забезпечує активізацію низки метаболічних

процесів їх життєдіяльності й, насамперед, фіксацію атмосферного азоту. У результаті цього поліпшується живлення рослин, підвищується їх продуктивність, зростає якість сільськогосподарської продукції [163, 172, 198, 212, 228].

Актуальність теми. На сьогодні велика увага приділяється альтернативним способам ведення сільського господарства, які б забезпечили максимальну урожайність та допомогли отримати екологічно чисту рослинну продукцію [103, 128, 166].

Вагомим чинником підвищення продуктивності агроєкосистем, потенціал яких у даний час використовується недостатньо, є активізація мікробно-рослинної взаємодії шляхом внесення мікробних препаратів і регуляторів росту рослин (РРР) природного та синтетичного походження [14, 15, 186, 205]. Вони інтенсифікують фізіолого-біохімічні процеси у рослинах, підвищують їх стійкість до хвороб і позитивно впливають на мікроорганізми ґрунту. Без використання біопрепаратів для обробки насіння бобових культур виробництво недобирає як мінімум 10-30 % урожаю [51]. При їх застосуванні збільшується вміст білків у насінні на 2-6 %, навіть за наявності в ґрунті популяцій аборигенних ризобій [7, 136].

Інтерес до люпину обумовлений високим вмістом у його насінні білків (до 50 %), олії (від 5 до 20 %), за якістю близької до оливкової, відсутністю інгібіторів травлення та інших антипоживних речовин [28]. Завдяки симбіозу з бульбочковими бактеріями люпин здатний накопичувати в ґрунті за вегетаційний період при сприятливих умовах до 600 [336], а в середньому – від 80 до 220 кг/га молекулярного азоту з повітря та залишати з кореневими і післяжнивними рештками у ґрунті 8-10 т органічних речовин, які містять 100-120 кг азоту, до 30 кг фосфору і до 50 кг калію [165]. При вирощуванні культура в ґрунті зберігається позитивний баланс гумусу і поживних речовин [96].

Перспективним у технології вирощування культури люпину білого може бути застосування біопрепаратів на основі активних штамів

Bradyrhizobium sp. (Lupinus) та РРР з біозахисними властивостями, здатних забезпечувати ефективну взаємодію мікро- і макросимбіонтів та оптимізацію процесу симбіотичної азотфіксації. Водночас у науковій літературі обмежені відомості стосовно сумісного застосування препаратів азотфіксувальних мікроорганізмів та біологічно активних речовин для передпосівної обробки насіння видів роду Люпин.

Тому дослідження ефективності інокуляції люпину білого мікробними препаратами на основі *Bradyrhizobium sp.* (Lupinus) сумісно із застосуванням регуляторів росту рослин є актуальним і має практичне значення.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.

Робота виконувалась у межах планової державної теми кафедри ботаніки та зоології хіміко-біологічного факультету Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка «Фіторізноманіття: морфолого-систематичні, цитоембріологічні, фізіолого-біохімічні, екологічні та історичні аспекти» (номер держреєстрації 0111U004876), підтеми «Дослідження впливу біологічно активних речовин та інокуляції на фізіолого-біохімічні процеси та продуктивність видів роду Люпин».

Мета і завдання дослідження. Мета роботи – встановити вплив ризобофіту на основі бульбочкових бактерій люпину штамів 367а і 5500/4, регуляторів росту рослин Стимпо, Регоплант та їх сумісного застосування на ростові, фотосинтетичні процеси рослин, формування та функціонування симбіотичної системи «*Lupinus albus* L. – *Bradyrhizobium sp.* (Lupinus)» і продуктивність люпину білого.

Для досягнення мети необхідно було вирішити наступні завдання:

- виявити вплив ризобофіту, регуляторів росту рослин та їхніх композицій на ростові процеси рослин люпину білого;
- встановити нодуляційну здатність та азотфіксувальну активність бульбочкових бактерій люпину за обробки насіння ризобофітом та регуляторами росту рослин;

- проаналізувати динаміку фотосинтетичної продуктивності та фотосинтетичного потенціалу рослин люпину білого за дії ризобофіту та PPP;

- дослідити динаміку накопичення хлорофілів і каротиноїдів, вітамінів С і Р, вуглеводів та органічних кислот у листках *L. albus* L. сортів Діета і Серпневий за застосування ризобофіту та PPP;

- визначити насіневу продуктивність сортів люпину білого за дії ризобофіту та регуляторів росту рослин;

- з'ясувати ефективність впливу сумісної обробки насіння ризобофітом та PPP на накопичення сирого протеїну й олії в насінні рослин *L. albus*;

- провести економічну та енергетичну оцінку ефективності застосування ризобофіту та PPP як елементів технології вирощування люпину білого.

Об'єкт дослідження. Формування та функціонування симбіотичної системи «люпин-бульбочкові бактерії люпину», ростові, метаболічні процеси і продуктивність люпину білого сортів Діета й Серпневий, за моно- та сумісного застосування ризобофіту і регуляторів росту рослин.

Предмет дослідження. Симбіотичні системи «люпин білий – *Bradyrhizobium* sp. (*Lupinus*) штамів 367а (стандартний), 5500/4» залежно від застосування ризобофіту і PPP Стимпо і Регоплант.

Методи досліджень. Польовий – для оцінки врожайності, структури та якості врожаю люпину білого сортів Діета та Серпневий; фенологічний – для встановлення тривалості та часу настання фаз онтогенезу рослин; фізіологічні – визначення площі листків, маси пагона та бульбочок, чистої продуктивності фотосинтезу та фотосинтетичного потенціалу рослин; біохімічні – визначення вмісту вуглеводів, протеїнів, ліпідів у рослинах за дії мікробних препаратів та PPP; спектрофотометричний – визначення вмісту фотосинтетичних пігментів; хроматографічний – визначення азотфіксувальної активності бульбочок; математично-статистичні – для обробки результатів дослідження та визначення вірогідності одержаних результатів; метод визначення економічної та енергетичної ефективності

використання ризобофіту на основі бульбочкових бактерій штамів 367a та 5500/4 під час вирощування люпину білого сортів Діета і Серпневий.

Наукова новизна одержаних результатів. Уперше проведено комплексне дослідження сумісної дії ризобофіту на основі штамів 367a і 5500/4 та регуляторів росту Регоплант і Стимпо на ростові, фотосинтетичні процеси, формування симбіотичних систем та продуктивності рослин люпину білого сортів Діета та Серпневий в умовах Західного Лісостепу України.

Вперше показано, що сумісна обробка насіння рослин досліджених сортів люпину ризобофітом, штаму 5500/4 і РРР Регоплант найістотніше впливає на азотфіксувальну активність симбіотичних систем, підвищує урожай насіння на 22,4 (сорт Діета) та 20,5 % (сорт Серпневий).

Встановлено, що за сумісного застосування ризобофіту на основі *Bradyrhizobium sp.* (*Lupinus*) штаму 367a і РРР Регоплант зростає вміст хлорофілів у листках, їх площа, фотосинтетичний потенціал посівів та чиста продуктивність фотосинтезу рослин. Найвищі урожай зеленої маси та зерна люпину білого отримано у зазначеному варіанті, що на 38,2 та 28,7 (сорт Діета) і 36,5 та 24,9 % (сорт Серпневий) перевищувало контроль.

Розширено уявлення про процеси формування та функціонування симбіотичних систем «люпин – *Bradyrhizobium sp.* (*Lupinus*)» за використання ризобофіту.

Набули подальшого розвитку положення про визначальну роль фотосинтезу і азотфіксації симбіотичними системами рослин люпину у формуванні його врожайності та захисних реакцій організму рослин до негативних біоекологічних чинників.

Практичне значення отриманих результатів полягає у встановленні доцільності застосування мікробних препаратів ризобофіту на основі бульбочкових бактерій штамів 367a та 5500/4 і РРР Регоплант, Стимпо за традиційної технології вирощування люпину, розробці рекомендацій щодо їх використання в умовах Західного Лісостепу України.

Результати дисертаційних досліджень пройшли виробничу перевірку у господарстві с. Боратин Радивилівського району Рівненської області на загальній площі 10 га з високим економічним ефектом (Додатки А, Б).

Матеріали дисертації використовуються під час викладання курсу «Фізіологія рослин», спецкурсу «Живлення і продуктивність рослин» на хіміко-біологічному факультеті Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка (Додаток В).

Особистий внесок здобувача полягає у виконанні еспериментальної частини дисертації, статистичній обробці результатів досліджень, підборі та опрацюванні даних літератури за темою дисертації, а також, за участю наукового керівника, аналізі та інтерпретуванні одержаних результатів. Спільно з науковим керівником визначено напрямки досліджень, розроблено програми і схеми польових дослідів, підготовлено публікації до друку, в яких висвітлено основні результати дослідження.

Апробація роботи. Основні положення дисертаційної роботи було висвітлено на звітних наукових конференціях професорсько-викладацького складу Кременецького обласного гуманітарно-педагогічного інституту імені Тараса Шевченка (Кременець, 2012, 2013, 2014); Всеукраїнській науковій конференції з міжнародною участю для молодих учених «Актуальні проблеми дослідження довкілля» (Суми, 2011); Міжнародній конференції молодих учених «Актуальні проблеми ботаніки та екології» (Березне, 2011); X Міжнародній науковій конференції «Шевченківська весна 2012: біологічні науки» (Київ, 2012); Міжнародній науковій конференції, присвяченій 200-річчю Нікітського ботанічного саду «Дендрологія, цветоводство и садово – парковое строительство» (Ялта, 2012); Міжнародній конференції молодих учених «Актуальні проблеми ботаніки та екології» (Ужгород, 2012); VIII, IX, X наукових конференціях молодих вчених «Мікробіологія в сучасному сільськогосподарському виробництві» (Чернігів, 2012, 2013, 2014); Міжнародній науково-практичній конференції «Ботанические чтения – 2013» (Ішим, 2013); II міжнародній конференції «Молодь у вирішенні екологічних

та соціально-економічних проблем сьогодення» (Одеса, 2013); XIII з'їзді товариства мікробіологів України ім. С. М. Виноградського (Ялта, 2013); Всеукраїнській науковій конференції з міжнародною участю «Бессерівські природознавчі студії» (Кременець, 2014); Міжнародній науково-практичній конференції «Біологічна фіксація азоту» (Тернопіль, 2014); «International scientific and practical congress Scientific Achievements 2015» (Vienna, Austria, 2015); VIII відкритому з'їзді фітобіологів Причорномор'я (Херсон, 2015); Міжнародній науково-практичній конференції «Мікробіологічні аспекти оптимізації продукційного процесу культурних рослин» (Чернігів, 2015).

Публікації. За матеріалами дисертаційного дослідження опубліковано 23 роботи, з них 5 статей у фахових виданнях з сільськогосподарських наук; 2 – з біологічних наук, 1 – у виданні, що цитується в наукометричних базах та 15 тез доповідей.

Структура та обсяг дисертації. Дисертація складається із вступу, шести розділів, висновків, практичних рекомендацій, додатків та списку використаної літератури. Роботу викладено на 208 сторінках машинописного тексту, ілюстровано 24 таблицями та 14 рисунками. Список використаних джерел нараховує 353 найменування, з них 63 – іншомовних.

РОЗДІЛ 1

ОГЛЯД НАУКОВОЇ ЛІТЕРАТУРИ. КОМПЛЕКСНЕ ЗАСТОСУВАННЯ РЕГУЛЯТОРІВ РОСТУ РОСЛИН І МІКРОБНИХ ПРЕПАРАТІВ НА БОБОВИХ КУЛЬТУРАХ

1.1. Вплив регуляторів росту рослин на бобово-ризобіальний симбіоз

Підвищення продуктивності агроecosystem, пов'язане зі збільшенням ефективності їх важливих складових – бобово-ризобіальних симбіозів [30].

Позитивна роль бобових культур у сільському господарстві тісно пов'язана з життєдіяльністю бульбочкових бактерій, з якими ці рослини перебувають у тісних симбіотичних взаємовідносинах. Можна вважати, що продуктивність цих культур, їхній урожай, нагромадження біологічного азоту і рослинного білка значною мірою залежать від того, який характер взаємозв'язку цих двох організмів склався у кожному окремому випадку. За умови виникнення активного комплексу бобова рослина – ризобії утворюється корисне для обох організмів співіснування – симбіоз, у процесі якого енергія сонця використовується для зв'язування біологічним шляхом атмосферного азоту [182].

Одним з нових екологічних напрямків сучасної сільськогосподарської науки є розробка заходів, які забезпечують підвищення біологічної фіксації азоту та мобілізацію фосфору, калію на посівах бобових культур, що має важливе значення для підвищення їх урожайності, зниження собівартості сільськогосподарської продукції та енерговитрат на її виробництво, екологізації землеробства. У зв'язку з цим, у розвинутих країнах значно виросла зацікавленість до проблеми біологічного азоту. В теперішній час намітились два основних способи підвищення азотфіксації в агроecosystemах. Перший – активізація діяльності природної популяції азотфіксувальних мікроорганізмів у ризосфері і на коренях. Другий –

інокуляція насіння бобових рослин високоактивними штамми азотфіксувальних та фосфатмобілізувальних мікроорганізмів [69, 70, 236].

Для підвищення симбіотичної та асоціативної азотфіксації в екосистемах ефективним є інокуляція насіння перед сівбою активними штамми азотфіксаторів, і цим самим можна значно компенсувати дефіцит азоту й підвищити продуктивність культурних рослин [21]. Мікроорганізми, асоційовані з рослиною, дедалі частіше розглядаються як чинники стимулювання росту та розвитку [337, 351].

На підставі аналізу результатів досліджень Е. Н. Мішустін, В. К. Шильникова [157], С. А. Самцевіч [231], Л. М. Доросінський [75], В. І. Сабельникова [222] дійшли висновку, що бульбочкові бактерії сприятливо впливають на бобові рослини не тільки як азотфіксатори, але і як продуценти різного роду фізіологічно активних речовин. Показано роль ауксинів і ауксиноподібних речовин, синтезованих *Rhizobium*, у процесах інфікування бобових, формування бульбочок, активізації росту і розвитку рослин [50, 129, 299, 328]. Встановлено, що синтез індолілоцтової кислоти можуть стимулювати флаваноїди, які, є необхідними для утворення бульбочок [332, 343]. Запропоновано гіпотезу, що ризобіальні ауксини і цитокініни можуть ініціювати ендоредуплікацію і мітози в інфікованих клітинах кори кореня [310, 340].

Встановлено також можливість бульбочкових бактерій синтезувати гібереліни, але їх роль у формуванні і функціонуванні бульбочок остаточно не з'ясована. Роль абсцизової кислоти в процесі нодуляції також не зовсім зрозуміла, але показано, що нітрогеназна активність ризобій знижується зі збільшенням кількості ендогенної абсцизової кислоти у деяких видів бобових рослин [297, 298, 339].

Регулятори росту рослин також впливають на формування та функціонування симбіотичних систем бобових культур і сприяють підвищенню їх продуктивності [217, 284, 291, 316, 326]. Показано, що екзогенні ауксини в комплексі з цитокінінами впливають на морфогенез

бульбочок. Вони індукують ендоредуплікацію і подовження клітин, імітуючи процес їх формування. Застосування цитокинінів сприяє формуванню псевдобульбочкових структур як на інших культурах так і на бобових: горосі [340], люцерні [318, 296]. Ауксини і цитокиніни можуть слугувати медіаторами змін клітинної стінки кореня, пов'язаних з утворенням інфекційної нитки в середині деформованого кореневого волоска і наступною інвазією в кору [271]. Варто зазначити, що від концентрації цитокинінів залежить інгібуючий чи стимулюючий вплив на нодуляцію [312].

Позитивний ефект РРР з ауксиново-цитокиніновою активністю можна пояснити здатністю їх підвищувати нітрогеназну активність не лише тих штамів мікроорганізмів, які застосовувалися для інокуляції, але і азотфіксувальних мікроорганізмів, що мешкають в ґрунті та в зоні висіяного насіння, а потім і в їх прикореневій зоні [39].

Етилен виконує важливу, але неоднозначну роль у процесі нодуляції [303, 349]. Зазначений гормон бере участь в локальному інгібуванні формування бульбочок у більшості бобових, і разом з тим в певній кількості він необхідний для нормального проходження процесу інфікування рослин бактеріями. Показано, що інокуляція коренів ризобіями приводить до збільшення локальної концентрації етилену у люцерни [311], вики [300] і сої [338], але не у гороху [309]. Очевидно, таке збільшення відбувається завдяки первинній захисній відповіді рослин на вторгнення бактерій, які також синтезують гормони [292]. Встановлено, що етилен є одним з важливих чинників контролю росту, розвитку і старіння бульбочок [311].

Застосування абсцизової кислоти значно інгібувало азотфіксацію у гороху. Таке зниження фіксації молекулярного азоту повітря проходило паралельно зі зменшенням кількості леггемоглобіну у бульбочках, що, очевидно, призводило до обмеження доступу кисню, необхідного бактеріодам для клітинного дихання, і таким чином до зменшення азотфіксації [306].

На сьогодні створений широкий спектр синтетичних регуляторів росту, що є аналогами фітогормонів та ефективно стимулюють ріст і розвиток рослин, у тому числі багаторічних бобових трав [138, 201, 252, 254], впливають на формування та функціонування симбіотичних систем бобових культур. PPP цитокінінової, ауксинової та комплексної дії, зокрема два останні, здійснюють стимулюючий вплив на формування симбіотичного апарату, азотфіксувальну активність й накопичення азоту в надземній масі люцерни у фазах цвітіння і плодоношення за оптимального та недостатнього водозабезпечення. Обробка рослин PPP цитокінінової і комплексної ауксинової та цитокінінової дії на фоні інокуляції люцерни бульбочковими бактеріями *Sinorhizobium meliloti* 441 подовжує період активної азотфіксації за нестачі вологи [156].

Застосування синтетичного регулятора Івіну та природного – Емістиму С сприяє підвищенню продуктивності симбіозу за спонтанної інокуляції, а Емістиму С та композиційного препарату Агростимуліну – за інокуляції ефективним штамом *B. japonicum* у сої. Результати польових досліджень підтвердили наявність сортової чутливості рослин сої до дії PPP [82].

Дослідження, проведенні на Вінницькій, Черкаській і Тернопільській сільськогосподарських дослідних станціях, показали, що посіви гороху, насіння якого обробляли регуляторами росту рослин, забезпечили самі високі прирости урожаю: з Емістимом С (20 мл/т) – 5,2 ц/га, Агростимуліном (20 мл/т) – 3,8 ц/га. Отже, представлені результати досліджень доказують чутливість бобово-ризобіального симбіозу до дії регуляторів росту і підтверджують ефективність їх застосування на посівах бобових культур. Показано, що PPP у першу чергу активізують мікробіологічні процеси в зоні кореневої системи і за впливом на показники азотфіксації навіть можуть прирівнятися до ризоторфіну [91].

Інкубація коріння проростків люпину, перед інокуляцією *B. sp.* (*Lupinus*) в розчині гаптену лектину люпину (галактозі) призводить до зменшення на 60-80 % кількості адсорбованих на ньому бактерій, що вказує

на фізіологічну роль та безпосередню участь даного білка на початковій стадії формування симбіотичних взаємовідносин між партнерами [145, 314].

PPP Регоплант сприяє оптимізації симбіотичної азотфіксації і продуктивності, а Стимпо – врожаю квасолі [121].

За вегетацію кількість азотфіксувальних бульбочок на корінні бактеризованих рослин гороху підсилених дією БАР ДГ-482 зросла на 37,2-60,3 %, а на фоні бактозоля (чистий бактеріальний екзополісахарид) – 34,7-67,8 % порівняно з контрольними рослинами. Більша маса активних бульбочок, довша тривалість їх функціонування забезпечили і вищий АСП на 20,2-67,2 % у дослідних варіантах [177].

Використання PPP для оптимізації бобово-ризобіального симбіозу має свою специфіку залежно від виду і сорту рослин, способу застосування у місцевих ґрунтово-кліматичних умовах [15, 17, 105]. Тому дослідження формування та функціонування симбіотичних систем, критеріїв, які характеризують їх активність, є актуальною проблемою сучасної фізіології рослин та сільськогосподарської практики.

1. 2. Фізіологічні процеси та продуктивність бобових культур за використання рiстрегуляторiв

На думку багатьох вчених, збільшення виробництва сільськогосподарської продукції буде базуватися на досягненнях генетичної інженерії, селекції нових сортів з більш ефективним фотосинтезом та застосуванні природних PPP [147, 214]. Вони не лише підвищують врожайність, покращують якість вирощеної продукції, а й збільшують стійкість рослин до захворювань та стресових факторів, а також зменшують норми використання пестицидів [206], що сприяє збереженню чистоти навколишнього середовища та отриманню екологічно чистої продукції.

На використання стимуляторів росту при вирішенні завдань рослинництва звертав увагу ще І. В. Мічурін. Так, ще в 1920 р. почали

використовувати ІМК для стимулювання росту коренів, і до цього часу не знайдена ефективніша речовина [215].

Серед потенційних джерел для отримання РРР природного походження привертають увагу ендомікоризні гриби [59], деякі фенольні сполуки та вільні амінокислоти [143, 188], композиції на основі екстрактів макро- та мікроводоростей, грибів та відходів від їх культивування [59, 116, 341], відходи спиртової промисловості та окремі штами мікроорганізмів і їх асоціації, що використовуються для утилізації органічних речовин у цих відходах [257]. Проте отримання препаратів регуляторів росту з названих джерел вимагає значних енергозатрат та, крім того, в Україні на сьогодні відсутні потужності для їх масштабного виробництва [166].

Нині у сільському господарстві України та інших країнах широко застосовуються нові ефективні полікомпонентні регулятори росту рослин, створені в Інституті біоорганічної хімії та нафтохімії НАН України разом з науково-технологічним центром «Агробіотех» НАН України і МОН України. Вони мають природне походження, не шкодять рослинам і оточуючому середовищу, покращують мікробіологічний склад ґрунту тощо – Агростимулін, Івін, Емістим С, Біолан, Біосил, Біомакс, Радостим, Стимпо, Регоплант та ін. Особливістю композиційних препаратів стали їхня екологічна безпека та ефективна, відтворювана у різних умовах, дія на рослини. Деякі з них стимулюють ріст і розвиток низки культур, інші виявилися ефективними для конкретних видів рослин [17, 255].

Механізм рістстимулюючої дії РРР на рослини полягає в тому, що вони швидко проникають через мембрани в клітини, утворюють комплекси з проміжними білками, можливо з рецепторами фітогормонів. Ці комплекси впливають на стан хроматину, підвищують матричну доступність для синтезу РНК-полімераз, одночасно з цим РРР прискорюють у клітинах процеси трансляції. Наслідком цих змін є інтенсифікація усіх ростових процесів у рослин [203]. Біорегулятори запускають неферментативні окисно-відновні реакції, які можуть переходити у ланцюгові реакції окиснення

поліненасичених карбонових кислот, а в подальшому, за безперервного збільшення числа вільних радикалів, у клітині відбувається окиснення білків, нуклеїнових кислот, полісахаридів, у результаті чого виявляється ефект дії PPP [67, 213, 268, 270]. Механізм дії PPP пов'язують, головним чином, з перебудовою гормонального балансу в клітинах, в результаті інтенсифікуються фізіологічні процеси [214]. Розуміння природи дії біологічно активних речовин на рослину дає змогу керувати її індивідуальним розвитком, продуктивністю, процесами формування урожаю та його структури, стійкістю до стресових факторів [78, 117].

Застосування регуляторів росту і розвитку рослин для обробки сільськогосподарських культур може опосередковано через активацію процесів хлоропластогенезу, фотосинтезу (і, вірогідно, зміни в об'ємі та складі корневих виділень) змінювати перебіг мікробіологічних процесів у ризосфері рослин [40].

Ефективність регуляторів росту на люпині досліджували В. П. Деєва [66], В. К. Шутов [286], А. В. Мироненко [155, 178], А. І. Заболотний [87], В. В. Сушкевич [245], В. Г. Таранухо [249], М. Н. Заякін [93] та ін.

Використання регуляторів росту Нано-Гро і Епін-Екстра в технології вирощування бобових культур, зокрема люпину істотно підвищує посівні якості насіння та інтенсивність його проростання [132].

Встановлено, що біологічні регулятори росту рослин Лариксин, Новосил, Росток і Альбіт здійснюють стимулюючий вплив на ріст рослин люпину білого сортів Гамма і Дега (селекція Всесоюзного науково-дослідного інституту люпину і Московської сільськогосподарської академії ім. К. А. Тімірязєва) у фазах стеблуння і цвітіння, підвищують фотосинтетичну діяльність, знижують на початку вегетації показники симбіотичної азотфіксації, а в період цвітіння вони наближаються до контрольних, підвищують продуктивність та урожайність рослин [210].

Внесення при передпосівній культивуванні мінеральних добрив ($N_{30}K_{60}$ і $N_{30}P_{30}K_{60}$) і обробка насіння перед посівом бактеріальним препаратом,

мікроелементами і регулятором росту Лариксин за умов посухи підвищують врожайність насіння у люпину білого сорту Деснянський і покращують його біохімічні показники. Найвища урожайність виявлена за комплексної обробки мікродобривами з молібденом, кобальтом та РРР Лариксином, що на 1,92 т/га і 38,1 % більше порівняно з контролем [175].

Комбіноване застосування *B. sp.* (*Lupinus*) штаму 367a і препаратів Стимпо та Регоплант сприяє покращенню ростових процесів люпину білого сорту Макарівський [77].

Серед екологічно безпечних регуляторів росту звертають на себе увагу Епін і Емістим С. Вони здатні у винятково малих концентраціях 0,001 % стимулювати ріст і розвиток рослин, підвищувати стійкість до стресових факторів, збільшувати продуктивність багатьох сільськогосподарських культур. Застосування екзогенних лектинів без інокуляції значною мірою впливає на перебіг фізіологічних процесів у рослин сої, нездатної утворювати симбіоз, зокрема активізує утворення фотосинтетичних пігментів та газообмін [146]. Застосування Хармоні 75 сумісно з Емістимом С інтенсифікує фотосинтетичну продуктивність посівів сої, що позитивно впливає на збільшення її урожайності [243].

Природні стимулятори росту Альбіт та Епін Екстра практично не змінюють активність ферменту каталази у проростках гороху, разом з тим синтетичні стимулятори Вимпел та Імуноцитофіт істотно її активували [85], це вказує на те, що під дією природних стимуляторів росту, рослини не отримують стресу. Результати досліджень засвідчили, що сучасні регулятори росту сприяють підвищенню врожаїв гороху на 18,8-21,8 % [204].

Використання Агростимуліну обумовлювало суттєву інтенсифікацію поглинання нікелю (Ni) коренями гороху і не позначалося на рівні кадмію (Cd). Також зазначений регулятор росту не впливав на темпи накопичення металів у листках гороху. Застосування Агростимуліну сприяло підвищенню рівня фізіологічної адаптації гороху до сумісної дії металів за рахунок

зниження вмісту продуктів перекисного окиснення ліпідів (ПОЛ) при підвищенні вмісту аскорбінової кислоти і зниженні її окиснених форм [5].

Дослідження фізіолого-біохімічних показників квасолі звичайної сорту Буковинка в ґрунтово-кліматичних умовах Тернопільської області в цілому виявило позитивний ефект передпосівної обробки регуляторами росту рослин Регоплант і Стимпо та позакореневого підживлення у фазу бутонізації молібденовим нанопрепаратом за ростовими процесами, рівнем хлорофілу а, каталазною активністю та станом бобово-ризобіального симбіозу на завершальних фазах вегетації рослин [102].

Встановлено стимулюючий вплив рамноліпідних поверхнево активних речовин (біоПАР) на енергію проростання сільськогосподарських рослин (вика озима і яра, люпин жовтий, ріпак озимий). Визначені оптимальні концентрації рамноліпідів для підвищення енергії проростання насіння, які становлять 0,05-0,1 г/л. Застосування розчинів зазначених концентрацій для передпосівної обробки насіння вики озимої і ярої, люпину жовтого, ріпаку озимого збільшує енергію проростання на 10-15 % [55].

Перевірка стимулятора росту Триману-1 в умовах польового дослідження підтвердила його ефективність при нанесенні на вегетуючі рослини. Виявлено підвищення нодуляційної здатності бульбочкових бактерій на рослинах люцерни, активізації процесу симбіотичної азотфіксації. Під впливом Триману-1 збільшувалася урожайність люцерни на 15-20 % та поліпшувалась якість урожаю за рахунок підвищення вмісту білків у продукції [228]. Вплив стимулятора росту БАП та комплексного препарату ПТМБ на формування і функціонування симбіотичних систем проявлявся значно швидше ніж Триману-1 [128].

Для покращення фітосанітарного стану посівів сьогодні збільшуються об'єми використання РРР, які позитивно впливають на урожайність і якість продукції та істотно підвищують стійкість рослин до несприятливих факторів середовища – коливання температури, нестачі вологи, фітотоксичної дії пестицидів, ураження хворобами і шкідниками [282]. Відомо, що шкідливість

вірусних захворювань може значно змінюватися залежно від видів збудників, генетично обумовлених сортових особливостей, умов вирощування культури. Застосування фізіологічно активних речовин, здатних стимулювати природні захисні механізми рослин, розцінюють як перспективну стратегію захисту рослин від вірусних інфекцій. Отримано позитивні результати за використання різних регуляторів росту, у тому числі – продуктів мікробного метаболізму [346].

Досліджуючи вплив Регопланту та Стимпо на розвиток хвороб сої і порівнюючи ефективність цих препаратів з хімічними протруйниками, встановлено, що за штучного інфікування насіння сої небезпечними патогенами виявляється достатня ефективність випробовуваних РРР. Тобто за умов використання цих препаратів як протруйників, можна очікувати позитивного впливу на оздоровлення насіння сої [204].

Дослідження антипатогенної активності нових полікомпонентних регуляторів росту рослин Регоплант та Стимпо при вирощуванні різних сортів озимої та ярої пшениці, ячменю, сої та кукурудзи на інфекційних фонах показало високі показники врожайності та стійкості до фітопатогенів при подвійній обробці рослин РРР Стимпо і Регоплант за передпосівної обробки насіння та обприскування посівів під час вегетації. Це сприяло збереженню врожаю більше ніж на 60 % порівняно з контролем (без обробки регуляторами). У рослин другого покоління (які не оброблювались РРР на інфекційному фоні) встановлено також високу життєздатність та підвищену стійкість до патогенних організмів [200]. За допомогою молекулярно-генетичного аналізу авторами було чітко показано, що вказані позитивні ефекти зазначених РРР досягаються шляхом кількісних і якісних змін в експресії генів, тобто є наслідком перепрограмування геному клітин рослини регуляторами росту [99, 183, 184, 301]. Препарати [32] значно підвищували стійкість рослин до різних патогенів завдяки стимуляції ними синтезу власне клітинних малих регуляторних РНК (мРНК), що беруть участь в процесі, який прийнято називати як ПТССГ у рослин, тварин та грибів [305].

Сайленсінг генів – процес, у результаті якого відбувається або деградація, або блокування трансляції молекул-мішеней мРНК, який має велике значення в адаптаційній резистентності до вірусів, у захисті геному проти мобільних елементів ДНК, а також в онтогенетичній регуляції експресії генів [219].

Головну участь у сайленсінгу виконують малі регуляторні РНК розміром 22-24 нт [305], що синтезуються з попередників – дволанцюгових транскриптів шляхом ендонуклеазного розщеплення за допомогою РНКаз-III подібних ферментів. Разом із сайтспецифічними ендо- та екзонуклеазами мРНК або блокують (сайленсінгують) трансляцію аберантних та недосконалих за структурою власне клітинних мРНК, а також мРНК патогенів та паразитів, або ферментативно розщеплюють ці молекули-мішені мРНК, що і призводить до їх деградації [345].

Доведено, що препарати Стимпо і Регоплант активізують синтез малих регуляторних мРНК, які є основними складовими імунної системи рослин, проти шкідників, у тому числі – проти нематод і патогенів. За відкриття цього феномену американським ученим Ендрю Файеру та Крейгу Мелло в 2006 році присуджено Нобелівську премію в галузі фізіології і медицини [205].

Регоплант і Стимпо як ефективні РРР з біозахисними властивостями застосовуються у виробництві, проте теоретичні основи їх дії на формування та функціонування симбіотичних систем, фізіологічні процеси та продуктивність люпину білого потребують уточнення та детального дослідження.

1.3. Ефективність сумісного застосування регуляторів росту рослин та мікробних препаратів

Підвищення конкурентоспроможності сільськогосподарської продукції неможливе без суттєвого зменшення витрат на її виробництво і відповідно

зниження собівартості, це є сьогодні одним із головних завдань. Зменшення обсягів використання органічних і мінеральних добрив у господарствах різної форми власності змушує до застосування РРР, полімерних добрив та бактеріальних препаратів під час вирощування сільськогосподарських культур, що є істотним важелем підвищення їх продуктивності [179]. Для реалізації генетичного потенціалу сучасних сортів сільськогосподарських культур та поліпшення якості товарної продукції розробка та вдосконалення елементів технології на основі збалансованого внесення мінеральних добрив, біопрепаратів і рістстимулюючих речовин слугує значним резервом інтенсифікації виробництва [190].

Активізація мікробно-рослинних взаємодій шляхом введення в систему необхідних агротехнічних заходів, екологічно безпечних мікробних препаратів, а також РРР природного і синтетичного походження є вагомим чинником підвищення продуктивності агроecosystem [347, 348, 352]. Практичний інтерес до біологічних препаратів обумовлений їх ефективністю, а також тим, що вони створюються на основі мікроорганізмів, виділених з природних біоценозів. Вони є екологічно чистими і безпечні для тварин і людини [101, 295, 315].

Мікробіологічні препарати мають комплексну дію, оскільки вони не тільки фіксують азот атмосфери або трансформують фосфати ґрунту, продукують амінокислоти, сполуки, що підсилюють ріст рослин, речовини антибіотичної природи, що стримують розвиток фітопатогенів [269], але й виконують важливе значення в процесі формування урожаїв сільськогосподарських культур. Рослина в оточенні повноцінного комплексу мікроорганізмів одержує необхідне кореневе живлення і, як наслідок, корегує свій генетичний потенціал щодо врожайності [24, 43]. Застосування високоефективних у симбіозі з сучасними сортами бобових культур штамів бульбочкових бактерій підвищувало продуктивність рослин на 10-30 % і збільшувало вміст білків у зерні на 2-6 % , а в зеленій масі – на 1-3 % за наявності у ґрунті популяцій аборигенних, або раніше інтродукованих

бульбочкових бактерій. На основі перспективних штамів розроблено технології виготовлення біопрепаратів для використання у сільськогосподарському виробництві [68, 72, 186, 202].

Згідно з даними Каменєвої І. О. та ін. [158] мікробні препарати на основі азотфіксувальних та фосфатмобілізувальних бактерій виявляють комплексну дію на рослини. Біопрепарати – азотобактерин, флавобактерин, агрофіл при взаємодії з насінням та кореневою системою зернових і бобових культур викликають стимуляцію росту та антагоністичну дію проти фітопатогенів, що підвищує зернову продуктивність рослин на 8-20 %. Вони повинні стати основою екологічно чистих агротехнологій вирощування зернових і зернобобових культур.

Бобові культури у симбіозі з бульбочковими бактеріями *Rhizobium* здатні фіксувати велику кількість азоту: конюшина – 180-670 кг/га, люцерна – 200-460, боби – 100-550, соя – 90-240, горох – 70-160, люпин – 150-450 кг/га. Крім того, вільноживучі у ґрунті азотфіксатори зв'язують 15-20 кг/га молекулярного азоту на рік [20, 224, 283].

Люпин – зернобобова культура, яка також утворює ефективний симбіоз із бактеріями *Bradyrhizobium sp.* (*Lupinus*), які належать до одного з п'яти (*Azorhizobium*, *Mezorhizobium*, *Rhizobium*, *Sinorhizobium* і *Bradyrhizobium*) родів, виділених серед бульбочкових бактерій згідно з сучасною класифікацією [127].

Проблема бульбочкових бактерій для люпину більш актуальна, ніж для інших зернобобових культур. Основна маса бульбочкових бактерій у ґрунті не може вступати в симбіоз з кореневою системою люпину. Знаходячись тривалий час у ґрунті без рослини-господаря, штами втрачають свою активність. Цьому сприяє також масоване застосування фунгіцидів, гербіцидів, інсектицидів і мінеральних добрив. Тому внесення в ґрунт активних штамів бульбочкових бактерій – обов'язкова умова повноцінного функціонування бобово-ризобіального комплексу [189, 277, 287, 319, 322].

Показано, що використання для інокуляції бобових рослин високоактивних Тп5-мутантів *B. japonicum* і *B. sp.* (*Lupinus*) підвищує урожай насіння сої і люпину відповідно на 15-23 і 10 %, також сприяє збільшенню вмісту протеїну в насінні на 1-1,5 % [29, 144, 342].

На активність бульбочкових бактерій бобових культур істотно впливають бактеріальні препарати. Використання ризоторфіну забезпечує рослини на 30 % і більше дешевим екологічно чистим азотом та підвищує їхню врожайність на 10-30, а вміст білків на 1-5 %. На продуктивність люпину жовтого також впливають генетичні особливості сортів, накопичення хлорофілів й каротиноїдів у листках і активність засвоєння бобово-ризобіальними системами молекулярного азоту. Достовірний приріст урожаю зерна отримано у сортів Мотив 369 на фоні інокуляції насіння штамми 367а, 3а та 4а; Обрій – 1а, 2а, 5а; Бурштин – 1а, 3а; Борсельфа – 1а, 4а, 5а. Найкомплементарнішими виявилися: сорт Мотив – 369 – штам 4а; Промінь – 1а, 2а; Обрій – 1 а; Бурштин – 1а, 3а; Борсельфа – 4а [195].

З метою ефективності інокуляції бобових рослин використовуються різні прийоми. Використання комплексної обробки насіння бобових культур суспензією ризобій і лектином призводить до підвищення їх врожайності на 15-23 % порівняно зі звичайною інокуляцією. Це дозволяє розглядати цей білок як ефектор росту і розвитку рослинного організму в цілому [146]. Лектини бобових, є не лише рецепторами комплементарного зв'язування поверхневих глікополімерів ризобій при первинних контактах із рослиною-хазяїном, але й беруть участь, як сигнальні молекули, у формуванні симбіотичної системи та функціонуванні азотфіксувального нітрогеназного комплексу [127].

У досліджах з рослинами гороху сортів Норд і Батрак, люпину сорту Тімір-1, квасолі сортів Нерус і Горнель для активізації бобово-ризобіального симбіозу використовували ПАБК та штами бульбочкових бактерій *R. leguminosarum*: 245а, 250а, 255б, 260б, 263б; *B. lupini* 367а; *R. phaseoli* 651, 653а. ПАБК в концентрації 0,02 моль/л на фоні інокуляції штамом

бульбочкових бактерій 245а сприяла розвитку ефективного симбіозу для рослин гороху сорту Батрак, а в концентрації 0,00007 моль/л на фоні інокуляції штамом бульбочкових бактерій 250а – для рослин сорту Норд. Вплив ПАБК на люпин був нестабільним, що напевно пов'язано з особливостями метеорологічних умов у період вегетації. Симбіотична активність рослин квасолі сортів Нерус і Горнель зростала при обробці ПАБК на фоні інокуляції штамом бульбочкових бактерій 651 [44].

Комплексна обробки насіння сої сорту Омега Вінницька рістстимулюючим препаратом Рексолін та застосування мінеральних азотних добрив, а в день сівби – інокулювання препаратом на основі активного штаму бульбочкових бактерій сприяє формуванню максимального рівня врожайності у північному Лісостепу України [185]. РРР покращують симбіотичні процеси в посівах сої, загальна кількість і маса бульбочок на коренях збільшується відповідно на 3,2-10,4 шт./рослину та 142-703 мг/рослину. Максимальними загальною й активною кількістю та масою бульбочок були у варіанті за обробки насіння сумішкою препаратів ризогумін + Емістим С – відповідно 18,3 і 17,7 шт./рослину та 1175 і 1135 мг/рослину. У цьому варіанті показники структури урожаю були найвищими: кількість бобів на рослину 18,1 шт., насінин на рослину – 31,9 шт., маса насіння з однієї рослини – 5,21 г; маса 1000 насінин – 160 г, висота прикріплення нижніх бобів – 16,3 см., також виявлені високі показники енергетичної та економічної ефективності [163, 164]. Регулятори росту позитивно впливають на ріст і розвиток рослин сої, збільшуючи площу листової поверхні на 0,1-3,9 тис. м²/га, фотосинтетичний потенціал – на 0,01-0,19 млн м²/га за день. Чиста продуктивність фотосинтезу була найбільшою у варіанті за передпосівної обробки насіння сумішкою ризогуміну і Емістиму С (прибавка до контролю за добу становила 0,04-0,24 г/м²) [162].

Комплекс біопрепаратів ризобіфіт, фосфоентерин, біополіцид, флавобактерин та агрофіл з функцією азотфіксації, фосфатмобілізації, стимуляції росту та біозахисту від хвороб забезпечував утворення на коренях

сої більшої кількості активних бульбочок з більшою масою, сприяв формуванню високоефективної азотфіксувальної симбіотичної системи, знизила фітотоксичність ґрунту, що забезпечило підвищення врожайності сої ранньостиглого сорту Аметист [19, 83, 90, 131, 159].

Вегетаційним дослідом у ґрунтовій культурі встановлено більшу ефективність поєднаної передпосівної обробки насіння сої Байкалом EM-1У із бактеріями *B. japonicum* штаму 634 б на ріст кореневої системи, формування листкової поверхні, кількісні показники та загальну азотфіксувальну активність (ЗАА) бульбочок рослин сої культурної сорту Аннушка [122]. Ці результати підтвердилися і в польових дослідженнях в умовах Західного Лісостепу України: збільшилися площа листків, вміст фотосинтетичних пігментів, азотфіксувальна активність та зернова продуктивність [120, 272]. Застосування ризогуміну у технологіях вирощування сої сприяє активізації соєво-ризобіального симбіозу та значно підвищує ефективність виробництва зерна культури [118].

Проведені визначення нітрогеназної активності сої показали, що у варіантах спільного застосування ризобофіту й альбобактерину активність фіксації молекулярного азоту щодо контролю підсилюється в 7-8 разів, а на фоні мінеральних добрив – у 4-5 разів. За цих умов кількість фіксованого симбіотичною системою *B. japonicum* М 8 – рослини сої атмосферного азоту склала 47 кг/га, а на фоні спонтанної інокуляції – лише 6 кг/га. Встановлено, що у варіантах за застосування ризобофіту та альбобактерину відбулося збільшення площі листової поверхні – на 13-21 %, сирової маси рослин – на 11-13 % і сухої – на 14-19 %. Інокульовані рослини дещо відставали в строках досягання зерна (3-4 дні). Врожайність зерна сої в середньому за три роки при спільному застосуванні ризобофіту й альбобактерину зросла на 11 % [34]. Рекомендовано також застосовувати цей комплекс для підвищення урожайності люпину в умовах північної частини Лісостепу України з метою заощадження коштів і енергії на виробництво та застосування мінеральних добрив [167].

Обробка насіння та посівів мікробними препаратами сприяє суттєвому зниженню поширення хвороб і шкідників у посівах. Бульбочкові бактерії люпину і квасолі проявляють антагоністичні властивості до збудника кореневої гнилі *Fusarium avenaceum* [229, 230, 288, 289]. За використання мікробних препаратів ризобофіту та ризогуміну спостерігається зменшення ураження ВЖМК рослин люпину жовтого та підвищення врожайності зерна інфікованих рослин на 36-54 % і покращення його якості шляхом збільшення вмісту білків на 1,21-2,23 % [41, 199]. Відзначено, що інокуляція бульбочковими бактеріями зменшує чисельність уражених рослин на 10,3 %. Бульбочкові бактерії зменшують кількість мікроорганізмів на коренях і регулюють взаємини між рослиною і мікрофлорою. При цьому значно поліпшуються структурні показники урожайності рослин [126, 201].

Дослідження Бахмат О. М. показали, що найбільша фактична урожайність сортів сої становила при внесенні вапна 4 т/га та інокуляції насіння ризоторфіном з мікроелементами бором та молібденом [9].

Максимальне збільшення урожайності сої (0,32-0,66 т/га) було за рахунок комбінованого використання сумішей різних за природою інокулянтів (грунтовий гербіцид харнес + обробка насіння *V. japonicum* 614A + *Bacillus subtilis* 2 + обробка посівів хетоміком + еколистом) у поєднанні з післясходовим обприскуванням рослин біопрепаратами в чистому вигляді або при додаванні мікродобрив. Гербіциди при цьому забезпечували істотне зменшення рівня забур'яненості і обумовлювали поліпшення фітосанітарної ситуації в агроценозах [23].

Застосування біологічно активних речовин, а саме мікродобрив реаком, РРР Емістим С та препарату ризогумін, позитивно впливало на урожайність гороху сортів безлисточкового (вусатого) типу в умовах нестійкого зволоження північного Степу України. Найвища урожайність 2,87 т/га сорту Харківський еталонний у середньому за роки досліджень отримана у варіанті, де насіння обробляли бактеріальним препаратом ризогумін та рослини мікродобривом реаком. При обробці ризогуміном і РРР Емістим С

приріст щодо контролю становив 32,4 % [104]. Дослідження впливу обробки насіння гороху ризогуміном на врожай і його структуру показали істотні позитивні зміни у структурі врожаю. Рослини оброблених варіантів мали більшу кількість бобів, насінин у бобі, масу насіння та високу урожайність від 27,6 до 41,5 ц/га [290]. Застосування мікробних препаратів ризогуміну і поліміксобактерину знижує шкодочинність вірусних захворювань гороху сорту Дамир-2. Отже, мікробні препарати можуть відігравати важливу роль у боротьбі з вірусними інфекціями рослин і підвищенні врожайності сільськогосподарських культур, що потребує продовження досліджень з іншими культурами і фітопатогенними вірусами [288].

Результати дослідження передпосівної інокуляції насіння гороху бактеріальними препаратами ризогуміном (в основі азотмобілізуючі бульбочкові бактерії *R. leguminosarum* штам 31) та поліміксобактерином (фосформобілізуючі бактерії *Bacillus polymyxa* KB) показали, що інокуляція насіння гороху бактеріальними препаратами, покращує посівні властивості насіння: підвищує польову схожість насіння максимально на 7,9 %. Позитивно впливає на морфометричні параметри вегетативної і генеративної сфери гороху, збільшуючи висоту стебла, кількість листків, масу листків і рослин, кількість квіток. Обробка бактеріальними препаратами підвищує фотосинтетичну та симбіотичну активність, зокрема сприяє збільшенню фотосинтетичного потенціалу посіву на 34,0 %, а кількості бульбочок на 38,2 %, порівняно з контролем. Передпосівна інокуляція сприяла зростанню окремих елементів продуктивності (кількості бобів на рослині (25,6 %), маси бобів (31,3 %), маси насіння з рослини (28,2 %)), а також підвищила загальний урожай на 3,1-4,3 ц/га порівняно з контролем [64]. Застосування композиції біопрепаратів у технології вирощування гороху є ефективним заходом з активізації мікробіологічних процесів на поверхні насіння. Такий агрозахід не тільки сприяє покращенню якості сходів, а й оптимізує розвиток мікрофлори ґрунту [251].

Застосування азотфіксувальних бактерій штаму 200 та обробка насіння мікродобривами без внесення мінеральних добрив під передпосівну культивуацію та за їх внесення ($P_{45} K_{60}+$ штаму № 200; $N_{30} P_{45} K_{60}+$ штаму № 200), у сортів гороху різних екологічних груп, сприяли збільшенню накопичення маси сухої речовини, площі листової поверхні і, як наслідок, підвищення врожайності зерна на 10-25 % при його рівні на контролі 2,43-3,33 т/га [107]. Обробка насіння гороху сорту Готівський ризогуміном без мінерального живлення забезпечує найнижчу прибавку врожаю – 0,47 т/га, але за вмістом білків у зерні переважає всі інші варіанти: мінеральне живлення та обробку насіння поліміксобактерином [207].

Передпосівна інокуляція на сортах бобу Український та Карадаг сприяла швидшій появі бульбочок та тривалішому їх функціонуванню, що є важливим чинником збільшення, як урожаю культури так і кількості фіксованого азоту рослинами [125].

Щорічне застосування навесні при відростанні трав багатофункціонального мікробіологічного препарату Клепс (комплекс *Klebsiella oxycitoka* і *Xanthomonas meltophilia*) у середньому за роки досліджень забезпечило прирости сухої речовини сортів люцерни на 8-14 %. За поєднаної дії вапна та препарату Клепс урожайність одновидових травостоїв люцерни підвищилась на 31-39 % [6]. Регулятор росту рослин Емістим С містить збалансований комплекс фітогормонів ауксинової, цитокінінової природи, амінокислот, вуглеводів, мікроелементів [205]. Ризобофіт та Емістим С покращують коефіцієнт використання багаторічними травами фосфору та калію мінеральних добрив, підвищуючи врожайність бобово-злакового травостою [244].

Проведення передпосівної обробки насіння гороху біологічним препаратом ризобофіт, виготовленого на основі бульбочкових бактерій гороху у поєднанні із біостимулятором росту рослин Емістим С є перспективним агрозаходом, особливо на фоні вапнування ґрунту, коли рослини забезпечували максимальну висоту у першому та другому роках

вегетації, як за безпокритого, так і підпокритого способу вирощування незалежно від гідротермічних умов у період вегетації [279].

З природних біоценозів виділено високоактивний і конкурентноздатний щодо місцевих популяцій ґрунтових бульбочкових бактерій конюшини штам *R. trifolii* 20, на основі якого створено препарат ризобофіт під конюшину. Крім фіксації молекулярного азоту атмосфери у симбіозі з конюшиною, *R. trifolii* 20 синтезує речовини фітогормональної природи, внаслідок чого підвищує схожість насіння і стимулює ріст рослин, а також проявляє фунгіцидну активність [19].

Інокуляція ризобофітом (на основі бактерій *Mesorhizobium ciceri*) сумісно з фосфоентерином сприяла максимальній урожайності насіння нуту сорту Тріумф (0,92 т/га), яка була більшою на 0,36 т/га відносно контролю без добрив і на 0,13 т/га відносно моноінокуляції ризобофітом. На нуті сортів Розанна і Александрит застосування поліміксобактерину і альбобактерину сумісно з ризобофітом було практично на рівні моноінокуляції [73].

Отже, аналіз літературних джерел показав високу ефективність сумісного використання мікробіологічних препаратів і біологічно активних речовин на багатьох бобових культурах. Наявна інформація щодо сумісного застосування РРР і селекціонованих бульбочкових бактерій під люпин білий є обмеженою і потребує всебічних досліджень, оскільки культура має великий біологічний потенціал, який нині сповна не використовується.

1.4. Біологічні особливості та господарське значення люпину білого

Люпин одна з найдавніших рослин. Культура білого люпину існувала понад 4 тисячі років тому в Єгипті. Другий осередок знаходився в Південній Америці, де вирощували люпин мінливий. Як відмітив академік М. А. Майсурян, – це був перший етап окультурення люпину [142]. Другий етап – коли в культуру залучені ще 2 види – люпин жовтий і люпин вузьколистий майже 100 років тому. У другій половині ХІХ століття як

сидеральну культуру, а згодом – як найціннішу кормову рослину люпин почали вирощувати у Центральній Європі [308].

У книгах античних лікарів Гіппократа та ботаніка Теофраста з'являються перші письмові відомості про люпин. Видатні вчені древнього світу – Діоскорид, Авіцена, Гален, Пліній згадують люпин як корисну їстівну та лікувально-косметичну рослину [307].

Батьківщина люпину – узбережжя Середземного моря та Північна Америка [133]. На Апеннінському, Піренейському і Балканському півостровах, у Малій Азії, на островах Середземного моря і на північному і східному узбережжях Африки виявлено дикорослі види люпину. Більшість з них росте в західній півкулі, в Південній і Північній Америці. Вони доволі різко відрізняються за деякими морфологічними і біологічними ознаками [333]. В Україні люпин почали вирощувати в якості зеленого добрива тільки на початку ХХ століття. Лідером щодо розповсюдження культури люпину є Австралія, де висівають люпин на площі 0,8-1 млн. га [248]. Сьогодні нараховують понад 250 видів люпину [308]. У сільськогосподарській культурі використовується чотири види люпину: вузьколистий (*L. angustifolius* L.), жовтий (*L. luteus* L.), білий (*L. albus* L.) і багаторічний (*L. perennis* L.).

У Державному Реєстрі сортів рослин, придатних для поширення в Україні у 2015 р., наявні 25 сортів трьох видів роду люпину (*Lupinus* L.): люпин білий – 12 сортів (48 %), люпин жовтий – 8 сортів (32 %) і люпин вузьколистий – 5 сортів (20 %) [71].

Найбільшу площу в Україні займає жовтий люпин, значно менші – білий, вузьколистий і найменші – багаторічний люпин. У зоні Полісся на бідних дерново-підзолистих супіщаних і піщаних ґрунтах більш поширеним є жовтий люпин. У зоні Лісостепу та на більш родючих ґрунтах Полісся – люпин білий [264].

У Реєстрі 2015 р. наявні сорти люпину в основному кормового напрямку використання – 21 сорт (84 %); на зелене добриво (сидерат) – 1 сорт (4 %) та

універсального призначення – 3 сорти (12 %). До Реєстру включено 3 сорти люпину білого, зерно яких може використовуватись для виготовлення харчових дієтичних продуктів. Основним базовим науково-дослідним закладом селекції сортів люпину є ННЦ «Інститут землеробства НААН».

Створені сорти люпину успішно впроваджують у виробництво не тільки в Україні, але й за кордоном. За даними бази Міжнародного союзу з охорони нових сортів рослин (UPOV) сорт люпину білого Дієта селекції ННЦ «Інститут землеробства НААН» зареєстрований у Великобританії з метою внесення до національного каталогу [123].

Сучасний ринок сортів представлений лишень сортами Української селекції, сорти іноземної селекції у реєстрах сортів 2013-2015 років відсутні. Сорти універсального (харчового і кормового) призначення характерні тільки для люпину білого. Насіння цих сортів, а також продукти його переробки можуть використовуватися у різних галузях харчової промисловості як доступне джерело повноцінних білків, ненасичених жирних кислот [25].

Люпин білий належить до теплолюбних рослин. Насіння люпину може прорости при температурі + 2-4°C, оптимальна – + 9-12°C [232]. Температура ґрунту і повітря впливає не тільки на польову схожість, але і на тривалість періоду посів – сходи. Сходи витримують приморозки до – 9°C. Люпин білий відрізняється швидким ростом на початкових фазах вегетації. Для формування вегетативних органів люпину оптимальною температурою є + 14-16°C, а при цвітінні – +16-20°C.

Білий люпин – світлолюбна рослина, що виявляється в його позитивному геліотропізмі – властивості повертати свої листки перпендикулярно падаючим сонячним променям протягом всього світлового дня. Нестача світла викликає посилений ріст стебел [274]. У молодому віці люпин краще переносить затінювання, ніж на пізніших етапах вегетації. Критичними періодами в онтогенезі культури є формування бобів і дозрівання насіння [263]. Скорочення довжини дня затримує настання фази цвітіння. Проте люпин білий не надто реагує на зміну довжини дня [3, 274].

Продуктивнішими рослини люпину виростають при підвищеній інтенсивності світла.

Рослини люпину білого досить вимогливі до вологи [234]. Разом з тим білий люпин стійкий до короткочасної посухи, особливо в другій половині вегетації, коли вона не співпадає з критичними періодами. Найбільш чутливий даний вид до нестачі вологи в періоди проростання насіння і формування на рослинах генеративних органів: починаючи з фази бутонізації – весь період цвітіння до фази блискучих бобів [262].

Під час проростання насіння люпин вбирає в 2-3 рази більше води, ніж насіння зернових [98] і вимагає 170 % вологи від своєї маси. Достатнє забезпечення вологою у перший генеративний період сприяє одержанню крупнішого насіння [174]. Недостатня вологість ґрунту значніше позначається на урожаї зерна люпину, ніж на урожаї зеленої маси [126], особливо при вирощуванні на легших ґрунтах, а також у молодому віці, коли коренева система ще малорозвинена.

Проте і надлишок вологи для люпину також несприятливий. У роки з надмірним зволоженням період вегетації люпину подовжується, дозрівання насіння затримується, посилюється ураження рослин грибними хворобами. Транспіраційний коефіцієнт становить 600-700 [97, 98]. Люпини не є вимогливими до родючості ґрунтів, але люпин білий краще росте на більш родючих ґрунтах, реакція ґрунтового розчину яких близька до нейтральної.

На жаль, теоретичне розуміння динаміки функціонування рослинного організму в мінливих кліматичних умовах надто далеко від можливості передбачити її практичну продуктивність у конкретних умовах чи використати ці знання для керування ефективністю господарсько важливих ресурсів. Жоден агротехнічний захід, застосований окремо, не дає очікуваного результату, лише комплекс агрозаходів та природних факторів може забезпечити високий урожай та хорошу його якість [322].

Отже, для отримання максимального господарсько-корисного ефекту необхідно враховувати біологічні особливості, ґрунтово-кліматичні вимоги

люпину, застосовувати прийоми, що підвищують адаптаційну здатність рослин люпину до стресових умов зростання.

Особлива цінність люпину полягає в тому, що він характеризується здатністю утворювати з бульбочковими бактеріями симбіотичні системи, які фіксують молекулярний азот атмосфери. Серед зернобобових культур найвищу азотфіксувальну здатність проявляють люпин та соя [74]. Вони засвоюють за вегетаційний період від 70 до 280 кг/га молекулярного азоту з повітря [28, 317, 334]. За даними О. В. Гвоздева та ін. [53, 154], люпин протягом вегетації здатний засвоїти від 200 до 400 кг/га молекулярного азоту повітря. Й. Штромер [336] показав, що шляхом біологічної азотфіксації за сприятливих умов він накопичує на одному гектарі до 600 кг азоту, забезпечує врожай зерна 25-45 ц/га, зеленої маси – 600-900 ц/га і залишає в ґрунті 150-180 кг біологічно чистого азоту, який використовується наступними культурами сівозміни [13, 34, 187]. Він є одним із кращих попередників для переважної більшості культур, які вирощуються на Поліссі та в Західних регіонах України [74].

Азот зеленої маси люпину, що приорується, а також кореневі та рослинні рештки поступово мінералізуються та практично не вимиваються [124]. Як зелене добриво люпин знижує кислотність ґрунту, підвищує буферність і ємність поглинання, покращує структуру, зменшує щільність, збільшує водопроникність, сприяє підвищенню вмісту вологи, завдяки чому активізується життєдіяльність ґрунтових мікроорганізмів.

Використання сучасних сортів люпину дозволяє накопичувати на 1 га посіву до 200 кг біологічного азоту. Не менш важливою властивістю люпину є здатність його кореневої системи розчиняти фосфорні сполуки ґрунту, недоступні багатьом іншим культурам. Коренева система люпину здатна піднімати з-під орного шару ґрунту калій та інші поживні речовини, і таким чином покращувати калійний режим ґрунту [247, 268]. Вона досягає в глибину до півтора метра і сприяє швидкій інфільтрації вологи в нижні горизонти [27]. Оскільки люпин невимогливий до ґрунтів, активно фіксує

молекулярний азот, не вимагає додаткового внесення азотних добрив, забезпечує ґрунт органічною речовиною та покращує життєдіяльність ґрунтової мікрофлори, знижує токсичність, він, поряд з іншими бобовими, може заслужено стати основою біологічного землеробства [196].

Отже, вирощування люпину сприяє забезпеченню тваринництва якісними кормами, підвищенню родючості ґрунтів, поліпшенню його фізичного, хімічного і фітосанітарного стану за рахунок органічних речовин кореневої системи, біодренажу, накопичення біологічного азоту і легкозасвоюваних сполук фосфору і калію [34, 57, 199, 242].

Всі види люпину містять у насінні та вегетативних органах алкалоїди (люпинін, люпанін, спартеїн та ін.). Їх кількість у насінні варіює залежно від видових, і сортових особливостей та умов вирощування від 0,002 до 3,9 %, у кормових сортів – від 0,002 до 0,12 %. У зеленій масі алкалоїдність, зазвичай, у 5-10 разів менша, ніж у насінні. На корм придатний люпин із умістом алкалоїдів у сухій речовині не більше 0,1 %, у високоалкалоїдному люпині цей показник може становити 3,9 %. Багату алкалоїдами зелену масу люпину зазвичай заорюють на зелене добриво. Алкалоїди люпину сприятливо впливають на фітосанітарний стан ґрунтів [233]. Широко застосовуються алкалоїди і в медицині, ветеринарії, парфумерній та харчовій промисловості як лікарські, харчові, тонізуючі та наркотичні засоби.

Витяжки з насінин гіркого люпину мають фармакологічні властивості і впливають на зниження артеріального тиску, моторну і психічну активність, не виявляючи при цьому наркотичної дії. М. Вінк [353] встановив, що алкалоїд люпину спартеїн використовується як антиаритмічний засіб.

Впровадження у виробництво нових кормових сортів люпину дозволить поповнити дефіцит протеїнів у раціонах тварин [268]. Вміст білків у зерні люпину білого залежно від умов вирощування та сортових особливостей рослин в середньому становить 29,0-40,0 [155], 35,5-39,5 % [110] на суху речовину. Передпосівна інокуляція насіння активними штамми бульбочкових бактерій сприяє зростанню вмісту сирого протеїну у

зерні люпину білого. Він становив 35,5-39,9 % на абс. суху речовину [197]. Найбільш розвинутим напрямком застосування високобілкового люпинового борошна є виробництво хлібобулочних виробів. Так, французькі дослідники [92] запропонували спосіб приготування хлібобулочних виробів, до складу яких входить 0,2-3,0 % борошна білого люпину від загальної його кількості. Додавання люпинового борошна в тісто покращує його структурно-механічні характеристики, а також смакові якості та тривалість зберігання готових виробів. Види люпину містять у зерні від 3,7 до 21,5 % олії [246], яка за своєю якістю (вмістом особливо цінних ненасичених жирних кислот: олеїнової, лінолевої і ліноленої) вища від олії гороху і бобів. Сорти люпину білого за вирощування в умовах Західного Лісостепу України містять у зерні в середньому від 10,03 до 14,71 % на абс. суху речовину олії [197].

Люпинова олія багата на жиророзчинні вітаміни і провітаміни – токоферолі, стероли та каротиноїди. Особливістю олії є високий вміст одночасно лінолевої та ліноленої кислот, що є перспективним з точки зору терапевтичної дії цих олій при порушенні холестеринового обміну та серцево-судинних захворюваннях. Найбільшу біологічну цінність має нерафінована олія, бо після рафінування з неї повністю видаляються каротиноїди і вдвічі знижується вміст токоферолів і стеринів. Оболонку насіння, що містить вуглеводів до 80 % від сухих речовин, у тому числі до 50 % клітковини, можна використовувати як кормову добавку до раціонів при годівлі худоби, а після відповідної обробки – і в їжу людини [4, 119].

Крім того, насіння люпину містить також і водорозчинні вітаміни – тіамін, рибофлавін, піридоксин, біотин, фолієву кислоту, аскорбінову кислоту та ін. За вмістом вітамінів групи В насіння люпину близьке до насіння інших зернобобових (горох, соя) та значно перевищує зернові (жито, пшениця). Особливо відрізняється насіння люпину підвищеним вмістом бета-каротину (0,30-0,49 мг/100г) та токоферолів (3,9-16,2 мг/100г) [115].

Вміст мінеральних речовин у насінні люпину такий (мг/100г) – макроелементи: Na – 17,3-35,1; K – 1085-1200; Ca – 139-162; Mg – 155-195;

P – 390-473; Mg – 0,0-0,015; Fe – 29,6-42,0 та мікроелементи: Cu – 5,2-7,2; Zn – 21,0-28,1; Pb – 0,0-0,005; Cd- 0,0; As – 0,0-0,01 [38].

Люпин у народній медицині використовують для лікування виразок та пухлин; відкриття закупорених проходів у селезінці; при прищах на обличчі; для усунення нудоти та підвищення апетиту. Лікарська пов'язка з рослини лікує запалення сідничного нерва. Обробка гангрени люпиновим відваром протидіє гноїнню, а борошно допомагає позбавитись від вологих виразок на голові [142, 293, 320]. Також використовується проти родимих плям, для апетиту, як засіб від глистів і болю у животі та печінці, з косметичною метою, зокрема для стимуляції росту волосся та проти зморшок [61, 344].

Багато вчених відмічають багатогранне застосування цієї рослини. Використовується люпин з різною метою у медицині, парфумерії, землеробстві, тваринництві, лісівництві, садівництві, квітникарстві, ґрунтозахисних насадженнях та лакофарбовій промисловості [124, 196, 212, 267, 273].

Отже, люпин білий є універсальною культурою. Тому необхідно досліджувати цю культуру всебічно, з метою широкого впровадження її в практику народного господарства. Та на жаль, обсяги виробництва та посівна площа під цією культурою залишаються незначними і в 2014 р. становила 5,87 тис. га [165]. Перспективним напрямом використання сортів люпину білого є універсальний для збалансованості за амінокислотним складом протеїнів рослинного походження в раціоні людей і тварин.

Важливим завданням фізіологів рослин є щонайповніше використовувати високий біологічний потенціал люпину білого, досліджувати шляхи активізації його симбіотичних систем та підвищення продуктивності культури за допомогою екологічно безпечних елементів технології.

РОЗДІЛ 2

УМОВИ, МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1. Ґрунтово-кліматичні умови проведення польових дослідів

Польові дослідження закладали на дослідних ділянках Кременецького ботанічного саду. Згідно схеми ґрунтово-географічного районування територія належить до листяно-лісової зони сірих лісових ґрунтів, західної провінції зони Лісостепу, Підкамінсько-Вишнівецького району. Характерними рисами природних умов регіону дослідження є значні висоти, високий ступінь розчленування рельєфу, велика кількість опадів, висока залісненість території порівняно з прилеглими подільськими ландшафтами. Тому за удосконаленою схемою фізико-географічного районування територію відносять до Північно-Подільської височинної області. Материнськими породами є сірі лісові ґрунти розташовані на значній площі в східній частині Кременецьких гір. Ці ґрунти розміщуються на оптимально дренованих вододільних плато і сформувалися на карбонатних лесах під широколистяними лісами з добре розвиненою трав'янистою рослинністю. Згідно з літературними даними ґрунти містять 2,5-4,0 % гумусу, середньо забезпечені калієм, достатньо – рухомим фосфором, серед обмінних катіонів переважають Ca і Mg [148].

За агрохімічною характеристикою сірі лісові ґрунти Кременецького горбогір'я відносяться до нейтральних та близьких до нейтральних (показник рН у межах 5,7-6,6), відзначаються низьким вмістом доступних форм азоту і калію (відповідно 5,0-11,2 і 0,2-3,8 мг/100 г за Кірсановим), переважно середньою, підвищеною і високою кількістю фосфору (8,0-24,3 мг/100г ґрунту) [89]. Ґрунти мало структурні, мають добрі фізичні властивості, не запливають. Їм властива достатня аерація та добра водоутримуюча здатність. Коефіцієнт фільтрації складає 0,0003-0,0007 см/с для орного шару і 0,0001-0,0002 для підґрунтя [148].

Клімат території помірно-континентальний з чітко вираженими сезонами року. Середньорічні суми сонячної радіації становлять 95-100 ккал/см² [89]. Атмосферна циркуляція відзначається зміною протягом року атлантичних, континентальних та арктичних повітряних мас. Переважає західний перенос повітря, що зумовлює домінування вітрів північно- та південно-західних напрямів. Середньорічна сила вітру становить 4,6 м/с [208].

Температурний режим території відзначається помірно-континентальним типом річного ходу температури. Середньорічні температури повітря становлять + 6,8-7,4°C. Найтепліший липень +17,6-18,5°C, найнижчі температури у лютому – -4,4-4,7°C. Середні максимальні температури повітря липня – +24,3-24,7°C. Абсолютний максимум у серпні +37-38°C. Середній мінімум узимку -7,9°C. [89]. Сума плюсових температур – 3025°C. Перехід температур вище 0°C відбувається в середньому 11-13 березня, а у зворотньому напрямі – 25-27 листопада. Період з додатними температурами триває 259-262 доби. Перші заморозки спостерігаються в повітрі на початку жовтня, а останні в другій декаді квітня [208]. Період з середньодобовими температурами вище 5°C становить 205-210 діб, вегетаційний період (температури більші 10°C) розпочинається 25-30 квітня і триває до 1-6 жовтня (150-160 діб). Сума активних температур складає 2318-2565°C [89].

Глибина промерзання ґрунту взимку в середньому становить 36 см, мінімальна – 16-18, максимальна – 55-60 см. Найвищою температура ґрунту є у липні: на глибині 5 см – +21,2-21,5°C, 10см – + 20,9-21,9°C [208].

Відповідно до гідрологічного районування території Кременецьке горбогір'я належить до Волинської підобласті Західної зони достатньої водності. Середня багаторічна сума опадів становить 594-664 мм. Найвологішими є червень та липень (кількість опадів 80-100 та 90-100 мм). Загалом протягом теплого періоду (квітень-жовтень) випадає 443-528 мм опадів, холодного – 90-100. Сніговий покрив через часті відлиги є нестійким.

Перший сніг спостерігається у 2-3 декаді листопада, стійкий сніговий покрив, здебільшого, утворюється у 2-3 декаді грудня, тривалість його залягання становить 2,5-3 місяці. Висота снігового покриву сягає 10-30 см. Сніготанення розпочинається у першій декаді березня і продовжується 18-25 діб [89].

Для м. Кременець і його околиць характерний помірно-континентальний клімат із переважанням північно-західних і західних вітрів. Вплив експозиції й крутизни схилів гір зумовлює додаткову мікрокліматичну диференціацію розподілу сум активних температур балансу.

Висновок про забезпеченість рослин теплом та вологою протягом вегетаційного періоду в роки проведення дослідів можна зробити в результаті аналізу даних Кременецької метеостанції. За роки проведення досліджень погодні умови мали ряд особливостей та впливали на ріст і розвиток рослин люпину білого.

Погодні умови впродовж 2012 року (табл. 2.1, 2.2) були відносно жаркими з великою кількістю опадів, рослини активно росли і розвивалися. Найвища потреба у водозабезпеченні рослин люпину у фазах бутонізації, цвітіння, зеленого бобу [98]. Вологи їм вистачало, а високі температури серпня і вересня сприяли швидшому і рівномірному дозріванню насіння.

Таблиця 2.1

Показники середньомісячних температур повітря впродовж вегетаційного періоду рослин люпину білого (2011-2014 рр.) (за даними Кременецької метеостанції).

<i>Місяць</i> \ <i>Рік</i>	<i>Температура повітря, °С</i>			
	<i>2012</i>	<i>2013</i>	<i>2014</i>	<i>Норма</i>
квіт.	9,9	9,5	8,9	7,4
трав.	15,7	16,7	19,6	13,3
черв.	18,2	18,7	21,4	16,2
лип.	21,7	18,6	25,1	17,4
серп.	18,9	19,1	23,4	16,8
вер.	15,6	11,9	16,5	12,9
жовт.	9,1	10,2	15,4	7,4

У 2013 році рослини висівали у 3-тій декаді квітня, цей період характеризувався недостатньою кількістю опадів (табл. 2.2) та високою температурою, що негативно вплинуло на польову схожість насіння, сходи були нерівномірними. Періоди проходження перших фаз розвитку відрізнялися, як в межах одного варіанту, так і між різними варіантами. До завершення вегетації рослини зрівнялися за висотою, а урожай найшвидше досяг варіанті за застосування ризобофіту, штамп 367а та PPP Регоплант.

2014 рік виявився сприятливим для вирощування люпину білого. Рослини висівали у другій декаді квітня, оскільки середньомісячна температура була висока (табл. 2.1), перевищила норму на $1,5^{\circ}\text{C}$, і ґрунт на глибині 10 см прогрівся на 7°C . Велика кількість опадів сприяла появі швидких сходів за 6 днів, а жарка погода травня і червня – дружнішому і швидшому цвітінню.

Періоди проходження фенофаз не відрізнялися у дослідних варіантах, проте найшвидше закінчилася вегетація рослин у варіанті за використання ризобофіту, штамп 367а з PPP Регоплант. Оскільки насіння люпину було висіяне рано, швидше заклалися квіткові бруньки, сформувалося коротше стебло і продуктивніша центральна китиця, період вегетації скоротився на 5 днів. Насіння не потребувало досушки, тому, що у другій половині вегетації випала мала кількість опадів і була висока температура повітря (табл. 2.1, 2.2), що сприяло кращому його досягнанню.

Таблиця 2.2

Показники середньомісячних сум опадів впродовж вегетаційного періоду рослин люпину білого (2012-2014 рр.) (за даними Кременецької метеостанції)

<i>Місяць</i>	<i>Рік</i>			
	<i>Опади, мм</i>			
	<i>2012</i>	<i>2013</i>	<i>2014</i>	<i>Норма</i>
квіт.	15,2	31,3	52,5	47
трав.	103,9	116,1	115,1	69
черв.	139,9	115,5	40,9	81
лип.	113,8	96,8	46,3	92
серп.	135,7	20,1	91,2	63
вер.	61,1	85,7	63,4	52
жовт.	84,6	7,1	81,6	33

У цілому, погодні умови в зоні вирощування люпину білого в роки досліджень були відносно теплими з помірною кількістю опадів і сприяли нормальному росту і розвитку даної культури, формуванню бобово-ризобіальних систем і повноцінного зерна.

2.2. Матеріали дослідження

Матеріалами дослідження слугували люпин білий (*L. albus* L.) сортів Серпневий та Дієта, ризобіфіт на основі бульбочкових бактерій люпину штамів 367а і 5500/4 та регулятори росту рослин Стимпо і Регоплант.

Рід Люпин (*Lupinus* L.) належить до родини Бобові (*Fabaceae*), класу Дводольні (*Magnoliopsida*), відділу Покритонасінні (квіткові) (*Magnoliophita*) [100, 133, 180].

Аналіз структури Державного реєстру сортів рослин показав, що селекційна робота зі створення нових сортів люпину в Україні ще на недостатньому рівні. Асортимент люпинів становить на сьогоднішній день лише 25 сортів [124].

Сорти Дієта і Серпневий виведено у відділі селекції та первинного насінництва люпину ННЦ «Інститут землеробства НААН». Для сучасних сортів люпину селекції ННЦ «Інститут землеробства НААН» властивий низький вміст антипоживних речовин. Низький вміст інгібіторів трипсину в білковому комплексі люпину (0,47 мкг/мг) [294] – одна з умов його високої перетравності всіма видами сільськогосподарських тварин, яким його можна згодовувати без додаткової термообробки [302].

Сорт Дієта люпину білого внесено до Реєстру сортів рослин України за 2004 рік, створено методом індивідуального добору на інфекційному фоні із сорту білого люпину Український. Насіння біле з кремовим відтінком, округлокутасте, маса 1000 насінин – 330-360 г. Парус квітки блакитний з білою плямою, весла блакитні із синьо-чорним кінчиком, чашечка квітки буро-зелена. Суцвіття на бічних пагонах розташовані майже на одному рівні

із суцвіттям на центральній китиці. Листя зелене. Сорт відноситься до групи скоростиглих, вегетаційний період – 105-110 днів. Центральне стебло міцне, стійке до вилягання. Сорт високопродуктивний, потенційна врожайність зерна – 4,2 т/га, зеленої маси (суха речовина) – 10,5 т/га. Стійкий до фузаріозу та вірусних хвороб. Вміст перетравного протеїну в зерні – 39 %, у зеленій масі (суха речовина) – 20 %, олії в зерні – 11,7-12,0 %, алкалоїдів у зерні – 0,009 %, у зеленій масі – 0,007 %, пектину 10,3 %, низький вміст інгібіторів трипсину. Для сорту характерне одночасне досягання зерна на центральній китиці та бічних пагонах, що забезпечує скоростиглість і високу якість зерна. Зерно сорту Діета може бути використане для приготування продуктів харчування [225].

Сорт Серпневий люпину білого занесено до Реєстру сортів рослин України за 2006 рік, створений методом гібридизації (лінія 2101×лінію 2247) з подальшим індивідуальним добором за ознакою скоростиглості. Сорт відноситься до групи скоростиглих (вегетаційний період 100-105 днів), що дозволяє збирати в умовах Лісостепу і Полісся врожай насіння в кінці серпня без досушки, може бути попередником для озимих культур. Сорт стійкий до фузаріозу та ВЖМК. Апробаційні ознаки сорту Серпневий: насіння біле з кремовим відтінком, округле, парус квітки світло-буковий з білою плямою, весла світло-букові, човник білий з синьо-чорним кінчиком, чашечка буро-зелена, листочки зелені, ланцетні, рослини низькорослі. Врожай насіння сорту забезпечується в основному за рахунок насіння центральної китиці і складає 3,9- 4,0 т/га, вміст білків у зерні – 39,9 %, олії – 11,2 %, алкалоїдів у зерні – 0,015 %, у зеленій масі – 0,009 %. Маса 1000 насінин – 340-350 г. Сорт рекомендовано для вирощування на зерно і зелену масу в зонах Лісостепу та Полісся України [226].

Для бактеризації насіння зазначених сортів люпину білого використовували ризобіфіт, виготовлений на основі *Bradyrhizobium sp.* (*Lupinus*) штамів 367а (штам-еталон) та 5500/4 в Інституті сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва

НААН України (м. Чернігів). Штам 5500/4 бульбочкових бактерій виділено з бульбочок люпину білого сорту Гарант, вирощеного на полях Чернігівського НВО «Еліта». Він здатний підвищувати не лише продуктивність люпину, але і його стійкість до фітопатогенів. Ризобофіт був у вигляді сипкої маси з вологістю 50-55 %. В 1 г препаратів міститься до 2,5 млрд. активних бульбочкових бактерій.

Для передпосівної обробки насіння використовували нові композиційні поліфункціональні препарати біологічного походження Стимпо і Регоплант, які були створені на Державному підприємстві «Міжвідомчий науково-технічний центр «Агробіотех» НАН та МОН України». Препарати володіють посиленими біозахисними та регуляторними властивостями, які обумовлені синергічним ефектом взаємодії продуктів життєдіяльності (суміші амінокислот, вуглеводів, жирних кислот, полісахаридів, фітогормонів та мікроелементів) в культурі *in vitro* гриба-мікроміцета, вилученого з кореневої системи женьшеню, та аверсектинів – комплексних антипаразитарних макролідних антибіотиків, продуктів метаболізму ґрунтового стрептоміцету *Streptomyces avermitilis* [17].

За основу Стимпо взято регулятор Біолан (Емістим С-1,0 г/л + мікроелементи) з додаванням аверсектинів, а Регоплант – Радостим (жирні кислоти, олігосахариди, біологічно активні аналоги фітогормонів, хітозан, амінокислоти, хелатні і біогенні мікро- Cu, Mo, B, Mn, Zn та макроелементи Mg, S, K, Ca, Fe, N) з аверсектинами [12]. Препарати зберігаються протягом 3-х років. РРР є новими, зареєстровані в 2014 році, тому дослідження їх впливу на рослини люпину білого в комплексі з бактеріальними препаратами на сьогодні є досить актуальним.

2.3. Методика постановки експериментів

Дослідження проводили у 2011-2014 роках. Польові досліді закладали на сірому лісовому ґрунті за схемою (табл. 2.3).

Схема польового досліджу

Варіант досліджу
Контроль (без застосування препаратів)
Ризобофіт, штам 367а
Ризобофіт, штам 5500/4
РРР Регоплант
РРР Стимпо
Ризобофіт, штам 367а + РРР Регоплант
Ризобофіт, штам 367а + РРР Стимпо
Ризобофіт, штам 5500/4 + РРР Регоплант
Ризобофіт, штам 5500/4 + РРР Стимпо

Насіння люпину білого висівали широкорядним способом з шириною міжрядь 45 см на глибину 4-5 см. Сівбу проводили у другій-третій декадах квітня за оптимальної температури прогрівання ґрунту (8-10 °С) і достатній його вологості. Норма висіву – 0,7 млн/га або 125 кг/га. Для сівби використовували високоякісне насіння з однорідністю більш 90-95 % і високою енергією проростання. Насіння отримали у відділі селекції та первинного насінництва люпину ННЦ «Інститут землеробства НААН». Перед посівом насіння люпину протягом 20 хв стерилізували 70 % етанолом і промивали водопровідною водою. У день сівби проводили інокуляцію ризобофітом та обробку насіння РРР. Насіння перед посівом зволожували водою із розрахунку 2 % від його маси (контроль) та РРР Регоплант (25 мл/л) і Стимпо (2,5 мл/л). Обробіток ґрунту та догляд за посівами проводили згідно загальноприйнятої агротехніки для зони Лісостепу [74]. Повторність дослідів 4 разова, площа облікових ділянок 2 м². Розміщення ділянок рендомізоване.

Протягом вегетації рослин проводили фенологічні спостереження та дослідження за схемою (рис. 2.1).

2. 4. Методи дослідження

Використовували комплексний підхід із застосуванням біометричних, фізіологічних, біохімічних, хроматографічних, спектрофотометричних та математично-статистичних методів дослідження.

2.4.1. Фізіологічні

За допомогою біометричних методів дослідження визначали вплив інокуляції та обробки насіння PPP та їх сумісного застосування на ріст та фотосинтетичну діяльність рослин, оводненість тканин, формування симбіотичного апарату та урожай насіння. Протягом вегетації через кожні 10 діб вимірювали висоту рослин за допомогою лінійки. У процесі розвитку рослин, підраховували кількість листків на рослині. За допомогою штангенциркуля визначали діаметр стебла біля кореневої шийки.

Оводненість тканин. Вологість, масову частку води і сухої речовини в рослинному матеріалі визначали термогравіметричним методом – висушуванням його в сушильній шафі. У попередньо висушений, зважений і пронумерований бюкс насипали 20 г подрібненого свіжого рослинного матеріалу (листіків) і зважували на аналітичних терезах. Бюкс відкривали, вміщували у сушильну шафу і висушували матеріал протягом 5 год спочатку за 60°C, а потім – 6 год за 105°C. Після висушування бюкс закривали кришкою, охолоджували в ексикаторі і зважували. Далі досушували рослинний матеріал до тих пір, поки маса не була сталою і різниця між двома зважуваннями становила не більш як 0,02 г.

Вологість (у), у відсотках до сухої речовини, розраховували за формулою [62]:

$$y = (a - б) \times 100 / m$$

де: а – маса бюкса з рослинним матеріалом до висушування, г;

б – маса бюкса з рослинним матеріалом після висушування, г;

м – маса проби рослинного матеріалу після висушування, г;

100 – коефіцієнт для перерахунку у відсотки.

Масову частку води в рослинному матеріалі (у) у відсотках до маси проби розраховували за формулою:

$$y_1 = (a - б) \times 100 / m_0$$

де: m_0 – маса рослинного матеріалу до висушування, г.

Масову частку сухої речовини (X), у відсотках, обчислювали за формулою:

$$X = 100 - y_1$$

де: y_1 – масова частка води в рослинному матеріалі, % .

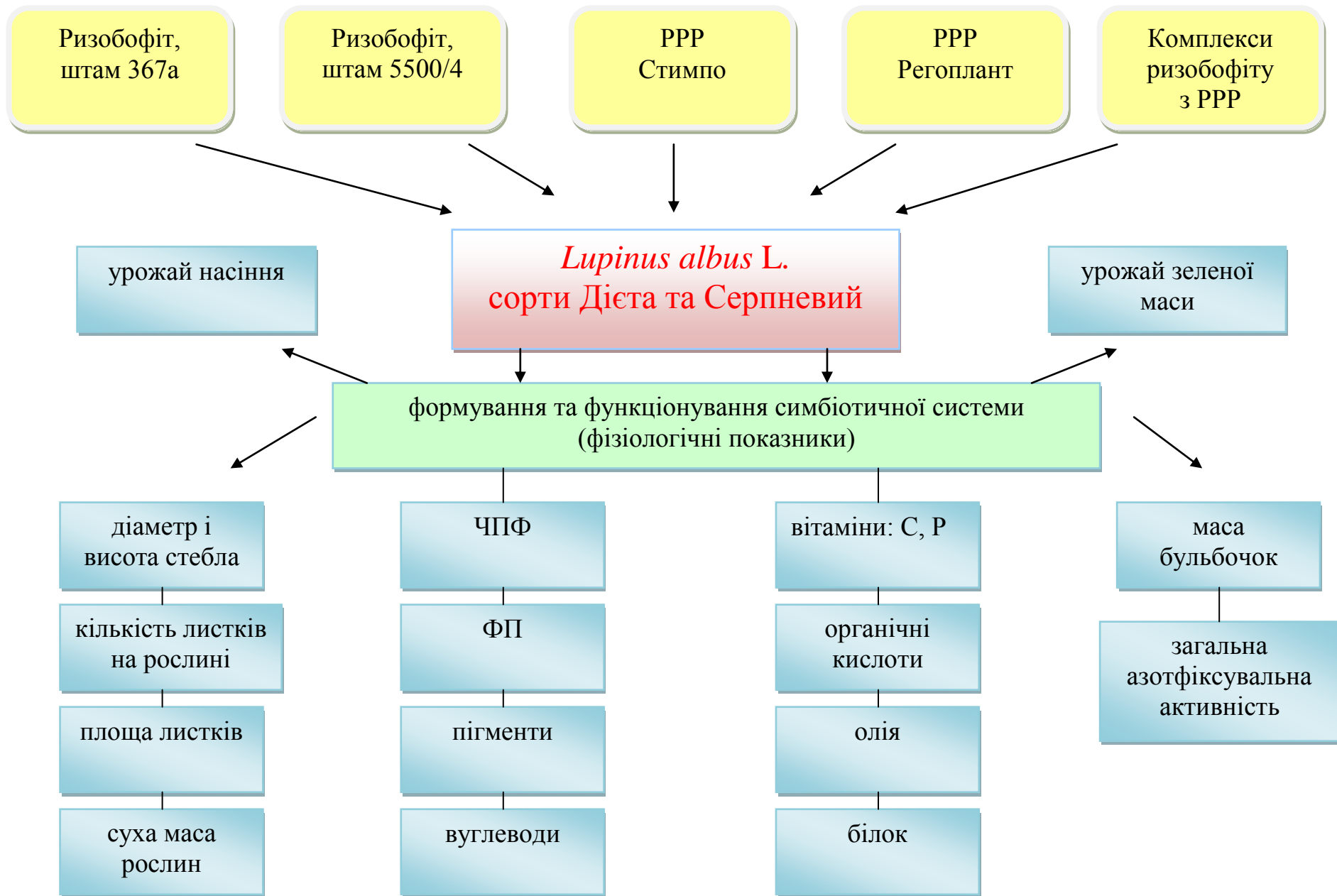


Рис. 2.1 Схема експерименту

Маса бульбочок. Для визначення маси бульбочок у польових умовах протягом вегетації рослин відбирали моноліти ґрунту з корінням люпину 25x25x30 см. Після відмивання коренів бульбочки відокремлювали, висушували їх при температурі 105°C у сушильній шафі і визначали масу сухої речовини із п'яти рендомізованих рослин, взятих з кожної повторності.

Надземну масу сирі та сухої речовини та масу коренів встановлювали зважуванням на електронних вагах на 10-20 рослинах рендомізовно взятих із кожної повторності.

Площу листків визначали за допомогою методу висічок [62]. На дослідній ділянці відбирали 10 рослин, зривали з них усі листки і зважували. Потім за допомогою коркового свердла брали з цих листків по 20 висічок і зважували їх. Загальну листову поверхню у пробі визначали за формулою :

$$П = М_{пк} / м$$

де: П – загальна площа листків у пробі;

М – маса листків у пробі, г;

п – площа однієї висічки, см²;

к – кількість висічок, шт.;

м – маса висічок, г.

Обчисливши загальну площу листків у пробі, визначали площу листків на одній рослині і, помноживши цей показник на густоту рослин на 1 га, одержували площу листового апарату рослин виражену в м²/га.

ЧПФ і ФП визначали за методикою А. О. Ничипоровича [176]:

$$ФП = (Л_1 + Л_2 / 2 \times 100) \times Т$$

де: Л₁, Л₂ – площа листової поверхні у конкретні фази розвитку, тис. м²/га;

Т – довжина міжфазного періоду, діб.

Чисту продуктивність фотосинтезу обчислювали для конкретної фази розвитку рослин за формулою:

$$ЧПФ = В_1 - В_2 / 0,5(Л_1 + Л_2)Т \times 100,$$

де: В₂ і В₁ – суха маса рослин з одиниці площі.

Облік урожайності здійснювали за методикою [62]. З кожної ділянки відбирали пробні снопи з площі 1 м², зважували їх, а після обмолочування зважували зерно. Урожайність чистого зібраного зерна перераховували на стандартну 14 % вологість, користуючись формулою:

$$Y = A (100 - B) / 100 - 14,$$

де: Y – врожайність чистого зерна при стандартній вологості, ц/га;

A – врожайність чистого зерна при польовій вологості, ц/га;

B – вологість зерна на час збирання, %;

14 % – стандартна вологість для зернових культур.

Відношення $100 - B / 100 - 14$, є перевідним коефіцієнтом при 14 % вологості зерна. Вологість зерна, визначали термогравіметричним методом з використанням формули :

$$B = v \times 100 / C,$$

де: B – вологість зерна, %;

v – маса випаровуваної води з бюкса з зерном, г;

C – маса проби зерна в бюксі після висушування, г.

Щоб розрахувати перевідні коефіцієнти на стандартну вологість зернової продукції, використовували дані таблиці [62].

Для визначення *маси 1000 насінин* брали дві проби по 500 насінин і зважували їх з точністю до 0,01 г. Якщо при цьому різниця між масами взятих проб перевищувала 3 %, відбирали і зважували третю пробу. Середню масу 1000 насінин перераховували на масу з вологістю 14 % за формулою:

$$M = m (100 - v) / 100 - 14,$$

де: M – маса 1000 насінин при вологості 14 %, г;

m – маса 1000 насінин при фактичній вологості, г;

v – фактична вологість насінин на час аналізу, % [62].

2. 4. 2. Біохімічні

Вміст *аскорбінової кислоти* визначали за допомогою реакції Тільманса [135]. Відважували 1 г повітряно-сухих листків, розтирали їх у ступці з 2 мл

10 % розчину хлористоводневої кислоти, додавали 8 мл води і фільтрували. Відмірювали для титрування 2 мл фільтрату, додавали 10 крапель 10 % розчину хлористоводневої кислоти і титрували 2,4-дихлорфеноліндофенолом до рожевого забарвлення, яке зберігалось протягом 30 с. Вміст аскорбінової кислоти розраховували за формулою:

$$X = 0,088 \times A \times \Gamma \times 100 / B \times B,$$

де X – вміст аскорбінової кислоти в мг на 100 г сировини;

0,088 – вміст аскорбінової кислоти в мг;

A – результат титрування 0,001н розчином 2,4 дихлорфеноліндофенолу, мл;

B – об'єм екстракту, взятий для титрування, мл;

B – кількість сировини, взятої для аналізу, г;

Г – загальна кількість екстракту, мл;

100 – перерахунок на 100 г сировини.

Вміст вітаміну Р визначали за методикою [135]. До 100 мг повітряно сухої подрібненої сировини додавали 50 мл гарячої дистильованої води і екстрагували протягом 5 хв. 10 мл екстракту відміряли у колбу, додавали 10 мл дистильованої води і 5 крапель індигокарміну (появлялося синє забарвлення). Титрували із мікробюретки 0,05 % розчином калію перманганату до появи стійкого жовтого забарвлення. Розраховували за такою формулою:

$$X = 3,2 \times A \times B_1 \times 100 / B_2 \times P \times 1000,$$

де X – вміст вітаміну Р в сировині, %;

3,2 – стандартний коефіцієнт перерахунку;

A – кількість 0,05 н. розчину калію перманганату, витраченого на титрування, мл;

B₁ – об'єм, в якому розчинена наважка, мл;

100 – загальна кількість речовини для розрахунку відсоткового вмісту, г;

B₂ – об'єм розчину, взятого для титрування, мл;

P – маса сировини, мг;

1000 – коефіцієнт перерахунку мікрограмів у міліграми.

Вміст *вуглеводів* визначали за допомогою мікрометоду визначення редукуючих цукрів [1]. Наважку рослинного матеріалу 1-2 г розтирали у порцеляновій ступці з невеликою кількістю звичайного піску озолоного прожарюванням до однорідної маси. Розтерту масу кількісно переносили у конічну колбу, заливали гарячою дистильованою водою (приблизно 50 мл) і нагрівали протягом 30 хв. на водяній бані при 80°C, потім колбу знімали з бані, охолоджували і проводили осадження білків. Для цього додавали 1 мл розчину осаджувача, перемішували і краплинами доливали 0,5 мл 5 % розчину NaOH, дали рідині відстоятись. Потім доводили рН розчину до нейтрального значення. Після осадження витяжку з конічної колби переносили у мірну колбу на 100 мл, кілька разів ополіскуючи колбу, у якій проводилася екстракція. Об'єм витяжки доводили водою до мітки, ретельно перемішавши, фільтрували у колбу.

Аналіз проводили у два етапи. На першому етапі безпосередньо у витяжці, що одержали визначали моноцукри. Для цього у мірні пробірки на 10 мл приливали 1 мл витяжки + 1 мл лужного розчину фериціаніду калію + 1 мл дистильованої води. Після цього вміст перемішували і нагрівали на киплячій водяній бані протягом 15 хв. Після нагрівання пробірки охолоджували і доливали у кожну по 2 мл розчину Fe₂(SO₄)₃, перемішували і доводили об'єм до мітки (10 мл). Вимірювали оптичну густину розчину на фотоелектроколориметрі (ФЕК) з червоним світлофільтром (довжина хвилі 640 нм). Концентрацію моноцукрів у дослідному розчині визначали за калібрувальним графіком, складеним за розчинами глюкози. Вміст цукрів (А %) розраховували за формулою: $A=c \times V \times 100 / V_1 \times n$, де:

c – концентрація цукрів у дослідному розчині за калібрувальним графіком, мг/мл;

V – загальний об'єм витяжки, мл;

V₁ – об'єм витяжки, взятої для аналізу, мл;

n – наважка (маса) рослинного матеріалу, мг.

На другому етапі для визначення суми цукрів (моноцукри+олігоцукри) спочатку проводили гідроліз. Для цього у пробірку з 2 мл вихідного екстракту доливали 1 мл 5 % HCl і нагрівали протягом 5 хв при 70°C. Потім пробірки охолоджували і екстракт нейтралізували 5 % лугом за універсальним індикатором. Далі хід аналізу такий самий, як при визначенні моноцукрів. За різницею у вмісті суми цукрів (2-й етап) та моноцукрів (1-й етап) визначали вміст олігосахаридів.

Вміст *органічних кислот* визначали титриметрично [135]. Наважку 25 г подрібнених листків люпину білого поміщали в колбу місткістю 250 мл, заливали 200 мл води і витримували протягом 2 годин на киплячій водяній бані, потім охолоджували, кількісно переносили у мірну колбу місткістю 250 мл, доводили об'єм витягу водою до мітки і перемішували. Відбирали 10 мл витягу, поміщали у колбу місткістю 500 мл, додавали 200-300 мл свіжо прокип'яченої води, 1 мл 1 % спиртового розчину фенолфталеїну, 2 мл 0,1 % розчину метиленового синього і титрували розчином натрію гідроксиду (0,1 моль/л) до появи лілово-червоного забарвлення піни.

Вміст вільних органічних кислот у перерахунку на яблучну кислоту в абсолютно сухій сировині у відсотках (X) вираховували за формулою:

$$X = B \times 0,0067 \times 250 \times 100 \times 100 / m \times 10 \times (100 - M)$$

де 0,0067 – кількість яблучної кислоти, яка відповідає 1 мл розчину їдкого натрію (0,1 моль/л), в грамах;

B – об'єм розчину натрію гідроксиду (0,1 моль/л), витраченого на титрування, в мілілітрах;

m – маса сировини, в грамах;

M – втрата в масі при висушуванні сировини, у відсотках.

У зерні визначали *вміст сирого протеїну* на інфрачервоному аналізаторі NIR Systems 4500 в ННЦ «Інститут землеробства НААН»

Вміст олії. Масову частку в рослинах визначали методом знежиреного залишку [62]. Пакет із знежиреного фільтрувального паперу нумерували простим олівцем, вміщували у бюкс, який ставили на 1 год у сушильну шафу

для висушування при температурі 105°C, після чого висушений пакет разом із бюксом зважували на аналітичних терезах. Щоб знежирити папір, його до висушування занурювали у склянку з ефіром на 1 добу.

Брали 1 г дрібно перемеленого насіння люпину білого, переносили у пакет, який закривали і разом із бюксом висушували при 105°C протягом 3 год, охолоджували в ексікаторі і зважували з точністю до четвертого знака після коми. Під час висушування проби готували апарат Сокслета для екстрагування олій. Він складається з трьох частин: колби, з якої випаровується ефір, екстрактора, в який вміщують пакет з пробєю, і холодильника. У холодильнику конденсується пара ефіру й звідти надходить в екстрактор, а потім у колбу. Всі три частини сполучені між собою шліфами.

Пакет з пробєю вміщували в екстрактор. У колбу наливали таку кількість ефіру (або чотирхлористого вуглецю), щоб він заповнив екстрактор до рівня, трохи вищого від сифона, при цьому ефір переливається в колбу, наповнюючи її до половини. Далі до екстрактора приєднували зворотний кульковий холодильник і підключали воду (знизу вгору). Верхній кінець холодильника закривали хлоркальцієвою трубкою і тільки після цього починали повільно нагрівати колбу з ефіром у водяній бані з таким розрахунком, щоб за 1 год екстрактор 20 разів спорожнявався від ефіру. При такому режимі роботи екстрагування проводили протягом 24 год. Під час екстрагування об'єм ефіру не повинен зменшуватися.

Із закінченням екстрагування, коли ефір з екстрактора перейшов у колбу, нагрівання припиняли. Прилад розбирали, виймали з екстрактора пакет із досліджуваною речовиною і підсушували його спочатку у витяжній шафі (до повного випаровування ефіру), а потім при температурі 105 °C до сталої маси, переносили в ексікатор, охолоджували і зважували.

Вміст олії обчислювали за формулою: $x = m \times 100 / m_1$

де: m – маса жиру, яку знаходили за різницею маси бюкса з пакетом і пробєю до екстрагування та маси бюкса з пакетом із знежиреною пробєю після екстрагування, г;

m_1 – маса проби, що взята для аналізу, г.

2.4.3. Хроматографічне визначення азотфіксувальної активності бульбочкових бактерій

Активність азотфіксації визначали ацетиленовим методом [20, 304] на газовому хроматографі в Інституті сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН України (м. Чернігів). Нітрогеназну активність визначали на відмитих коренях люпину білого, які сформували азотфіксувальні бульбочки. Обережно викопували рослини і відмивали у воді, прагнучи не пошкодити кореневу систему і максимально зберегти цілісність бульбочок. Надземну частину рослини зрізували. Корені з бульбочками поміщали в герметично закриті скляні флакони на 250 мл, у які через гумову мембрану вводили 10 % від об'єму посудини ацетилену [20, 130]. Час інкубації – одна година, після чого газову суміш, яка містила етилен, утворений в результаті функціонування нітрогенази, аналізували на газовому хроматографі «Хром 4» з полум'яно-іонізаційним детектором. Розділення газів проводили на колонці (0,40 x 130 см) з Parapak N при температурі 80°C. Газоносієм був азот (50 мл за хвилину). Об'єм аналізованої газової суміші становив 0,5-1,0 см³. Як стандарт використовували чистий етилен, одержаний із етилового спирту та концентрованої сірчаної кислоти при нагріванні до 160°C:

Ацетилен, що використовували в дослідах, одержували шляхом дії води на технічний карбід кальцію $\text{CaC}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_2\text{H}_2 + \text{Ca(OH)}_2$ з подальшим очищенням утвореного газу пропусканням його через систему склянок Дрекселя через розчини: 1) розведена сульфатна кислота, 3 об'ємні частини на 1 частину води (вилучення ацетону і аміаку); 2) 20 %-ний розчин оцтовокислого свинцю (вилучення водень-сульфіду); 3) 20 %-ний розчин купрум(II) сульфату (вилучення фосфіну); 4) активоване вугілля в V-подібній трубці (вилучення ацетону); 5) 20 %-ний лужний розчин пірогалолу на 20 %-

ному розчині калію гідроксиду (вилучення кисню). Одержаний ацетилен зберігали в газометрах над насиченим розчином хлористого натрію. Робочу калібрувальну суміш готували розведенням етилену повітрям.

З огляду на молярний об'єм газу (22,4 мл за нормальних умов – температура 0°C, тиск – 760 мм ртутного стовпчика) концентрація етилену в такій суміші становить 176,5 – F нмоль 1 мл, де F – коефіцієнт, що вводить поправку на вміст водяної пари у відібраному об'ємі етилену та переводить той об'єм до нормальних умов.

$$F = \frac{P - PH_2O}{(1 + dt)760},$$

де P – атмосферний тиск при відбиранні етилену із газометра мм Hg;

P_{H_2O} – парціальний тиск водяної пари над насиченим розчином NaCl за даної температури, мм Hg із таблиці [140];

t – температура °C;

d – 0,003670 (коефіцієнт температурного розширення газів).

Прохроматографувавши ряд аліквот суміші (0,2; 0,4; 0,6; 0,8, 1,0 мл із відомим вмістом етилену), одержували висоти відповідних піків.

Вираховування кількості етилену за даними газохроматографічного аналізу аліквоти інкубаційного газового середовища проводили у такій послідовності.

1. Вміст етилену в аналізованій аліквоті (y_1 , нмоль) визначали за формулою:

$$y_1 = k_1 \times h_1,$$

де k – унормований калібрувальний коефіцієнт, помножений на значення клавіші вихідного дільника чутливості, за якого проведено аналіз, нмоль/мм;

h_1 – висота піку етилену, мм.

2. Кількість етилену в газовому середовищі інкубаційної камери (g, нмоль) – за формулою:

$$g = \frac{I_1}{V}(V - V_0),$$

де V – об'єм аналізованої аліквоти ІГС;

V – об'єм інкубаційної камери, мл;

V_0 – об'єм інкубованого зразка, мл.

На базі величини g визначали кількість етилену, що утворився за певний час у розрахунку на одну рослину-симбіонт (загальна АФА). Кількість етилену, що утворився з ацетилену під дією нітрогенази інкубованого зразка, виражали у молярних одиницях (нмоль, мкмоль).

Після експозиції зразка з ацетиленом протягом 1 год, шприцом відбирали проби і переводили їх у насичений сольовий розчин. Після цього аналізували на хроматографі, визначали кількість етилену, що утворився за час інкубації [80].

2.4.4. Спектрофотометричне визначення вмісту фотосинтетичних пігментів у листках

Пігменти визначали спектрофотометричним методом в ацетонових екстрактах [170]. Для цього брали 100 мг подрібнених листків, поміщали їх у фарфорову ступку, додавали на кінчику скальпеля невелику кількість магнію карбонату, доливали 4-5 мл ацетону і ретельно розтирали. Отриманий екстракт зливали по паличці на скляний фільтр, вставлений у колбу Бунзена і за допомогою насоса Комовського рідину відсмоктували. Після цього в ступку приливали ще невелику кількість ацетону, розтирали, знову вливали на фільтр та відсмоктували. Екстракт переливали у мірну колбу об'ємом 25 мл, і доводили ацетоном об'єм у мірній колбі до мітки. Визначали оптичну густину (D) екстракту при довжинах хвиль, які відповідають максимумам поглинання хлорофілів а і b, для 100% ацетону – 662, 644 та 440,5 нм на спектрофотометрі «UNICO 2100». Концентрацію хлорофілів а, b і каротиноїдів розраховували за формулами:

$$C_{\text{хл. а, мг/л}} = 9,784 \times D_{662} - 0,990 \times D_{644},$$

$$C_{\text{хл. b, мг/л}} = 21,426 \times D_{644} - 4,650 \times D_{662},$$

$$C_{\text{кар.}}, \text{ мг/л} = 4,695 \times D_{440,5} - 0,268 \times (C_{\text{хл. а}} + C_{\text{хл. b}})$$

Вміст пігментів (A) у рослинному матеріалі, мг/г сирової маси:

$$A = C \times V / H \times 1000,$$

де С – концентрація пігментів, мг/л,

В – об'єм екстракту, мл (25 мл),

Н – наважка рослинного матеріалу, г (0,1- 0,2 г).

2.4.5. Статистично-математична обробка результатів досліджень

Польові досліди закладали протягом трьох років у чотирикратній повторності. Біохімічні дослідження проводили у трикратній біологічній та аналітичній повторностях. Аналіз достовірності експериментальних даних здійснювали з використанням *t*-критерію Стьюдента. Критичне значення *t*-критерію на рівні значущості 0,95 і числа ступенів свободи 4 дорівнює 2,776. Визначали середні арифметичні величини (*M*) та їх похибки (*m*), коефіцієнти кореляції (*r*). Статистичну обробку експериментальних даних проводили за Кучеренком [134], використовуючи пакет програм *MS Excel 2003* для *Windows 2003*. Статистичні похибки в досліджах коливалися в межах 5 %.

2.4.6. Визначення економічної та енергетичної ефективності застосування ризобіофіту та регуляторів росту рослин

Визначення економічної та енергетичної ефективності застосування ризобіофіту та РРР Регопланту і Стимпо в технології вирощування люпину білого сортів Діета та Серпневий в умовах західного Лісостепу проводили згідно рекомендацій [52, 106, 152, 181]. Порівняльну економічну оцінку ефективності вирощування люпину білого здійснювали залежно від застосування ризобіофіту і РРР.

РОЗДІЛ 3

РОСТОВІ ПРОЦЕСИ ЛЮПИНУ БІЛОГО ЗА ДІЇ РЕГУЛЯТОРІВ РОСТУ І БУЛЬБОЧКОВИХ БАКТЕРІЙ

Проблема росту є актуальною проблемою фізіології рослин, оскільки ріст, як інтегральний процес, є одним з основних у реалізації спадкової програми організму [238].

Д. А. Сабінін [223] дав визначення росту, яке в даний час стало майже загальноприйнятим у біології, як процесу новоутворення елементів структури організму. За свідченням В. С. Шевелухи [281], ні в одному з визначень росту, наявних у літературі, не врахована така істотна його властивість, як участь у розподілі і перерозподілі первинних асимілятів і продуктів метаболізму у тканинах і органах рослин, що визначає зрештою величину і структуру урожаю. У практичному (виробничому) сенсі розуміння росту як процесу збільшення розмірів і ваги рослин ніколи не втрачало і не втратить свого значення, оскільки врожайність визначається лінійними, об'ємними і ваговими показниками.

Найбільш загальним виразом залежності ростових процесів у часі від внутрішніх причин, їх спадковості і фізіолого-біохімічного стану є сформульований Ю. Саксом [330] закон великого періоду зростання, що відображає S-подібний хід кривої інтегрального наростання розмірів або маси рослин і приростів цих показників за певні проміжки часу.

Всі процеси росту та розвитку рослин здійснюються через поділ, ріст та диференціювання клітин. Загальний закон росту – його нерівномірність або періодичність, що обумовлена дією фітогормонів [97].

Одним із основних критеріїв дослідження технологій вирощування сільськогосподарських культур є детальний аналіз процесів росту і розвитку посівів [108, 139]. Це дає змогу визначити застосування конкретних технологічних операцій та обґрунтувати необхідність і кількість агрозаходів і агрозасобів (агрохімікатів, добрив та засобів захисту рослин природного

походження, способів сівби, сортів і т. д.), що посилюють чи гальмують динаміку росту та розвитку рослин. Тому, вивчення росту і розвитку посівів (динаміки процесу формування та нагромадження продуктів асиміляції залежно від ґрунтово-кліматичних умов регіону та досліджуваних факторів) є одним із основних чинників щодо удосконалення та створення нових технологій вирощування сільськогосподарських культур [10].

На ростові процеси рослин істотно впливають рівень забезпечення ґрунту елементами мінерального живлення, які виконують структурну та регуляторну роль [168, 253], його фізико-хімічні властивості, щільність рослин у фітоценозах тощо [254]. Тому для нормального росту рослин необхідне збалансоване забезпечення усіма мінеральними елементами і, передусім, азотом. Проте доступних для рослин азотних сполук у ґрунтах багатьох регіонів України не вистачає. Поліпшити ситуацію можна шляхом внесення мінеральних добрив, що часто сприяє забрудненню навколишнього середовища; використання біологічного азоту, що утворюється унаслідок співжиття бобових рослин із бульбочковими бактеріями, і використання регуляторів росту рослин [20].

Ріст і продуктивність бобових культур у значній мірі визначається формуванням їх симбіотичних взаємовідносин з бульбочковими бактеріями, що істотно покращують азотне живлення рослин. Дієвим прийомом підвищення ефективності бобово-ризобіального симбіозу є застосування препаратів на основі активних штамів бульбочкових бактерій [3] та рістрегуляторів.

В онтогенезі люпину виділяють три основні періоди: формування і ріст вегетативних органів, формування генеративних органів, утворення бобів та насіння. Видимі морфологічні зміни окремих органів і габітусу рослин у процесі розвитку відмічають за фенологічними фазами: поява сходів, листкова розетка, стеблуння, бутонізація, цвітіння і плодоношення, сизий біб, зелена стиглість або блискучий біб та стиглий біб [246].

Вагомим показником, що характеризує технологію вирощування сільськогосподарських культур є висота рослин. Виявлено найінтенсивний лінійний ріст люпину білого в фазу стеблуння, потім під час бутонізації та цвітіння рослин ріст дещо сповільнюється і другий період активного росту спостерігали у фазі зелених бобів (рис. 3.1, 3.2). З початком дозрівання насіння ростові процеси припинялися.

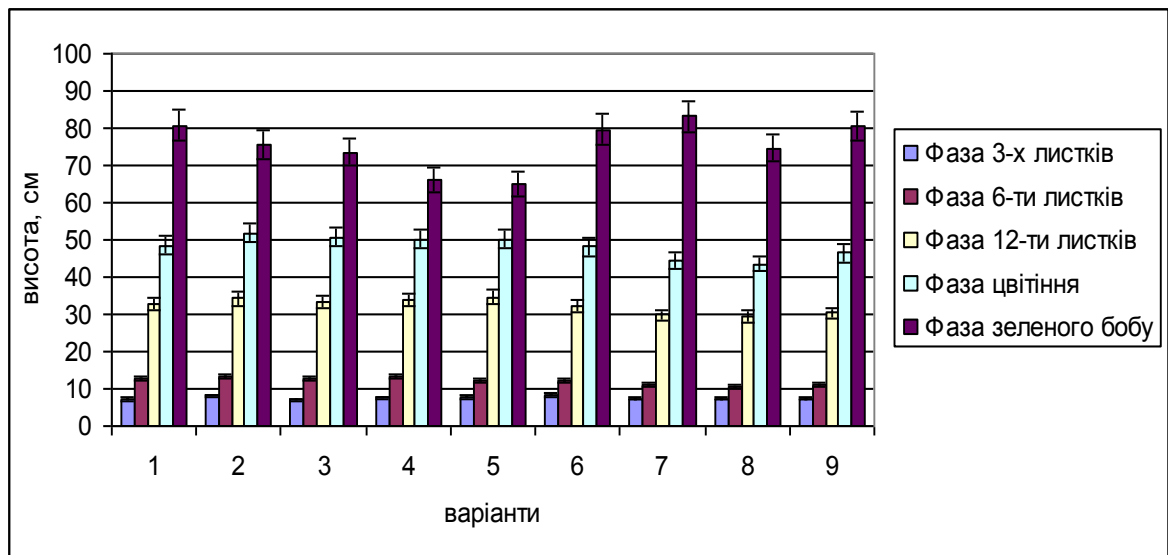


Рис. 3.1. Динаміка висоти рослин люпину білого сорту Дієта, середнє за 2012–2014 рр.

1 варіант – контроль (без застосування препаратів); 2 – насіння перед посівом інокулювали ризобіфітом на основі *Bradyrhizobium sp.* (Lupinus) штаму 367а (стандартний); 3 – ризобіфіт, штам 5500/4; 4 – насіння перед посівом обробляли РРР Регоплант; 5 – РРР Стимпо; 6 – ризобіфіт, 367а + РРР Регоплант; 7 – ризобіфіт, 367а + РРР Стимпо; 8 – ризобіфіт, 5500/4 + РРР Регоплант; 9 – ризобіфіт, 5500/4 + РРР Стимпо.

Найістотніше у фазі 3-х справжніх листків на висоту рослин люпину білого сорту Дієта впливали інокуляція ризобіфітом, штам 367а ($8,1 \pm 0,1$ см) і обробка насіння композицією ризобіфіт, 367а + РРР Регоплант ($8,3 \pm 0,2$) Приріст висоти стебла дослідних рослин порівняно з контролем становив 11,0 та 13,7 % (рис. 3.1).

У фазі 6-ти листків істотної різниці між висотою контрольних та дослідних рослин не виявлено. У фазі 12-ти листків висота рослин збільшувалась під впливом монообробки ризобіофітом на основі обох штамів бульбочкових бактерій і РРР. У фазі цвітіння спостерігалася аналогічна закономірність. Стимулюючий вплив передпосівної обробки насіння композицією ризобіофіт, 367а + РРР Стимпо ($83,1 \pm 0,1$ см) виявлено у фазі зеленого бобу. Висота рослин у контрольному варіанті становила $80,8 \pm 0,5$ см.

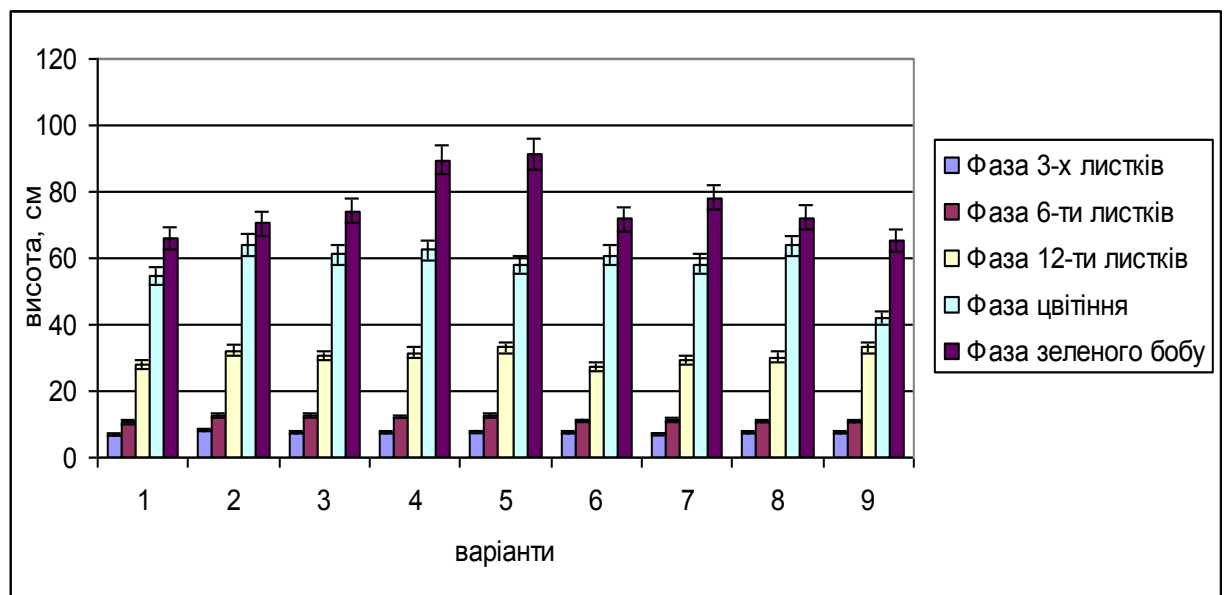


Рис. 3.2. Динаміка висоти рослин люпину білого сорту Серпневий, середнє за 2012–2014 рр.

1 варіант – контроль (без застосування препаратів); 2 – насіння перед посівом інокулювали ризобіофітом на основі *Bradyrhizobium sp.* (Lupinus) штаму 367а (стандартний); 3 – ризобіофіт, штам 5500/4; 4 – насіння перед посівом обробляли РРР Регоплант; 5 – РРР Стимпо; 6 – ризобіофіт, 367а + РРР Регоплант; 7 – ризобіофіт, 367а + РРР Стимпо; 8 – ризобіофіт, 5500/4 + РРР Регоплант; 9 – ризобіофіт, 5500/4 + РРР Стимпо.

Отже, передпосівна обробка насіння люпину білого сорту Діета ризобіофітом обох штамів, РРР Регоплант і Стимпо, а також їх сумісне

застосування стимулювали верхівковий ріст рослин. Найістотніший вплив на ростові процеси *L. albus* зазначеного сорту здійснювали композиції ризобофіту на основі бульбочкових бактерій штамів 367а та 5500/4 з РРР Стимпо у фазі зеленого бобу.

Дослідження ростових процесів люпину білого сорту Серпневий впродовж онтогенезу показало, що у фазі 3-х листків висота рослин коливалася в межах $6,7 \pm 0,1$ (контроль) – $8,1 \pm 0,1$ см (ризобофіт, 367а) (рис. 3.2). У фазі 6-ти листків за висотою травостою рослини дослідних варіантів перевищували контроль. Найвищий приріст висоти стебла щодо контролю (20 %) виявлено за передпосівної обробки насіння ризобофітом на основі стандартного 367а штаму бульбочкових бактерій. У фазі 12-ти листків висота стебла рослин сорту Серпневий була найбільша за застосування РРР Стимпо і становила $33,3 \pm 0,1$ см. Під час цвітіння люпину білого рослини майже всіх дослідних варіантів (крім 9-го) були вищими порівняно з контрольними. Найістотніший вплив мікробіологічних добрив та РРР на ростові процеси рослин сорту Серпневий виявлено у фазі зеленого бобу. Найвищими були рослини 4-го, 5-го та 7-го варіантів, за передпосівної обробки насіння РРР Регоплант та Стимпо і сумісного застосування ризобофіту, 367а + РРР Стимпо.

Отже, застосування ризобофіту на основі бульбочкових бактерій люпину штамів 367а та 5500/4 і регулятори росту рослин Стимпо та Регоплант інтенсифікували ріст стебла рослин *L. albus* L. сорту Серпневий протягом вегетації.

Відомо, що застосування регуляторів росту і розвитку рослини та мікробних препаратів впливає на морфо-фізіологічні та біохімічні зміни в рослинному організмі. Зокрема змінюються лінійні розміри не тільки висоти стебла але і його діаметр [211].

Протягом вегетації із збільшенням висоти стебла люпину білого зростала його товщина. Діаметр біля основи нарастає від появи перших справжніх листків до фази плодоношення. Найінтенсивним наростанням

стебла у товщину характеризувалася фаза цвітіння. Оскільки *L. albus* не припиняв ростових процесів у генеративні фази, тому збільшення діаметра стебла біля кореневої шийки відбувалося і в фазі зеленого бобу.

Дослідження показали, що регулятори росту, мікробні препарати та їхні композиції впливають очевидно на розвиток латеральних меристем, що в кінцевому рахунку приводить до потовщення стебла люпину білого сортів Діета і Серпневий впродовж вегетації. У фазах стеблуння та бутонізації діаметер стебла біля кореневої шийки рослин сорту Діета (табл. 3.1) дослідних варіантів істотно не відрізнявся від контрольних. Починаючи з фази цвітіння, достовірні результати виявлено за використання ризобіфіту, штамів 367а та 5500/4 з РРР Стимпо, що у 1,6-1,8 разів більше порівняно з контролем. Найвищі показники діаметру стебла протягом росту і розвитку рослин виявлено у фазі зеленого бобу. За використання композицій ризобіфіту на основі штамів 367а та 5500/4 виявлено вірогідне потовщення стебла порівняно з контролем.

У рослин сорту Серпневий величина діаметра стебла біля кореневої шийки коливалися залежно від фази росту та розвитку в межах 2,7-13,9 мм (табл. 3.2). Достовірні різниця порівняно з контролем за вищезазначеним показником у фазі стеблуння визначена за моноінокуляції ризобіфітом, штам 5500/4. За обробки насіння РРР найтовстіші стебла рослин біля кореневої шийки виявлено у фазах цвітіння та зеленого бобу. Встановлено, що передпосівна обробка насіння *L. albus* композиціями ризобіфіту, штамів 367а, 5500/4 з РРР істотно сприяла збільшенню діаметра стебла порівняно з контролем.

Діаметер стебла біля кореневої шийки, його висота, кількість листків на рослині є критеріями росту рослин. Показники, що характеризують інтенсивність ростових процесів є взаємопов'язаними і взаємозалежними. Розрахувавши коефіцієнти кореляції встановлено пряму сильну кореляційну залежність між урожаєм зеленої маси та діаметром стебла ($r = + 0,795 - + 0,958$) (Додатки И, X).

Таблиця 3.1

**Діаметр стебла біля кореневої шийки (мм) рослин люпину білого сорту
Дієта**

Варіант досліду	Фаза росту і розвитку			
	стеблуння	бутонізація	цвітіння	зелений біб
Контроль (без застосування препаратів)	2,6±0,1	4,3±0,1	7,0±0,1	7,9±0,1
Ризобофіт, штам 367а	3,1±0,2	4,5±0,1	8,2±0,6	9,7±0,8
Ризобофіт, штам 5500/4	3,0±0,3	4,6±0,1	7,7±0,4*	8,2±0,1
РРР Регоплант	2,9±0,1	4,5±0,1	7,2±0,2	8,8±0,5
РРР Стимпо	3,1±0,2	4,3±0,1	7,3±0,1	8,4±0,2
Ризобофіт, штам 367а + РРР Регоплант	3,0±0,3	4,4±0,1	9,5±0,1	10,2±0,9*
Ризобофіт, штам 367а + РРР Стимпо	2,9±0,1	4,6±0,1	11,2±0,7*	12,5±0,9*
Ризобофіт, штам 5500/4 + РРР Регоплант	2,9±0,1	4,5±0,1	9,6±1,1	10,8±0,2*
Ризобофіт, штам 5500/4 + РРР Стимпо	2,9±0,1	4,7±0,2	12,7±0,4*	13,7±0,4*

Примітка: тут і надалі * – позначено істотну різницю порівняно з контролем.

Отже, використання композицій ризобофіту з РРР Регоплант і Стимпо істотно впливали на ріст стебла в товщину рослин люпину білого сорту Дієта. Монообробка насіння РРР Регоплант і Стимпо та комплексне застосування ризобофіту, штам 367а з РРР Стимпо достовірно збільшували товщину стебла біля кореневої шийки у фазах цвітіння та зеленого бобу рослин сорту Серпневий.

Для характеристики люпину білого як кормової культури важливим є показник облиствіння рослини. Встановлено, що у фазі стеблуння люпину білого сорту Дієта за вищезазначеним показником виявлено істотну різницю лише за сумісного використання ризобофіту, штам 367 з РРР Стимпо. Під час бутонізації істотної різниці між контрольним та дослідними варіантами за

цим показником не встановлено (табл. 3.3). У фазі цвітіння спостерігалось збільшення кількості листків на рослинах дослідних варіантів у 1,04-1,29 разів порівняно із контролем ($24,5 \pm 0,2$ шт.).

Таблиця 3.2

Діаметр стебла біля кореневої шийки (мм) рослин люпину білого сорту Серпневий

Варіант досліджу	Фаза росту і розвитку			
	стеблуння	бутонізація	цвітіння	зелений біб
Контроль (без застосування препаратів)	$2,7 \pm 0,2$	$4,2 \pm 0,1$	$9,3 \pm 0,6$	$10,3 \pm 0,1$
Ризобофіт, штам 367a	$3,0 \pm 0,1$	$4,4 \pm 0,2$	$10,1 \pm 0,4$	$11,2 \pm 0,5$
Ризобофіт, штам 5500/4	$4,1 \pm 0,1^*$	$4,5 \pm 0,2$	$10,5 \pm 0,6$	$11,7 \pm 0,6$
РРР Регоплант	$2,9 \pm 0,1$	$4,5 \pm 0,3$	$12,6 \pm 0,3$	$13,6 \pm 0,4^*$
РРР Стимпо	$2,9 \pm 0,1$	$4,4 \pm 0,3$	$12,2 \pm 0,2^*$	$13,5 \pm 0,3^*$
Ризобофіт, штам 367a + РРР Регоплант	$2,9 \pm 0,1$	$4,3 \pm 0,6$	$9,3 \pm 0,2$	$10,4 \pm 0,1$
Ризобофіт, штам 367a + РРР Стимпо	$3,0 \pm 0,1$	$3,9 \pm 0,1$	$12,7 \pm 0,4^*$	$13,9 \pm 0,5^*$
Ризобофіт, штам 5500/4 + РРР Регоплант	$2,9 \pm 0,1$	$4,2 \pm 0,1$	$11,1 \pm 0,9$	$12,0 \pm 0,9$
Ризобофіт, штам 5500/4 + РРР Стимпо	$2,9 \pm 0,2$	$4,1 \pm 0,6$	$10,8 \pm 0,8$	$11,9 \pm 0,7$

Очевидно, передпосівна обробка насіння композиціями РРР Регоплант і Стимпо з ризобофітом на основі бульбочкових бактерій штаму 5544/4, РРР Стимпо з ризобофітом, штам 367a сприяли утворенню бічних пагонів, що в кінцевому рахунку і вплинуло на облиствіння рослин.

У фазі зеленого бобу виявлено достовірну різницю щодо контролю за зазначеним показником при монозастосуванні ризобофіту на основі обох штамів бульбочкових бактерій та сумісно з РРР Стимпо і Регоплант, що пов'язано з інтенсифікацією галуження стебла, утворенням бічних пагонів і більшим облиствінням рослин люпину білого.

Таблиця 3.3

Динаміка кількості листків (шт.) на рослинах люпину білого сорту Діета протягом вегетації

Варіант дослідження	Фаза росту та розвитку			
	стеблування	бутонізація	цвітіння	зелений біб
Контроль (без застосування препаратів)	6,1±0,1	12,2±0,1	24,5±0,2	27,4±0,4
Ризобофіт, штам 367а	6,3±0,3	12,4±0,2	28,3±0,6*	44,1±1,1*
Ризобофіт, штам 5500/4	6,3±0,3	12,5±0,3	25,7±1,2	32,5±1,6*
РРР Регоплант	6,4±0,5	12,3±0,1	26,2±2,2	29,3±1,3
РРР Стимпо	6,5±0,2	12,4±0,2	27,1±1,2	33,2±1,7*
Ризобофіт, штам 367а + РРР Регоплант	6,4±0,5	12,3±0,2	26,5±0,8*	42,3±1,4*
Ризобофіт, штам 367а + РРР Стимпо	6,7±0,1*	12,6±0,3	31,2±0,8*	50,0±0,5*
Ризобофіт, штам 5500/4 + РРР Регоплант	6,8±0,4	12,7±0,4	29,6±0,9*	39,2±1,4*
Ризобофіт, штам 5500/4 + РРР Стимпо	6,6±0,3	12,9±0,5	29,5±0,8*	48,0±1,6*

Як і в попереднього сорту у фазах стеблування та бутонізації рослин сорту Серпневий (табл. 3.4) істотної різниці за кількістю листків на рослині між контрольним та дослідними варіантами не виявлено. У фазі цвітіння на рослинах дослідних варіантів листків було більше порівняно з контролем, але істотну різницю за цим показником виявлено за сумісної обробки насіння РРР Стимпо з ризобофітом, штам 367а та застосування РРР Регоплант, що в 1,29-1,33 рази вище порівняно з контролем.

У фазі зеленого бобу за показником облиствіння рослини сорту Серпневий виявлено достовірну різницю майже у всіх варіантах дослідження.

Отже, фенологічні спостереження та підрахунок кількості листків на рослинах люпину білого сортів Діета та Серпневий показали, що мікробіологічні препарати та РРР Регоплант і Стимпо інтенсифікують

галуження стебла і відповідно облиствіння рослин. Найбільш облиственими були рослини у фазі зеленого бобу за монозастосування ризобофіту, штам 5500/4 (сорт Серпневий) та сумісного - ризобофіту, штам 367а і РРР Стимпо (сорт Діета).

Таблиця 3. 4

Динаміка кількості листків (шт.) на рослинах люпину білого сорту Серпневий протягом вегетації

Варіант досліджу	Фаза росту і розвитку			
	стеблування	бутонізація	цвітіння	зелений біб
Контроль (без застосування препаратів)	6,0±0,5	12,3±0,1	24,0±2,3	30,3±0,1
Ризобофіт, штам 367а	6,1±0,6	12,4±0,2	28,5±0,8	45,9±0,5*
Ризобофіт, штам 5500/4	6,4±0,4	12,7±0,4	28,5±0,8	47,5±0,2*
РРР Регоплант	6,7±0,6	12,3±0,1	32,1±1,2*	40,2±1,6*
РРР Стимпо	6,5±0,3	12,5±0,2	28,3±0,1	44,7±2,4*
Ризобофіт, штам 367а + РРР Регоплант	6,5±0,6	12,2±0,1	27,2±0,4	43,1±1,5*
Ризобофіт, штам 367а + РРР Стимпо	6,2±0,6	12,5±0,2	31,6±0,3*	34,3±2,5
Ризобофіт, штам 5500/4 + РРР Регоплант	6,4±0,5	12,5±0,2	30,8±2,1	37,0±0,9*
Ризобофіт, штам 5500/4 + РРР Стимпо	6,5±0,4	12,6±0,3	24,5±0,2	36,2±0,4*

Люпин білий є кормовою культурою, зелену масу якої використовують для годівлі тваринам, тому питання підвищення її урожайності на сьогодні є досить актуальним. Урожай зеленої маси рослин люпину білого впродовж вегетації підвищувався до фази зеленого бобу в обох сортів за рахунок збільшення розмірів вегетативних органів рослин та утворення і наливу насіння (табл. 3.5). Дослідження показали, що у фазі стеблування сорту Діета урожайність зеленої маси рослин коливалася в межах 31,04-42,15 ц/га, а сорту Серпневий була на 7,44-9,41 ц/га нижчою порівняно із вищезазначеним сортом.

Урожай зеленої маси (ц/га) рослин люпину білого, середнє за 2012-2014 рр.

Варіант досліджу	Сорт Діста			
	стеблювання	бутонізація	цвітіння	зелений біб
1	2	3	4	5
Контроль (без застосування препаратів)	31,04±0,22	110,01±1,72	152,10±1,93	217,59±7,60
Ризобофіт, штам 367а	31,40±0,11	131,77±1,25*	163,41±1,75	296,74±2,18*
Ризобофіт, штам 5500/4	32,16±0,25*	122,48±1,80*	182,38±1,18*	286,15±2,28*
РРР Регоплант	41,27±0,63*	121,61±1,60*	154,15±1,10	266,77±2,02*
РРР Стимпо	34,41±0,45*	121,45±1,64*	169,35±1,78*	217,56±5,29
Ризобофіт, штам 367а + РРР Регоплант	42,15±0,63*	145,56±1,70*	185,50±1,72*	300,70±8,77*
Ризобофіт, штам 367а + РРР Стимпо	37,08±0,30*	131,38±1,10*	170,90±1,13*	303,10±7,98*
Ризобофіт, штам 5500/4 + РРР Регоплант	36,19±0,41*	132,79±1,48*	181,15±1,76*	252,36±6,47*
Ризобофіт, штам 5500/4 + РРР Стимпо	35,96±0,57*	139,55±1,16*	168,3±1,49*	204,35±8,13*
Сорт Серпневий				
Контроль (без застосування препаратів)	23,60±0,44	114,68 ± 1,66	125,61±1,01	179,80±6,10
Ризобофіт, штам 367а	25,42±0,39*	119,63±1,11*	133,22±2,00*	190,43±7,98
Ризобофіт, штам 5500/4	26,66±0,62*	128,95±2,68*	141,66±3,07*	228,76±1,09*
РРР Регоплант	23,70±1,73	117,84±1,66	128,11±1,14	197,89±6,56
РРР Стимпо	24,31±0,06*	122,75±1,19*	135,30±2,80*	180,99±6,50
Ризобофіт, штам 367а + РРР Регоплант	32,74±0,73*	142,47±2,95*	156,01±2,31	245,37±2,27*
Ризобофіт, штам 367а + РРР Стимпо	24,56±0,35	139,33±1,77*	148,55±3,28*	221,74±7,84*

продовження таблиці 3.5

1	2	3	4	5
Ризобофіт, штам 5500/4 + PPP Регоплант	31,32±0,90*	124,68±1,81*	153,03±3,01*	197,87±7,53
Ризобофіт, штам 5500/4 + PPP Стимпо	31,00±0,38*	128,71±1,13*	137,14±2,18*	186,49±6,09

Незважаючи на це, найвищі показники в обох сортів було виявлено у варіанті (табл. 3.5) за сумісного використання ризобофіту, штам 367а з PPP Регоплант, відповідно на 35,0 та 38,7 % більше від контролю. Монообробка насіння сорту Діета PPP Регоплант також підвищувала урожай зеленої маси рослин на 32,9 %. Застосування композицій ризобофіту, штам 5500/4 з PPP Регоплант і Стимпо підвищувало урожайність зеленої маси рослин сорту Серпневий на 7,72 і 7,40 ц/га.

У фазі бутонізації порівняно з фазою стеблуння урожайність зеленої маса рослин люпину білого в усіх дослідних варіантах зроста більше як в 3 рази. Спостерігалася аналогічна закономірність у наростанні зеленої маси рослин з попередньою фазою. Проте, високі показники відмічено у сорту Діета за сумісного застосування ризобофіту, штам 5500/4 та PPP Стимпо, що в 1,27, та у сорту Серпневий за використання ризобофіту, штам 367а з PPP Стимпо, що в 1,21 рази перевищили контрольний варіант.

У фазі цвітіння досліджуваний показник також збільшувався за рахунок утворення бічних пагонів та більшого облиствіння рослин (див. табл. 3.3 та 3.4). Сумісне використання PPP Регоплант з ризобофітом на основі бульбочкових бактерій штамів 367а і 5500/4 та інокуляція ризобофітом, штам 5500/4 істотно збільшували урожай зеленої маси рослин, що відповідно на 22,0, 19,1 та 19,9 % (сорт Діета) і 24,2, 24,8 та 12,8 % (сорт Серпневий) вище від контролю. Варто зазначити, що композиція ризобофіту, штам 367а з PPP Стимпо також вірогідно збільшувала показник урожаю зеленої маси рослин сорту Серпневий на 18,3 %.

Найвищий урожай зеленої маси виявлено у фазі зеленого бобу. Порівняно з фазою стеблуння зазначений показник збільшився у 7-8 разів. Використання ризобофіту, штам 367а з РРР Регоплант для обробки насіння найістотніше впливали на наростання зеленої маси рослинами люпину білого досліджуваних сортів (на 36,5 та 38,2 % більше контролю). Високий приріст вищезазначеного показника виявлено у сорту Діета також за моновикористання ризобофіту, штам 367а (на 36,4 % більше контролю) та сумісно з РРР Стимпо (на 39,3 %), а у сорту Серпневий – за моноінокуляції ризобофітом, штам 5500/4 (на 27,2 %).

Отже, на основі проведених досліджень встановлено, що у рослин сорту Діета урожай зеленої маси впродовж вегетації порівняно з сортом Серпневий був вищим. Очевидно, це залежало від біологічних особливостей сорту. Впродовж онтогенезу рослин урожай зеленої маси обох сортів люпину білого дослідних варіантів був більшим від контролю. Найвищі показники впродовж вегетації рослин виявлено за комплексного використання ризобофіту, штам 367а та РРР Регоплант і Стимпо.

Проаналізувавши показники ростових процесів, виявили між ними прямі тісні кореляційні зв'язки. У сортів Діета і Серпневий між урожайністю зеленої маси і кількістю листків на рослинах коефіцієнт кореляції r становив $+ 0,832 - + 0,972$ залежно від варіанту досліду (Додатки Е, М). Отже, урожай зеленої маси залежав від облиствіння рослин.

Аналіз ростових процесів люпину білого показав, що на висоту стебла в обох сортів у фазі зеленого бобу найістотніше впливали: сумісне застосування ризобофіту, штам 367а з РРР Стимпо, ризобофіту, штам 5500/4 з РРР Стимпо (сорт Діета) та РРР Стимпо і Регоплант (сорт Серпневий). Діаметр стебла рослин збільшився також за використання ризобофіту штамів, 367а, 5500/4 з РРР Стимпо. За показником облиствіння рослин у фазі зеленого бобу достовірну різницю виявлено майже у всіх варіантах досліду. Урожай зеленої маси, як інтегруючий показник ростових процесів рослин, залежить від висоти та діаметра стебла, кількості бічних пагонів, облиствіння

рослини. У зазначеній фазі достовірно підвищився за сумісної дії ризобіофіту, штам 367а з РРР Регоплант, що вказує на поліпшене мінеральне живлення люпину білого зазначеного варіанту за рахунок біологічного азоту та вплив фітогормонального компоненту РРР.

Матеріали розділу 3 опубліковано та апробовано в працях:

1. **Тригуба О.** Вплив бактеріальних добрив, біопрепаратів та їх композицій на ростові процеси люпину білого / Олена Тригуба, Оксана Гурська, Антоніна Гура // Актуальні проблеми гуманітарної освіти: збірник наукових праць. – Кременець : Кременецький обласний гуманітарно-педагогічний інститут ім. Тараса Шевченка, 2013. – № 9. – С. 200-203.
2. Пида С. В. Регуляція фізіолого-біохімічних процесів у люпину білого композиціями мікробних препаратів і ріст регуляторів / С. В. Пида, **О. В. Тригуба**, О. Б. Конончук // XIII з'їзд товариства мікробіологів України ім. С. М. Виноградського: тези доп. (м. Ялта, 1-6 жовт. 2013р.) – Ялта: ФОП Брантікова Н. А., 2013. – С.193.
3. **Тригуба О. В.** Урожайність зеленої маси люпину білого залежно від технології вирощування в Західному Лісостепу України / О. В. Тригуба, С. В. Пида // Scientific Achievements 2015 : abst. international scientific and practical congress (20 February 2015 in Vienna Austria). – Prague, Czech Republic, 2015, Volume 1. – P. 108-110.
4. **Тригуба О. В.** The growth of processes seedlings *Lupinus albus* L. by applying the compositions of plant growth regulators and nodule bacteria / О. В. Тригуба, Р. В. Євтушик, А. Ю. Ватажук // Шевченківська весна 2012 : біологічні науки : матер. X Міжнар. наук. конф. (Київ, 2-5 жовтня 2013р.). – Київ, 2012. – С. 305-306.

РОЗДІЛ 4

ФОРМУВАННЯ ТА ФУНКЦІОНУВАННЯ СИМБІОТИЧНОЇ СИСТЕМИ «ЛЮПИН БІЛИЙ – БУЛЬБОЧКОВІ БАКТЕРІЇ ЛЮПИНУ»

4.1. Формування симбіотичних систем «*Lupinus albus* L. – *Bradyrhizobium* sp. (Lupinus) за впливу регуляторів росту та мікробних препаратів

Зв'язування молекулярного азоту симбіотичними і ґрунтовими діазототрофними мікроорганізмами – єдиний екологічно безпечний і порівняно дешевий шлях постачання рослин елементом живлення [79]. Механізм позитивного впливу агрономічно корисних мікроорганізмів на рослини має декілька складових, в першу чергу, забезпечення азотом та фосфором, які є основними елементами живлення [265, 266].

За даними А. О. Бабича, сільськогосподарська продукція земної кулі сумарно виносить із ґрунту близько 110 млн. т. азоту в рік. У ґрунти вноситься 60 млн. т. азотних добрив, коефіцієнт використання яких не перевищує 40-50 %. Тому добрива можуть дати сільськогосподарським культурам не більше 35 млн. тон азоту. Інша частина, яка використовується рослинами із ґрунту – це азот, накопичений за тривалий період у процесі біологічної фіксації [8].

Впровадження в практику сільського господарства інтенсивних, з високим генетичним потенціалом сортів рослин потребує створення в кореневмісному шарі ґрунту високих концентрацій легкодоступних елементів живлення, зокрема сполук азоту [160, 191-193].

В агроценозі рослин і мікроорганізмів відбувається симбіотична взаємовигідна кооперація, в якій бактерії здійснюють зв'язування азоту за рахунок функціонування ферменту нітрогенази, і переводять його у форму, доступну для рослин, тоді як продукти фотосинтетичної діяльності рослин є енергетичними субстратами як для живлення й росту бактерій, так і для

процесу фіксації азоту [14-16]. За рахунок мікробної азотфіксації створений та нині підтримується азотний статус усіх природних екосистем і біосфери в цілому. Загальна біологічна фіксація азоту на Землі становить $17,2 \times 10^7$ т за рік [113].

Азотний статус планети поповнюється за рахунок функціонування діазотрофних мікроорганізмів, які здатні фіксувати за рік від 2-5 до 500 кг/га азоту [17]. Більша частина мікроорганізмів, що утворюють асоціації з рослинами, синтезує БАР – фітогормони, вітаміни, амінокислоти, тощо [60, 153], які чинять прямий ристрегуляторний вплив на рослини. Агрономічно корисною властивістю ризобактерій є також їхня здатність до синтезу екзополісахаридів (вуглеводних сполук), що забезпечує в'язкість суспензії і дає можливість бактеріям формувати агрегати з іншими ґрунтовими мікроорганізмами, утворювати асоціації з рослинами, захищати клітину від дії факторів навколишнього середовища [324].

Проблема біологічної фіксації молекулярного азоту є однією із фундаментальних проблем сучасної біології, важливою та перспективною для підвищення продуктивності сільськогосподарського виробництва та поліпшення екології навколишнього середовища [127].

У результаті симбіотичної азотфіксації рослини краще забезпечуються азотом, а після розкладання корневих і пожнивних решток у ґрунті на 1 га накопичується 120-150 кг азоту, що рівноцінно внесенню 3,5-4,5 ц аміачної селітри [285].

Відомо, що у бобових рослин, понад 30 % асимільованих у процесі фотосинтезу цукрів використовується для підтримання активної життєдіяльності симбіотрофних бульбочкових бактерій у ризосфері. За сприятливих умов, бактерії роду *Rhizobium* здатні на 50-75 % забезпечити потреби рослини-господаря в азоті [192, 327].

У зв'язку з цим фіксація атмосферного азоту бобовими культурами, зокрема люпином у симбіозі з бульбочковими бактеріями роду *Bradyrhizobium*, один із шляхів забезпечення рослин зв'язним азотом.

Рослини люпину інтенсивно засвоюють молекулярний азот атмосфери, фіксований бульбочковими бактеріями і формують високі врожаї [31, 94, 95, 194, 198, 325].

У зв'язку з цим, пошук шляхів створення потужного симбіотичного апарату в онтогенезі люпину білого в його агробіоценозах, є важливою теоретичною проблемою, яка потребує наукового обґрунтування при розробці зональних технологій вирощування люпину. Використання в агробіотехнології бактеріальних препаратів, створених на основі азотфіксувальних мікроорганізмів і рістстимулюючих ризобактерій, є технологічними прийомами, які сприяють підвищенню урожаю культурних рослин і накопиченню в ґрунті біологічного азоту [17, 42, 113, 258].

Як показали дослідження, обробка насіння мікробними препаратами поліпшує умови для контакту кореневої системи люпину з вірулентними формами ризобій та ряснішого формування на коренях активних азотфіксувальних бульбочок. Протягом вегетації вивчали морфологію бульбочок люпину білого. За обробки насіння культури більшість бульбочок мали рожевий колір та розміщувалися на головному корені, що свідчить про активну фіксацію в них молекулярного азоту. Разом з бульбочками видовженої форми спостерігали формування великої кількості бульбочок, зібраних у муфти (рис 4.1).



Рис. 4.1. Бульбочки на коренях люпину білого сорту Дієта за інокуляції

1. Контроль (без застосування препаратів); 2. Ризобофіт, штам 367а.

При взаємодії бобової рослини з бульбочковими бактеріями може утворюватися як ефективний, так і неефективний симбіоз, який часто пов'язаний зі слабким розвитком корневих бульбочок [313]. Тому вагомим критерієм ефективності взаємодії рослини і бактерій є маса активних бульбочок на коренях бобових. В онтогенезі скоростиглих сортів люпину вона зростала до фази зеленого бобу (табл. 4.1).

Результати дослідження показали, що ризобіофіт на основі штамів 367а та 5500/4, регулятори росту рослин та їхні композиції сприяли наростанню бульбочок. У ґрунті дослідних ділянок наявні місцеві раси бульбочкових бактерій, які спонтанно інокулювали корені рослин, насіння яких перед посівом було змочене водою (контроль) та РРР Регоплант і Стимпо.

Встановлено, що вже у фазі стеблуння маса бульбочок на коренях рослин люпину білого за дії мікробних препаратів, регуляторів росту та їх композицій зростала порівняно з контролем. Здатність проникати в корені рослини-господаря та викликати утворення бульбочок є однією з важливих симбіотичних характеристик бульбочкових бактерій. Згідно з літературними даними [114, 157], протягом 12-18 днів від початку інфікування клітини бактерій інтенсивно діляться, і лише після цього на поверхні кореня з'являється ризобіальний нарост. Перші видимі бульбочки у більшості бобових культур, у тому числі і люпину, виникають у фазі перших справжніх листків. На коренях рослин сорту Діста сформувалася велика кількість бульбочок за сумісного використання РРР Стимпо з ризобіофітом на основі *B. sp.* (*Lupinus*) штамів 367а та 5500/4. Їх суха маса була більшою в 3,5 та 3,7 рази порівняно з контролем. Моноінокуляція ризобіофітом на основі вищезазначених штамів сприяла збільшенню маси бульбочок в 2,4 та 1,6 рази, а монообробка насіння РРР Регоплант і Стимпо – в 1,6 і 1,9 рази. У сорту Серпневий сформувалася значна кількість бульбочок на коренях за інокуляції люпину ризобіофітом на основі штамів 367а та 5500/4, їх суха маса збільшилася в 2,9 та 3,0 рази щодо контролю. Достовірні показники виявлено

також за сумісного використання ризобіофіту, штам 5500/4 із регуляторами росту рослин Стимпо і Регоплант.

Таблиця 4.1

Маса бульбочок (суха, мг) на коренях рослин люпину білого за дії мікробних препаратів і РРР протягом вегетації, середнє за 2012-2014 рр.

Варіант досліджу	Фаза росту і розвитку			
	стеблунан-ня	бутонізація	цвітіння	зелений біб
сорт Діета				
1	2	3	4	5
Контроль (без застосування препаратів)	29,2±2,1	109,7±6,0	115,4±2,9	163,1±7,4
Ризобіофіт, штам 367а	71,2±6,8*	124,1±11,0	195,3±17,5	238,1±20,7*
Ризобіофіт, штам 5500/4	45,5±2,1*	202,7±17,5*	209,5±21,2*	193,7±14,9
РРР Регоплант	47,3±3,4*	144,1±13,7	202,5±11,6*	254,3±2,2*
РРР Стимпо	55,3±4,7*	184,2±11,2*	194,2±14,7*	166,4±12,4
Ризобіофіт, штам 367а + РРР Регоплант	66,3±5,2*	148,3±12,1*	206,2±11,3*	210,3±13,9*
Ризобіофіт, штам 367а + РРР Стимпо	103,1±6,6*	227,1±4,0*	309,1±15,8*	341,1±25,3*
Ризобіофіт, штам 5500/4 + РРР Регоплант	77,2±5,3*	231,0±15,0*	267,1±9,9*	266,0±19,4*
Ризобіофіт, штам 5500/4 + РРР Стимпо	109,7±9,7*	227,24±4,3*	271,2±14,8*	253,3±7,7*
сорт Серпневий				
Контроль (без застосування препаратів)	41,5±3,2	105,1±2,9	106,2±3,3	138,2±10,5
Ризобіофіт, штам 367а	119,7±6,6*	236,4±15,7*	241,2±10,3*	224,4±5,4*
Ризобіофіт, штам 5500/4	124,9±7,1*	155,2±3,0*	363,0±7,5*	296,5±14,0*

продовження таблиці 4.1

1	2	3	4	5
РРР Регоплант	63,1±4,1*	246,1±18,4*	248,1±1,2*	210,1±5,8*
РРР Стимпо	81,3±3,6*	235,7±15,3*	246,3±9,4*	172,6±14,9
Ризобофіт, штам 367а + РРР Регоплант	74,4±4,2*	197,2±14,6*	228,4±13,5*	143,2±14,9
Ризобофіт, штам 367а + РРР Стимпо	83,6±5,8*	178,3±13,4*	197,3±12,9*	161,1±13,8
Ризобофіт, штам 5500/4 + РРР Регоплант	139,8±9,5*	243,3±19,2*	234,5±5,5*	276,0±15,0*
Ризобофіт, штам 5500/4 + РРР Стимпо	104,5±7,6*	139,3±12,7	157,6±10,2	233,1±12,2*

У фазі бутонізації обробка насіння біопрепаратами призвела до зростання маси бульбочок у 1,2-2,1 разів (сорт Діета) та 1,3-3,4 (сорт Серпневий), порівняно з контролем (табл. 4.1). Найбільшу масу бульбочок сформували на коренях рослини сорту Діета за сумісної дії ризобофіту, штам 5500/4 з РРР Регоплант. Істотну різницю за зазначеним показником виявлено у 3, 7, 8 та 9-му варіантах. Рослини сорту Серпневий виявилися більш комплементарними, порівняно з сортом Діета, до бульбочкових бактерій люпину штаму 5500/4, що проявилось у формуванні великої кількості бульбочок з високою масою впродовж онтогенезу. Необхідно зазначити, що передпосівна обробка насіння РРР Регоплант і Стимпо на фоні спонтанної інокуляції інтенсифікувала формування бульбочок на коренях рослин обох сортів люпину.

Фаза цвітіння, порівняно з фазою бутонізації, характеризувалася незначним підвищенням маси бульбочок на коренях рослин в усіх варіантах досліджуваних сортів. За сумісної дії регуляторів росту і ризобофіту маса бульбочок на коренях люпину істотно відрізнялася від контролю.

Протягом досліджуваного періоду у фазі зеленого бобу маса бульбочок на коренях рослин сорту Діета була максимальною за обробки насіння ризобофітом, штам 367а, РРР Регоплант, композиціями ризобофіту, штам 367а з РРР Стимпо та ризобофіту, штам 5500/4 з РРР Регоплант. У рослин сорту Серпневий аналогічну закономірність виявлено лише за сумісної дії ризобофіту, штам 5500/4 з РРР Регоплант та Стимпо. Зниження маси бульбочок на коренях рослин сорту Серпневий інших варіантів, очевидно, пов'язане з їх лізисом.

Отже, на формування бульбочок та їх масу протягом вегетації рослин люпину білого найефективніше впливає сумісне застосування ризобофіту, штам 5500/4 з РРР нового покоління. Для перевірки взаємозалежності формування та функціонування симбіотичної системи з морфологічними, фізіологічними та біохімічними показниками рослин люпину білого визначали коефіцієнт кореляції, який показує силу лінійного зв'язку між ними. Встановлено позитивний високий кореляційний зв'язок між масою бульбочок і такими показниками: площа листків, діаметр стебла, урожай зеленої маси, чиста продуктивність фотосинтезу, фотосинтетичний потенціал, уміст вуглеводів, вітамінів групи С та пігментів у листках рослин. Сильна позитивна кореляційна залежність визначена для показників: маса бульбочок – фотосинтетичний потенціал. У сорту Діета за комплексної обробки насіння ризобофітом, штам 5500/4 з РРР Стимпо $r = + 0,997$ (Додаток Н), у сорту Серпневий у контрольному варіанті $r = + 0,953$ (Додаток П). Непрямий найслабший зв'язок виявлено між масою бульбочок і вмістом органічних кислот у листках (Додатки Д, Ж, Р, Т, Ц).

4.2. Вплив регуляторів росту та мікробних препаратів на азотфіксувальну активність бульбочкових бактерій

Нині відомо близько 200 видів мікроорганізмів – представників більше 80 родів, що відрізняються фізіологічно і біохімічно, але подібні в тому, що

їх геноми містять специфічну інформацію для синтезу нітрогенази [22]. Ацетиленовий метод показує, що 70-80 % культур бактерій, виділених з ґрунту на живильне середовище, фіксують азот [266]. Кожен вид акумулює невелику кількість азоту, але в сумі його фіксується досить багато (в середньому 15-20 кг/га на рік) [33].

Від обсягів посівних площ бобових культур залежить ефективність сільського господарства в цілому, так як бобові не тільки забезпечують тваринництво кормами, а й підвищують продуктивність рослинництва, поліпшують родючість ґрунту і стан навколишнього середовища [88].

Згідно сучасних уявлень, бобово-ризобіальний симбіоз є результатом комплементарності двох геномів: макро- та мікросимбіонтів [54, 86]. З огляду на це, рівень симбіотичної азотфіксації та урожайність бобових культур можна підвищити за рахунок ретельного добору сорту рослин та штамів бульбочкових бактерій [47, 48, 49]. Здатність бобових до фіксації атмосферного азоту за допомогою симбіозу з бульбочковими бактеріями дуже висока, питома вага його від загального його вмісту в рослинах може досягати 75-85 % [261], а у люпину – до 95 % [350]. Але такі показники необхідно розглядати як потенційно можливі в сприятливих умовах. Проте, ефективність симбіозу люпину з бульбочковими бактеріями залежить не тільки від властивостей фіто- і ризосимбіонтів та їх генетичної комплементарності, а й від умов зовнішнього середовища – абіотичних, біотичних та антропогенних [58, 172].

Про ефективність обробки насіння біопрепаратами свідчить не стільки маса сформованих на коренях бульбочок, скільки їх азотфіксувальна активність. Показано, що протягом онтогенезу у рослин люпину білого виявлено два піки у величині АФА: у фазах бутонізації та зеленого бобу (табл. 4.2). Нітрогеназна активність бульбочок рослин дослідних варіантів була значно більша, ніж у контролі. У фазі стеблуння рослин сорту Діета виявлено найвищу ЗАФА у варіантах за сумісного використання ризобіофіту, штам 5500/4 з РРР Регоплант та Стимпо, що в 1,8 раз вище порівняно з

контролем. У сорту Серпневий – за використання рiстрегулятора Регоплант з ризобофiтом обох штамiв, що в 7,1-7,3 рази вище вiдносно контролю.

Найвищий рiвень нiтрогеназної активностi виявлено у фазi бутонiзацiї за дiї ризобофiту, штамiв 367а i 5500/4 з РРР Регоплант (сорт Серпневий). У сорту Дiета найбільш ефективним у вищезазначенiй фазi виявилось лише сумiсне застосування РРР Регоплант з ризобофiтом, штам 5500/4. Результати експерименту узгоджуються з дослiдженнями С. В. Пиди, яка виявила два пiки азотфiксувальної активностi у фазах бутонiзацiї та зеленого бобу в алкалоїдної форми люпину бiлого [197]. Й. Пейт [321] показав, що в процесi розвитку бiльшостi бобових максимум азотфiксацiї припадає на початок цвiтiння рослин.

Таблиця 4.2

Азотфiксувальна активнiсть бульбочок (мкМоль C_4H_4 / рослину*год) люпину бiлого за дiї бiопрепаратiв, середнє за 2012–2014 рр.

Варіант досліджу	Фаза росту і розвитку			
	стеблування	бутонізація	цвітіння	зелений бiб
Сорт Дiета				
1	2	3	4	5
Контроль (без застосування препаратiв)	3,73±0,05	2,80±0,17	0,150±0,03	6,08±0,33
Ризобофiт, штам 367а	4,48±0,14	9,24±0,60*	0,126±0,01	10,52±1,03*
Ризобофiт, штам 5500/4	5,68±0,22*	9,52±0,47*	0,199±0,02	13,72±1,30*
РРР Регоплант	4,86±0,05*	9,12±0,95*	0,141±0,01	18,03±0,59*
РРР Стимпо	6,39±0,42*	13,86±0,23*	0,203±0,01*	18,68±1,12*
Ризобофiт, штам 367а + РРР Регоплант	3,86±0,26	7,28±0,76*	0,227±0,02*	15,54±1,35*
Ризобофiт, штам 367а + РРР Стимпо	5,13±0,18*	4,09±0,49	0,313±0,01*	13,75±1,21*
Ризобофiт, штам 5500/4 + РРР Регоплант	6,56±0,25*	16,17±1,50*	0,362±0,06*	19,94±1,69*
Ризобофiт, штам 5500/4 + РРР Стимпо	6,57±0,16*	2,232±0,70	0,218±0,01*	16,523±1,52*

продовження таблиці 4.2

1	2	3	4	5
сорт Серпневий				
Контроль (без застосування препаратів)	1,29±0,06	2,96±0,26	0,245±0,02	15,68±0,39
Ризобофіт, штам 367а	4,17±0,29*	5,86±0,65*	0,294±0,01*	16,71±0,98
Ризобофіт, штам 5500/4	5,93±0,21*	9,83±0,36*	0,14±0,01	24,32±1,49*
РРР Регоплант	5,45±0,33*	4,55±0,18*	0,181±0,01	19,35±1,51
РРР Стимпо	8,60±0,41*	8,03±0,32*	0,110±0,01*	22,22±0,89*
Ризобофіт, штам 367а + РРР Регоплант	9,14±0,26*	18,65±1,10*	0,339±0,01*	47,62±1,94*
Ризобофіт, штам 367а + РРР Стимпо	8,82±0,34*	12,52±1,45*	0,745±0,03*	21,42±1,70*
Ризобофіт, штам 5500/4 + РРР Регоплант	9,32±0,16*	18,7±1,14*	0,642±0,08*	22,72±2,14*
Ризобофіт, штам 5500/4 + РРР Стимпо	8,06±0,14*	4,27±0,73	0,342±0,13	10,81±1,19

За динамікою нітрогеназної активності сорт Серпневий відрізнявся від сорту Діета, у нього на 15,7 % рівень азотфіксувальної активності був вищим у фазі бутонізації. Під час цвітіння азотфіксувальна активність істотно знижувалася, порівняно з фазою бутонізації. Ризобії слабо фіксували молекулярний азот з повітря. Очевидно, зниження азотфіксувальної активності зумовлене зменшенням потоку вуглецевих сполук із листків у коріння і бульбочки, а також використанням їх для утворення та діяльності генеративних органів. У фазі зеленого бобу активність нітрогенази, порівняно з попередньою фазою, дещо зростає у 1,7 (ризобофіт, штам 367а) – 3,0 (ризобофіт, штам 5500/4 + РРР Регоплант) рази у сорту Діета, та у 1,0 (ризобофіт, штам 367а) – 3,1 (ризобофіт, штам 367а + РРР Регоплант) у сорту Серпневий.

Отже, сортові особливості люпину впливали на фіксацію молекулярного азоту протягом вегетації. У сорту Серпневий показники нітрогеназної активності були дещо вищими, ніж у сорту Дієта. Найвища АФА була у рослин обох сортів за сумісної обробки ризобіфітом, штам 5500/4 і РРР Регоплант. На основі кореляційного аналізу встановлено, що зв'язки між ЗАФА та масою бульбочок у всіх варіантах за напрямком були прямими, а кореляційна залежність між вищезазначеними ознаками – слабка, середня і сильна ($r = 0,188 - r = 0,680$) залежно від дії ризобіфіту та РРР (Додаток Д, Ц). Найвищий прямий кореляційний зв'язок виявлено між показниками АФА – площа листків ($r = 0,702$) та АФА – урожай зеленої маси ($r = 0,702$) (Додатки Т, Ф).

В онтогенезі скоростиглих сортів люпину, маса бульбочок зростала до фази зеленого бобу. У рослин було виявлено два піки ЗАФА у фазах бутонізації і зеленого бобу. Активність функціонування симбіотичних систем «люпин білий – *Bradyrhizobium* sp. (*Lupinus*)» за дії РРР і ризобіфіту впливала на показники фотосинтезу рослин і в кінцевому рахунку на продуктивність та якість продукції (рис. 4.2). Процеси фотосинтезу та азотфіксації є взаємозалежними і визначальними у формуванні урожаю люпину білого.

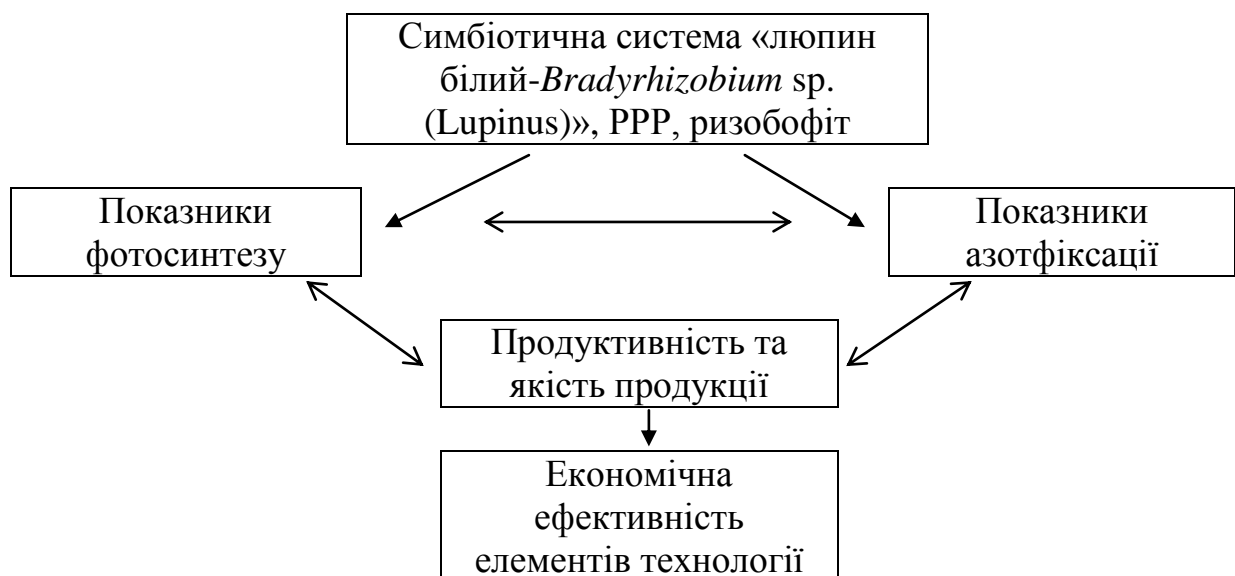


Рис. 4.2. Схема метаболічних процесів у рослинах люпину білого

Матеріали розділу 4 опубліковано та апробовано в працях:

1. Пыда С. В. Формування і функціонування симбіотичної системи *Lupinus albus* L. – *Bradirhizobium* sp. (*Lupinus*) за використання ризобіофіту і рістрегуляторів / С. В. Пыда, **О. В. Тригуба**, О. Б. Конончук // Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія: Біологія. Спеціальний випуск «Біологічна фіксація азоту». – 2014. – № 3 (60). – С. 156-161.
2. **Тригуба О. В.** Формування і функціонування симбіотичної системи *Lupinus albus* L. – *Bradirhizobium* Sp. (*Lupinus*) за інокуляції та застосування рістрегуляторів / О. В. Тригуба, А. Ю. Ватажук, С. В. Пыда // Мікробіологія в сучасному сільськогосподарському виробництві: мат. VIII наук. конф. молодих вчених (м. Чернігів 25-27 вер. 2012р.). – Чернігів, 2012. – С. 70-72.
3. Пономаренко С. П. Регуляторы роста Стимпо и Регоплант в физиолого-биохимических процессах выращивания люпина белого / Пономаренко С. П., Пыда С. В., Конончук А. Б., **Тригуба Е. В.** // Регуляция роста, развития и продуктивности растений : мат. V межд. науч. конф. (г. Минск 28-30 окт. 2015). – Минск : Колорград, 2015. – С. 93.
4. **Тригуба О. В.** Ефективність симбіотичної азотфіксації в агроценозах люпину білого за використання біопрепаратів / Тригуба О. В., Гацюк А. В., Ватажук А. Ю. // Мікробіологія в сучасному сільськогосподарському виробництві : мат. X наук. конф. молодих вчених (м. Чернігів 22-24 жовт. 2014 р.). – Чернігів : Сівер-Друк, 2014. – С. 84-87.
5. **Tryhuba O. V.** *Lupinus albus* L. Nitrogen fixation and photosynthesis in the case of different production technologies / O. V. Tryhuba, S. V. Pyda // Microbiological aspects of optimization of the production process of cultured crops: proceedings of the International Scientific and Practical Internet Conference (Chernihiv, June 16-18 2015). – Chernihiv – Nizhyn: Publisher PE Lysenko N.M., 2015). – P. 60-61.

РОЗДІЛ 5

ФОТОСИНТЕТИЧНІ ПРОЦЕСИ У РОСЛИНАХ ЛЮПИНУ БІЛОГО ЗА ДІЇ РЕГУЛЯТОРІВ РОСТУ РОСЛИН І РИЗОБОФІТУ

5. 1. Вміст пігментів у листках рослин *Lupinus albus L.*

Продуктивність процесів фотосинтезу дуже тісно пов'язана в першу чергу з хлорофілом листків, який виконує роль сенсibiliзатора, тобто речовини, яка поглинає світло [220]. Основними фотосинтезуючими пігментами вищих рослин є хлорофіли а та б, що являють собою Mg-вмісні порфірини. Основна їх частина включена до складу світлозбиральних комплексів, забезпечує поглинання та передачу світлової енергії до реакційних центрів, в яких відбуваються фотосинтетичні реакції [331].

За участі пігментів енергія кванту світла трансформується в макроергічні сполуки, які далі використовуються для синтезу в рослині органічних сполук. Відомо, що найбільша ефективність фотосинтетичного апарату забезпечується за таким співвідношенням пігментів: хлорофілів а – близько 50 %, б – 30 %, каротиноїдів – 20 %, оскільки основну функцію у складі світлозбирального комплексу виконує хлорофіл а, хлорофіл б та каротиноїди є додатковими та захисними пігментами [151].

Одним із показників, що характеризує ефективність симбіотичної системи, є вміст пігментів у листках інокульованих рослин. Показано, що інокуляція насіння активними штамами бульбочкових бактерій сприяла нагромадженню пігментів у листках люпину [197]. Встановлено, що вміст пластидних пігментів у листках сортів люпину змінюється в онтогенезі, залежно від передпосівної обробки насіння РРР та мікробними препаратами (рис. 5.1).

Загальний приріст вмісту хлорофілів відбувається переважно за рахунок збільшення вмісту хлорофілу а, про що свідчить співвідношення хлорофіл а/б, яке в середньому для рослин становить 3 : 1.

Найвищий уміст пігментів у листках виявлено у фазі цвітіння рослин обох сортів (рис. 5.1; 5.2). Монообробка насіння РРР Стимпо та сумісне застосування ризобофіту, штам 367а з РРР Стимпо і Регоплант найістотніше впливали на накопичення хлорофілу а у листках рослин сорту Діета. Ефективнішими за накопиченням хлорофілу а у листках рослин сорту Серпневий виявилися монообробка насіння РРР Регоплант та його сумісне застосування з ризобофітом на основі штаму 5500/4, а також композиція ризобофіту, штам 367а з РРР Стимпо.

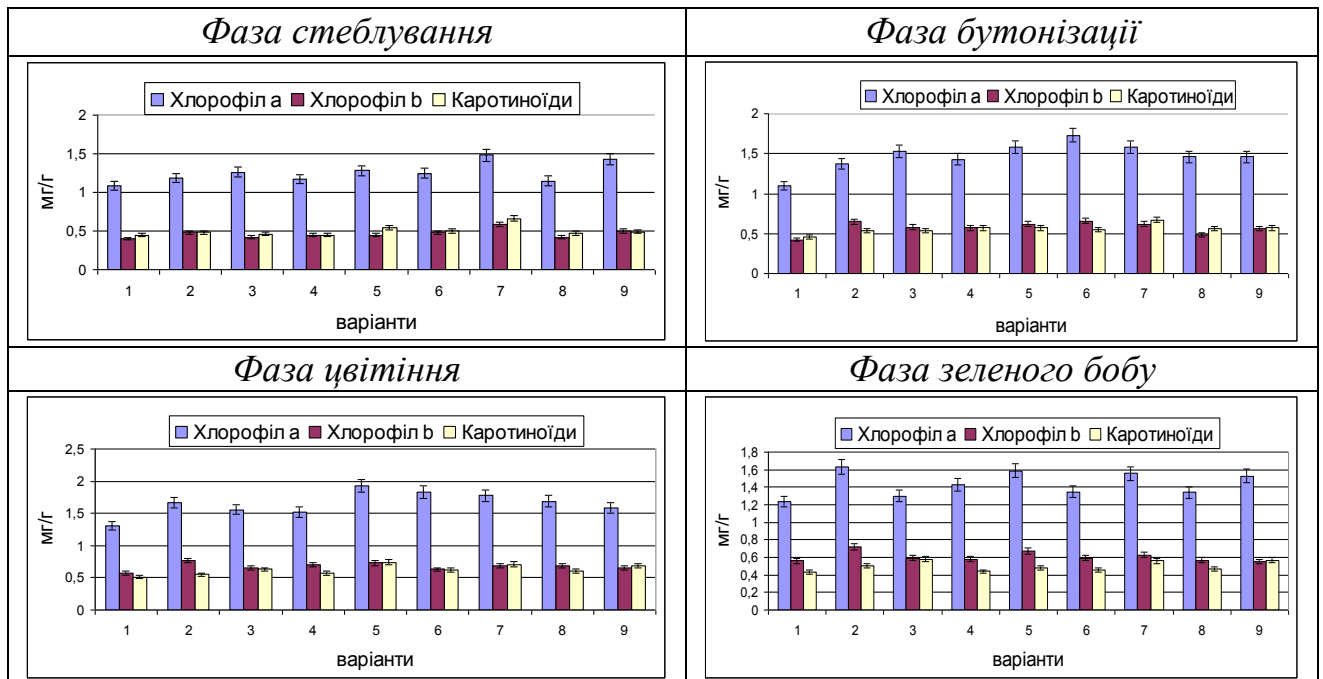


Рис. 5.1. Динаміка накопичення пігментів у листках рослин люпину білого сорту Діета

1 – контроль (без застосування препаратів); 2 – насіння перед посівом інокулювали ризобофітом на основі *Bradyrhizobium sp.* (Lupinus) штаму 367а (стандартний); 3 – ризобофіт, штам 5500/4; 4 – насіння перед посівом обробляли РРР Регоплант; 5 – РРР Стимпо; 6 – ризобофіт, 367а + РРР Регоплант; 7 – ризобофіт, 367а + РРР Стимпо; 8 – ризобофіт, 5500/4 + РРР Регоплант; 9 – ризобофіт, 5500/4 + РРР Стимпо.

Частка хлорофілу b складає 26-27 % від загальної маси пігментів. Уміст його, упродовж розвитку рослин нижчий порівняно з хлорофілом а у 2,1-2,7 рази.

Вміст хлорофілів а і b та їх сума є основними характеристиками пігментних систем. Згідно з літературними даними, показник суми хлорофілів у листках коливається від 0,3 до 5 мг/г. Співвідношення хлорофілу а до хлорофілу b (a/b) в нормально розвиненому фотосинтетичному апараті складає 2,5-3 [45]. Дослідження показали, що сума хлорофілів у листках сорту Діета була найбільшою у фазі цвітіння за застосування PPP Стимпо і становила $2,26 \pm 0,08$ мг/г, а співвідношення зелених пігментів у цій же фазі – за сумісного застосування ризобофіту, штам 367a з PPP Регоплант ($2,9 \pm 0,11$).

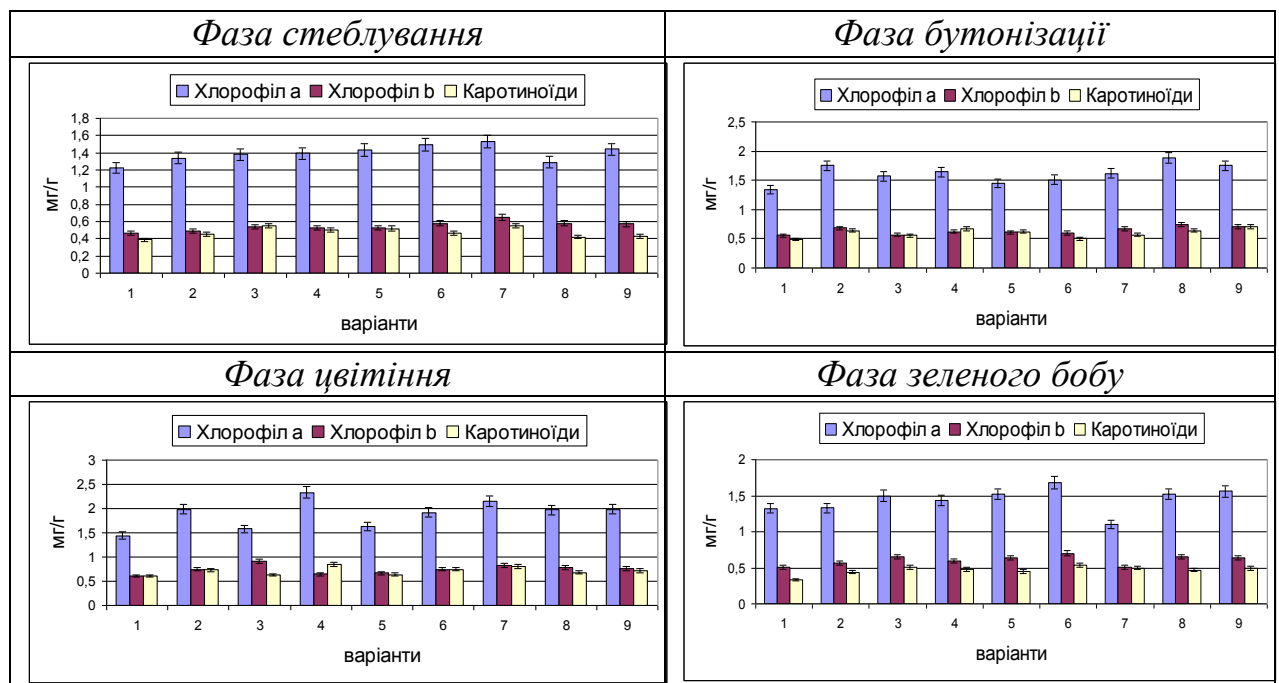


Рис. 5.2 Динаміка накопичення пігментів у листках рослин люпину білого сорту Серпневий

1 – контроль (без застосування препаратів); 2 – насіння перед посівом інокулювали ризобофітом на основі *Bradyrhizobium sp.* (*Lupinus*) штаму 367a (стандартний); 3 – ризобофіт, штам 5500/4; 4 – насіння перед посівом обробляли PPP Регоплант; 5 – PPP Стимпо; 6 – ризобофіт, 367a + PPP Регоплант; 7 – ризобофіт, 367a + PPP Стимпо; 8 – ризобофіт, 5500/4 + PPP Регоплант; 9 – ризобофіт, 5500/4 + PPP Стимпо.

У рослин *L. albus* сорту Серпневий найвищим цей показник був у фазі бутонізації і становив $2,75 \pm 0,10$ за моноінокуляції насіння ризобофітом, штам

5500/4. Найбільша сума хлорофілів в онтогенезі рослин у цього сорту була відмічена у фазі цвітіння. Високі значення вищезазначеного показника були у варіантах за монообробки насіння РРР Регоплант ($2,98 \pm 0,12$ мг/г) та за обробки ризобіфітом, штам 367а + РРР Стимпо ($2,99 \pm 0,08$ мг/г). Очевидно, бульбочкові бактерії, які утворили симбіотичну систему з люпином білим поліпшили азотне живлення рослин, що відповідно вплинуло на синтез зелених пігментів, які є азотовмісними сполуками.

Одним із важливих показників є співвідношення хлорофілів (a+b) до каротиноїдів, він характеризує здатність рослин пристосовуватися до різних умов (наприклад, до зміни інтенсивності освітлення, зволоження, дії токсичних сполук). Співвідношення хлорофілів a/b та суми хлорофілів (a+b) до каротиноїдів зазвичай у нормі є стабільним, але реагує на вплив екстремальних факторів: співвідношення хлорофілів a/b зменшується при несприятливих умовах, а суми хлорофілів до каротиноїдів – збільшується [151].

Відношення вмісту хлорофілів до каротиноїдів у листках рослин коливалося від 3,13 (ризобіфіт, штам 367а + РРР Стимпо) – 4,70 (РРР Стимпо) у сорту Діста та 3,22 (ризобіфіт, штам 367а + РРР Стимпо) – 5,54 (контроль) у сорту Серпневий. Сумісне застосування ризобіфіту з РРР Стимпо виявилось більш ефективним, порівняно з монообробкою насіння вищезазначеним РРР.

Жовті пігменти – каротиноїди поглинають кванти світла і енергію збудження передають на хлорофіл та виконують функцію захисту фотосинтетичного апарату від фотопошкодження [331]. Вміст каротиноїдів у листках рослин коливався в межах $0,45 \pm 0,01$ (контроль) – $0,74 \pm 0,03$ мг/г (РРР Стимпо) у сорту Діста (рис.5.1) та $0,39 \pm 0,01$ (контроль) – $0,84 \pm 0,03$ мг/г (РРР Регоплант) у сорту Серпневий (рис. 5.2). Максимальну кількість основних каротиноїдів виявлено також у фазі цвітіння люпину білого. Найістотніше на накопичення їх у листках рослин впливали монообробка насіння РРР

Регоплант і Стимпо та сумісне застосування – ризобофіту, штам 367a + РРР Стимпо.

Враховуючи, що каротиноїди входять до складу світлозбиральних комплексів, то підвищення їх кількості у листках рослин за монозастосування РРР Регоплант і Стимпо, а також сумісно з ризобофітом підвищує активність фотосинтетичного апарату.

Отже в результаті проведених досліджень встановлено, що в умовах Західного Лісостепу України, монозастосування РРР Регоплант і Стимпо та сумісне з ризобофітом підвищує вміст фотосинтетичних пігментів у листках люпину білого. На накопичення пластидних пігментів у листках істотно впливала активність функціонування симбіотичних систем «люпин – бульбочкові бактерії люпину».

5.2. Площа листків, фотосинтетичний потенціал та чиста продуктивність фотосинтезу рослин люпину білого

Основою первинної біопродуктивності природних екосистем і формування врожаю сільськогосподарських рослин є унікальний біологічний процес – фотосинтез. Проте зв'язок між його інтенсивністю і продуктивністю господарсько-цінних органів простежується не завжди. Це обумовлено опосередкованим впливом характеру розподілу асимільованого вуглецю в донорно-акцепторній системі рослини [112, 216, 241]. Головним фактором урожайності рослин є фотосинтез, на частку якого припадає до 95 % усієї накопиченої в рослині енергії. У той же час фотосинтез листків є головним фізіологічним показником, за яким можна судити про норму реакції на різні умови довкілля, а також на реакцію агротехнічних прийомів вирощування тієї чи іншої культури [220, 221]. Процес фотосинтезу тісно пов'язаний з розвитком та активністю симбіотичних систем. Ефективність симбіозу бульбочкових бактерій із бобовими рослинами залежить від надходження

фотоасимілятів у кореневі бульбочки. У свою чергу рівень фотосинтетичної активності визначається умовами азотного живлення [20].

На фотосинтетичну діяльність рослин впливає ряд зовнішніх факторів, які є відносно постійними, і їх варіювання виключно пов'язане з радіаційним режимом атмосфери, кліматичними та погодними умовами. Вміст мінеральних та органічних речовин у ґрунті, повітряний і водний режим ґрунту є факторами, на які можна безпосередньо впливати та контролювати. Тому в період вегетації необхідно створювати найсприятливіші умови для росту і розвитку рослин, аби вони сформували оптимальну площу листкового апарату для ефективної фотосинтетичної діяльності [111, 329].

Формування площі листкової поверхні є передумовою отримання максимальних урожаїв культури. Цей показник може варіювати в досить широких межах залежно від генотипу сорту, екологічних умов регіону та агротехнічних засобів їх вирощування [9].

Використання ризобіфіту сумісно з РРР підвищує активність симбіотичних систем люпину білого (див розд. 4.1 та 4.2), в результаті чого поліпшується азотне живлення рослин, що відповідно впливає на ростові процеси (див розд. 3.1) і формування фотосинтетичного апарату. Проведені спостереження за динамікою наростання площі листкової поверхні люпину білого сортів Діста та Серпневий показали, що її величина залежить від фази росту і розвитку та обробки насіння бактеріальними препаратами і РРР. Встановлено прямолінійний характер формування показників площі листкової поверхні в онтогенезі люпину білого, залежно від впливу досліджуваних чинників. Передпосівна обробка насіння люпину білого сортів Діста та Серпневий мікробними препаратами сприяла збільшенню площі листкової поверхні порівняно з контрольними варіантами (табл. 5.1). Рослини *Lupinus albus* формували асиміляційну поверхню на рівні 2,7-41,2 тис. м²/га, залежно від сорту, варіанту та фази розвитку.

Необхідно відмітити, що наростання площі листкової поверхні відбувалося до фази зеленого бобу. Найбільшу площу асиміляційної поверхні

у цій фазі виявлено за сумісного використання ризобофіту, штам 367а + РРР Регоплант, що на 34,6 % (сорт Діета) та 51,1 % (сорт Серпневий) відповідно вище контролю. Моноінокуляція ризобофітом на основі бульбочкових бактерій штаму 5500/4 також істотно збільшувала фотосинтетичну поверхню листків протягом фаз цвітіння і зеленого бобу в обох сортів рослин.

Отже, найефективніше на формування листкової поверхні рослин люпину білого сортів Діета та Серпневий впродовж онтогенезу вплинуло сумісне застосування ризобофіту, штам 367 а + РРР Регоплант.

Для характеристики потужності асиміляційного апарату прийнято визначати фотосинтетичний потенціал (ФП) – величину, що характеризує можливість посівів використовувати для фотосинтезу ФАР [275, 276].

Таблиця 5.1

Площа листкової поверхні (тис. м²/га) рослин люпину білого, середнє за 2012–2014 рр.

Варіант досліджу	Фаза росту і розвитку			
	стеблування	бутонізація	цвітіння	зелений біб
	сорт Діета			
1	2	3	4	5
Контроль (без застосування препаратів)	3,71±0,05	7,70±0,05	16,11±0,05	30,63±0,75
Ризобофіт, штам 367а	4,12±0,08*	8,80±0,06*	16,30±0,06*	34,51±0,05*
Ризобофіт, штам 5500/4	4,14±0,06*	9,03±0,08*	26,01±0,06*	38,62±0,06*
РРР Регоплант	4,74±0,08*	8,04±0,06*	22,40±0,05*	33,14±0,62*
РРР Стимпо	4,51±0,05*	8,42±0,06*	22,84±0,06*	33,93±0,05*
Ризобофіт, штам 367а + РРР Регоплант	4,25±0,07*	9,81±0,07*	29,62±0,08*	41,25±0,07*
Ризобофіт, штам 367а + РРР Стимпо	4,01±0,06*	8,23±0,05*	21,55±0,07*	35,73±0,05*
Ризобофіт, штам 5500/4 + РРР Регоплант	3,83±0,05*	8,31±0,06*	19,02±0,05*	36,61±0,06*
Ризобофіт, штам 5500/4 + РРР Стимпо	3,82±0,05*	8,34±0,06*	21,62±0,07	36,74±0,07*

продовження таблиці 5.1

1	2	3	4	5
сорт Серпневий				
Контроль (без застосування препаратів)	2,73±0,05	6,82±0,07	18,50±0,06	25,53±0,05
Ризобофіт, штам 367а	2,81±0,07	7,01±0,07 *	24,21±0,06*	31,31±0,07*
Ризобофіт, штам 5500/4	3,14±0,05*	8,4±0,06*	25,33±0,07*	36,23±0,06*
РРР Регоплант	4,53±0,06*	7,62±0,07*	19,02±0,07	32,60±0,05*
РРР Стимпо	3,11±0,07*	7,31±0,05	20,31±0,08	29,22±0,06*
Ризобофіт, штам 367а + РРР Регоплант	3,82±0,07*	8,70±0,07*	30,60±0,06*	39,34±0,07*
Ризобофіт, штам 367а + РРР Стимпо	3,13±0,07*	7,43±0,06*	23,64±0,06*	29,10±0,05*
Ризобофіт, штам 5500/4 + РРР Регоплант	2,80±0,06	8,04±0,07*	20,62±0,07*	31,03±0,06*
Ризобофіт, штам 5500/4 + РРР Стимпо	3,33±52,62*	7,44±57,63	21,73±0,06*	36,62±0,07*

Також зазначений показник характеризує динамічні зміни площі листків за певний період вегетації, відображає особливості темпів росту і розвитку рослин, формування листової поверхні з урахуванням умов, які впливають на її розвиток. Важливими чинниками, які регулюють ріст і розвиток рослин, формування та функціонування симбіотичних систем є РРР та мікробні препарати (див розд. 1.1-1.3). За А. А. Нечипоровичем [176], посіви вважаються хорошими, коли ФП їх становить 2,2-3,0 млн м² добу/га, середніми 1,0-1,5 і задовільними – за 0,5-0,7.

Результати дослідження показали, що обробка насіння ризобофітом та РРР позитивно впливали на фотосинтетичний потенціал посівів люпину білого сортів Діета і Серпневий протягом усього вегетаційного періоду (табл. 5.2). Відмінність у показниках ФП починає спостерігатися з періоду стеблуння – бутонізація. Сумісне застосування ризобофіту і регуляторів

росту збільшувало показник ФП рослин люпину білого на 0,01-0,23 млн. м²/га за добу у сорту Діета, та на 0,02-0,27 у сорту Серпневий порівняно з контролем. Високі значення ФП (0,77 млн. м²/га за добу у сорту Діета та 0,69 млн. м²/га за добу у сорту Серпневий) визначено у варіантах за обробки насіння композицією ризобіфіту на основі бульбочкових бактерій штаму 367a і PPP Регоплант.

У період бутонізація-цвітіння спостерігали зростання показника ФП в усіх варіантах дослідження відносно контролю.

За класифікацією А. О. Ничипоровича протягом бутонізації і цвітіння посіви дослідних варіантів люпину білого, в основному, вважаються середніми. Істотний приріст величини ФП посівів обох сортів люпину білого, що характеризує їх хороший стан, встановлено за дії композиції ризобіфіту на основі стандартного штаму бульбочкових бактерій і PPP Регоплант.

Аналогічну закономірність виявлено і у фазах цвітіння – зелений біб. У шостому варіанті за комплексної обробки насіння ризобіфітом на основі *Bradyrhizobium sp.* (Lupinus) штаму 367a і PPP Регоплант приріст показника ФП посівів був найвищим порівняно з контролем і становив у сорту Діета 59 %, а у сорту Серпневий – 42 %. Максимальний показник ФП посівів протягом онтогенезу визначено у фазах цвітіння і початку формування зеленого бобу рослинами.

Важливим показником, що характеризує потенційні можливості рослин щодо формування урожаю, є чиста продуктивність фотосинтезу (ЧПФ) [235]. Вона відображає продуктивність культури протягом доби з розрахунку на 1 м² площі листків, це органічна речовина, яка накопичується за добу в масі рослин [76, 191].

Дослідження показали, що в усіх варіантах із застосуванням ризобіфіту і регуляторів росту рослин та їх композицій ЧПФ була більшою, ніж у контролі протягом усього періоду вегетації. Ризобіфіт і PPP здійснювали неоднаковий вплив на сорти рослин люпину білого, що можна пояснити їхніми різними біологічними особливостями.

Таблиця 5.2

**Фотосинтетичний потенціал посівів люпину білого (млн. м²/га за добу)
за дії ризобіфіту і регуляторів росту рослин, середнє за 2012–2014 рр.**

Варіант досліджу	Фаза росту і розвитку		
	стеблунання- бутонізація	бутонізація- цвітіння	цвітіння- зелений біб
Сорт Діста			
Контроль (без застосування препаратів)	0,54±0,005	1,28±0,011	1,74±0,012
Ризобіфіт, штаб 367а	0,58±0,008*	1,50±0,028	1,77±0,011
Ризобіфіт, штаб 5500/4	0,68±0,010	2,10±0,057*	2,26±0,020
РРР Регоплант	0,57±0,011	1,83±0,023	1,94±0,023
РРР Стимпо	0,58±0,011	1,88±0,034	1,99±0,016
Ризобіфіт, штаб 367а + РРР Регоплант	0,77±0,017	2,37±0,057*	2,48±0,011*
Ризобіфіт, штаб 367а + РРР Стимпо	0,55±0,017	1,78±0,028	2,00±0,017
Ризобіфіт, штаб 5500/4 + РРР Регоплант	0,53±0,012	1,64±0,034	1,95±0,017
Ризобіфіт, штаб 5500/4 + РРР Стимпо	0,54±0,057	1,79±0,023	2,04±0,026*
Сорт Серпневий			
Контроль (без застосування препаратів)	0,42±0,057	1,52±0,013	1,54±0,014
Ризобіфіт, штаб 367а	0,44±0,013	1,87±0,016	1,94±0,017
Ризобіфіт, штаб 5500/4	0,65±0,014	2,02±0,057*	2,15±0,088*
РРР Регоплант	0,59±0,011	1,60±0,023	1,81±0,018
РРР Стимпо	0,47±0,012	1,66±0,017	1,73±0,017
Ризобіфіт, штаб 367а + РРР Регоплант	0,69±0,057*	2,36±0,095*	2,45±0,023*
Ризобіфіт, штаб 367а + РРР Стимпо	0,47±0,017	1,86±0,060*	1,84±0,017
Ризобіфіт, штаб 5500/4 + РРР Регоплант	0,47±0,012	1,72±0,018	1,80±0,012
Ризобіфіт, штаб 5500/4 + РРР Стимпо	0,48±0,011	1,74±0,014	2,04±0,081*

У фазах стеблунання-бутонізації у сортів Діста та Серпневий за сумісної обробки насіння ризобіфітом на основі штабу 367а і РРР Регоплант та Стимпо показники ЧПФ люпину білого достовірно перевищували контроль на 20,6 і 20,3 % та 58,3 і 66,0 % відповідно. Ефективною щодо показника ЧПФ рослин сорту Діста виявилась також композиція ризобіфіту

на основі штаму бульбочкових бактерій 5500/4 з РРР Стимпо, що на 27,7 % перевищила контроль (табл. 5.3).

Таблиця 5.3

Чиста продуктивність фотосинтезу рослин люпину білого (г / м² за добу) за дії ризобіфіту та регуляторів росту рослин, середнє за 2012–2014 рр.

Варіант досліджу	Фаза росту і розвитку		
	стеблуння- бутонізація	бутонізація- цвітіння	цвітіння- зелений біб
Сорт Діета			
Контроль (без застосування препаратів)	3,11±0,06	4,01±0,12	5,00±0,17
Ризобіфіт, штамп 367а	3,32±0,20	4,17±0,10	5,04±0,14
Ризобіфіт, штамп 5500/4	3,42±0,24	4,41±0,23	5,09±0,17
РРР Регоплант	3,38±0,21	5,30±0,17*	8,06±0,15*
РРР Стимпо	3,31±0,17	4,73±0,27	5,15±0,20
Ризобіфіт, штамп 367а + РРР Регоплант	3,75±0,14*	4,52±0,24	6,20±0,12*
Ризобіфіт, штамп 367а + РРР Стимпо	3,74±0,02*	4,54±0,20	5,71±0,12*
Ризобіфіт, штамп 5500/4 + РРР Регоплант	3,56±0,23	4,02±0,13	5,72±0,11*
Ризобіфіт, штамп 5500/4 + РРР Стимпо	3,97±0,01*	5,12±0,18*	7,10±0,12*
Сорт Серпневий			
Контроль (без застосування препаратів)	3,12±0,02	4,16±0,09	6,08±0,04
Ризобіфіт, штамп 367а	4,05±0,16	6,01±0,12*	8,07±0,04*
Ризобіфіт, штамп 5500/4	3,87±0,15	4,85±0,14	6,76±0,14
РРР Регоплант	3,27±0,15	4,92±0,15	10,60±0,13*
РРР Стимпо	3,30±0,17	6,00±0,13*	7,70±0,14*
Ризобіфіт, штамп 367а + РРР Регоплант	4,94±0,15*	5,52±0,13*	8,25±0,14*
Ризобіфіт, штамп 367а + РРР Стимпо	5,18±0,10*	4,44±0,12	6,45±0,12
Ризобіфіт, штамп 5500/4 + РРР Регоплант	3,83±0,14	6,50±0,12*	8,85±0,15*
Ризобіфіт, штамп 5500/4 + РРР Стимпо	4,04±0,16	4,77±0,14	6,58±0,13

Визначення ЧПФ у фазі бутонізація-цвітіння показало, що рослини сорту Серпневий накопичували на 4,0-22,0 % більше органічних речовин на одному метрі квадратному за добу порівняно із сортом Діета. В останнього

сорту найвищим був показник ЧПФ у рослин за монообробки насіння РРР Регоплант, а у сорту Серпневий – за сумісної обробки вищезазначеним регулятором і ризобофітом на основі штаму бульбочкових бактерій 5500/4.

Найвища величина показників ЧПФ була відмічена у люпину білого в період цвітіння та утворення зелених бобів. В обох сортів найактивніше на величину вищезазначеного показника вплинула монообробка насіння рослин РРР Регоплант, що в 1,6 та 1,7 рази відповідно вище контролю. Передпосівна обробка насіння люпину білого сорту Діета композиціями ризобофіту на основі обох штамів бульбочкових бактерій і РРР Регоплант та Стимпо істотно впливала на величину показників ЧПФ рослин. Достовірний приріст ЧПФ, порівняно з контролем у сорту Серпневий виявлено за сумісної дії РРР Регоплант з ризобофітом на основі *B. sp. (Lupinus)* штамів 367а та 5500/4.

Отже, в умовах Західного Лісостепу України сумісне застосування ризобофіту на основі бульбочкових бактерій стандартного штаму 367а з РРР Регоплант сприяє інтенсивнішому наростанню листової поверхні у рослин сортів Діета та Серпневий ніж їх окрема дія. Передпосівна обробка насіння люпину білого сорту Діета ризобофітом на основі штамів 367а, 5500/4, РРР Регоплант і Стимпо, а також їх композиціями стимулює підвищення ФП і ЧПФ протягом онтогенезу рослин. Найістотніше впливає на показники ФП посівів люпину білого та ЧПФ рослин застосування РРР Регоплант та його композиції з ризобофітом на основі *B. sp. (Lupinus)* штамів 367а та 5500/4.

5.3. Накопичення вітамінів, вуглеводів та органічних кислот у листках рослин люпину білого

Продуктами фотосинтезу є вуглеводи, які відіграють важливу роль у процесах росту та розвитку рослин. З проміжних продуктів фотосинтезу можуть утворюватися вітаміни та органічні кислоти.

Актуальним на сьогодні залишається питання, що стосується підвищення урожайності та якості надземної маси нових сортів люпину

білого в умовах Західного Лісостепу України. На якість рослинної продукції істотно впливають біологічно активні речовини, зокрема вітаміни [37].

Найбільш поширеними у рослинах є вітаміни групи С, зокрема АК, та вітаміни групи Р (біофлаваноїди).

У рослинах АК утворюється в листках. Біохімічні реакції синтезу вітаміну корелюють з вуглеводним обміном. На накопичення АК істотно впливають умови вирощування рослин. Вміст вітаміну в листках корелює з інтенсивністю росту і розвитку рослин [18, 37, 46]. АК відіграє ключову роль у хлоропластах та цитоплазмі рослин, є основним компонентом у їх захисті від вільних радикалів, H_2O_2 та окиснювального стресу. Вона хімічно взаємодіє з активними формами кисню, тоді як аскорбатпероксидаза (субстратом якої є АК) каталізує специфічну аскорбат-залежну детоксикацію H_2O_2 у рослинних клітинах [45, 63]. Володіючи окислювально-відновними властивостями, аскорбінова кислота є сильним відновником [259].

Адаптивні зміни вмісту аскорбінової кислоти можна розглядати як чинники стійкості рослин проти несприятливих умов – посухи, високих і низьких температур, радіації, деяких забруднювачів (Pb, Cd, Ni) тощо [12].

Оскільки на накопичення АК у листках рослин впливають умови їх вирощування, то на нашу думку зазначений показник може слугувати критерієм оцінки застосованих елементів агротехніки.

Проведені дослідження показали, що сумісне використання ризобофіту на основі штаму 5500/4 + РРР Стимпо в 1,8-1,9 рази збільшувало вміст вітамінів групи С у листках рослин *L. albus* сортів Діста і Серпневий у фазі стеблуння порівняно з контролем, 1,4 і 1,1 рази – у порівнянні з моноінокуляцією ризобофітом, штаму 5500/4, 1,2 рази – з монообробкою РРР Стимпо (табл. 5.4).

У фазі бутонізації вміст вітамінів групи С у листках рослин збільшився в усіх варіантах польового дослідження в порівнянні з фазою стеблуння, але спостерігалася аналогічна закономірність, за сумісного використання ризобофіту, штаму 5500/4 з РРР Стимпо кількість вітамінів групи С у листках

люпину білого була на 46,0 (сорт Дієта) і 68,7 % (сорт Серпневий) більшою порівняно з контролем. Монообробки насіння сорту Дієта ризобофітом, штам 5500/4 і PPP Стимпо збільшували на 43,1 і 43,4 % порівняно з контролем уміст вітамінів групи С у листках рослин.

Результати дослідів показали наявність сортової чутливості люпину білого до дії PPP. У фазі бутонізації монообробка насіння сорту Серпневий ризобофітом, штамів 367а і 5500/4, PPP Регоплант, а також його композицією з ризобофітом, штам 5500/4 сприяла накопиченню вітамінів групи С (в 1,6-1,7 рази більше порівняно з контролем). Максимальний уміст вітамінів групи С у листках рослин спостерігали у фазі цвітіння.

Таблиця 5.4

Вміст вітамінів групи С у листках люпину білого (мг/100г сух. речовини)

Варіант дослідів	Фаза росту і розвитку			
	стеблування	бутонізація	цвітіння	зелений біб
Сорт Дієта				
1	2	3	4	5
Контроль (без застосування препаратів)	17,7±0,2	33,9±0,6	42,5±0,6	26,0±0,3
Ризобофіт, штам 367а	20,8±0,9	42,5±0,9	43,2±0,5	40,4±0,8
Ризобофіт, штам 5500/4	23,4±0,9	48,5±0,2*	53,4±0,8*	31,0±0,3
PPP Регоплант	17,8±0,8	43,9±0,3	44,1±0,3	42,7±0,6*
PPP Стимпо	26,6±0,3*	48,6±0,6*	55,5±0,6*	35,3±0,3
Ризобофіт, штам 367а + PPP Регоплант	26,2±0,1*	35,4±0,2	43,9±0,2	33,7±0,3
Ризобофіт, штам 367а + PPP Стимпо	31,5±0,8*	45,0±0,7*	52,2±0,3*	44,3±0,3*
Ризобофіт, штам 5500/4 + PPP Регоплант	25,8±0,6*	34,7±0,3	51,3±0,5*	26,1±0,2
Ризобофіт, штам 5500/4 + PPP Стимпо	32,5±0,3*	49,5±0,9*	52,2±0,6	44,8±0,7*
Сорт Серпневий				
Контроль (без застосування препаратів)	17,8±0,2	26,5±0,2	44,1±0,2	25,9±0,3
Ризобофіт, штам 367а	23,2±0,2	44,4±0,6*	48,4±0,2	34,7±0,2

продовження таблиці 5.4

1	2	3	4	5
Ризобофіт, штам 5500/4	31,0±0,2*	43,5±0,2	52,4±0,5*	30,9±0,2
PPP Регоплант	26,0±0,3*	44,0±0,3*	52,5±0,5*	43,9±0,2*
PPP Стимпо	26,6±0,3*	34,8±0,3	52,0±0,5*	45,4±0,9*
Ризобофіт, штам 367а + PPP Регоплант	22,2±0,2	33,5±0,9	48,5±0,2	44,0±0,2*
Ризобофіт, штам 367а + PPP Стимпо	17,9±0,2	38,0±0,8	50,4±0,3*	43,5±0,2*
Ризобофіт, штам 5500/4 + PPP Регоплант	24,8±0,7	44,4±0,2*	48,3±0,4	35,8±0,4
Ризобофіт, штам 5500/4 + PPP Стимпо	33,1±0,9*	44,7±0,5*	52,5±0,5*	34,7±0,2

Обробка насіння люпину білого сорту Діета PPP Стимпо, ризобофітом, штам 5500/4, а також композиціями PPP Стимпо з ризобофітом, штамів 367а і 5500/4 збільшувала вміст у листках вітамінів групи С на 30,6-22,8 %. За передпосівної обробки насіння сорту Серпневий PPP Стимпо і Регоплант, ризобофітом, штам 5500/4 та його композицією з PPP Стимпо виявлено зростання показника на 17,9-19,0 % порівняно з контролем.

У фазі зеленого бобу спостерігалось зниження вмісту вітамінів групи С у листах люпину білого, порівняно з фазою цвітіння. Найбільшу кількість вітамінів групи С у листках рослин сорту Діета визначено при застосуванні композицій PPP Стимпо з ризобофітом, штамів 367а і 5500/4, а у сорту Серпневий – PPP Регоплант і його композиції з ризобофітом, штам 367а, PPP Стимпо, а також його композиції з ризобофітом, штам 367а.

Встановлено, що обробка насіння люпину білого сортів Діета і Серпневий ризобофітом, штам 5500/4 та його композицією з PPP Стимпо суттєво впливала на накопичення вітамінів групи С у листках рослин. Монообробка насіння сорту Серпневий PPP Регоплант сприяє підвищенню вмісту АК в листках рослин у фазах бутонізації, цвітіння і зеленого бобу. Високий уміст АК у листках люпину білого за дії PPP і ризобофіту підвищує

захисні реакції організму рослини до негативних біоекологічних чинників. Отже, біологічні препарати впливають на індукцію механізмів стійкості рослини.

Вітамін Р – це рослинний біофлавоноїд, суміш глікозидів, що представляє собою групу біологічно активних речовин (рутин, катехін, кверцетин, цитрин, гесперидин, еріодіктіол, ціанідин). В основі будови вітаміну Р лежить фенол – циклічна сполука, що містить у своєму складі фенольні залишки, кетогрупи, гідроксигрупи в циклах. Зараз біофлавоноїди всебічно досліджуються для з'ясування механізму їх біологічної дії [56, 239]. Його високий уміст у листках поліпшує якість зелених кормів та метаболізм рослинного організму [137].

Показником оцінки ефективності бобово-ризобіального симбіозу люпину білого з бульбочковими бактеріями є співвідношення сумарного вмісту флавоноїдів у листках інокульованих і неінокульованих рослин [197]. Встановлено, що найвищий уміст вітамінів групи Р у листках дослідних рослин протягом онтогенезу у фазі стеблуння (рис. 5.3). Передпосівна інокуляція насіння люпину білого сорту Діета ризобіофітом на основі штамів 367а і 5500/4 сприяла накопиченню біофлавоноїдів у листках рослин в 2,8 і 2,7 (стеблуння), 1,4 і 1,3 (бутонізація), 1,1 і 1,4 (цвітіння), 1,4 (зелений біб) разів, порівняно з контролем. Найвищий уміст вітамінів групи Р у листках визначено у фазі стеблуння за сумісного застосування ризобіофіту, штам 5500/4 з РРР Стимпо (1,67 %) та РРР Регоплант (1,49 %).

Фази бутонізації та цвітіння загалом характеризувалася зниженням вмісту вітамінів групи Р у листках дослідних варіантів, порівняно з фазою стеблуння. Високий уміст вітамінів виявлено у листках рослин за використання ризобіофіту, штам 5500/4 + РРР Регоплант (фаза бутонізації), що на 62 % та ризобіофіту, штам 367а + РРР Регоплант (фаза цвітіння) – на 67 % більше контролю. У фазі зеленого бобу вміст вітамінів коливався в межах 0,97 % (контроль) – 1,38 % (РРР Регоплант та ризобіофіт, 367а + РРР Регоплант).

Отже, на накопичення вітамінів групи Р у листках *L. albus* сорту Діета найефективніше впливала передпосівна обробка насіння композиціями РРР Регоплант з ризобофітом на основі штамів 367а та 5500/4, їх можна рекомендувати для використання у сільському господарстві.

За результатами досліджень встановлено, що найбільша кількість вітамінів групи Р міститься у листках рослин люпину білого сорту Серпневий також, як і в сорту Діета у фазі стеблуння (рис. 5.4). Найістотніше на накопичення вітамінів групи Р впливала передпосівна обробка насіння композиціями ризобофіту, штаму 5500/4 і РРР Стимпо та Регоплант, показник якого в 1,8 і 1,7 разів відповідно перевищував контроль.

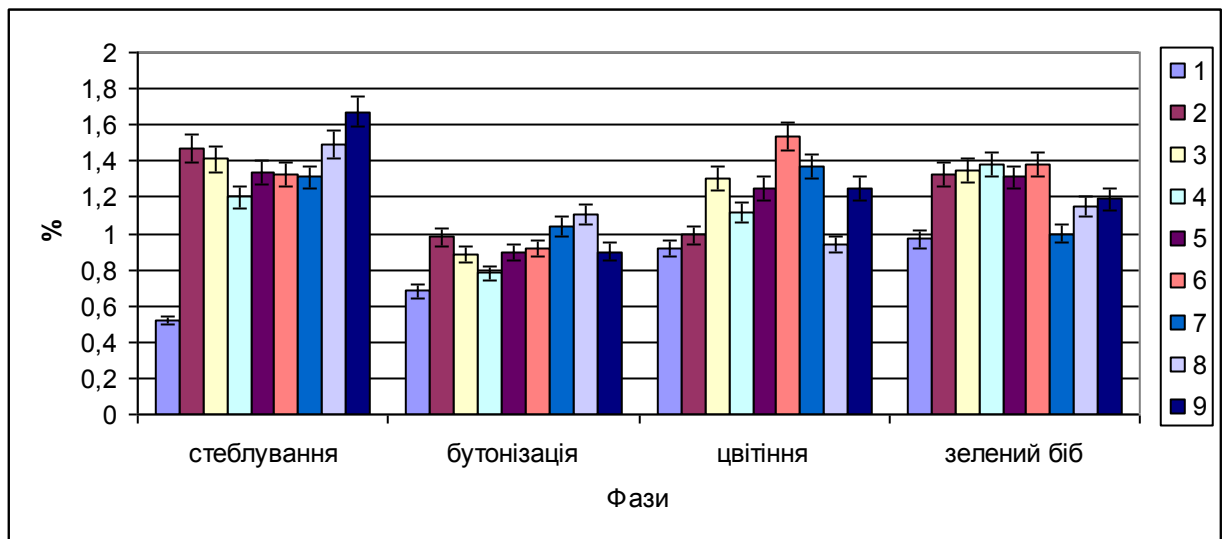


Рис. 5.3 Динаміка накопичення вітамінів групи Р (% на суху масу) у листках рослин люпину білого сорту Діета

1 варіант – контроль (без застосування препаратів); 2 – насіння перед посівом інокулювали ризобофітом на основі *Bradyrhizobium sp.* (*Lupinus*) штаму 367а (стандартний); 3 – ризобофіт, штам 5500/4; 4 – насіння перед посівом обробляли РРР Регоплант; 5 – РРР Стимпо; 6 – ризобофіт, 367а + РРР Регоплант; 7 – ризобофіт, 367а + РРР Стимпо; 8 – ризобофіт, 5500/4 + РРР Регоплант; 9 – ризобофіт, 5500/4 + РРР Стимпо.

За обробки насіння перед посівом композицією ризобофіту штам 367а та РРР Регоплант, уміст вітамінів групи Р на 12 % перевищував контроль.

У фазі бутонізації вміст значно знизився, порівняно із попередньою фазою. На накопичення вітамінів групи Р найсуттєвіше вплинула обробка насіння РРР Стимпо, що в 1,7 разів перевищила контроль. За використання ризобофіту, штам 367а, ризобофіту обох штамів з РРР показник вітаміну залишався майже на одному рівні та становив: $0,51 \pm 0,05$ %, $0,51 \pm 0,13$ %, $0,57 \pm 0,10$ %, $0,55 \pm 0,05$ %, $0,52 \pm 0,05$ %. Лише за використання РРР Регоплант, вміст досліджуваного вітаміну був дещо нижчий від контролю. У фазі цвітіння вміст вітамінів групи Р у листках коливався в межах $0,53 \pm 0,05$ % (контроль) – $1,01 \pm 0,10$ % (ризобофіт, штам 367а + РРР Стимпо). Високий вміст вітаміну було виявлено за монообробки ризобофітом, штам 367а, що в 1,8 разів перевищив контроль та у 6-му – за сумісної обробки ризобофітом, штам 367а + Регоплант, у 1,9 разів відповідно. Найменший показник вітамінів групи Р виявлено за використання ризобофіту, штам 5500/4.

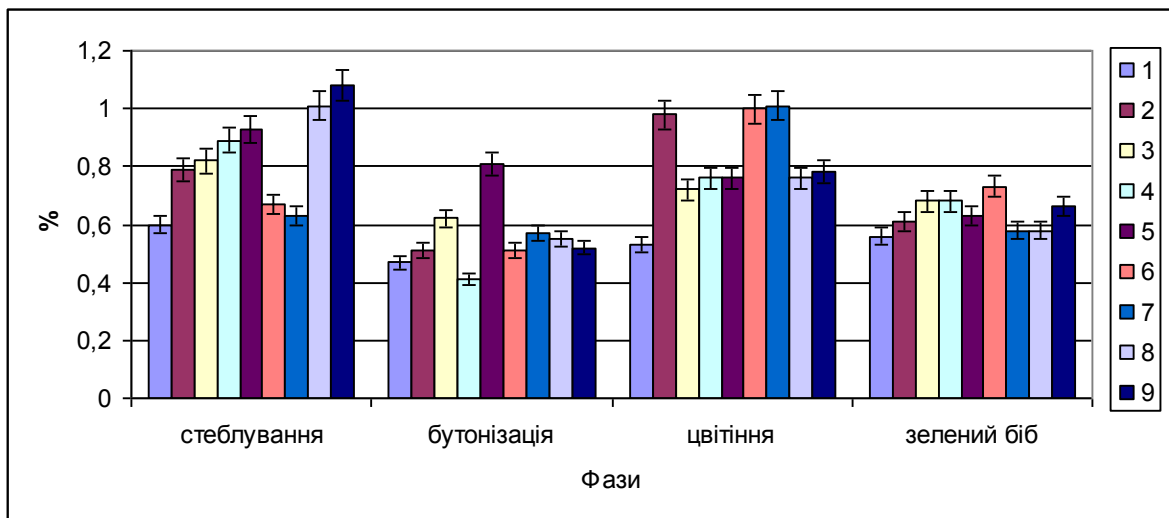


Рис. 5.4. Динаміка накопичення вітамінів групи Р у листках рослин люпину білого сорту Серпневий

1 варіант – контроль (без застосування препаратів); 2 – насіння перед посівом інокулювали ризобофітом на основі *Bradyrhizobium sp.* (Lupinus) штаму 367а (стандартний); 3 – ризобофіт, штам 5500/4; 4 – насіння перед посівом обробляли РРР Регоплант; 5 – РРР Стимпо; 6 – ризобофіт, 367а + РРР Регоплант; 7 – ризобофіт, 367а + РРР Стимпо; 8 – ризобофіт, 5500/4 + РРР Регоплант; 9 – ризобофіт, 5500/4 + РРР Стимпо.

У фазі зеленого бобу у листках рослин *L. albus* L. вміст вітамінів групи Р найвищий, як і у попередній фазі, за передпосівної обробки насіння композицією ризобофіту штам 367а + РРР Регоплант (від контролю на 30 %). Також необхідно відмітити, що однакову кількість вітаміну Р накопичували листки люпину білого за монообробки ризобофітом, штам 5500/4 та РРР Регоплант, що на 21 % вище контролю.

Отже, передпосівна обробка насіння люпину білого сортів Дієта і Серпневий ризобофітом обох штамів, РРР Стимпо і Регоплант, а також їх композиціями стимулювала накопичення вітамінів групи Р у листках *L. albus* протягом онтогенезу рослин.

Вуглеводи, як основні продукти фотосинтезу, є проміжними сполуками багатьох біохімічних циклів, що визначає їх першочергове значення у процесах росту і розвитку рослин. Їм належить важлива роль у пристосувальних реакціях організму до дії несприятливих чинників довкілля (низьких температур та посухи) [1, 2]. Обмін вуглеводів, їх перетворення і зв'язок з іншими речовинами є невід'ємною складовою частиною загального метаболізму речовин рослинного організму. Вони можуть слугувати також показником, що характеризує активність симбіотичних систем бобових культур.

Дослідження показали, що вміст вуглеводів (відновлювальних сахаридів, моно- та кетоцукрів) у листках люпину білого в значній мірі визначався сортовими особливостями рослин, фазами онтогенезу та передпосівною обробкою насіння біологічними препаратами. Встановлено, що листки обох сортів люпину максимум вищезазначених сполук накопичували у фазі стеблуння. В онтогенезі рослин уміст досліджуваних форм вуглеводів знижувався, що пов'язано з перерозподілом органічних речовин у генеративні органи. У сорту Дієта кількість моноцукрів (рис. 5.5) у листках рослин дослідних варіантів у 1,11, 1,04, 1,22, 1,18, 1,09, 1,14, 1,20, 1,18 разів перевищила контроль. Уміст відновлювальних та кетоцукрів був найвищим у варіанті за застосування РРР Регоплант, що на 21,15 і 26,44 %

більше контролю. Наявність вільної альдегідної або кетонної групи зумовлює відновні властивості вуглеводів.

У фазі бутонізації при накопиченні моноцукрів у листках рослин спостерігалася аналогічна закономірність з фазою стеблуння. Найінтенсивніше на накопичення відновлювальних та кетоцукрів вплинула передпосівна обробка насіння композицією ризобофіту, штам 5500/4 + РРР Регоплант, що на 14,10 % та 24,64 % відповідно більше контролю. Очевидно, це пов'язано з поліпшенням азотного живлення рослин завдяки симбіозу з активним штамом бульбочкових бактерій та інтенсифікацією фізіологічних процесів регулятором росту.

Впродовж фази цвітіння вміст вищезазначених форм вуглеводів у листках обох сортів люпину білого також знизився, але спостерігалася аналогічна закономірність у їх накопиченні, порівняно з фазою стеблуння.

У фазі зеленого бобу кількість вуглеводів у листках рослин була найменшою. Вміст відновлювальних цукрів коливався в межах: 189,83±0,1 мг/100 г сухої речовини (контроль) – 229,47±0,2 (РРР Регоплант), моноцукрів – 141,83±0,1 (контроль) – 193,0±0,1 (РРР Регоплант), кетоцукрів – 47,62±0,1 (контроль) – 72,19±0,2 (РРР Регоплант), що пов'язано з перерозподілом органічних речовин у генеративні органи рослин. У зазначеній фазі росту і розвитку рослин найефективніше на накопичення вуглеводів вплинула монообробка насіння РРР Регоплант.

Високі показники вмісту вуглеводів у листках сорту Серпневий виявлено у варіантах із застосуванням РРР і їх композицій з ризобофітом обох штамів бульбочкових бактерій (рис. 5.6). У фазі стеблуння на накопичення моно- та відновлювальних цукрів найістотніше вплинув РРР Регоплант. Найбільший уміст кетоцукрів визначено у листках рослин за обробки насіння РРР Стимпо, що на 18,42 % перевищував контроль.

Фаза бутонізації характеризувалася аналогічними особливостями накопичення моносахаридів з фазою стеблуння, а кількість

відновлювальних та кетоцукрів була найбільшою за використання РРР Стимпо.

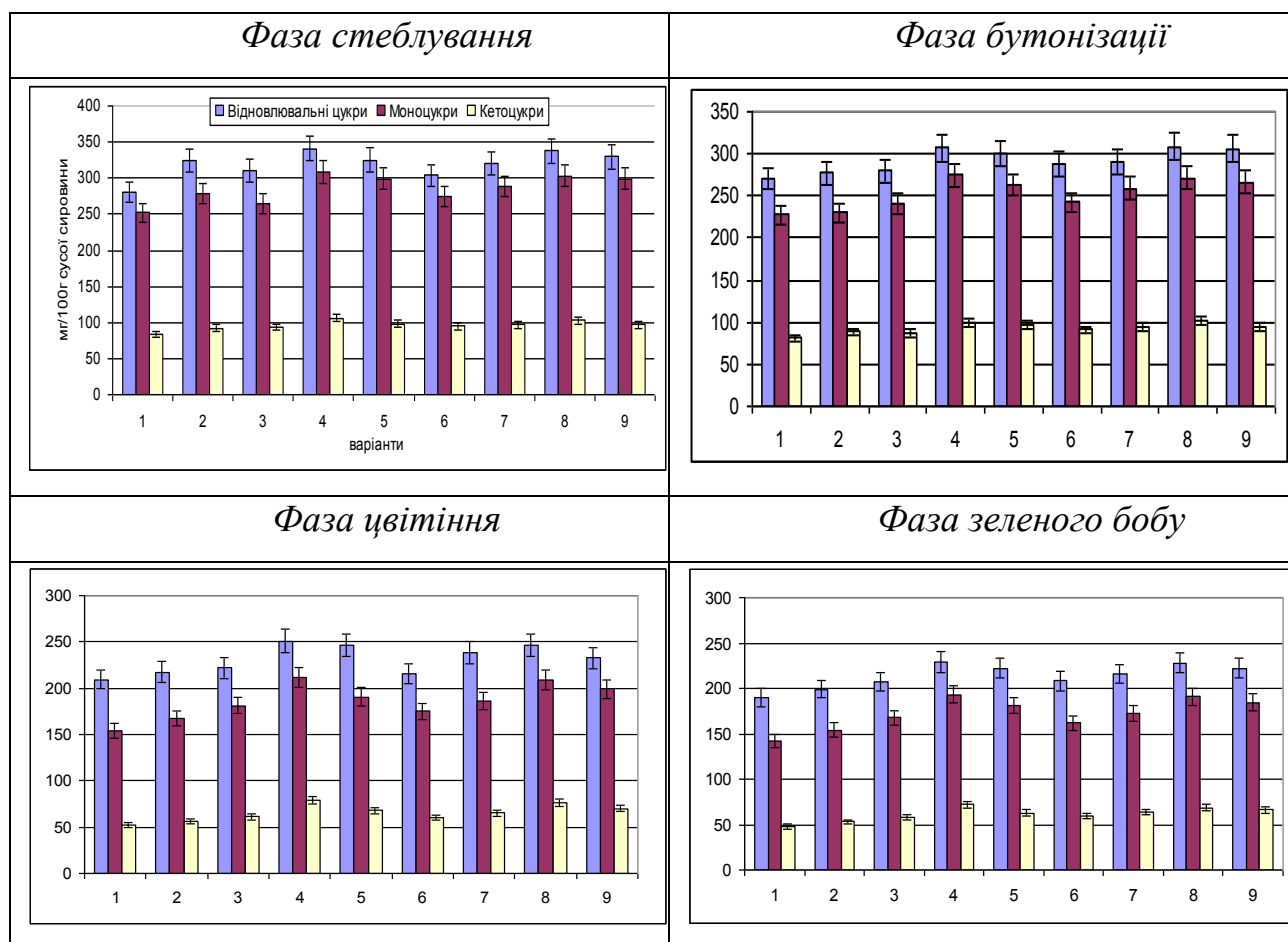


Рис. 5.5 Динаміка накопичення вуглеводів у листках рослин люпину білого сорту Діста

1 варіант – контроль (без застосування препаратів); 2 – насіння перед посівом інокулювали ризобіфітом на основі *Bradyrhizobium sp.* (Lupinus) штаму 367a (стандартний); 3 – ризобіфіт, штам 5500/4; 4 – насіння перед посівом обробляли РРР Регоплант; 5 – РРР Стимпо; 6 – ризобіфіт, 367a + РРР Регоплант; 7 – ризобіфіт, 367a + РРР Стимпо; 8 – ризобіфіт, 5500/4 + РРР Регоплант; 9 – ризобіфіт, 5500/4 + РРР Стимпо.

Дещо іншу закономірність у накопиченні вуглеводів у листках люпину білого сорту Серпневий виявлено під час цвітіння рослин. Кількість відновлювальних та кетоцукрів була найбільшою за застосування композицій ризобіфіту, штамів 5500/4 і 367a з РРР Регоплант, що перевищило контроль на 21,87 % і 30,35 % відповідно. Це пов'язано з високою активністю

симбіотичних систем люпину білого вищезазначених варіантів у фазі цвітіння. Високий вміст відновлювальних цукрів (на 21,54 % більше контролю) виявлено також за монообробки насіння РРР Стимпо. Цей же регулятор росту істотно вплинув на накопичення моноцукрів (рис. 5.6).

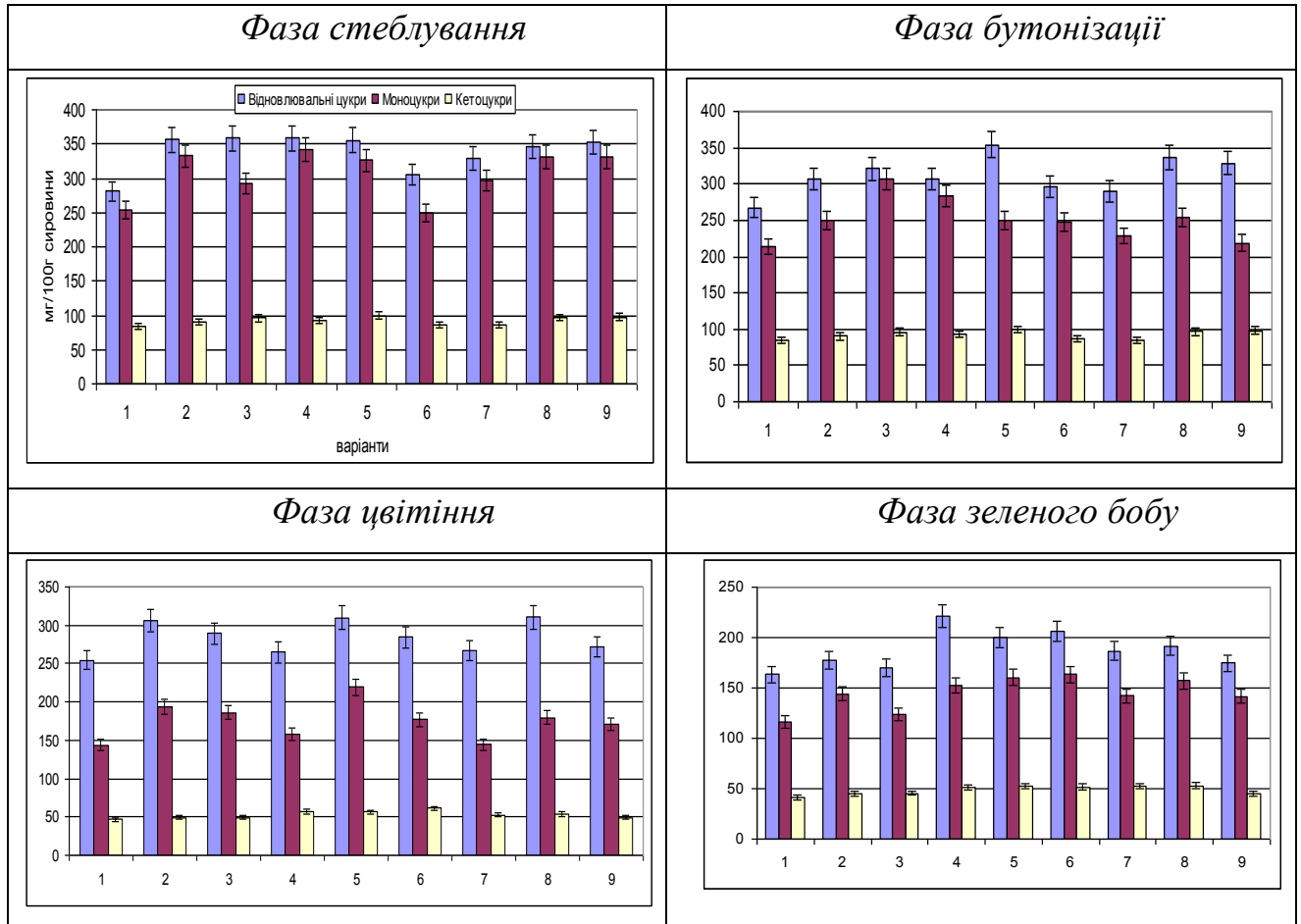


Рис. 5.6. Динаміка накопичення вуглеводів у листках рослин люпину білого сорту Серпневий

1 варіант – контроль (без застосування препаратів); 2 – насіння перед посівом інокулювали ризобіфітом на основі *Bradyrhizobium* sp. (*Lupinus*) штаму 367а (стандартний); 3 – ризобіфіт, штам 5500/4; 4 – насіння перед посівом обробляли РРР Регоплант; 5 – РРР Стимпо; 6 – ризобіфіт, 367а + РРР Регоплант; 7 – ризобіфіт, 367а + РРР Стимпо; 8 – ризобіфіт, 5500/4 + РРР Регоплант; 9 – ризобіфіт, 5500/4 + РРР Стимпо.

Кількість моноцукрів у листках рослин сорту Серпневий у фазі зеленого бобу коливалася в межах $116,23 \pm 0,3$ мг/100г сухої сировини (контроль) – $163,33 \pm 0,1$ (ризобіфіт, штам 367а + РРР Регоплант),

відновлювальних – $163,47 \pm 0,2$ (контроль) – $220,87 \pm 0,2$ (РРР Регоплант), кетоцукрів – $41,25 \pm 0,1$ (контроль) – $53,10 \pm 0,1$ (ризобофіт, штам 5500/4 + РРР Регоплант).

Досліджено, що найвищі значення показників відновлювальних, моно- та кетоцукрів у листках люпину білого сортів Діета та Серпневий характерні для фази стеблуння. Накопичення вуглеводів у листках залежить від сортових особливостей рослин та екологічних чинників. Найістотніше на вміст вуглеводів у листках впливала передпосівна обробка насіння рослин РРР Стимпо, Регоплант та композиціями останнього з ризобофітом на основі 367a та 5500/4 штамів бульбочкових бактерій. Підвищений уміст досліджуваних вуглеводів за дії біопрепаратів вказує на посилення захисних механізмів рослини за впливу зазначених чинників.

Внаслідок фотосинтезу в зелених рослинах утворюються органічні речовини, частина яких відкладається про запас. Під час ростових процесів ці сполуки включаються в обмін, як джерело енергії та метаболітів [171]. Обмін вуглеводів з метаболізмом ліпідів та протеїнів зв'язують органічні кислоти, які є проміжними сполуками в процесі дихання рослин. З них синтезуються жирні кислоти, стероїди, каротиноїди, терпени та терпеноїди [1].

Дослідження показали, що у фазі стеблуння найбільшу кількість органічних кислот у листках рослин сортів Діета (рис 5.7) та Серпневий (рис. 5.8) виявлено за сумісного застосування ризобофіту, штам 5500/4 + РРР Регоплант – $1,42 \pm 0,05$ та $1,24 \pm 0,01$ %, що на 37,0 та 23,0 % більше від контролю. Значну кількість зазначених сполук визначено також за монозастосуванням ризобофіту, штам 5500/4 ($13,76 \pm 0,05$ сорт Діета та $1,18 \pm 0,15$ сорт Серпневий). У фазі бутонізації листки сорту Діета накопичували $1,06 \pm 0,25$ (контроль) – $1,52 \pm 0,15$ % (ризобофіт, штам 5500/4), а сорту Серпневий – $1,06 \pm 0,25$ (Контроль) – $1,35 \pm 0,15$ % (ризобофіт, штам 5500/4) органічних кислот. Найістотніше на вищезазначений показник в обох сортах люпину у цій фазі вплинула передпосівна монообробка насіння ризобофітом, штам 5500/4, що на 44 та 28 % перевищував контроль.

У фазі цвітіння вміст органічних кислот був максимальним і коливався в межах $1,34 \pm 0,23$ (контроль) – $1,93 \pm 0,15$ (сорт Серпневий) – $2,16 \pm 0,29$ % (сорт Діета) (ризобіофіт, штам 5500/4 + PPP Регоплант). У фазі зеленого бобу їх кількість у листках знизилася майже у два рази, порівняно з фазою цвітіння, але найбільший вміст органічних кислот також був у листках рослин, насіння яких обробляли перед посівом композицією ризобіофіту, штам 5500/4 + PPP Регоплант (сорт Діета – $1,24 \pm 0,29$, сорт Серпневий – $1,09 \pm 0,27$ %, порівняно з контролем $0,71 \pm 0,24$ і $0,66 \pm 0,01$ % відповідно).

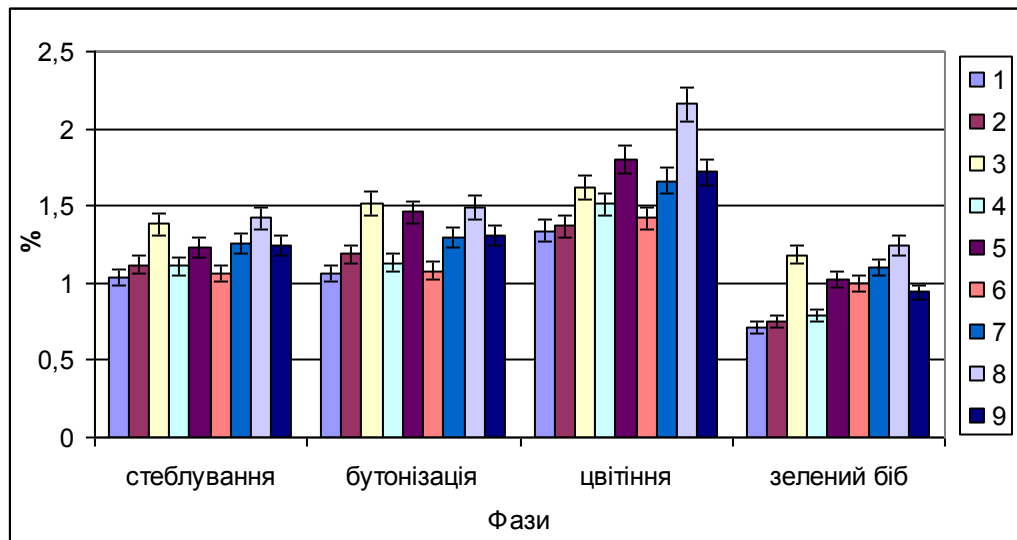


Рис. 5.7 Динаміка накопичення органічних кислот у листках рослин люпину білого сорту Діета

1 варіант – контроль (без застосування препаратів); 2 – насіння перед посівом інокулювали ризобіофітом на основі *Bradyrhizobium sp.* (Lupinus) штаму 367а (стандартний); 3 – ризобіофіт, штам 5500/4; 4 – насіння перед посівом обробляли PPP Регоплант; 5 – PPP Стимпо; 6 – ризобіофіт, 367а + PPP Регоплант; 7 – ризобіофіт, 367а + PPP Стимпо; 8 – ризобіофіт, 5500/4 + PPP Регоплант; 9 – ризобіофіт, 5500/4 + PPP Стимпо.

Отже, найефективніше на накопичення органічних кислот у листках в онтогенезі рослин *L. albus* L. сортів Діета та Серпневий впливала сумісна передпосівна обробка насіння ризобіофітом, штам 5500/4+PPP Регоплант.

Виявили прямий кореляційний зв'язок між площею листків та ФП і ЧПФ в усіх дослідних варіантах. Дуже тісний непрямої зв'язок виявлено між

АФА і вмістом органічних кислот у листках, із підвищенням АФА вміст органічних кислот знижувався, (очевидно вони використовувалися для утворення амінокислот), і навпаки. Відомо, що щавелевоцтова, фумарова, піровиноградна і ін. при взаємодії з аміаком утворюють амінокислоти.

Досить тісний зв'язок виявлено між вмістом пігментів і ЧПФ за використання ризобіфіту, штам 367а в сорту Діета ($r = + 0,992$) та за сумісного використання ризобіфіту, штам 367а + РРР Регоплант у сорту Серпневий ($r = + 0,867$).

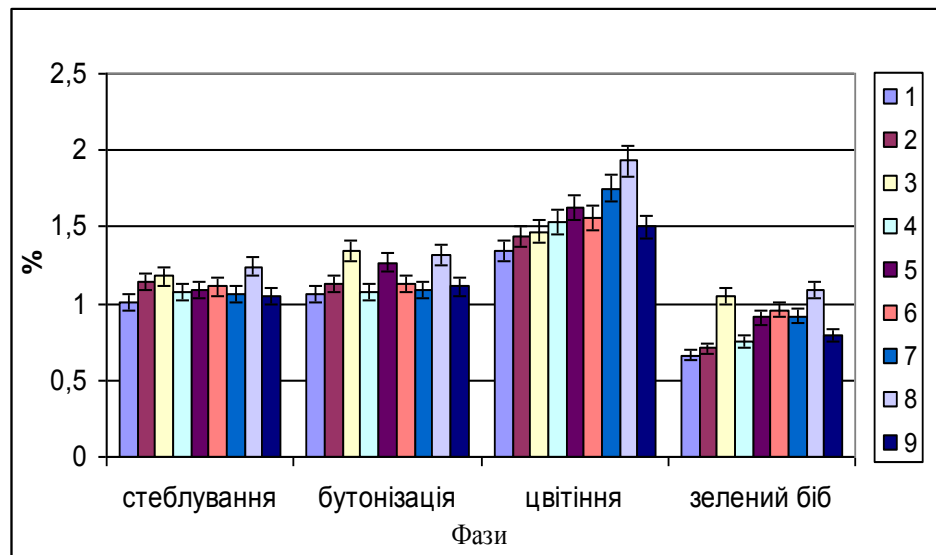


Рис. 5.8. Динаміка накопичення органічних кислот у листках рослин люпину білого сорту Серпневий

1 варіант – контроль (без застосування препаратів); 2 – насіння перед посівом інокулювали ризобіфітом на основі *Bradyrhizobium sp.* (*Lupinus*) штаму 367а (стандартний); 3 – ризобіфіт, штам 5500/4; 4 – насіння перед посівом обробляли РРР Регоплант; 5 – РРР Стимпо; 6 – ризобіфіт, 367а + РРР Регоплант; 7 – ризобіфіт, 367а + РРР Стимпо; 8 – ризобіфіт, 5500/4 + РРР Регоплант; 9 – ризобіфіт, 5500/4 + РРР Стимпо.

Найтісніший кореляційний зв'язок встановлено між накопиченням вітамінів групи С – пігментів ($r = + 0,966$ в 4-му варіанті та $r = + 0,988$ у 8-му варіанті) відповідно по сортах (Додатки Ж, Ц), непрямої зв'язок – вітаміни групи С – вуглеводи. Очевидно, це пов'язано з використанням вуглеводів на синтез АК. Прямий – у більшості варіантів – вуглеводи – органічні кислоти.

На кількість органічних кислот у рослинах істотно впливає вміст вуглеводів, які є основними субстратами дихання і окиснюються в анаеробній та аеробній фазах, проміжними продуктами яких є органічні кислоти. Досить тісний кореляційний зв'язок між показниками: органічні кислоти – вітаміни групи С ($r = + 0,968$ у 8-му варіанті) сорт Дієта, ($r = + 0,956$ у 3-му варіанті) сорт Серпневий (Додатки М, С); органічні кислоти – пігменти ($r = + 0,858$ та $r = + 0,940$) у 7-му варіанті) відповідно по сортах (Додатки Л, Х).

Аналіз вмісту вітамінів групи С та Р, вуглеводів та органічних кислот у листках рослин люпину білого сортів Дієта та Серпневий впродовж вегетації, показав, що сумісне застосування ризобіофіту, штамів 367а, 5500/4 з РРР Стимпо і Регоплант найістотніше вплинули на зазначені показники, що поліпшує кормові характеристики зеленої маси та підвищує урожай насіння.

Матеріали розділу 5 опубліковано та апробовано в працях:

1. Пида С. В. Динаміка накопичення хлорофілів і вуглеводів у листках люпину білого при застосуванні *Bradirhizobium sp.* (*Lupinus*) та рістрегуляторів / С. В. Пида, **О. В. Тригуба** // Зб. наук. праць Уманського національного університету садівництва. – 2012. – № 79. – С. 211-219.
2. Пида С. В. Накопичення вуглеводів в онтогенезі люпину білого за застосування ризобіофіту і рістрегуляторів / С. В. Пида, **О. В. Тригуба** // Агробіологія. – 2013. – № 11 (104). – С. 145-149.
3. Пида С. В. Дія бактеріальних препаратів та регуляторів росту рослин на фотосинтетичний апарат люпину білого (*Lupinus albus*) / С. В. Пида, **О. В. Тригуба**, І. П. Григорюк // Біоресурси і природокористування. – 2014. – Том 6. № 1-2. – С. 12-18.
4. **Тригуба О. В.** Накопичення вітамінів і органічних кислот у листках *Lupinus albus* L. за обробки насіння регуляторами росту рослин та *Bradirhizobium sp.* (*Lupinus*) / О. В. Тригуба, С. В. Пида, Р. В. Євтушик, І. В. Домашенко // Період. наук. вид. Питання біоіндикації та екології. – 2012. – Вип. 17 № 1. – С. 139-146.

5. **Tryhuba Olena** Photosynthetic activity of *Lupinus albus* when ryzobofit and plant growth regulators are used / Tryhuba Olena, Pyda Svitlana // British Journal of Science, Education and Culture, 2014. – № 1(5). – С. 50-55.
6. Пыда С. В. Вплив мікробних препаратів на накопичення вітамінів у рослин *Lupinus albus* L. // Пыда С. В., **Тригуба О. В.** / Актуальні проблеми гуманітарної освіти: зб. наук. праць. – Кременець : Кременецький обл. гуманітарно-педагогічний ін-тут ім. Т. Шевченка, 2012. – № 8. – С. 176-178.
7. **Тригуба О. В.** Накопичення вуглеводів у листках *Lupinus albus* L. за обробки насіння регуляторами росту рослин і бульбочковими бактеріями / О. В. Тригуба, Р. В. Євтушик, С. В. Пыда // Актуальні проблеми ботаніки та екології : мат. між нар. конф. молодих учених (м. Ужгород 19-23 вер. 2012р.). – Ужгород, 2012. – С. 247-248.
8. Пыда С. В. Влияние композиций препаратов клубеньковых бактерий и рострегуляторов на содержание аскорбиновой кислоты в листьях люпина белого / С. В. Пыда, **Е. В. Тригуба** // Ботанические чтения – 2013 : мат. междунар. научно-практич. конф. (г. Ишим 13 трав. 2013 р.). – Ишим: Изд-во им. П. П. Ершова, 2013. – С. 104-106.
9. **Тригуба О. В.** Накопичення органічних кислот у листках *Lupinus albus* L. за обробки насіння рістрегуляторами, Ризобофітом та їхніми композиціями / О. В. Тригуба, С. В. Пыда, А. Ю. Ватажук // Молодь у вирішенні екологічних та соціально-економічних проблем сьогодення: мат. II міжнар. конф. (м. Одеса 10-15 черв. 2013 р.) Інститут агроекології і природокористування НААН. – Одеса: Одеський держ. еколог. ун-тет, 2013. – С. 73-74.
10. **Тригуба О. В.** Вплив композицій мікробних препаратів і рістрегуляторів на накопичення вітаміну Р у листках люпину білого сорту Діета / Тригуба О. В., Боярчук В. М., Ватажук А. Ю., Гацюк А. В. // Мікробіологія в сучасному сільськогосподарському виробництві : мат. IX наук. конф. молодих вчених (м.Чернігів 26-27 лист. 2013 р.) / НААН України, Інститут с.-г. мікробіології та агропромислового виробництва. – Чернігів : Сівер-Друк, 2013. – С. 80-82.

РОЗДІЛ 6

НАСІННЄВА ПРОДУКТИВНІСТЬ І ЯКІСТЬ УРОЖАЮ ЛЮПИНУ БІЛОГО

6.1. Насінева продуктивність рослин люпину білого

Продукційний процес сільськогосподарських культур є багатограним і базується на взаємодії потенціалу гідротермічних умов регіону із генетично обумовленими, біологічними особливостями рослинного організму. Ступінь відповідності наявних факторів зовнішнього середовища біологічним потребам рослин обумовлює певну динаміку фізіологічних процесів: росту і розвитку; формування показників продуктивності фотосинтезу; біологічної фіксації молекулярного азоту атмосферного повітря бобовими культурами тощо. В зв'язку із цим, антропогенне регулювання впливу факторів зовнішнього середовища на рослинний організм за рахунок науково обґрунтованого вибору строків, способів сівби та норм висіву насіння – є основою формування високопродуктивних агроценозів всіх культур, у тому числі й люпину білого [192].

Позитивний ефект бактеризації насіння залежить від ряду факторів: активності штаму мікроорганізмів, концентрації клітин і кількості біологічно активних речовин в інокуляційній суспензії, терміну обробки насіння, виду та сорту рослин, стану аборигенної ґрунтової мікрофлори в момент висіву насіння, особливостей ґрунту, умов агротехнічного комплексу, агрокліматичних умов. При цьому достовірний стимулюючий ефект біопрепарати на основі однієї культури агрономічно корисних бактерій забезпечують лише на 60-70 %, оскільки монокультура є більш чутливою до негативних факторів середовища. Стабілізація агрономічно корисних ефектів бактеріальних препаратів при інокуляції сільськогосподарських культур досягається шляхом створення полікомпонентних препаратів (біокомпозицій) на основі бактерій з різними екологічними функціями, а також БАР

природного походження, які активують або стабілізують бактеріальний компонент композицій [113].

Визначення кількісних та якісних показників урожаю сільськогосподарських культур є завершальним етапом в оцінці ефективності елементів технології їх вирощування. Адже кінцева продуктивність рослин є інтегрованою величиною росту числа і розмірів фотосистем, динаміки інтенсивності їх функціонування, використання продуктів фотосинтезу на ріст, формування органів рослин і накопичення структурних компонентів урожаю [36]. Насіннева продуктивність є важливим критерієм оцінки формування та функціонування симбіотичних систем бобових культур [20].

Основними елементами, які формують урожай зерна зернобобових культур, є: кількість рослин на одиниці площі на час збирання, кількість бобів і насіння на одній рослині та маса 1000 насінин [173]. Виявлено мінливість показника маси 1000 насінин за використання бактеріальних препаратів та регуляторів росту рослин (табл. 6.1).

Таблиця 6.1

Маса 1000 насінин (г) люпину білого за використання ризобіофіту та РРР, середнє за 2012-2014 рр.

Варіант досліджу	Сорт Діета	Сорт Серпневий
Контроль (без застосування препаратів)	310,2±11,5	322,0±12,7
Ризобіофіт, штам 367a	345,1±5,7*	345,4±10,1
Ризобіофіт, штам 5500/4	335,6±7,3	347,2±5,0*
РРР Регоплант	330,2±8,6	343,1±11,5
РРР Стимпо	341,2±14,4	341,1±9,2
Ризобіофіт, штам 367a + РРР Регоплант	349,8±11,0*	350,6±7,5*
Ризобіофіт, штам 367a + РРР Стимпо	343,1±12,7	342,1±6,6
Ризобіофіт, штам 5500/4 + РРР Регоплант	344,2±6,9*	345,5±5,3*
Ризобіофіт, штам 5500/4 + РРР Стимпо	337,1±9,8	341,3±5,0

За літературними даними маса 1000 насінин сорту Діета становить 330-360 г [225], а сорту Серпневий 340-350 [226]. Виявлено, що маса 1000 насінин люпину білого сорту Діета мінімальною була у контрольному

варіанті, а максимальною – за використання комплексу ризобофіту, штам 367а + РРР Регоплант. Аналогічну закономірність у формуванні величини зазначеного показника встановлено і у сорту Серпневий. У всіх дослідних варіантах маса 1000 насінин порівняно з контролем збільшилася на 6,4-12,8 % (сорт Діета) та 5,9-8,9 % (сорт Серпневий), але достовірну різницю виявлено в обох сортів за сумісного використання ризобофіту на основі бульбочкових бактерій штамів 367а та 5500/4 з РРР Регоплант. Істотними виявилися також показники приросту маси 1000 насінин у сортів Діета за інокуляції ризобофітом, штам 367а, Серпневий – ризобофітом, штам 5500/4.

За умов використання мікробних препаратів та регуляторів росту рослин зростає кількість бічних пагонів у дослідних рослин усіх варіантів порівняно з контролем у 1,0-3,5 у сорту Діета (табл. 6.2) та 1,0-1,5 рази у сорту Серпневий (табл. 6.3). Це свідчить про те, що рослини були в достатній кількості забезпечені вологою та макроелементами, зокрема азотом, який сприяв підвищенню фотосинтетичних показників та активному нагромадженню зеленої маси.

Аналіз результатів дослідження кількості бобів на рослині та насінин у бобі в сортів люпину білого (табл. 6.2, 6.3) показав, що найефективнішою за зазначеними показниками виявилася сумісна обробки насіння ризобофітом, штам 367а з РРР Регоплант. Кількість бобів на рослині у порівнянні з контролем збільшилася вдвічі. За показником кількості насінин у бобі істотну різницю виявлено в обох сортів за використання ризобофіту, штам 5500/4, та РРР Стимпо і комплексу ризобофіт, штам 367а з РРР Регоплант у сорту Діета. Кількість насінин у бобі є генетично детермінована ознака, тому агротехнічними заходами істотно збільшити даний показник складно. Використання ризобофіту на основі активних штамів бульбочкових бактерій сприяло формуванню і функціонуванню ефективних люпиново-ризобіальних систем, які поліпшували азотне живлення рослин і відповідно інтенсифікували утворення елементів насінневої продуктивності культури [198].

Таблиця 6.2

Основні елементи урожайності люпину білого сорту Дієта, середнє за 2012-2014 рр.

Варіант досліджу	Кількість бічних пагонів, шт.	Кількість бобів на рослині, шт.	Довжина 2-го боба на головному стеблі, см	Кількість насінин у бобі, шт.
Контроль (без застосування препаратів)	3,9±0,2	12,6±0,7	7,2±0,5	4,2±0,1
Ризобофіт, штам 367а	4,1±0,1	12,7±0,2	9,3±0,5*	4,8±0,3
Ризобофіт, штам 5500/4	4,0±0,3	13,9±0,1	8,7±0,6	4,7±0,2*
РРР Регоплант	7,9±0,3*	22,2±1,0*	9,7±0,5*	4,7±0,3
РРР Стимпо	9,0±0,2*	14,1±1,2	8,3±0,7	5,1±0,2*
Ризобофіт, штам 367а + РРР Регоплант	13,7±0,4*	24,6±0,3*	8,6±0,6	5,0±0,2*
Ризобофіт, штам 367а + РРР Стимпо	10,4±0,2*	22,4±0,7*	8,3±0,6	4,6±0,3
Ризобофіт, штам 5500/4 + РРР Регоплант	9,4±0,1*	15,2±1,1	8,7±0,4	4,7±0,3
Ризобофіт, штам 5500/4 + РРР Стимпо	10,7±0,1 *	21,1±0,6*	9,5±0,3*	4,6±0,2

Важливим показником, що характеризує структуру урожаю бобової рослини є також довжина 2-го боба на головному стеблі. Показано, що цей показник у дослідних варіантах коливався в межах 7,2 (Контроль) – 9,7см (РРР Регоплант). Використання моноінокуляції ризобофітом, монообробки насіння регуляторами росту Регоплант і Стимпо та їх сумісне застосування, як елементів агротехніки люпину білого, збільшувало довжину 2-го боба на головному стеблі рослин на 15,3-34,7 % (сорт Дієта) та 1,1-7,8 % (сорт Серпневий). Достовірний приріст порівняно з контролем виявлено лише у сорту Дієта за монообробки насіння ризобофітом, штам 367а, РРР Регоплант та комплексу ризобофіту 5500/4 з РРР Стимпо.

Таблиця 6.3

**Основні елементи урожайності люпину білого сорту Серпневий,
середнє за 2012-2014 рр.**

Варіант досліджу	Кількість бічних пагонів, шт.	Кількість бобів на рослині, шт.	Довжина 2-го боба на головному стеблі, см	Кількість насінин у бобі, шт.
Контроль (без застосування препаратів)	5,1±0,1	12,5±0,3	8,9±0,5	4,0±0,3
Ризобофіт, штам 367а	7,7±0,2*	12,9±0,2	9,0±0,3	4,9±0,4
Ризобофіт, штам 5500/4	7,8±0,3*	15,4±1,4	9,3±0,2	5,1±0,3*
РРР Регоплант	7,0±0,6*	20,1±0,6*	9,6±0,3	4,4±0,1
РРР Стимпо	5,4±0,2	13,6±0,7	9,3±0,2	4,6±0,3
Ризобофіт, штам 367а + РРР Регоплант	8,0±0,3*	24,5±0,9*	9,4±0,4	4,5±0,3
Ризобофіт, штам 367а + РРР Стимпо	6,8±0,9	19,6±0,3*	9,3±0,5	4,2±0,2
Ризобофіт, штам 5500/4 + РРР Регоплант	5,6±0,5	19,5±1,2*	9,2±0,2	4,5±0,2
Ризобофіт, штам 5500/4 + РРР Стимпо	6,3±0,6	25,5±1,4	9,5±0,3	4,6±0,3

Встановлено, що використання мікробних препаратів і регуляторів росту рослин є достатнім чинником для оптимального розвитку рослин люпину білого в умовах Західного Лісостепу України. Воно забезпечує формування хорошого урожаю. Проте, як потенційна, так і реальна продуктивність відносяться до сортових ознак, які змінюються під впливом факторів навколишнього середовища та елементів технології.

Відомо, що існує прямопропорційна залежність між кількістю зав'язаних бобів, кількістю і масою насіння на рослині і показниками урожайності посіву [193]. Середня урожайність культури в Україні становить 15 ц/га. У передових господарствах вирощують по 20-25 ц/га зерна, а мутантних сортів білого люпину – 40 ц/га і більше [149].

У зв'язку з цим, досить важливою науковою проблемою є виявлення залежностей впливу технологічних прийомів, зокрема передпосівної обробки насіння мікорбними препаратами та регуляторами росту, на активізацію процесу формування урожаю бобів сортів люпину білого Діета і Серпневий.

На фізіологічні процеси формування врожайності впливає значна кількість факторів, що не піддаються регулюванню (інсоляція, температура, опади, інші явища природи) також такі, якими людина може керувати (сорт, агротехніка, добрива, засоби захисту рослин від бур'янів, шкідників, хвороб, регулятори росту, технологія зрошення, збирання врожаю тощо). Найбільша продуктивність культури досягається за оптимального їх співвідношення на всіх етапах росту і розвитку рослин. Чим вони ближчі до оптимальних параметрів, тим кращі передумови високої продуктивності [323]. На жаль, теоретичне розуміння динаміки функціонування рослинного організму в мінливих кліматичних умовах надто далеке від можливості передбачити її практичну продуктивність у конкретних умовах чи використати ці знання для керування ефективності господарсько важливих ресурсів. Жоден агротехнічний захід, застосований окремо, не дає очікуваного результату, лише комплекс агрозаходів та природних факторів може забезпечити високий врожай та хорошу його якість [335].

Ми проаналізували врожайність насіння люпину білого сортів Діета і Серпневий за дії мікробних препаратів, РРР та їх комплексів впродовж 3-х років у польових умовах (табл. 6.4). Виявлено, що застосування мікробних препаратів та регуляторів росту рослин сприяє підвищенню насіннєвої продуктивності, оскільки люпин – культура, що добре реагує на достатній та оптимальний рівень забезпечення азотом. Проте найефективнішою в наших умовах виявилася сумісна дія ризобофіту, штам 367a + РРР Регоплант. Найвищий урожай зерна люпину білого отримано у зазначеному варіанті, що на 28,7 (сорт Діета) та 24,9 % (сорт Серпневий) більше від контролю. Високі показники врожаю насіння сорту Діета отримано також за сумісного застосування ризобофіту, штам 5500/4 з РРР Регоплант і Стимпо (відповідно

на 22,4 і 17,7 % більше від контролю) та моноінокуляції ризобофітом, штам 367a (на 18,6 %). Використання РРР Регоплант та його сумісне застосування з ризобофітом на основі *V. sp.* (*Lupinus*) штаму 5500/4 збільшувало урожай насіння рослин сорту Серпневий відповідно на 16,2 та 20,5 %.

На нашу думку, це цілком закономірний результат, оскільки рослини в зазначених умовах отримують додаткове азотне живлення завдяки активному функціонуванню симбіотичних систем, утворених інтродукованими штамми бактеріальних препаратів та покращується їх метаболізм за рахунок РРР з біозахисними властивостями, що в кінцевому підсумку забезпечує зростання стійкості до негативних чинників навколишнього середовища, включно хвороб та підвищення урожайності.

Розрахувавши коефіцієнти кореляції між урожайністю насіння та фізіологічними показниками, що характеризують активність роботи люпиново-ризобіальних систем виявлено обернену та пряму, слабку, середню і сильну кореляційні залежності, достовірний зв'язок між показниками при різних рівнях значущості. Прямий достовірний зв'язок при $p=0,001$ виявлено у більшості варіантів між урожайністю насіння сортів Діета та Серпневий та показниками маси бульбочок і фотосинтетичного потенціалу (Додатки Г, К, У, Ш). Сильну пряму кореляційну залежність визначено у сорту Діета між зазначеними показниками за використання ризобофіту, штам 5500/4 ($r=0,909$ і $0,890$) і РРР Стимпо ($r=0,865$ і $0,762$) (Додатки Е, И, С, У), середню пряму – за сумісного застосування ризобофіту на основі штаму 367a з РРР Стимпо та ризобофіту, штам 5500/4 з РРР Регоплант і Стимпо.

Сильну пряму залежність визначено між величиною загальної азотфіксувальної активності бульбочок і урожайністю насіння за моноінокуляції ризобофітом, штам 367a (сорт Діета) та застосування ризобофіту, штам 5500/4 + РРР Регоплант (сорт Серпневий). Це свідчить про те, що насіннева продуктивність люпину залежить від активності фізіологічних процесів, зокрема формування та функціонування

симбіотичних систем, величини фотосинтетичного потенціалу, вмісту зелених пігментів, вітамінів групи С і Р у листках тощо.

Таблиця 6.4

Урожай насіння люпину білого, ц/га

Варіант досліджу	Рік дослідження			Середня за роки дослідження	% до контролю
	2012	2013	2014		
Сорт Діста					
1	2	3	4	5	6
Контроль (без застосування препаратів)	20,8±0,5	27,7±0,4	22,5±0,9	23,7	–
Ризобофіт, штам 367а	26,2±0,7*	34,2±0,6*	23,5±1,0	28,1	18,6
Ризобофіт, штам 5500/4	21,5±0,9	28,3±0,8	27,9±0,5	25,9	9,3
РРР Регоплант	23,7±1,5	28,1±0,6	26,6±0,2	26,1	10,1
РРР Стимпо	22,2±0,6	27,9±0,5	25,0±0,5	25,0	5,5
Ризобофіт, штам 367а + РРР Регоплант	28,5±0,8	35,2±0,5*	27,8±1,2	30,5	28,7
Ризобофіт, штам 367а + РРР Стимпо	22,4±0,8	34,2±1,2*	26,0±0,8	27,5	16,0
Ризобофіт, штам 5500/4 + РРР Регоплант	25,2±1,8	33,4±0,3*	28,4±1,2	29,0	22,4
Ризобофіт, штам 5500/4 + РРР Стимпо	26,2±0,7*	29,6±0,9	27,8±1,4	27,9	17,7
Сорт Серпневий					
Контроль (без застосування препаратів)	20,4±0,2	27,2±0,5	21,0±0,9	19,9	–

продовження таблиці 6.4

1	2	3	4	5	6
Ризобофіт, штам 367а	23,3±1,5	30,3±0,5	22,3±1,1	25,3	10,5
Ризобофіт, штам 5500/4	21,8±0,9	28,0±0,6	25,6±0,8	25,1	9,6
РРР Регоплант	27,2±0,1*	27,7±0,4	24,9±1,2	26,6	16,2
РРР Стимпо	22,9±1,5	28,8±0,7	21,4±0,5	24,4	6,6
Ризобофіт, штам 367а + РРР Регоплант	29,7±0,9*	34,1±0,6*	21,9±0,6	28,6	24,9
Ризобофіт, штам 367а + РРР Стимпо	23,5±2,0	27,4±0,5	25,9±0,8	25,6	11,8
Ризобофіт, штам 5500/4 + РРР Регоплант	27,6±0,6*	28,1±0,5	27,1±1,6	27,6	20,5
Ризобофіт, штам 5500/4 + РРР Стимпо	21,5±0,8	30,5±0,3	21,0±0,7	24,3	6,11

Отже, процес формування врожаю люпину білого сортів Діета і Серпневий за використання мікробних препаратів та РРР зазнає позитивних структурних та функціональних змін, що дає змогу отримувати високі врожаї на сірих лісових ґрунтах Західного Лісостепу України. Найбільш ефективними елементами агротехніки культури щодо формування урожаю зерна та елементів його структури є сумісна передпосівна обробка насіння ризобофітом на основі *B. sp.* (*Lupinus*) штамів 367а та 5500/4 з РРР Регоплант.

6.2. Накопичення сирого протеїну та олії у насінні рослин *Lupinus albus* L. залежно від впливу регуляторів росту та мікробних препаратів

Актуальною проблемою сучасного сільського господарства є забезпечення населення країни повноцінними продуктами харчування

тваринного походження. У зв'язку з цим, особливо важливого значення набуває питання забезпечення тваринництва необхідною кількістю перетравного протеїну [84].

У вирішенні проблеми дефіциту рослинних білків, важлива роль належить бобовим культурам, в урожаї яких уміст протеїнів в 1,3-3,0 рази вищий порівняно із злаковими [26]. Крім того, білки бобових повноцінніші за амінокислотним складом, екологічно чисті, їх розчинність і засвоєння в 1,5-3,0 рази вища порівняно із зерновими злаками [209]. Зернобобові, і в першу чергу соя та люпин, мають велику харчову та кормову цінність, оскільки за вмістом білків в зерні та зеленій масі виділяються серед інших сільськогосподарських культур [218].

Види роду Люпин відзначаються високою азотфіксувальною здатністю, а також значним умістом білка у насінні і зеленій масі відповідно 30-40 % і 20%, володіють значним біологічним потенціалом [109, 141, 227]. Протеїни насіння люпину мають такий фракційний склад: вміст соле- та водорозчинних білків – 82-85 %, лугорозчинних – 5-8 %, нерозчинна фракція – 9-10 %, спирторозчинні білки практично відсутні, характеризується значним вмістом незамінних амінокислот. Лімітуючі амінокислоти білків люпину – сірковмісні. Білки люпину відрізняються від білків сої, пшениці та інших зернобобових більш високим вмістом таких амінокислот, як лізин, треонін (незамінна амінокислота, особливо необхідна для молодого організму), лейцин (незамінна амінокислота, яка відіграє важливу роль при лікуванні захворювань печінки, анемії та ін.). Це підтверджує його високу якість [109]. Проблема дефіциту рослинних білків викликала підвищений інтерес до вирощування люпину. Завдяки високому вмісту білків у рослині та його адаптації до різних ґрунтово-кліматичних умов, люпин є незамінною кормовою культурою. Критерієм оцінки активності функціонування симбіотичних систем може слугувати не тільки насіннева продуктивність бобової культури, а й вміст сирого протеїну у зерні [20].

Дослідження показали, що вміст протеїну у зерні люпину залежав від технології вирощування культури (табл. 6.5) і коливався у обох сортах у межах 32,60 (сорт Серпневий) – 34,88 % на суху речовину (сорт Діета).

Таблиця 6.5

Вміст сирого протеїну (у % на суху речовину) в насінні люпину білого, середнє за 2012-2014 рр.

Варіант досліду	Сорт Діета	% до контролю	Сорт Серпневий	% до контролю
Контроль (без застосування препаратів)	33,48±0,26	–	32,65±0,26	–
Ризобофіт, штам 367a	33,66±0,24	100,53	34,69±0,29*	106,24
Ризобофіт, штам 5500/4	33,13±0,29	98,95	32,86±0,31	100,64
PPP Регоплант	32,80±0,30	97,96	33,39±0,28	102,26
PPP Стимпо	34,76±0,29*	103,82	33,35±0,29	102,14
Ризобофіт, штам 367a + PPP Регоплант	34,79±0,28*	103,91	33,08±0,30	101,31
Ризобофіт, штам 367a + PPP Стимпо	34,66±0,30*	103,52	33,37±0,28	102,20
Ризобофіт, штам 5500/4 + PPP Регоплант	33,30±0,28	99,46	32,60±0,30	99,84
Ризобофіт, штам 5500/4 + PPP Стимпо	34,88±0,30*	104,18	33,10±0,26	101,37

На накопичення сирого протеїну у насінні люпину білого також впливали сортові особливості культури. Застосування інокуляції ризобофітом на основі бульбочкових бактерій штаму 367a найістотніше збільшувало вміст сирого протеїну (на 6,24 %) у насінні *L. albus* сорту Серпневий порівняно з контролем.

Передпосівна обробка насіння PPP Регоплант та Стимпо і використання їх сумісно з мікробіологічним добривом ризобофіт, виготовленого на основі стандартного штаму бульбочкових бактерій сприяли накопиченню сирого протеїну у зерні сорту Серпневий. Застосування композицій PPP Стимпо і

ризобофіту, штамів 5500/4, 367а та монообробка насіння РРР Стимпо відповідно на 4,18, 3,52 та 3,91 % збільшували вміст сирого протеїну у зерні люпину білого сорту Дієта.

Значну харчову й біологічну цінність має люпинова олія, багата на біологічно активні речовини: поліненасичені жирні кислоти, токофероли, фітостероли, каротиноїди тощо. Основний компонент такої олії – жирні кислоти, переважно ненасичені (81-83 %), зокрема олеїнова – 53-55 %. Поліненасичених жирних кислот – 27-29 %, з них лінолевої – 18-20 %, ліноленової – 8-9 %. На насичені жирні кислоти (пальмітинову, стеаринову та ін.) припадає близько 10 % [237]. Люпинова олія багата на жиророзчинні вітаміни і провітаміни – токофероли, стероли та каротиноїди [4].

Найбільшу біологічну цінність має нерафінована люпинова олія, оскільки після рафінування з неї повністю видаляються каротиноїди і вдвічі знижується вміст токоферолів і стеринів [4, 119].

Сира люпинова олія коричнево-червоного забарвлення, без запаху, трохи гіркувата на смак, середньо-рідкої консистенції. За вмістом поліненасичених жирних кислот люпинова олія близька до таких біологічно цінних олій, як лляна та амарантова, які використовують у медицині [35]. Тому дослідження шляхів підвищення вмісту олії в насінні люпину білого є актуальною проблемою фізіології рослин. Ообливістю люпину білого є те, що кількість олії в його насінні не знаходиться в безпосередній залежності від вмісту білка і розміру насіння.

Аналіз результатів дослідження показав (табл. 6.6), що вміст олії в насінні люпину білого сорту Дієта коливався в межах 8,83 (Ризобофіт, штам 367а + РРР Регоплант) – 11,27 % (Ризобофіт, штам 5500/4 + РРР Стимпо). Він залежав від ґрунтово-кліматичних умов вирощування рослин, особливостей сортів та застосованих елементів агротехніки культури.

При дослідженні насіння рослин сорту Дієта встановлено, що за використання ризобофіту, штам 367а та ризобофіту, штам 5500/4 + РРР Стимпо вміст олії у насінні був достовірно більшим порівняно з контролем

на 4-10 % відповідно. В усіх інших дослідних варіантах рослин даного сорту достовірної різниці не виявлено.

Таблиця 6.6

Вміст олії (%) в насінні люпину білого, середнє за 2012-2014 рр.

Варіант досліджу	Сорт Діета	Сорт Серпневий
Контроль (без застосування препаратів)	10,17±0,10	9,38±0,21
Ризобофіт, штам 367а	9,14±0,65	8,62±0,35
Ризобофіт, штам 5500/4	10,07±0,61	10,49±0,28*
РРР Регоплант	10,59±0,05*	7,92±0,58
РРР Стимпо	9,46±0,46	7,95±0,57
Ризобофіт, штам 367а + РРР Регоплант	8,83±0,71	9,68±0,39
Ризобофіт, штам 367а + РРР Стимпо	9,59±0,34	9,26±0,26
Ризобофіт, штам 5500/4 + РРР Регоплант	9,95±0,54	9,26±0,15
Ризобофіт, штам 5500/4 + РРР Стимпо	11,27±0,15*	7,58±0,84

Варто зауважити, що олійність насіння рослин сорту Діета, була на 7 % вищою порівняно з сортом Серпневий, це можна пояснити біологічними особливостями сортів. За даними оригінатора у насінні рослин сорту Діета олії в зерні – 11,7-12,0 % [225], а у сорту Серпневий – 11,2 % [226].

Обробка насіння люпину білого сорту Серпневий досліджуваними рістрегуляторами і бульбочковими бактеріями істотно не вплинула на вміст олії у насінні. Найвищі показники відмічено у 3-му варіанті за монообробки ризобофітом, штам 5500/4, що на 12 % більше порівняно з контролем.

Отже, використання мікробіологічного добрива ризобофіту на основі бульбочкових бактерій штамів 367а та 5500/4, РРР Стимпо та їх сумісне застосування, як елементів агротехніки, підвищує вміст сирого протеїну у насінні рослин *L. albus* сортів Діета і Серпневий. Монообробка насіння РРР Регоплант, ризобофітом, штам 5500/4 з РРР Стимпо істотно вплинули на олійність насіння люпину білого сорту Діета. Вірогідну різницю за

зазначеним показником визначено у сорту Серпневий за моноінокуляції ризобофітом, штам 5500/4.

6.3. Економічна ефективність застосування ризобофіту та регуляторів росту рослин при вирощуванні люпину білого в умовах Західного Лісостепу України

Наступним етапом досліджень було визначення економічної ефективності вирощування люпину білого сортів Дієта та Серпневий за умов застосування ризобофіту на основі штамів бульбочкових бактерій 367а і 5500/4 та регуляторів росту рослин Регоплант і Стимпо.

В умовах ринкової економіки одним з основних критеріїв економічної ефективності технологічних процесів є чистий прибуток. Для економічного обґрунтування елементів технології використовували такі показники: затрати на виробництво продукції з 1 га, собівартість продукції, прибуток та рентабельність.

Розрахунки показали, що без застосування препаратів собівартість 1 ц люпину білого сорту Дієта згідно технологічної карти 940 грн. При урожайності зерна 20,7 ц/га рівень рентабельності на контрольній ділянці становив 59,5 %.

За використання ризобофіту на основі штаму бульбочкових бактерій 367а урожайність насіння підвищилася а собівартість знизилася до 779,36 грн (табл. 6.7). Найефективнішим елементом технології при вирощуванні люпину білого сорту Дієта виявилось сумісне застосування ризобофіту, штам 367а + РРР Регоплант. У вищезазначеному варіанті чистий прибуток з га становив 21732 грн. при рівні рентабельності 111 %. Хороший результат виявлено також за застосування комплексу ризобофіт, штам 5500/4 + РРР Регоплант, чистий прибуток з га складав 19482 грн при рівні рентабельності 99,8 %, що на 40,3 % перевищив контроль, а прибуток збільшився на 7890 грн.

Розрахунок економічної ефективності різних технологій вирощування на 1га люпину білого сорту Діста

Технологія вирощування	Урожайність ц/га	Всього витрат грн/га	Собівартість грн/ц	Вартість за ціною 1500 грн/ц	Прибуток грн./га	Рентабельність %
Контроль (без застосування препаратів)	20,7	19458	940,00	31050	11592	59,5
Ризобофіт, штам 367а	25,0	19484	779,36	37500	18016	92,5
Ризобофіт, штам 5500/4	22,9	19484	850,82	34350	14866	76,3
РРР Регоплант	23,1	19492	843,80	34650	15158	77,8
РРР Стимпо	22,0	19493	886,04	33000	13507	69,3
Ризобофіт, штам 367а + РРР Регоплант	27,5	19518	709,75	41250	21732	111,0
Ризобофіт, штам 367а + РРР Стимпо	24,5	19519	796,69	36750	17231	88,3
Ризобофіт, штам 5500/4 + РРР Регоплант	26,0	19518	750,69	39000	19482	99,8
Ризобофіт, штам 5500/4 + РРР Стимпо	24,9	19519	783,89	37350	17831	91,4

Отже, комплексне застосування ризобофіту, штам 367а + РРР Регоплант є найбільш економічно вигідним елементом технології, який сприяє підвищенню урожайності, прибутку і рівня рентабельності. Разом з тим собівартість продукції найнижча, завдяки підвищенні урожайності при однакових затратах на 1 га.

Сорт Серпневий має нижчу урожайність, знижується прибуток і відповідно рівень рентабельності. Найефективнішою виявилась технологія вирощування культури за сумісного застосування ризобофіту обох штамів з РРР Регоплант. За використання ризобофіту, штам 367а + РРР Регоплант (табл. 6.8) прибуток збільшився на 8490 грн., а рентабельність на 43,3 %, за

дії ризобофіту, штам 5500/4 + PPP Регоплант – на 6990 грн. та 35,7 % відповідно до контролю.

Таблиця 6.8

Розрахунок економічної ефективності різних технологій вирощування на 1 га люпину білого сорту Серпневий

Технологія вирощування	Урожайність ц/га	Всього витрат грн/га	Собівартість грн/ц	Вартість за ціною 1500 грн/ц	Прибуток грн./га	Рентабельність %
Контроль (без застосування препаратів)	19,9	19458	977,78	29850	10392	53,4
Ризобофіт, штам 367а	22,3	19484	873,72	33450	13966	71,7
Ризобофіт, штам 5500/4	22,1	19484	881,62	33150	13666	70,1
PPP Регоплант	23,6	19492	825,93	35400	15908	81,6
PPP Стимпо	21,4	19493	910,88	32100	12607	64,7
Ризобофіт, штам 367а + PPP Регоплант	25,6	19518	762,42	38400	18882	96,7
Ризобофіт, штам 367а + PPP Стимпо	22,6	19519	863,67	33900	14381	73,7
Ризобофіт, штам 5500/4 + PPP Регоплант	24,6	19518	793,41	36900	17382	89,1
Ризобофіт, штам 5500/4 + PPP Стимпо	21,3	19519	916,38	31950	12431	63,7

Проаналізувавши рівень рентабельності у обох сортів встановлено, що він був вищим у сорту Діета на 14,3 % порівняно з сортом Серпневий за дії ризобофіту, штам 367а + PPP Регоплант.

Наведені результати засвідчують, що застосування ризобофіту, штамів 367а і 5500/4 та PPP Регоплант і Стимпо для передпосівної обробки насіння люпину білого сприяє підвищенню ефективності вирощування культури та зростанню рівня рентабельності. При цьому за роки проведення досліджень

(2012-2014 рр.) найвищі рівні прибутку отримано у варіантах за сумісного застосування ризобофіту, штам 367а + РРР Регоплант, що дозволяє рекомендувати композицію як елемент агротехніки посівів люпину білого сортів Діета та Серпневий в умовах Західного Лісостепу України.

6.4. Енергетична ефективність використання бактеріальних препаратів і регуляторів росту рослин

У процесі інтенсифікації виробництва продукції рослинництва затрачається дедалі більше сировини та енергії, ресурси яких обмежені та мають стійку тенденцію до здороження. Тому одержання максимальної кількості продукції від мінімуму витраченої енергії є найважливішим господарсько-економічним завданням агропромислового комплексу, особливо для України, де питомі енерговитрати на виробництво сільськогосподарської продукції у 2-6 разів перевищують рівень розвинених країн Західної Європи та США [280].

У товарному сільськогосподарському виробництві в зв'язку з необхідністю економії енергоресурсів необхідно враховувати енергетичну ефективність технології вирощування зерна люпину. За рахунок аналізу витрат енергії та її надходження можна об'єктивно оцінювати технології вирощування [97].

Енергетичний аналіз – це оцінка витрат непоновлюваної енергії на виробництво продукції порівняно з кількістю отриманої енергії, вираженої в порівняльних одиницях. Частка від ділення отриманої з урожаєм обмінної енергії на сумарно витрачену енергію – це K_{ee} , який дає уявлення про енергетичні корективи сільськогосподарського виробництва [81].

Для розрахунку показників біоенергетичної ефективності користувалися технологічними картами та методичними рекомендаціями [250, 256].

Технологія вважається ефективною тоді, коли затрати енергії на вирощування культури менші, ніж її в урожаї основної продукції. Відношення цих двох величин і є показником енергетичної ефективності [169].

При енергетичній оцінці виділяють два основних потоки: енергетичні затрати і накопичену енергію кінцевого продукту. Енергетичну ефективність доцільно розраховувати за кінцевою продукцією на одиницю площі цілісного енергетичного циклу виробництва. Розрахунок енерговитрат показав, що енергія, накопичена в господарсько-цінній частині врожаю (зерні люпину), істотно перевищує затрати на її виробництво (табл. 6.9, 6.10). Затрати сукупної енергії при вирощуванні люпину залежали від вкладених матеріальних та людських ресурсів на його вирощування і коливалися в межах 6924,7 (контроль) – 7194,1 МДж/га (ризобофіт обох штамів з РРР Регоплант).

Основним джерелом поновлення енергії в сільському господарстві є сонячне випромінювання. У результаті фотосинтетичних процесів відбувається накопичення енергії в агроєкосистемах у вигляді рослинної біомаси. При розрахунку загальної енергоемності урожаю враховували прихід енергії лише з господарсько-цінною частиною, оскільки іншу частину біомаси залишали на полі у вигляді рослинних решток. Кількість накопиченої енергії залежить від сформованого урожаю та прямо пропорційна його величині.

У варіантах дослідження загальна енергоемність урожаю коливалася у межах від 28391,4 (контроль) – 37718,0 МДж/га (ризобофіт, штам 367а + РРР Регоплант) для сорту Діета (табл. 6.9) та від 27294,1 (контроль) – 35112,0 МДж/га (ризобофіт, штам 367а + РРР Регоплант) для сорту Серпневий (табл. 6.10).

Розрахунки енергетичної ефективності вирощування люпину білого сортів Діета і Серпневий показали, що у дослідних варіантах зростають

затрати, пов'язані із застосуванням бактеріальних препаратів, регуляторів росту рослин та збиранням додаткового урожаю.

Таблиця 6. 9

Біоенергетична оцінка використання мікробних препаратів і регуляторів росту рослин при вирощуванні люпину білого сорту Діста

Варіант досліджу	Енергомiсткiсть урожаю МДж/га	Енергомiсткiсть технологiї МДж/га	Коефiцiєнт енергетичної ефективностi
Контроль (без застосування препаратiв)	28391,4	6924,7	4,1
Ризобофiт, штам 367а	34289,1	7176,8	4,8
Ризобофiт, штам 5500/4	31408,8	7176,8	4,4
РРР Регоплант	31683,1	6941,9	4,6
РРР Стимпо	30174,4	6934,1	4,4
Ризобофiт, штам 367а + РРР Регоплант	37718,0	7194,1	5,3
Ризобофiт, штам 367а + РРР Стимпо	33603,3	7186,2	4,7
Ризобофiт, штам 5500/4 + РРР Регоплант	35660,6	7194,1	5,0
Ризобофiт, штам 5500/4 + РРР Стимпо	34151,9	7186,2	4,8

За результатами розрахункiв затрат сукупної енергiї при вирощуваннi люпину та її приходу з урожаєм було визначено коефiцiєнт енергетичної ефективностi (K_{ee}), який показує в скiльки разiв енергiя, яка надходить з урожаєм, перевищує енергетичнi витрати технологiї вирощування. З точки зору енергетичного балансу технологiя вважається ефективною в тому випадку, коли енергетичний коефiцiєнт перевищує одиницю [150]. Згiдно з отриманими нами даними всi досліджуванi елементи технологiї вирощування люпину виявились з енергетичної точки зору ефективними.

Коефіцієнт енергетичної ефективності сорту Дієта у дослідних варіантах збільшився на 6,1-27,8 % (табл. 6.9) порівняно з контролем, у сорту Серпневий – на 10,2-23,9 % (табл. 6.10).

Таблиця 6.10

Біоенергетична оцінка використання мікробних препаратів і регуляторів росту рослин при вирощуванні люпину білого сорту Серпневий

Варіант досліджу	Енергомiсткiсть урожаю МДж/га	Енергомiсткiсть технологiї МДж/га	Коефiцiєнт енергетичної ефективності
Контроль (без застосування препаратів)	27294,1	6924,7	3,9
Ризобофiт, штам 367а	30585,8	7176,8	4,3
Ризобофiт, штам 5500/4	28940,0	7176,8	4,0
РРР Регоплант	32368,9	6941,9	4,7
РРР Стимпо	29351,4	6934,1	4,2
Ризобофiт, штам 367а + РРР Регоплант	35112,0	7194,1	4,9
Ризобофiт, штам 367а + РРР Стимпо	30997,3	7186,2	4,3
Ризобофiт, штам 5500/4 + РРР Регоплант	33740,4	7194,1	4,7
Ризобофiт, штам 5500/4 + РРР Стимпо	29214,3	7186,2	4,1

Для сорту Дієта найвищий коефіцієнт енергетичної ефективності встановлено за використання комплексу ризобофiту, штам 367а + РРР Регоплант. Він становив 5,24, що більше порівняно з контрольним варіантом на 27,8 %. Високий коефіцієнт енергетичної ефективності визначено також у 2-му варіанті за використання ризобофiту, штам 367а та ризобофiту, штам 5500/4 з РРР Регоплант і Стимпо, що на 16,3, 20,7 та 15,9 % відповідно більше порівняно з контролем. У сорту Серпневий виявлено найвищий коефіцієнт енергетичної ефективності як і в попереднього сорту за сумісного використання ризобофiту, штам 367а + РРР Регоплант, що на 23,9 %

перевищив контроль. Високі показники Кеє визначено також за монообробки насіння РРР Регоплант та його комплексу з ризобіфітом, штам 5500/4, що на 19,0 % та 18,3 % були вищими від контролю (табл. 6.10).

Отже, коефіцієнт енергетичної ефективності максимальний за сумісного використання ризобіфіту, штам 367а з РРР Регоплант для передпосівної обробки насіння обох сортів люпину білого. Високі значення зазначеного показника виявлено також за дії: РРР Регоплант (сорт Серпневий), ризобіфіту, штам 5500/4 + РРР Стимпо, ризобіфіту, штам 367а (сорт Дієта) ризобіфіту, штам 5500/4 + РРР Регоплант (сорт Серпневий і Дієта) Тому, вирощування люпину білого сортів Дієта та Серпневий в умовах Західного Лісостепу України за використання ризобіфіту та регуляторів росту рослин є енергетично доцільним агрозаходом.

Матеріали розділу 6 опубліковано та апробовано в працях:

1. **Тригуба О. В.** Накопичення олії у насінні рослин *Lupinus albus* L. в залежності від впливу ростових регуляторів та мікробних препаратів О. В. Тригуба // Передгірне та гірське землеробство і тваринництво. – 2014. – Вип. 56. – С. 87-92.
2. **Тригуба О. В.** Урожайність люпину білого залежно від агротехнічних прийомів вирощування в умовах Західного Лісостепу України / Тригуба О. В, Пида С. В. // Вісник Сумського національного аграрного у-ту. Серія Агрономія і біологія. – 2015. – Вип. 9 (30). – С. 211-215.
3. **Тригуба О. В.** Урожай *Lupinus albus* L. в залежності від інокуляції насіння інтродукованими штамми *Bradirhizobium* sp. (*Lupinus*) / Тригуба О. В., Пида С. В. // Дендрологія, цветоводство и садово – парковое строительство : мат. междунар. научн. конф., посвященной 200-летию Никитского бот. сада (м. Ялта 5-8 черв. 2012р.). – Ялта, 2012. – С. 164.
4. **Тригуба О. В.** Особливості накопичення сирого протеїну насінням люпину білого за різних технологій вирощування / О. В. Тригуба, С. В. Пида // VI відкритий з'їзд фітобіологів Причорномор'я : тези доповідей (Херсон-Лазурне, 19 трав. 2015 р.) . – Херсон : ХДУ, 2015 . – С. 108-110.

УЗАГАЛЬНЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ

У результаті проведення лабораторних і польових досліджень поглиблено уявлення про фізіологічні основи функціонування симбіотичних систем люпину білого з бульбочковими бактеріями люпину в ґрунтово-кліматичних умовах Західного Лісостепу України, вперше показано вплив сумісного застосування ризобіофіту, РРР Стимпо і Регоплант на активність фіксації бобово-ризобіальними системами молекулярного азоту, ростові процеси, накопичення хлорофілів, каротиноїдів, вуглеводів, органічних кислот, вітамінів групи С і біофлаваноїдів у листках рослин, сирого протеїну та олії у насінні, фотосинтетичний потенціал посівів, чисту продуктивність фотосинтезу та урожай насіння.

Показано залежність формування та функціонування симбіотичної системи «*Lupinus albus* – *Bradyrhizobium sp.* (*Lupinus*)», фотосинтетичних процесів і продуктивності люпину білого від дії біопрепаратів.

Визначено економічну та енергетичну ефективність сумісного застосування ризобіофіту і РРР як нових елементів технології вирощування люпину білого.

Встановлено, що рослини люпину білого ростуть до фази зеленого бобу. Найістотніше на висоту стебла люпину білого сорту Діста впливало сумісне застосування ризобіофіту, виготовленого на основі *B. sp.* (*Lupinus*) штаму 367а з РРР Стимпо. Інтенсивність ростових процесів стебла рослин також підвищувалася за дії РРР.

Біологічні препарати впливали не тільки на діяльність апікальної меристеми, що приводило до зростання травостою, але і латеральної, що відповідно впливало на потовщення стебла. За сумісної дії ризобіофіту з РРР Регоплант і Стимпо достовірно збільшувався його діаметр біля кореневої шийки в люпину білого сорту Діста. У фазах цвітіння та зеленого бобу сорту Серпневий істотно впливали на зазначений показник РРР Регоплант і Стимпо та композиція ризобіофіту, штам 367а з РРР Стимпо.

Виявлено стимулювальний вплив біопрепаратів на галуження стебла та облиствіння рослини люпину білого, особливо, у фазі зеленого бобу, що підтверджується достовірною різницею щодо контролю за зазначеним показником в обох сортів майже у всіх варіантах досліду.

Показником ефективності застосування біопрепаратів є урожай надземної маси бобової культури. Визначено високий приріст урожаю зеленої маси люпину білого у фазі зеленого бобу за моноінокуляції ризобофітом, штам 5500/4 та сумісного використання ризобофіту, штам 367а і РРР Регоплант.

Утворення та функціонування високоефективної симбіотичної системи «*Lupinus albus* – *Bradyrhizobium sp.* (*Lupinus*)» значною мірою залежить від наявності в ґрунті вірулентних та активних штамів бульбочкових бактерій. Більшість ґрунтів Західного Лісостепу бідні на такі мікроорганізми, тому інтродукція їх в агроєкосистеми є важливим засобом підвищення продуктивності люпину. Бульбочкові бактерії штамів 367а і 5500/4, які входили до складу ризобофіту, що використовувався у дослідках, були конкурентноспроможними, вірулентними та активними. За обробки насіння культури більшість бульбочок мали рожеве забарвлення та розміщувалися на головному корені, що свідчить про активну фіксацію в них молекулярного азоту. РРР підвищували вірулентність місцевих рас бульбочкових бактерій і нодуляційну здатність люпину за монообробки насіння.

Сумісне застосування РРР Стимпо з ризобофітом обох штамів сприяло формуванню симбіотичних систем на коренях рослин сорту Діета. У фазі стеблуння маса сухих бульбочок на рослинах зазначеного варіанту в 3,5 та 3,7 рази вища порівняно з контролем. Інокуляція ризобофітом збільшувала масу бульбочок в 2,4 та 1,6 рази, а монообробка насіння РРР Регоплант і Стимпо – в 1,6 і 1,9 рази. У фазі зеленого бобу всі досліджувані композиції та РРР Регоплант істотно збільшували масу бульбочок.

Інокуляція ризобофітом на основі штамів 367а та 5500/4 люпину сорту Серпневий збільшувала в 2,9 та 3,0 рази масу бульбочок у фазі стеблуння.

Сумісна дія біопрепаратів (ризобофіту, штам 5500/4 з РРР Регоплант та Стимпо) була ефективною на пізніших фазах розвитку рослин, зокрема, у фазі зеленого бобу.

У люпину білого сортів Діста та Серпневий виявлено два піки у величині загальної азотфіксувальної активності: у фазах бутонізації та зеленого бобу. РРР підвищували нітрогеназну активність як інтродуованих штамів так і місцевих рас бульбочкових бактерій. У фазі стеблуння рослин сорту Діста виявлено найвищу ЗАФА за сумісного використання ризобофіту, штам 5500/4 з РРР Регоплант і Стимпо. У фазі бутонізації активно фіксували молекулярний азот бактерії штаму 5500/4 за дії Регопланту. У фазі зеленого бобу високою АФА характеризувалися симбіотичні системи обидвох сортів за використання РРР Регоплант та його композицій з ризобофітом.

Найважливішими метаболічними процесами, які впливають на продуктивність бобової культури є фотосинтез листків та азотфіксація симбіотичних систем. Встановлено, що найефективніше на формування листкової поверхні, ФП рослин люпину білого сортів Діста та Серпневий протягом вегетації вплинула сумісна обробка насіння ризобофітом, штам 367а і РРР Регоплант.

У фазах стеблуння-бутонізації у сортів Діста та Серпневий за обробки насіння ризобофітом на основі штаму 367а з РРР Регоплант та Стимпо показники ЧПФ люпину білого достовірно перевищували контроль. У сорту Серпневий у період цвітіння та утворення зелених бобів найактивніше на величину ЧПФ вплинула монообробка насіння РРР Регоплант та його сумісне застосування з ризобофітом обох штамів.

Азотфіксувальна активність симбіотичних систем і продуктивність сортів люпину залежала від вмісту пластидних пігментів, які є компонентами фотосинтетичних одиниць, світлозбиральних комплексів та фотосистем, беруть безпосередню участь у трансформації енергії світла у енергію хімічних зв'язків органічних сполук. Протягом вегетації на накопичення пігментів впливали сортові особливості рослин, фаза росту і розвитку,

застосовані елементи агротехніки. Максимальний вміст пігментів у листках виявлено у фазі цвітіння рослин обох сортів. Монообробка насіння РРР Стимпо та сумісне застосування ризобофіту, штам 367а з РРР Стимпо і Регоплант найістотніше впливали на накопичення хлорофілу *a* у листках рослин сорту Діета. На вміст каротиноїдів у листках сорту Діета істотніше впливав РРР Стимпо, а у сорту Серпневий – РРР Регоплант.

Кінцевими продуктами фотосинтезу є вуглеводи, які використовує рослина для формування біологічного та господарського врожаю. З них у процесі метаболізму утворюються речовини вторинного походження. В онтогенезі рослин уміст відновлювальних сахаридів, моно- та кетоцукрів у листках знижувався, що пов'язано з перерозподілом органічних речовин у генеративні органи. Найбільше вуглеводів виявлено у листках за дії РРР Стимпо, Регоплант та сумісної – останнього з ризобофітом на основі 367а та 5500/4 штамів бульбочкових бактерій.

З метаболізмом вуглеводів тісно пов'язана АК, максимальний вміст якої у листках виявлено під час цвітіння рослин за дії РРР Стимпо, ризобофіту, штам 5500/ 4, а також сумісної – РРР Стимпо з ризобофітом, штамів 367а і 5500/4 (сорт Діета). За обробки насіння люпину білого сорту Серпневий РРР Стимпо і Регоплант, ризобофітом, штам 5500/4 та його композицією з РРР Стимпо виявлено зростання показника на 17,9-19,0 % порівняно з контролем. Важливим показником, що вказує на ефективність симбіотичних систем люпину є вміст флавоноїдів у листках. Найбільше біофлаваноїдів визначено у фазі стеблуння за сумісного застосування ризобофіту, штам 5500/4 з РРР Стимпо та РРР Регоплант (сорт Діета). У сорту Серпневий під час цвітіння у листках накопичувалася значна кількість вітамінів групи Р (ризобофіт, штам 367а + РРР Стимпо).

Органічні кислоти як речовини вторинного походження зв'язують метаболізм вуглеводів з обміном білків та ліпідів. Визначено максимальну їх кількість у листках рослин сортів Діета та Серпневий у фазах стеблуння та цвітіння за сумісної дії ризобофіту, штам 5500/4 і РРР Регоплант.

Високі активності симбіотичних систем, утворених інтродукованими штамми бульбочкових бактерій люпину 367a і 5500/4 за дії РРР Регоплант та фотосинтетичних процесів сприяли формуванню приросту урожаю зерна люпину білого на 28,7 і 22,4 % (сорт Дієта) та 24,9 і 20,5 % (сорт Серпневий) щодо контролю. Біологічні препарати поліпшували якість насіння шляхом збільшення вмісту у ньому сирого протеїну та олії.

На основі літературних джерел та власних досліджень запропоновано узагальнюючу схему фізіологічних процесів у бобових рослин, що сприяють формуванню їх продуктивності (рис. 6.1).

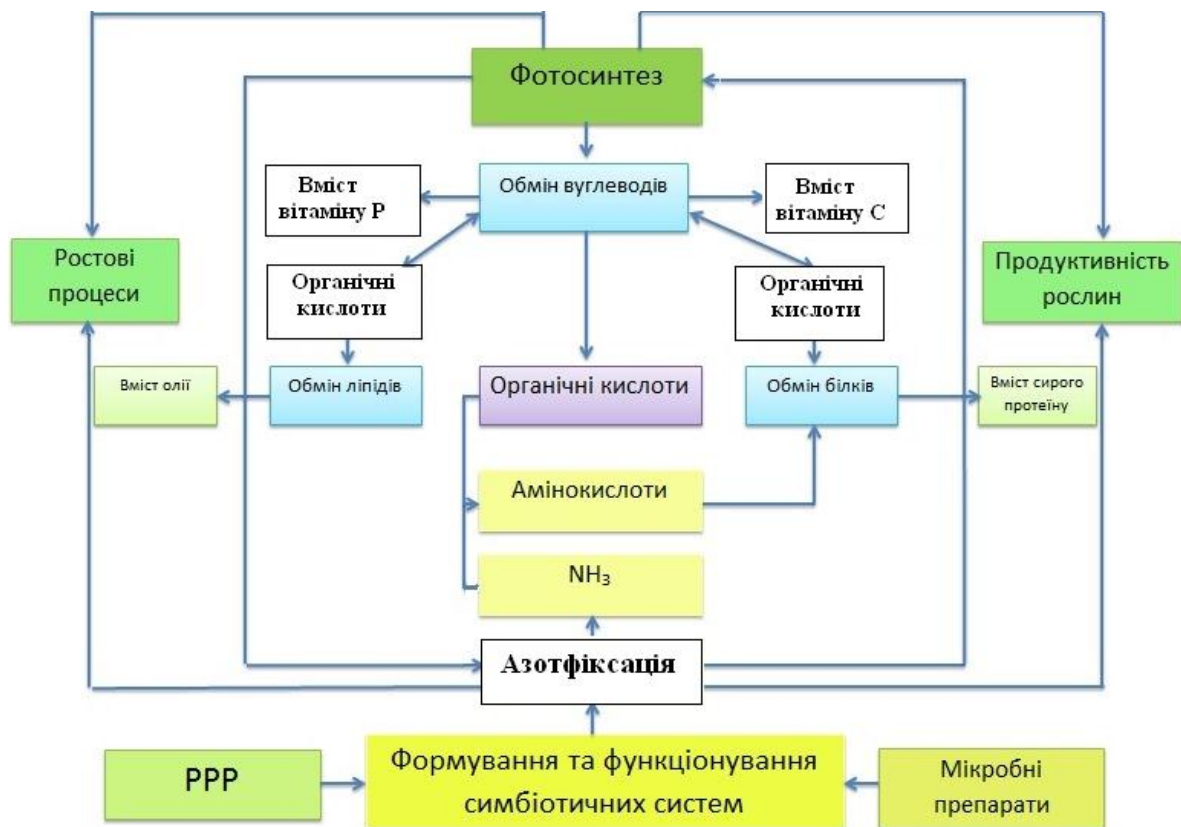


Рис. 6.1. Узагальнююча схема фізіологічних процесів у бобових рослин, що сприяють формуванню їх продуктивності

Отже, сумісне застосування ризобіофіту, штамів 367a, 5500/4 і РРР Регоплант є найбільш економічно та енергетично вигідними елементами технології, які сприяють підвищенню урожайності, прибутку і рівня рентабельності. Вищезазначені біопрепарати впроваджено у виробництво у Рівненській області.

ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі представлено теоретичне узагальнення та нове вирішення наукового питання щодо з'ясування фізіологічних особливостей формування та функціонування симбіотичних систем люпину білого з бульбочковими бактеріями люпину за сумісного застосування ризобофіту, виготовленого на основі *Bradyrhizobium sp.* (*Lupinus*) штамів 367а (стандартний) та 5500/4 з регуляторами росту рослин нового покоління з біозахисними властивостями Регоплант і Стимпо.

1. Встановлено, що бактеріальні препарати та регулятори росту впливають на ростові процеси рослин люпину білого сортів Серпневий та Діета, збільшують висоту та товщину стебла біля кореневої шийки, підвищують облиствіння рослин і урожай зеленої маси за рахунок утворення бічних пагонів. Сумісне застосування ризобофіту, штам 367а і регулятора росту Регоплант збільшує урожай зеленої маси люпину білого на 38,2 та 36,5 %.

2. Показано, що ризобофіт, регулятори росту та їхні композиції сприяють наростанню на коренях люпину білого бульбочок рожевого забарвлення. У фазі бутонізації маса бульбочок рослин дослідних варіантів зростає в 1,2-2,1 (сорт Діета) та 1,3-3,4 рази (сорт Серпневий) порівняно з контролем. Найефективніше на формування бульбочок на коренях рослин впливає сумісна дія ризобофіту, штам 5500/4 з регуляторами росту Регоплант та Стимпо.

3. Протягом онтогенезу у фазах бутонізації та зеленого бобу рослин люпину білого виявлено два піки у величині загальної азотфіксувальної активності бульбочок. У рослин сортів Серпневий та Діета найвищу азотфіксувальну активність визначено у фазі зеленого бобу за комплексної обробки насіння ризобофітом, штамів 367а та 5500/4 і регулятором росту Регоплант.

4. Виявлено, що *Lupinus albus* L. формує асиміляційну поверхню на рівні 2,7-41,2 тис. м²/га, залежно від сорту, варіанту та фази розвитку.

Найефективніше на формування листкової поверхні та величину фотосинтетичного потенціалу рослин люпину білого сортів Діета та Серпневий впродовж онтогенезу впливає сумісна дія ризобофіту, штам 367 а з регулятором росту Регоплант. Монообробки насіння регулятором росту Регоплант та сумісне застосування з ризобофітом збільшує чисту продуктивність фотосинтезу люпину білого сорту Серпневий під час цвітіння та утворення бобів.

5. Регулятори росту рослин та мікробіологічні добрива призводять до накопичення листками люпину білого впродовж вегетації фотосинтетичних пігментів. Максимальний вміст вітамінів групи С у листках виявлено під час цвітіння рослин за дії РРР Стимпо, ризобофіту, штам 5500/ 4, а також сумісної – РРР Стимпо з ризобофітом, штамів 367а і 5500/4 (сорт Діета). Застосування регулятора росту Регоплант сумісно з ризобофітом найефективніше впливає на накопичення вітамінів групи Р та вуглеводів у фазі стеблуння. Найбільше відновлювальних, моно- та кетоцукрів визначено у листках за дії РРР Стимпо, Регоплант та сумісної – останнього з ризобофітом. Найефективніше на накопичення органічних кислот у листках в онтогенезі рослин *Lupinus albus* L. сортів Діета та Серпневий впливає сумісне застосування ризобофіту, штам 5500/4 з регулятором росту Регоплант.

6. Висока насіннева продуктивність люпину білого за сумісного застосування ризобофіту з регуляторами росту рослин зумовлена ефективнішою роботою фотосинтетичного та симбіотичного апаратів, що визначає кращу забезпеченість рослин асимілятами та азотистими сполуками. Застосування ризобофіту, штам 367а з регулятором росту рослин Регоплант підвищує масу 1000 насінин на 8,9-12,8 %. Найбільший приріст урожаю насіння сортів Діета та Серпневий забезпечило сумісне використання ризобофіту, штамів 367а і 5500/4 з регулятором росту рослин Регоплант (на 28,7 і 22,4 % та 24,9 і 20,5 %).

7. Бактеріальні препарати та регулятори росту рослин підвищують вміст сирого протеїну в насінні люпину білого на 0,5-6,2 %. Найбільше

сирого протеїну у насінні сорту Серпневий виявлено за інокуляції ризобофітом, штам 367а (34,69 % на сух. реч.). Застосування регулятора росту Стимпо з ризобофітом та монообробка насіння РРР Стимпо відповідно на 4,18, 3,52 та 3,91 % збільшують уміст сирого протеїну у зерні сорту Діета. Моноінокуляція ризобофітом, штам 5500/4 та поєднане застосування його з регулятором росту рослин Стимпо істотно збільшує вміст олії у насінні рослин на 11,8 (сорт Серпневий) та 10,8 % (сорт Діета).

8. Використання регуляторів росту Регоплант і Стимпо та ризобофіту для передпосівної обробки насіння люпину білого підвищує економічну ефективність вирощування культури. При цьому рентабельність збільшується на 11,3-51,5 %, а собівартість виробництва знижується на 6,9-24,6 %. Комплексне застосування ризобофіту, штамми 367а і 5500/4 з РРР Регоплант збільшує чистий прибуток на 10140 і 7890 (сорт Діета) та 8490 і 6990 грн. (сорт Серпневий). Коефіцієнт енергетичної ефективності сортів Діета і Серпневий у дослідних варіантах збільшується на 6,1-27,8 % і 10,2-23,9 % порівняно з контролем.

9. Результати, отримані у ході дослідження, використано для удосконалення елементів технології вирощування люпину на зерно у господарстві Рівненської області.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

У ґрунтово-кліматичних умовах Західного Лісостепу України для одержання високих, стабільних урожаїв зеленої маси та насіння люпину білого сортів Діета і Серпневий доцільно проводити передпосівну обробку насіння ризобофітом, виготовленим на основі бульбочкових бактерій люпину штамів 367а та 5500/4 з регулятором росту рослин Регоплант у рекомендованих виробником нормах.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Авксентьева О. О. Біохімія рослин : малий практикум / Авксентьева О. О., Красільнікова Л. О., Жмурко В. В. – Х. : ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2006. – 68 с.
2. Андрианова Ю. С. Хлорофилл и продуктивность растений / Андрианова Ю. С., Тарчевський И. А. – М. : Наука, 2000. – 136 с.
3. Антипчук А. Ф. Экологические аспекты селекции ризобий и повышения эффективности симбиоза / А. Ф. Антипчук // Физиология и биохимия культ. раст. – 1994. – 26, № 4. – С. 315-333.
4. Арсеньева Л. Ю. Використання насіння люпину для виробництва високобілкових харчових продуктів / Арсеньева Л. Ю., Бондар Н. П., Головченко О. В. // Вісник ДонДУЕТ. – 2003. – № 1 (17). – С. 79-83.
5. Артюшенко Т. А. Вплив агростимуліну на рівень фізіологічної адаптації гороху до сумісної дії сполук нікелю і кадмію / Т. А. Артюшенко // Регуляція росту і розвитку рослин: фізіолого-біохімічні і генетичні аспекти : матер. II міжнар. наук. конф. (м. Харків 11-13 жовт. 2011 р.). – Харків, 2011. – С. 161-162.
6. Архипенко Ф. М. Продуктивність багаторічних трав за різних систем удобрення / Архипенко Ф. М., Кухарчук П. І. // Збірник наукових праць Національного наукового центру «Інститут землеробства УААН» (спецвипуск). – К. : ЕКМО, 2006. – С. 229-234.
7. Бабич А. О. Економічні проблеми формування світових ресурсів рослинного білка / Бабич А. О., Побережна А. А. // Зб. наук. праць Подільського аграрно-технічного університета. – Кам'янець-Подільський. – 2005. – Вип. 13. – С. 482-485.
8. Бабич О. А. Світові земельні, продовольчі і кормові ресурси / Бабич О. А. – К. : Аграрна наука. – 1996. – С. 147-271.
9. Бахмат О. М. Вплив інокуляції насіння на формування врожайності сортів сої в лісостепу західному / Бахмат О. М. // Зб. наук. праць

Уманського національного університету садівництва. – 2012. – Вип. 79. – С. 38-45.

10. Бахмат О. М. Фотосинтетична активність та врожайність сої залежно від сорту, способу сівби й удобрення / Бахмат О. М. // Вісник аграрної науки. – 2010. – № 7. – С. 27-30.

11. Безуглий М. Д. Сучасні біотехнології у рослинництві / Безуглий М. Д. // Вісник аграрної науки. – 2009. – № 9. – С. 5-7.

12. Біологічно активні речовини в рослинництві / Грицаєнко З. М., Пономаренко С. П., Карпенко В. П., Леонтюк І. Б. – К. : ЗАТ «Нічлава», 2008. – 352 с.

13. Бикбулатов З. Г. Возможности люпиносеяния в Башкортостане / Бикбулатов З. Г., Зарипова Т. К., Леонтьев И. Г. // Биологический и экономический потенциал люпина и пути его реализации : тез. докл. межрегион. науч.-практ. конф. (г. Брянск, 15-17 июля 1997 г.) – Брянск, 1997. – С. 23.

14. Биологическая фиксация азота : [монография : в 4 т.]. – Т. 1: Бобово-ризобьяльный симбиоз / С. Я. Коць, В. В. Моргун, В. Ф. Патыка и др.. – К. : Логос, 2010. – 503 с.

15. Биологическая фиксация азота : [монография : в 4 т.]. – Т. 2 : Бобово-ризобьяльный симбиоз / С. Я. Коць, В. В. Моргун, В. Ф. Патыка и др.. – К. : Логос, 2011. – 523 с.

16. Биологическая фиксация азота : [монография : в 4 т.]. – Т. 3: Генетика азотфиксации, генетическая инженерия штаммов / С. Я. Коць, В. В. Моргун, И. А. Тихонович и др.. – К. : Логос, 2011. – 404 с.

17. Биорегуляция микробно-растительных систем / [Пономаренко С. П., Терек О. И., Грицаєнко З. М., и др.]; ред. Г. А. Иутинская и С. П. Пономаренко. – К.: Нічлава, 2010. – 472 с.

18. Більчук В. Вміст аскорбінової кислоти і активність ферментів її метаболізму за дії іонів нікелю у проростках кукурудзи / Більчук В.,

Розсихіна-Галича Г. // Вісник Львівського університету. Серія біологічна. – 2012. – № 60. – С. 332-337.

19. Біологічна активність у ризосфері сої за комплексної інокуляції / [О. В. Шерстобаєва, Я. В. Чабанюк, О. М. Калинич та ін.] // Агроекологічний журнал. – 2011. – № 2. – С. 77-80.

20. Біологічний азот: монографія / [В. П. Патики, С. Я. Коць, В. В. Волкогон та ін.]; за ред. В. П. Патики. – К.: Світ, 2003. – 424 с.

21. Біопрепарати на основі бульбочкових бактерій для підвищення урожайності бобових культур [Волкогон В. В., Надкерничка О. В., Крутило Д. В., Ковалевська Т. М.] // Посібник українського хлібороба. – 2008. – С. 118-119.

22. Боровок И. А. Генетический контроль азотфиксации у ассоциативных и свободноживущих diaзотрофов / Боровок И. А. // С.-х. биология. – 1987. – № 10. – С. 76-85.

23. Борона В. П. Вплив біопрепаратів на шкідливі організми та продуктивність зернобобових та зернових культур / Борона В. П., Дерев'янський В. П., Карасевич В. В. // Корми і кормовиробництво. – 2012. – Вип. 73. – С.173-179.

24. Бровдій В. М. Біологічний захист рослин: Навч. посібник / Бровдій В. М., Гулий В. В., Федоренко В. П. – Київ: Світ, 2003.– 352 с.

25. Брновицька М. А. Особливості формування національних сортових ресурсів люпину (*Lupinus L.*): стан і перспективи / Брновицька М. А. // Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин. – 2014. – № 2. – С. 30-36.

26. Брунь І. М. Вплив погодніх факторів на ріст, розвиток і формування урожаю листостеблової маси еспарцету піщаного в умовах правобережного лісостепу / Брунь І. М. // Корми і кормовиробництво. – 2007. – Вип. 59. – С. 21-22.

27. Бузмаков В. В. Севообороты с люпином на легких почвах / Бузмаков В. В., Леонтьев Ф. С. // Земледелие. – 1992. – №11. – С. 13.

28. Вавилов П. П. Бобовые культуры и проблема растительного белка / Вавилов П. П., Посыпанов Г. С. – М.: Россельхозиздат, 1983. – 256 с.

29. Василюк В. М. Формування симбіотичних взаємовідносин рослин люпину з транспозоновими мутантами *Bradyrhizobium sp* (*Lupinus*) / Василюк В. М., Мельникова Н. М., Михалків Л. М. // Физиология и биохимия культ, растений. – 2009. – № 3. – С. 233-241.

30. Василюк В. М. Фізіологічні особливості взаємодії сої та люпину з новими штамми повільно рослих бульбочкових бактерій (*Bradyrhizobium*), отриманими транспозоновим мутагенезом: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. біол. наук: спец. 03.00.12 «Фізіологія рослин» / В. І. Василюк. – К., 2008. – 21 с.

31. Векірчик К. М. Деякі аспекти підвищення азотфіксувальної активності та продуктивності зернобобових культур в умовах Західного Поділля / К. М. Векірчик, С. В. Пида, О. Б. Конончук // Наукові записки Тернопільського державного педагогічного університету. Серія: Біологія. – 2000. – №1 (8). – С. 27-32.

32. Виділення з клітин рослин малих регуляторних si/miRNA з антинематодною активністю: ДАН України / [Циганкова В. А., Андрусевич Я. В., Блюм Я. Б. та ін.]. – 2011. – № 9. – С. 159-164.

33. Вильдфлуш И. Р. Эффективность использования под ячмень бактериального удобрения на основе азоспириллы и новых форм азотных удобрений / Вильдфлуш И. Р., Кукреш С. П., Куруленко В. М. // Науч. основы эффективного ведения растениеводства в соврем. условиях: мат. науч. конф. к 155-летию Белорус. с.-х. акад. (г. Горки 1-3 сент., 1995). – Горки, 1995. – С.27.

34. Вирощування сої із застосуванням мікробних препаратів – ризобіофіту та альбобактерину в умовах північної частини Лісостепу України / [метод. рек. підгот. В. П. Патики та ін.]. – К. : Інститут агроекології та біотехнології УААН, 2004. – 23 с.

35. Вишнякова М. А. Генетические ресурсы сои и люпина – неисчерпаемый источник высокомасличных форм для селекции / Вишнякова М. А. // Масложировая индустрия-2005 : мат. 5-й междунар. конф. (г. Санкт-Петербург 17-20 окт. 2005 г.) . – С-Пб , 2005. – С. 60-62.

36. Власенко М. Ю. Фізіологія рослин / Власенко М. Ю., Вельяминова-Зернова Л. Д. – Біла Церква, 1999. – 304 с.

37. Вміст аскорбінової кислоти в органах рослин осоки шершавої, адаптованих до нафтового забруднення ґрунту / [Терек О., Джура Н., Величко О., Яворська Н.] // Вісн. Львів. ун-ту. Сер. біол. – 2006. – № 42. – С. 133-137.

38. Вовнянко Е. К. К вопросу о наличии антиалиментарных соединений в семенах люпина / Вовнянко Е. К., Бузук Г. Н., Янчевский В. К. // Совершенствование технологических процессов производства новых пищевых ресурсов : всес. науч.-техн. конф (м. Київ 17-19 сент. 1991 р.). – Ч.1. – К.: Центр, правл. всес. НТО пищ. пром-сти. – 1991. – С. 236.

39. Волкогон В. В. Влияние стимуляторов роста растений на процесс биологической азотфиксации / Волкогон В. В., Дульнев П. Г.; за ред. В. П. Кухаря // Элементи регуляції в рослинництві: Зб. наук. пр. – К. : ВВП Компас, 1998.; – С. 17-24.

40. Волкогон В. В. Значення регуляторів росту рослин у формуванні активних азотфіксувальних симбіозів та асоціацій / Волкогон В. В., Сальник В. П. // Физиология и биохимия культ. растений. – 2005. – № 3. – С. 187-197.

41. Волкогон В. В. Мікробіологічні аспекти відтворення родючості ґрунтів / Волкогон В. В. // Вісник аграрної науки. – 2012. – № 9. – С. 9-14.

42. Волкогон В. В. Мікробні препарати в землеробстві / Волкогон В. В. // Збірник наукових праць Національного наукового центру «Інститут землеробства УААН» (спецвипуск). – К. : ЕКМО, 2006. – С. 26-32.

43. Волкогон В. В. Мікробіологічні аспекти оптимізації азотного удобрення сільськогосподарських культур: Монографія / Волкогон В. В. – К. : Аграр. наука, 2007. – 144 с.

44. Волобуева О. Г. Эффективность инокуляции бобовых растений при обработке ПАБК / О. Г. Волобуева // Регуляторы роста и развития растений в биотехнологиях: Тез. докл. Шестой международной конф. (г. Москва 26-28 июня 2001 г.). – М. : Изд-во МСХА, 2001. – С. 86.

45. Володарець С. О. Фітонцидна активність у зв'язку з вмістом хлорофілів у листках деревних рослин в урбанізованому середовищі / Володарець С. О. // Промышленная ботаника. – 2012. – Вип. 12 – С. 167-171.

46. Воробець Н. М. Вміст аскорбінової, дегідроаскорбінової, дикетогулонової кислот у проростках соняшника за дії іонів свинцю / Воробець Н. М., Микієвич І. М. // Вісн. Львів. ун-ту. Сер. біол. – 2001. – № 27. – С. 244-252.

47. Вплив вірусної інфекції на рослини гороху за використання мікробних препаратів ризогуміну і поліміксобактерину / [Коломієць Л. П., Дмитрук О. О., Токмакова Л. М. та ін.] // Сільськогосподарська мікробіологія: міжвід. темат. наук. зб. – 2010. – Вип. 11. – С. 146-158.

48. Вплив ґрунтових грибів на функціонування симбіотичної системи люпин –бульбочкові бактерії люпину / [Надкернична О. В., Горбань В. П., Дмитрук О. О. та ін.] // Селекція і насінництво. – 2009. – Вип. 97. – С. 266-275.

49. Вплив мікробних препаратів на продуктивну здатність люпину жовтого за вірусного ураження рослин / [Пиріг О. В., Коломієць Л. П., Бова Т. О. та ін.] // Мікробіологія в сучасному сільськогосподарському виробництві : мат. VIII наук. конф. молодих вчених (м. Чернігів 25-27 вер. 2012 р.). – Чернігів: ЦНП, 2012. – С. 89-91.

50. Газаль Н. С. Синтез гетероауксина клубеньковими бактериями люцерны и люпина / Газаль Н. С. // Микроорганизмы, их роль в плодородии почвы и охране окружающей среды. – М., 1985. – С. 66-71.

51. Гамаюнова В. В. Продуктивність та азотфіксуюча здатність сортів сої залежно від факторів вирощування на півдні степу України [Електронний ресурс] / Гамаюнова В. В., Назарчук А. А. // Вісник Житомирського національного агроекологічного університету. – 2014. – № 1(1). – С. 17-23. – Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/j-pdf/Vzhnau_2014_1\(1\)_5.pdf](http://nbuv.gov.ua/j-pdf/Vzhnau_2014_1(1)_5.pdf). – Перевірено 10. 10. 2015.

52. Гануш Г. И. Методические указания по определению экономической эффективности применения регуляторов роста при выращивании овощных растений / Гануш Г. И., Жукова П. С. // Овощеводство. – 1996. – Вып. 9. – С. 17-21.

53. Гвоздев В. А. Производство семян трав и люпина на промышленной основе / [Гвоздев В. А., Чаев Е. П., Головченко В. И., Плоткин А. А]. – М.: Колос, 1983. – 239 с.

54. Генетика симбиотической азотфиксации с основами селекции; под. ред. И. А. Тихоновича и Н. А. Прохорова. – С.-Пб.: Наука, 1998. – 194 с.

55. Гліколіпідні ПАР-екологічно безпечні стимулятори росту сільськогосподарських рослин / [Щеглова Н. С., Карпенко О. Я., Покинсьброда Т. Я. та ін.]; редкол.: Й. Й. Ятчишин та ін. // Хімія, технологія речовин та їх застосування: зб. наук. пр. – Л.: Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2007. – С.133-138.

56. Гонський Я. І. Біохімія людини: Підручник / Гонський Я. І., Максимчук Т. П. – Тернопіль: Укрмедкнига, 2011. – 508 с.

57. Гонта А. І. Жовтий люпин – високоякісний корм і резерв білка / Гонта А. І. // Корми і кормовиробництво: міжвід. темат. наук. зб. – Вінниця, 2004. – № 53. – С. 99-103.

58. Горбань В. П. Функціонування симбіотичної системи люпин – *Bradyrhizobium* sp. (*Lupinus*) залежно від впливу ґрунтових грибів: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с/г наук : спец. 03.00.07 – «Мікробіологія» / В. П. Горбань. – Чернігів, 2008. – 23 с.

59. Гормональний комплекс рослин і грибів: Монографія / [Ситник К. М., Мусатенко Л. І., Васюк В. А. та ін.]. – К.: Академперіодика, 2003. – 186 с.
60. Гормоны и гормоноподобные соединения микроорганизмов // [Цавкелова Е.А., Климова С. Ю., Чердынцев Т. А., Нетрусов А. И.] Прикл. биохимия и микробиология. – 2006. – Т. 42, № 3. – С. 261-268.
61. Гречана О. В. Фармакогностичне дослідження *L. luteus* L. / Гречана О. В. // Актуальні питання фармацевтичної і медичної науки та практики. – 2014.–№1(14).– С. 6-8.
62. Грицаєнко З. М. Методи біологічних та агрохімічних досліджень рослин і ґрунтів / Грицаєнко З. М., Грицаєнко А. О., Карпенко В. П. – К. : ЗАТ «НІЧЛАВА», 2003. – 320 с.
63. Гришко В. М. Динаміка вмісту метаболітів аскорбінової кислоти в проростках кукурудзи за сумісної дії кадмію і нікелю / В. М. Гришко, Т. А. Демура // Фізіологія та біохімія культурних рослин. – 2009.– Т. 41.– № 1.– С. 75-82.
64. Данильченко О. М. Передпосівна інокуляція насіння як шлях підвищення продуктивності гороху / Данильченко О. М. // Екологічні проблеми сільськогосподарського виробництва : мат. V Всеукр. наук.-практ. конф. молодих учених (м. Яремче 21-24 черв. 2011). – Яремче, 2011. – С. 19-20.
65. Дегодюк Е. Г. Еколого-агрохімічні і правові аспекти мінерального живлення рослин / Дегодюк Е. Г., Черній І. П. // Фізіологія рослин в Україні на межі тисячоліть. – Київ. – Том 1. – 2001. – С. 187-199.
66. Деева В. П. Применение регуляторов роста для повышения продуктивности сельскохозяйственных культур / Деева В. П. // Достижения науки – решению прод. программы. – Минск: Наука и техника, 1986. – С. 26-33.

67. Деева В. П. Регуляторы роста растений: механизмы действия и использование в агротехнологиях / Деева В. П. – Минск: Белорус. наука, 2008. – 133 с.

68. Демидась Г. І. Мікробні препарати та біостимулятори росту в польовому кормовиробництві / Демидась Г. І., Голубєв К. В. // Збірник наук. праць ННЦ «Інститут землеробства УААН» . – 2010. – Вип. 4. – С. 170-174.

69. Дерев'янський В. П. Агроекологічне обґрунтування технологій вирощування сої: Монографія / Дерев'янський В. П. – Хмельницький: ХМЦНТІ, 2011.– 438 с.

70. Дерев'янський В. П. Ефективність вапнякових добрив, мікробних препаратів та макро- і мікроелементів на стійкість рослин до захворювань та продуктивність сої / Дерев'янський В. П. // Корми і кормовиробництво. – 2012. – Вип. 72. – С. 68-76.

71. Державний Реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні у 2015 році (витяг станом на 26.03.2015 року) / Мінагрополітики України, Державна ветеринарна та фітосанітарна служба України. – Київ, 2015. – С. 213-214.

72. Дідович С. В. Ефективність симбіотичної азотфіксації в агроценозах України / Дідович С. В., Толкачов М. З., Бутвіна О. Ю. // Сільськогосподарська мікробіологія: Міжвід. темат. наук. зб. – Чернігів, 2008. – Вип. 8. – С. 117-125.

73. Дідович С. В. Економічна ефективність біотехнології вирощування нуту на пд. України / С. Дідович, В. Соченко // Механізми реалізації стратегії розвитку національної економіки: матер. міжнар. наук.-практ. інтернет-конф. (м. Тернопіль 20-21 жовт. 2011р.) / Регіональний центр наукового забезпечення АПВ, Тернопільська державна с/г дослідна станція ІКСГП НААН. – Тернопіль: Крок, 2011. – С. 160-161.

74. Довідник з вирощування зернових та зернобобових культур / [Лихочвор В. В., Бомба М. І., Дубковецький С. В. та ін.]. – Львів : Українські технології, 1999. – 408 с.

75. Доросинский Л. М. Клубеньковые бактерии и нитрагин / Доросинский Л. М. . – Л., 1970. – 187 с.
76. Дробітько О. М. Продуктивність фотосинтезу і урожайність сої залежно від просторового і кількісного розміщення рослин в агроценозі / Дробітько О. М. // Вісник аграрної науки Причорномор'я. – 2007. – Вип. 2. – С. 240-245.
77. Дудчук І. В. Оптимізація фізіологічних процесів у люпину застосуванням композицій бульбочкових бактерій та регуляторів росту / І. Дудчук, О. Данилишин, С. Пида // Проблеми та перспективи наук в умовах глобалізації : мат. ІХ Всеукраїнської наук. конф. (м. Тернопіль 18-22 лист. 2013 р.). – Тернопіль: ТНПУ ім. В. Гнатюка, 2013. – 278с.
78. Дукач В. Биостимуляторы роста в жизни растений / В. Дукач // Агровісник Україна. – 2008. – Т. 28. – №5 – С. 23-27.
79. Економічне обґрунтування доцільності застосування біопрепаратів при вирощуванні бобових культур / [Халеп Ю. М., Веремейчик Н. М., Горбань В. П., Крутило Д. В.] // Зб.наук.праць Ін-ту землеробства УААН. –К.,2004.–С.86-91.
80. Експериментальна ґрунтова мікробіологія / [Волкогон В. В., Надкернична О. В., Токмакова Л. М., Мельничук Т. М.]; за наук. ред. В. В. Волкогона. – К.: Аграр. наук., 2010. – 464 с.
81. Енергетична оцінка агроєкосистем / [О. Ф. Смаглій, А. С. Малиновський, А. Т. Кардашов та ін.]. – Житомир : Волинь, 2004. – 132 с.
82. Ефективність застосування нітрагіну і регуляторів росту рослин при вирощуванні сої / [Леонова Н. О., Титова Л. В., Танцюренко О. В. та ін.] // С.-г. мікробіологія. – 2007. – 5. – С. 74-85.
83. Желєзна Є. П. Біопрепарати, як засоби біологічного захисту рослин / Желєзна Є. П., Ющенко Л. П. // Екологічні проблеми сільськогосподарського виробництва : мат. V Всеукр. наук.-практ. конф. молодих учених. – Яремче :, 2011. – С. 159-160.

84. Жеруков Б. Х. Бобовые травы – источник кормового белка // Жеруков Б. Х., Магомедов К. Г. / Кормопроизводство. – № 10. – 2003. – С. 9.
85. Журба М. Ю. Активність каталази гороху при дії стимуляторів росту / Журба М. Ю., Іншина Н. М. // Актуальні проблеми дослідження довкілля: мат. IV Всеукр. наук. конф. з міжнар. участю для молодих вчених (м. Суми 19-21 трав. 2011 р.). – Суми: Вінниченко М. Д., 2011. – С. 447-449.
86. Заболотна В. П. Ефективність інокуляції сої культурної (*Glycine max*) мутантами *Bradyrhizobium japonicum* / В. Заболотна // Вісник Львівського університету. Серія біологічна. – 2013. Випуск 62. – С. 13-20.
87. Заболотный А. И. Изучение зависимости между активностью ферментов азотного обмена и семенной продуктивностью люпина / Заболотный А. И. // Физиол.-биохим. основы регулирования роста и обмена веществ в растении. – Минск: Наука и техника, 1981. – С. 77-83.
88. Задорин А. Д. Зернобобовые культуры в кормопроизводстве и полеводстве / Задорин А. Д. // Кормопроизводство. – 2001. – № 7. – С. 9-11.
89. Заставецька О. В. Тернопільська область: географічні основи комплексного економічного та соціального розвитку / Заставецька О. В. – Тернопіль: Навчальна книга «Богдан», 1993. – 2003 с.
90. Застосування мікробних препаратів і протруйників у землеробстві / [Токмакова Л. М., Пищур І. М., Канівець В. І., Скорик В. В.] // Вісник аграрної науки. – 2012. – № 7. – С. 21-24.
91. Застосування регуляторів росту при вирощуванні гороху; під ред. В. П. Кухаря // Елементи регуляції в рослинництві: зб. наук. пр. – К. : ВВП Компас, 1998. – С. 316-317.
92. Заявка 2755826 Франція, МПК А 21 D 13/04, 13/08. Использование муки люпина для приготовления хлебобулочных изделий; Sosaud Marcel. – № 9614140; Заявл. 20.11.96; Опубл. 22.05.98.
93. Заякин В. В. Гормональная регуляция формирования генеративных органов люпина желтого: Автореф. дис. на соискание ученой степени д-ра биол. наук / В. В. Заякин. – М., 1997. – 36 с.

94. Землеробство з основами ґрунтознавства і агрохімії: підручник. / [Гудзь В. П., Лісовал А. П., Андрієнко В. О., Рибак М. Ф.]; за ред. В. П. Гудзя. – К.: Центр учбової літератури, 2007. – 408 с.
95. Землеробство з основами ґрунтознавства, агрохімії та агроекології: навч. посібник / [Бомба М. Я., Періг Г. П., Мартинюк І. В., Патица В. П.]. – К.: Урожай, 2003. – 400 с.
96. Зернобобовые культуры в интенсивном земледелии / [Кукреш Л. В., Кулаева Р. А., Лукашевич Н. П., Ходорцов И. Р.]. – Мн.: Ураджай, 1989. – 168 с.
97. Зінченко О. І. Кормовиробництво: навчальне видання / О. І. Зінченко. – К.: Вища освіта, 2005. – 448 с.
98. Зінченко О. І. Рослинництво: Підручник / Зінченко О. І., Салатенко В. Н., Білоножко М. А. – К.: Аграрна освіта, 2001. – 591 с.
99. Изменение популяций функционально активных цитоплазматических мРНК в клетках растений под влиянием регуляторов роста и биотехнологические перспективы бесклеточных систем белкового синтеза: Биотехнология / [Цыганкова В. А., Мусатенко Л. И., Пономаренко С. П. и др.]. – 2010. – Т. 3, № 2. – С. 19-31.
100. Изучение образцов мировой коллекции люпина: методические указания / [Курлович Б. С., Назарова Н. С., Рыбникова В. А. и др.]. – Л.: ВИР, 1990. – 34 с.
101. Иутинская Г. А. Биология почв: проблемы и перспективы / Г. А. Иутинская, В. Ф. Патыка // Агрохімія і ґрунтознавство: міжвід. наук. зб. Спецвипуск, Кн. 1. – Житомир: Рута, 2010 – С. 45-55.
102. Ігнатюк Ю. Вплив регуляторів росту Регоплант і Стимпо та молібденового нанопрепарату на квасолю звичайну / Ігнатюк Ю., Куса О., Конончук О. // Проблеми та перспективи наук в умовах глобалізації: мат. ІХ Всеукр. наук. конф. (м. Тернопіль 26 лист. 2013 р.). – Тернопіль: ТНПУ ім. В. Гнатюка, 2013. – С. 222-225.

103. Іскра В. І. Смугові посіви в біологізації та екологізації кормовиробництва [Електронний журнал] / Іскра В. І., Ковбасюк П. У. // Наукові доповіді НУБіП». – 2011. – № 7(29) .– С.1 –10. – Режим доступу: <http://nd.nubip.edu.ua/>.– Перевірено: 10.10.2015.

104. Іщенко В. А. Урожайність насіння гороху при застосуванні біологічно активних речовин в умовах Північного Степу України / Іщенко В. А. // Вісник Донецького національного університету. Сер. А : Природничі науки. – 2009. – Вип. 1. – С. 557-561.

105. Калинин Ф. Л. Биологически активные вещества в растениеводстве : теория и практика применения / Ф. Л. Калинин. – К. : Наук. думка, 1984. – 319 с.

106. Каменщук Б. Д. Оцінка біоенергетичного потенціалу гібридів кукурудзи різних груп стиглості / Б. Д. Каменщук // Корми і кормовиробництво. – 2008. – Вип. 63. – С. 265-271.

107. Камінський В. Ф. Вплив інокулянтів і фізіологічно активних речовин на урожайність гороху / Камінський В. Ф., Дворецька С. П., Лапа І. В. // Землеробство. – 2000.– Вип. 74. – С. 113-115.

108. Камінський В. Ф. Формування продуктивності гороху за різних технологій вирощування / Камінський В. Г., Дворецька С. П., Єфіменко Г. М. // Зб. наук. пр. Ін-ту землеробства УААН. – К., 2004. – Вип. 1. – С. 66-69.

109. Капрельянц Л. Белковые продукты из нетрадиционного растительного сырья / Капрельянц Л., Середницький П., Духанина А. // Хлебопродукты. – 1994. – № 12. – С. 34-43.

110. Каталог мировой коллекции ВИР / [Чмелева З. В., Бенкен И. И., Курлович Б. С. и др.]. – Л., 1990. – Вып. 568. – 728 с.

111. Качанова Т. В. Фотосинтетична діяльність рослин вівса залежно від сорту та способу обробітку ґрунту при вирощуванні його у південному степу України / Т. В. Качанова // Наукові праці (Екологія). – 2011 . – Вип. 140. Том 152. – С. 26-29.

112. Киризий Д. А. Фотосинтез и рост растений в аспекте донорно-акцепторных отношений / Киризий Д. А. – К.: Логос, 2004. – 192 с.
113. Кириченко О. В. Бактеріальні композиції – ефективний елемент біотехнології вирощування пшениці / Кириченко О. В. // Вісник Харківського національного аграрного університету. Серія Біологія. – 2013. – Вип. 2 (29). – С. 83-92.
114. Клубеньковые бактерии и инокуляционный процесс / Е. Н. Мишустин, В. К. Шильникова. – М.: Наука, 1968. – 240 с.
115. Ключкин В. В. Основные направления переработки и использования пищевых продуктов из семян люпина и амаранта / В. В. Ключкин // Хранение и переработка сельхозсырья. – 1997, – №9. – С. 30-33.
116. Ковтун Т. І. Застосування екологічно чистих рістрегулювальних речовин / Ковтун Т. І., Перепелиця Л. О. // Вісн. Аграр. ДААУ. – 2000. – № 2. – С. 84-89.
117. Колупаєв Ю. Є. Роль сигнальних систем і фітогормонів у реалізації стресових реакцій рослин / Колупаєв Ю. Є., Косаківська І. В. // Укр. бот. журн. – 2008. – Т. 65. – №3. – С. 418-430.
118. Комок М. С. Фізіологічно активні речовини як засіб підвищення ефективності мікробних препаратів для сої / Комок М. С., Волкогон В. В., Дімова С. Б. // Мікробіологія в сучасному сільськогосподарському виробництві : мат. VIII наук. конф. молодих вчених (м. Чернігів 25-27 вер. 2012 р.). – Чернігів: ЦНП, 2012. – С. 37-41.
119. Комплексная переработка семян люпина / [В. Головченко, В. Янчевский, О. Науменко, В. Полищук] // Харчова і переробна промисловість. – 1995. – № 7. – С. 16.
120. Конончук О. Б. Вплив композиції добрив «Байкал ЕМ -1У» та «Ризобофит» на сою культурну (*Glýcine máx* (L.) Merr) / Конончук О. Б., Пида С. В., Грирогюк І. П. // Біоресурси і природокористування. – 2010. – Т 2, № 1 – 2. – С. 12-21.

121. Конончук О. Б. Результати застосування мікробіологічного біопрепарату «БАЙКАЛ ЕМ-1-У» на квасолі і сої в умовах Тернопілля / О. Б. Конончук, К. М. Векірчик // Наук. зап. Терноп. нац. пед. ун-ту імені Володимира Гнатюка. Сер. Біол. – 2009. № 1 – 2. – С. 48-55.

122. Конончук О. Б. Фізіологічні основи ефективності передпосівної обробки насіння сої біопрепаратом «Байкал ЕМ-1У» і бактеріями *Bradyrhizobium japonicum* штаму 634б / Конончук О., Пида С., Турецька М. // Механізми реалізації стратегії розвитку національної економіки: матер. міжнар. наук.-практ. інтернет-конф. (м. Тернопіль 15-16 бер. 2012 р.) Ч. 1. / Регіональний центр наук. забезпечення АПВ, Тернопільська державна с.-г. дослідна станція ІКСГП НААН.– Тернопіль: Крок, 2012. – С.115-117.

123. Корнейчук Н. С. Грибные болезни люпинов / Корнейчук Н. С. – К, 2010. – 374с.

124. Костенко Н. П. Дослідження нових сортів люпину вузьколистого (*Lupinus angustifolius* L.) та люпину білого (*Lupinus albus* L.) / Костенко Н. П., Лахтіонова С. О.// Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин. – 2013. – №. 3. – С. 26-29.

125. Костюк О. Вплив погодніх умов та інокуляції насіння на формування симбіотичного апарату рослин боба овочевого в умовах Правобережного Лісостепу України / О. Костюк, В. Чернецький // Формування конкурентоспроможної економіки: теоретичні, методичні та практичні засади: мат. Пміжнар. наук.- практ. інтернет-конф.(м. Тернопіль 21-22 бер. 2013 р.). – Тернопіль: Крок, 2013. – С. 35-36.

126. Коць С. Я. Фізіолого-біохімічні особливості живлення рослин біологічним азотом / Коць С. Я., Маліченко С. М., Кругова О. Д. – К. : Логос, 2001. – 271 с.

127. Коць С. Я. Фактори, які визначають симбіотичні взаємостосунки бобових рослин і бульбочкових бактерій / Коць С. Я., Якимчук Р. А. // Наукові записки Тернопільського державного педагогічного університету ім. В. Гнатюка. Серія: Біологія. – 2004. – № 1, 2 (23). – С. 111-118.

128. Коць С. Я. Фізіологія симбіозу та азотне живлення люцерни / Коць С. Я., Михалків Л. М. – К. : Логос, 2005. – 300 с.
129. Кретович В. Л. Содержание β -индолилуксусной кислоты в корневых клубеньках и в корнях люпина / Кретович В. Л. // Физиология растений. – 1972. – Т. 19, вып. 3. – С. 504-509.
130. Крикунець В. М. Ацетиленвідновлюючий метод у дослідженнях з фізіології бобово-ризобіального симбіозу / Крикунець В. М. // Физиол. и биохим. культ. раст. – 1993. – 25, №5. – С. 419-429.
131. Курдиш І. К. Інтродукція мікроорганізмів у агроєкосистеми / Курдиш І. К. – К. : Наукова думка, 2010. – 255 с.
132. Куркина Ю. Н. Повышение посевных качеств бобовых культур под действием регуляторов роста / Куркина Ю. Н. // Научные ведомости БелГУ. – 2009. – № 11 (66). – С. 10-13.
133. Курлович Б. С. Теоретические основы селекции «Генофонд и селекция зерновых бобовых культур»; под. ред. Б. С. Курлович, С. И. Репьев. – Санкт-Петербург: ВИР, 1995. – 432 с.
134. Кучеренко М. Є. Сучасні методи біохімічних досліджень: учбовий посібник / Кучеренко М. Є., Бабенюк Ю. Д., Войціцький В. М. – К. : Фітосоціоцентр, 2001. – 424 с.
135. Кушманова О. Д. Руководство к лабораторным занятиям по биологической химии. – 3-е изд., перераб. и доп. / Кушманова О. Д., Ивченко Г. М. – М. : Медицина, 1983. – 272 с.
136. Лаврик І. М. Особливості вегетації люпину вузьколистого при використанні бактеріальних препаратів та мікродобрих [Електронний ресурс] / Лаврик І. М., Жатова Г. О., Троценко В. І. // Вісник Сумського національного аграрного університету : науковий журнал. – Сер. «Агрономія і біологія» / Сумський національний аграрний університет. – Суми : СНАУ, 2014. – Вип. 3 (27). – С. 111-114. – Режим доступу: <http://repo.sau.sumy.ua/handle/>. – Перевірено: 10.10.2015.

137. Левон В. Ф. Динаміка вмісту флавоноїдів у надземних органах актинїдії / Левон В. Ф., Дзюба О. І., Скрипченко Н. В. // Науковий вісник Волинського національного університету імені Лесі Українки. – 2011. – № 19. – С. 13-18.

138. Левчук О. М. Особливості азотфіксувальної активності та насінневої продуктивності люцерни при обробці БАП / Левчук О. М., Коць С. Я., Старченков Ю. П. // Физиол. и биохим. культ. раст.. – 1997. – 29, № 4. – С. 310-316.

139. Лихочвор В. В. Зерновиробництво / Лихочвор В. В., Петриченко В. Ф., Іващук П. В. – Львів: НВФ «Українські технології», 2008. – 624с.

140. Лурье Ю. Ю. Справочник по аналитической химии / Ю. Ю. Лурье. – М. : Химия, 1965. – 390 с.

141. Люпин / [Пида С. В., Машковська С. П., Григорюк І. П., Якубенко Б. Є.]. – К. : Логос, 2004. – 42 с.

142. Майсурян Н. А. Люпин / Майсурян Н. А., Атабекова А. И. – М. : Колос, 1974. – 463 с.

143. Малеванная Н. Н. Ростстимулирующая и иммуномодулирующая активности природного комплекса гидроксикоричных кислот (препарат Циркон) / Малеванная Н. Н. // Регуляция роста, развития и продуктивности растений: мат. четвертой междунар. научн. конф. (г. Минск 26-28 окт. 2005 г.). – Минск: Институт экспериментальной ботаники им. В.Ф. Купревича НАН Беларуси, 2005. – С. 141.

144. Маліченко С. М. Ефективність симбіотичних систем, утворених за участю сої і транспозантів бульбочкових бактерій *Bradyrhizobium japonicum* 646 / Маліченко С. М., Даценко В. К., Василюк В. М. // Наук. вісн. Ужгород, ун-ту : Серія Біологія. – 2006. – Вип. 18. – С. 144-148.

145. Маменко П. М. Динаміка активності пектинів у різних органах люпину залежно від ефективності штаму-інокулянта / Маменко П. М.,

Коць С. Я., Якимчук Р. А. // Физиология п биохимия культ, растений. – 2004. – Т. 36, № 2. – С. 139-146.

146. Маменко П. М. Лектини бобових і їхня фізіологічна роль у формуванні і функціонуванні симбіозу : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. біол. наук : спец. 03.00.12 «Фізіологія рослин» / П. М. Маменко. – К., 2005. – 21 с.

147. Мананков М. К. Регуляторы роста растений и практика их применения: Монография / [М. К. Мананков, М. М. Мусиенко, О. П. Мазанкова]. – Симферополь: Юг-Бумага, 2003. – 174 с.

148. Маринич О. М. Фізична географія України: підручник / О. М. Маринич, П. Г. Шищенко. – К. : Знання, 2005. – 511 с.

149. Мартинюк О. М. Ще раз про люпин / О. М. Мартинюк. // Насінництво. – № 10.– 2007. – С. 6-9.

150. Марущак Г. М. Біоенергетична ефективність елементів технології вирощування рису / Марущак Г. М., Мунтян С. В. // Бюлетень Інституту зернового господарства УААН. – Дніпропетровськ, 2009. – № 36. – С. 49-53.

151. Матвєєва Н. А. Вміст фотосинтетичних пігментів в трансгенних рослинах цикорію з геном туберкульозного антигена Esat6 / Матвєєва Н. А., Кваско О. Ю. // Вісник Донецького національного університету. – 2010. – Вип. 2. – С. 249-253.

152. Методика визначення економічної ефективності використання в сільському господарстві результатів науково-дослідницьких і дослідно-конструкторських робіт, нової техніки, винаходів та раціоналізаторських пропозицій. –К. : Урожай, 1986. – 117 с.

153. Микроорганизмы – продуценты стимуляторов роста растений и их практическое применение / [Цавкелова Е. А., Климова С. Ю., Чердынцев Т. А., Нетрусов А. И.] // Прикл. биохимия и микробиология. – 2006. – Т. 42, № 2. – С. 133-143.

154. Милютин В. П. Люпин: сельскохозяйственная энциклопедия – Т. 3 / В. П. Милютин. – М. : Гос. изд-во «Советская энциклопедия», 1934. – С. 488.
155. Мироненко А. В. Белки культурных и дикорастущих растений / Мироненко А. В., Домаш В. И., Рогульченко И. В. – Минск: Навука ы тэхніка, 1990. – 200 с.
156. Михалків Л. М. Продуктивність люцерни в умовах недостатнього водозабезпечення за обробки регуляторами росту рослин / Михалків Л. М., Коць С. Я., Якимчук Р. А. // Сільськогосподарська мікробіологія: Міжвід. темат. наук. зб. – Чернігів, 2008. – Вип. 7. – С. 115-121.
157. Мишустин Е. Н. Биологическая фиксация атмосферного азота / Е. Н. Мишустин, В. К. Шильникова. – М. : Наука, 1968. – 531 с.
158. Мікробіологічні препарати – ключ до біологізації технологій вирощування зернових і бобових культур / [Каменєва І. О., Дідович С. В., Мельничук Т. М., Толкачов М. З.] // Проблем виробництва зерна в Україні: мат. Всеукр. наук.-практ. конф. молодих вчених і спеціалістів (м. Київ 30 трав. 2002 р.) / УААН. Ін-т зерн. господарства. – Д. :, 2002. – С. 77-78.
159. Мікробні препарати у землеробстві. Теорія і практика: Монографія / [Волкогон В. В., Надкернична О. В., Ковалевська Т. М. та ін.]; під ред. В. В. Волкогона. – К. : Аграрна наука, 2006. – 312 с.
160. Мікроорганізми і альтернативне землеробство / [Патика В. П., Тихонович І. А., Філіп'єв І. Д. та ін.]; за ред. В. П. Патики. – К.: Урожай, 1993. – 176 с.
161. Мільто М. І. Эффективность инокуляции некоторых сортов люцерны разными штаммами *Rhizobium meliloti* / Мільто М. І., Соколовський І. В. // АН БССР : Сер. біол. н. – 1988. – № 4. – С. 52-58.
162. Міхеєв В. Г. Вплив регуляторів росту й інокуляції насіння на продуктивність фотосинтезу посівів сої / Міхеєв В. Г. // Вісник ЦНЗ АПВ Харківської області. – 2012. – № 13. – С. 172-178.

163. Міхеєв В. Г. Вплив регуляторів росту та інокуляції насіння на кількість та масу бульбочок у рослин сої сорту Ромашка / Міхеєв В. Г. // Вісник ЦНЗ АПВ Харківської області. – 2012. – № 12. – С. 150-155.

164. Міхеєв В. Г. Продуктивність сої залежно від застосування регуляторів росту, десикації та сенікації посівів в умовах Лівобережного Лісостепу України : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук: спец. 06.01.09 «Рослинництво» / В. Г. Міхеєв. – К., 2009. – 23 с.

165. Мойсієнко В. В. Наукові здобутки та перспективи вирощування люпину кормового в Україні // Мойсієнко В. В., Панчишин В. З. // Вісник ЖНАЕУ. – 2014. – № 2(42) т.1.– С. 112-125.

166. Моргун В. В. Проблема регуляторів росту у світі та її вирішення в Україні / Моргун В. В., Яворська В. К., Драговоз І. В. // Фізіологія і біохімія культурних рослин. – 2002. – 34, № 5. – С. 371-376.

167. Москалець В. В. Агроекологічні аспекти використання мікробіологічних препаратів на посівах сої: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук: спец. 03.00.16 «Екологія» / В. В. Москалець. – К., 2005. – 16 с.

168. Муромцев Г. С. Основы химической регуляции роста и продуктивности растений / Муромцев Г. С., Чканников Д. И., Кулаева О. Н. – М. : Агропромиздат, 1987. – 383 с.

169. Мусатов А. Г. Економічна та енергетична ефективність застосування мікробних препаратів при вирощуванні ячменю ярого на чорноземах звичайних / Мусатов А. Г., Григор'єва О. М., Григор'єва Т. М. // Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони. – 2011. – № 1. – С. 145-149.

170. Мусієнко М. М. Спектрофотометричні методи в практиці фізіології, біохімії та екології рослин / Мусієнко М. М., Паршикова Т. В., Славний П. С. – К. : Фітосоціоцентр, 2001. – 200 с.

171. Мусієнко М. М. Фізіологія рослин: підручник / М. М. Мусієнко. – Київ : Либідь, 2005. – 808 с.

172. Надкерничная Е. В. Влияние свободноживущих азотфиксирующих бактерий на формирование и функционирование бобово-ризобиального симбиоза у некоторых сельскохозяйственных культур / Надкерничная Е. В., Ковалевская Т. М. // Физиология и биохимия культурных растений. – 2001. – С. 362.

173. Наймарк Л. Б. Структура урожая зернобобовых культур / Наймарк Л. Б. // Сб. науч. трудов. – Горки. – 1982. – Вып. 8. – С. 54-61.

174. Наукові основи ведення зернового господарства / [Сайко В. Ф., Лобас М. Г., Яшовський І. В. та ін.] За ред. Сайка В. Ф.; Упоряд. І. В. Яшовський. – К. : Урожай, 1994. – С. 54-70.

175. Наумкин В. Н., Влияние инокуляции семян, микроэлементов и регуляторов роста на урожайность и качество зерна люпина белого в условиях юго-западной части центрально-черноземного региона / Наумкин В. Н., Шульпеков А. С., Старикова Т. И. // Научные ведомости БелГУ. – 2012. – №3 (122). – Вып 18. – С. 101-104.

176. Ничипорович А. А. Фотосинтетическая деятельность растений в посевах / Ничипорович А. А., Строганова Л. Е., Власова М. П.. – М. : АН СССР, 1969. – 137 с.

177. Ніколаєнко І. В. Агроекологічні аспекти вирощування гороху в умовах Східного Лісостепу України: автореферат дис. канд. с.-г. наук: 03.00.16 – екологія НАН України; Інститут агроекології та біотехнології / І. В. Ніколаєнко. – К., 2002. – 13 с.

178. О влиянии некоторых мембранотропных веществ на прорастание семян желтого люпина / [Мироненко А. В., Шухрай С. Ф., Троицкая Т. М., Волохович Н. Ф.] // Физиол.-биохим. основы регулирования роста и обмена веществ растений. – Минск: Наука и техника, 1981. – С. 53-61.

179. Олєпір Р. Продуктивність окремих сільськогосподарських культур за застосування регуляторів росту рослин, полімерних добрив та бактеріальних препаратів / Роман Олєпір // Формування стратегії науково-технічного, екологічного і соціально-економічного розвитку суспільства: мат.

міжнар. наук.-практ. інтернет-конф. (м. Тернопіль 6-7 грудня 2012 р.) Ч.1. – Тернопіль: Крок, 2012. – С. 53-55.

180. Определитель высших растений Украины / [Доброчаева Д. Н., Котов М. И., Прокудин Ю. Н. и др.]. – К. : Фитосоцицентр, 1999. – 548 с.

181. Організаційно-методичні основи формування додатків до колективного договору по оплаті та нормуванню праці в аграрному виробництві. – К. : НДІ «Укragропромпродуктивність», 2004. – 288 с.

182. Особенности взаимодействия растений и азотфиксирующих микроорганизмов / [Коць С. Я., Береговенко С. К., Кириченко Е. В. и др.] / НАН Украины, Институт физиологии растений и генетики. – К. : Наук. думка, 2007. – 315 с.

183. Особенности действия регуляторов роста на экспрессию генов в клетках зародышей семян у раннем постэмбриогенезе: Биотехнология (укр.). / [Цыганкова В. А., Мусатенко Л. И., Галкина Л. А. и др.]. – 2008. – № 2. – С. 81-92.

184. Особливості змін експресії генів в клітинах рослин під впливом екзогенних регуляторів росту: Фізіологія рослин, проблеми та перспективи розвитку / Укр. т-во фізіол. рослин / [Галкін А. П., Цыганкова В. А., Пономаренко С. П. та ін.]. – К. : Логос. 2009. – Т. 2. – С. 576-584.

185. Павленко Г. В. Ефективність мінеральних добрив та біопрепаратів у технології вирощування сої в Лісостепу / Павленко Г. В. // Вісник аграрної науки. – 2012. – № 11. – С. 68-79.

186. Патика В. П. Біопрепарати в біоорганічному землеробстві / Патика В. П., Патика М. В. // Сільськогосподарська мікробіологія: міжвід. темат. наук. зб. – Чернігів, 2006. – Вип. 4. – С. 7-19.

187. Патика В. Ф. Агроэкологическая роль азотфиксирующих микроорганизмов / Патика В. Ф. – К.: Логос, 2004. – 320 с.

188. Перелік пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні. – Київ: Юнівест маркетинг. – 2003. – С. 167-175.

189. Персикова Т. Ф. Продуктивність люпина узколистного в умовах Беларуси / Персикова Т. Ф., Цыганов А. Р., Какшинцев А. В.. – Минск : ИВЦ Минфина, 2006. – 179 с.

190. Петриченко В. Ф. Бобові культури і сталий розвиток екосистем / Петриченко В. Ф., Камінський В. Ф., Патица В. П. // Корми і кормовиробництво: міжвід. темат. наук. зб. – Вінниця, 2003. – Вип. 51. – С. 3-7.

191. Петриченко В. Ф. Наукові основи формування високоврожайних посівів люпину вузьколистого в умовах Правобережного Лісостепу України / Петриченко В. Ф., Джура Н. М. // Корми і кормовиробництво. – 2007. – Вип. 59. – С. 117-127.

192. Петриченко В. Ф. Наукові основи формування високопродуктивних посівів гороху в умовах Правобережного Лісостепу України / Петриченко В. Ф., Гончар Т. М. // Корми і кормовиробництво. – 2007. – Вип. 59. – С. 103-110.

193. Петриченко В. Ф. Рекомендації по вивченню і впровадженню сучасних технологій вирощування сої на насіння / Петриченко В. Ф., Колісник С. І. – Вінниця : ВДСГІ. – 1999. – С. 11.

194. Пида С. В. Дослідження впливу нових штамів бульбочкових бактерій на динаміку функціонування бобово-ризобіального комплексу люпину / Пида С. В., Михалків Л. М. // Сучасна екологія і проблеми сталого розвитку суспільства: Зб. наук.-техн. праць. – Львів: укр. ДЛТУ. – 1999. – Вип. 9.7. – С. 140-145.

195. Пида С. В. Роль біологічного азоту в підвищенні насінневої продуктивності люпину / Пида С. В., Солодюк Н. В., Левченко Т. М. // Зб. наук. праць ННЦ «Інститут землеробства УААН» (спецвипуск). – К.: ЕКМО, 2006. – С. 153-161.

196. Пида С. В. Роль люпину в біологічному землеробстві / Пида С. В. // Агроекологічний журнал. – 2002. – №4. – С. 39-45.

197. Пида С. В. Фізіологія симбіозу систем *Bradyrhizobium* sp. (*Lupinus*) – *Lupinus* L.: алелопатичний аналіз: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня доктора с.-г. наук: спец. 03.00.12 – «Фізіологія рослин» / С. В. Пида. – Умань, 2007. – 44 с.

198. Пида С. В. Формування симбіотичного апарату та азотфіксувальна активність в люпину білого, інокульованого *Bradyrhizobium lupini* / С. В. Пида // Наукові записки Тернопільського державного педагогічного університету. Серія: Біологія. – 1999. – №1 (4). – С. 67-71.

199. Пиріг О. В. Інфекційні хвороби люпину жовтого / Пиріг О. В., Коломієць Л. П., Дерев'янка С. В. // Сільськогосподарська мікробіологія: Міжвідом. темат. наук. зб. – Чернігів: ЦНТЕІ, 2011. – Вип. 13. – С. 148-163.

200. Підвищення регуляторами росту імунітету рослин від патогенних грибів, шкідників та нематод / [Циганкова В. А., Андрусевич Я. В., Бабаянц О. В. та ін.] // Фізіологія і біохімія культурних рослин. – 2013. – том 45, № 2 (262). – С. 138-147.

201. Повышение производительности бобовых за счет интенсификации биологической азотфиксации и применения стимуляторов роста / [Левчук О. Н., Коць С. Я., Бобер А. Ф. и др.] // Регуляция роста, развития и продуктивности растений : мат. междунар. науч. конф. (г. Минск 9-11 нояб. 1999 г.). – Минск: Б.и., 1999. – С. 69-70.

202. Поліщук К. В. Продуктивність ланки зернокармів сівозміни з використанням бактеріальних препаратів в умовах Полісся / К. В. Поліщук // Вісник аграрної науки. – 2013. – № 2. – С. 75-77.

203. Пономаренко С. П. Регулятори росту рослин на основі N-оксидів похідних піридину (фізико-хімічні властивості й біологічна активність) / С. П. Пономаренко. – К. : Техніка, 1999. – 272 с.

204. Пономаренко С. П. Вплив регуляторів росту на врожайність і стійкість рослин проти шкідників та збудників хвороб / Пономаренко С. П., Анішин Л. А., Оверченко Б. П. // Захист рослин. – 2003. – № 12. – С. 17-18.

205. Пономаренко С. П. Регулятори росту рослин – вагомий резерв: урожай 2009 / С. П. Пономаренко // Посібник українського хлібороба: (науково-виробничий щорічник 2009). – К. : Академпрес, 2009. – С. 102-104.

206. Пономаренко С. П. Регулятори росту рослин в аграрному секторі – один з елементів високих технологій ХХІ століття / С. П. Пономаренко // Ведення землеробства: мат. міжнар. наук.- практ. конф. (м. Полтава 16-17 січня 2003 р.). – Полтава : Полтав. Держ. аграр. унів, 2003.– С. 57-64.

207. Приблуда В. В. Вплив на урожайність сумісного застосування інокуляції насіння гороху фосформобілізувальними та азотфіксувальними біопрепаратами з фоном мінерального живлення / Приблуда В. В., Кисіль В. І., Демиденко О. В. // Мікробіологія в сучасному сільськогосподарському виробництві : мат. VIII наук. конф. молодих вчених (м. Чернігів 25-27 вер. 2012 року). – Чернігів: ЦНП, 2012. – С. 64-67.

208. Природа Тернопільської області; під. ред. К. І. Геренчук. – Львів : Вища школа, 1979. – 167с.

209. Проблемы экологии и растительного белка (Кабардино-Балкарская гос. сельхоз. академия) / [Жеруков Б. К., Магомедов К. Г., Берекова Н. В. та ін.] // Кормопроизводство. – № 8. – 2003. – С. 21-22.

210. Продуктивность люпина белого при использовании инокуляции семян, минеральных удобрений и регулятора роста / [Муравьев А. А., Наумкин В. Н., Наумкина Л. А. та ін.] // Кормопроизводство. – 2012. – Август. – С. 23-24.

211. Прусакова Л. Д. Исследования в области физиологически активных соединений / Прусакова Л. Д., Чижова С. И. // Агрохимия. – 1999. – № 9. – С. 12-21.

212. Ратошнюк В. І. Люпин вузьколистий цінна кормова культура при вирощуванні на зернофураж / Ратошнюк В. І. // Корми і кормовий білок: тез. доп. VI міжнар. наук. конф. (м. Вінниця 26-27 черв. 2012 р.).– Вінниця: Діло, 2012.– С. 28-29.

213. Регулятори росту на основі природної сировини та їх застосування в рослинництві / [Яворська В. К. та ін.]. – К.: Логос, 2006. – 176 с.

214. Регулятори росту у формуванні адаптивних реакцій рослин до посухи / [Таран Н. Ю., Светлова Н. Б., Оканенко О. А. та ін.] // Вісник аграрної науки. – 2004. – № 8. – С. 29-32.

215. Регуляторы роста и урожай / [Мовсумзаде З. М., Валитов Р. Б., Баунова Г. Г., Аминова Г. К.]. – Уфа: Гос. узд. научн.-техн. лит. : Реактив, 2000. – 208 с.

216. Регуляція фотосинтезу та продуктивність рослин: фізіологічні та екологічні аспекти / [Шадчина Т. М., Гуляев Б. І., Кірізій Д. А. та ін.]. – К: Ффтосоціоцентр, 2006. – 384 с.

217. Рекомендації з ефективного застосування мікробних препаратів у технологіях вирощування сільськогосподарських культур // [Мельник С. І., Жилкін В. А., Гаврилюк М. М. та ін.]. – Міністерство аграрної політики України, Українська академія аграрних наук. – К., 2007. – 55 с.

218. Розвадовський А. М. Зернові культури в інтенсивному землеробстві / Розвадовський А. М. – К.: Урожай. – 1990. – 176 с.

219. Роль регуляторів росту в імунно-захистних реакціях рослин / [Пономаренко С. П., Медков А. І., Циганкова В. А. та ін.] // Посібник українського хлібороба «Селекція і насінництво польових культур». – 2012. – Том 2. – С. 317-320.

220. Рудник-Іващенко О. І. Вміст хлоропластів у листках рослин проса та їх роль в процесі фотосинтезу / Рудник-Іващенко О. І. // Наукові доповіді НУБіП. – 2010. – № 3 (19). – С. 1-7.

221. Рудник-Іващенко О. І. Продуктивність фотосинтезу в рослин проса за фазами його розвитку на різних фонах мінерального живлення / Рудник-Іващенко О. І. // Наукові доповіді НУБіП. – 2009. – № 3 (15). – С. 1-10.

222. Сабельникова В. И. Биологически активные вещества клубеньковых бактерий / Сабельникова В. И. – Кишинев: Штиинца, 1979. – 142 с.
223. Сабинин Д. А. Физиология развития растений / Сабинин Д. А. – М. : Изд-во АН СССР, 1968. – 187 с.
224. Сайко В. Ф. Проблеми і шляхи нагромадження та використання біологічного азоту в сучасному землеробстві України / Сайко В. Ф. // Зб. наук. праць ННЦ «ІЗ УААН» . – 2006. – Спецвипуск. – С. 8-13.
225. Сайт «ННЦ «Інститут землеробства НААН» Відділ селекції і первинного насінництва зернобобових культур» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: novasoya.jimdo.com/люпин/люпин-білий-сорт-дієта/ . – Перевірено 15.10.2015.
226. Сайт «ННЦ «Інститут землеробства НААН» Відділ селекції і первинного насінництва зернобобових культур» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: novasoya.jimdo.com/люпин/люпин-білий-сорт-серпневий/ . – Перевірено 15.10.2015.
227. Саломатин А. Д. Применение белка люпина в производстве пищевых продуктов / Саломатин А.Д., Теречик Л. Ф. // Пищевая промышленность. –1999. – № 7. – С. 38-39.
228. Сальник В. П. Особливості формування та функціонування симбіозу «*Rhizobium meliloti* – люцерна» та шляхи підвищення його продуктивності: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук: спец. 03. 00. 07 «Мікробіологія» / В. П. Сальник. – К., 2001. – 22 с.
229. Самсонова А. С. Динамика микрофлоры корней люпина под влиянием инокуляции и микроэлементов при заражении *Fusarium avenaceum* / Самсонова А. С. // Экология почв. микроорганизмов. – Минск, 1974. – С. 96-100.
230. Самцевич С. А. Взаимодействие микроорганизмов почвы и высших растений / Самцевич С. А. // Микробный синтез биол. активных соединений. – Минск, 1976. – С. 9-15.

231. Самцевич С. А. Значение клубеньковых бактерий как симбионта бобовых растений / Самцевич С. А. // Роль микроорганизмов в питании растений и повышении плодородия почв. – Минск, 1969. – 253 с.

232. Связывание молекулярного азота клубеньковыми бактериями в симбиотических и культуральных условиях; под ред. Е. П. Старченкова. – К. : Наук. думка, 1984. – 223 с.

233. Седлецкий М. А. Изучение влияния количественного содержания алкалоидов на продуктивность и устойчивость к болезням у мутантов-аналогов белого люпина / Седлецкий М. А., Головченко В. И. // Химический мутагенез и проблемы селекции. – М. : Наука, 1991. – С. 206.

234. Сивчев М. В. Фотохимическая активность хлоропластов и прочность связи хлорофилла в комплексе у культурных растений при действии гербицидов, засоления и биологически активных веществ / Сивчев М. В. // Физиология растений. – 1973. – Т. 20. – Вып. 6. – С. 1176-1181.

235. Сидорович В. П. Соя : Возможности и проблемы / Сидорович В. П. // Кормопроизводство. – 2002. – № 10. – С. 24-26.

236. Сільськогосподарська мікробіологія і збалансований розвиток агроєкосистем / [Петриченко В. Ф., Тихонович І. А., Коць С. Я. та ін.] // Вісник аграрної науки. – 2012. – № 8. – С. 5-11.

237. Слесарева Т. Н. Ресурсосберегающая технология возделывания белого люпина в смеси со злаковыми зерновыми культурами. Научно-практические рекомендации / Слесарева Т. Н., Такунов И. П., Егоров И. Ф. – Брянск : Читай-город, 2010. – 30 с.

238. Словник української біологічної термінології. – К., 2012. – 744 с.

239. Смірнов О. Флавоноїди рутин і кварцетин. Біосинтез, будова, функції / О. Смірнов, О. Косик // Вісник Львівського університету. – 2011. – № 56. – С. 3-11.

240. Соєві амбіції України [Електронний ресурс] / [Демидов О, А., Петриченко В. Ф, Січкач В. І., Тимченко В. Н.] // Аграрний тиждень.– Режим

доступу: <http://a7d.com.ua/plants/1074-soyevi-ambiciyi-ukrayini.html>. –

Перевірено: 10.10.2015.

241. Соколовская-Сергиенко О. Г. Углекислотный газообмен и активность супероксиддисмутазы флаговых листьев различных сортов озимой пшеницы / О. Г. Соколовская-Сергиенко, Д. А. Киризий // Вісн. Укр. тов.-ва. генетиків і селекціонерів . – 2010. – Том 8, №1. – С. 46-50.

242. Солодюк Н. В. Кормова цінність нових сортів люпину жовтого / [Солодюк Н. В., Левченко Т. М., Кравченко Л. О., Піхало Г. С.] // Зб. наук. праць ННЦ «Інститут землеробства УААН» – К.: ВД «ЕКМО», 2009. – Вип. 1–2. – 252 с.

243. Сопруненко О. А. Вплив різних норм Хармоні 75 і Емістиму С на фотосинтетичну діяльність сої / Сопруненко О. А. // Зб. студентських наук. праць Уманського національного університету садівництва.– Умань, 2011.– С. 101-103.

244. Степанченко В. М. Вплив бактеріального препарату та регулятора росту рослин на продуктивність багаторічних трав / Степанченко В. М. // Наукові доповіді НУБіП. – 2011. – № 4.(26). – С. 1-8.

245. Сушкевич В. В. Влияние регуляторов роста на зерновую продуктивность желтого кормового люпина: Автореф. дис. на соискание ученой степени канд. с.-х. наук / В. В. Сушкевич. – Каунас, 1986. – 20 с.

246. Такунов И. П. Люпин в земледелии России / Такунов И. П. – Брянск: Придесенье, 1996. – 372 с.

247. Такунов И. П. Энергозберегающая роль люпина в современном сельскохозяйственном производстве / Такунов И. П. // Кормопроизводство. – Москва, 2001. – № 1. – С.3-7.

248. Танчик С. П. Технологія виробництва продукції рослинництва / [Танчик С. П., Дмитришок М. Я., Алімов Д. М. та ін.]. – К. : ВД Слово, 2009. – 346 с.

249. Таранухо В. Г. Совершенствование элементов интенсивной технологии возделывания люпина на семена: Автореф. дис. на соискание

ученої ступені канд. с.-х. наук. Беларус. с.-х. акад. / В. Г. Тарануха. – Горки, 1990. – 21 с.

250. Тараріко Ю. О. Формування сталих агроєкосистем / Ю. О. Тараріко. – К. : Аграрна наука, 2005. – 508 с.

251. Телекало Н. Вплив бактеріальних препаратів на польову схожість насіння гороху / Н. Телекало // Формування конкурентоспроможної економіки: теоретичні, методичні та практичні засади : мат. II міжнар. наук.-практ. інтернет-конф. (м. Тернопіль 21-22 бер. 2013 р.). – Тернопіль: Крок, 2013. – С. 55-56.

252. Терек О. И. Рост растений и физиологически активные вещества / Терек О. И.. – Киев: УМК ВО. – 1990. – 57 с.

253. Терек О. І. Ріст рослин: навч. посібник / Терек О. І. – Львів: Видавничий центр ЛНУ ім. Івана Франка, 2007. – 247 с.

254. Терек О. І. Розвиток вчення про ріст рослин у Західній Україні / Терек О. І. // Онтогенез рослин в природному та трансформованому середовищі : мат. міжнар. конф. (м. Львів 1-4 лип. 1998 р.). – Львів : Сполом, 1998. – С. 8-10.

255. Технологии применения регуляторов роста растений в земледелии / [Анишин Л. А., Пономаренко С. П., Жилкин В. О., Грицаенко З. М.] : Методическое пособие. – Межвед. науч-тех. центр «Агробиотех» НАНУ и МОН Украины. – 2006. – 32 с.

256. Технологічні карти та витрати на вирощування сільськогосподарських культур / [за ред. П. Т. Саблука, Д. І. Мазоренка, Г. Є. Мазнева]. – Х. : ХНТУСГ, 2004. – 307 с.

257. Технологія комплексного регулятора росту зернових культур «Біовітрекс» / [Драговоз І. В., Антонюк В. П., Волкогон М. В., Яворська В. К.] // Наука та інновації. – 2008. Т. 4. – № 3. – С. 32-42.

258. Тихонович И. А. Биопрепараты в сельском хозяйстве (Методология и практика использования микроорганизмов в растениеводстве

и кормопроизводстве) / Тихонович И. А., Круглов Ю. В. – М. : Россельхозакадемия, 2005. – 154 с.

259. Тищенко Д. Накопичення аскорбінової кислоти в плодах представників роду *Cotoneaster (Medic.) Bauhin (Rosaceae)* за умов міста / Д. Тищенко // Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. – 2009. – № 27. – С. 148-149.

260. Толкачов М. З. Раціональне використання симбіотичного азоту в сучасних агротехнологіях вирощування бобових культур / Толкачов М. З. // Агрохімія і ґрунтознавство. – Спец. вип. до VI з'їзду УТГА, у 3-х кн. Кн. 3. – Х., 2002. – С. 291-293.

261. Тrepачёв Е. П. Агрохимические аспекты биологического азота в современном земледелии / Тrepачёв Е. П. – М.: Агропрогресс, 1999. – 530с.

262. Тrepачёв Е. П. Значение биологического и минерального азота в проблеме белка / Тrepачёв Е. П. // Минеральный и биологический азот в земледелии СССР. – М.: Наука, 1985. – С. 27-37.

263. Тrepачёв Е. П. О некоторых аспектах симбиотической фиксации азота бобовыми культурами / Е. П. Тrepачёв // Агрохимия. – 1976. – № 1. – С. 138-147.

264. Троценко В. І. Стан та перспективи посівів люпину в північно-східній частині України / Троценко В. І., Паврик І. М., Северин Т. М. // Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Агрономія і біологія». № 4. – 2011. – С. 114-117.

265. Умаров М. М. Азотфиксация в биосфере и биотехнологический потенциал diaзотрофов / Умаров М. М. // Бюл. Моск. о-ва испыт. природы. Отд. биол. – 2007. – Прил. № 1. – С. 150-155.

266. Умаров М. М. Ассоциативная азотфиксация / Умаров М. М. – М. : Изд-во МГУ, 1986. – 136 с.

267. Утеуш Ю. А. Кормові ресурси флори України / Утеуш Ю. А., Лобас М. Г. – К. : Наукова думка, 1996. – 218 с.

268. Фартушняк А. Т. Досягнення по селекції кормових сортів люпину / Фартушняк А. Т. // Вісник ЦНЗ АПВ Харківської області. – 2009. – № 6. – С. 151-154.

269. Федорчак Ю. Т. Ефективність застосування мікробного препарату поліміксобактерин в умовах західного лісостепу України / Федорчак Ю. Т., Федоренко В. М. // Агроекологічний журнал. – 2010. – № 2. – С. 64-67.

270. Физиолого-биохимические особенности формирования устойчивости и продуктивности различных генотипов при воздействии регуляторами роста / [Деева В. П., Санько Н. В., Соловей К. И. и др.] // Біологічні науки і проблеми рослинництва: Зб. наук. праць Уманського держ. аграр. ун-ту. – Умань, 2003. – С. 20-25.

271. Фитогормоны в азотфиксирующих клубеньках бобовых растений / [Федорова Е. Э., Жизневская Г. Я., Альжаппарова Ж. К., Измайлов С. Ф.] // Физиология и биохимия культ. растений. – 1991. – 23, № 5. – С. 426-438.

272. Фізіологічні основи впливу інокулюючої композиції «Байкалу ЕМ-1У» та *Bradyrhizobium japonicum* на сою культурну (*Glycine max* (L.) Merr.) / [Русин О. І., Симанців В. Б., Турецька М. І. та ін.] // Актуальні проблеми дослідження доквілля : мат. IV Всеукр. наук. конф. з міжнар. участю для молодих вчених (м. Суми 19-21 трав. 2011 р.). – Суми : Вінниченко М. Д., 2011. – С. 282-286.

273. Фітофармакологія: підручник / [Євшенко М. Д., Марютін Ф. М., Туренко В. П. та ін.]; за ред. М. Д. Євтушенка, Ф. М. Марютіна. – К. : Вища школа, 2004. – 432 с.

274. Фомичев Е. Е. Влияние ризоторфина на продуктивность люцерны, клевера и гороха в условиях Томской области / Фомичев Е. Е., Козлова С. Е., Угай Т. Г. // Тр. ВНИИ с.-х. микробиологии. – 1987, – 57. – С. 50-56.

275. Фотосинтетическая деятельность растений в посевах / [Ничипорович А. А., Строганова Л. Е., Чмора С. Н., Власова М. П.]. – М. : Изд. АН СССР, 1961. – 136 с.

276. Фотосинтетична діяльність люпину вузьколистого в монопосівах та агроценозах в умовах Полісся України / [Петриченко В. Ф., Вишневська О. В., Тугуєва І. В., Фатнєв В. В.] // Корми і кормовиробництво. – 2010. – № 66. – С. 3-8.

277. Функціонування мікробних ценозів ґрунту в умовах антропогенного навантаження / [Андреюк К. І., Іутинська Г. О., Антипчук А. Ф. та ін.]. – К. : Обереги, 2001. – 240 с.

278. Ходаківська О. В. Напрями біологізації землеробства у кормовиробництві / Ходаківська О. В. // Економіка АПК. – 2010. – № 5. – С. 13-16.

279. Циганський В. І. Вплив на урожайність сумісного застосування інокуляції насіння гороху фосформобілізувальними та азотфіксувальними біопрепаратами з фоном мінерального живлення / Циганський В. І. // Мікробіологія в сучасному сільськогосподарському виробництві : мат. VIII наук. конф. молодих вчених (м. Чернігів 25-27 вер. 2012 р). – Чернігів : ЦНП, 2012. – С. 75-77.

280. Червен І. І. Енергетичний фактор в оцінці ефективності використання земель / Червен І. І., Порудєєва Т. В. // Вісник аграрної науки Причорномор'я. – 2008. – Вип. 3, т.2. – С.5-11.

281. Шевелуха В. С. Периодичность роста сельскохозяйственных растений и пути ее регулирования / Шевелуха В. С. – Минск: Ураджай, 1977. – 424 с.

282. Шевчук В. К. Біостимулятори – проти хвороб / Шевчук В. К., Дорошенко О. Л. // Захист рослин. – 2000. – № 9. – С. 7.

283. Шерстобоева О. В. Вирощування конюшини за використанням мікробних препаратів / Шерстобоева О. В., Коваленко Т. М. // Збірник

наукових праць ННЦ «Інститут землеробства УААН» (спецвипуск). – К.: ЕКМО, 2006. – С. 235-237.

284. Шильникова В. К. Влияние гетероауксина на инокуляцию и симбиотическую азотфиксацию бобовых / Шильникова В. К., Гажев В. Д. // Сельскохозяйственная биология. – 1964. – 4, № 2. – С. 255-260.

285. Шлапунов В. Н. Полевое кормопроизводство / Шлапунов В. Н. – Изд. 2 доп. і перераб. – Минск: Ураджай, 1991. – 288 с.

286. Шутов Г. К. Регуляция обмена веществ созревающего растения люпина / Шутов Г. К. // Физиол.-биохим. основы регулирования роста и обмена веществ растений. – Минск: Наука и техника, 1981. – С. 135-141.

287. Экспрессия генов при стимулированом регуляторами росте и развитии растений. Монография «Биорегуляция микробно-растительных систем» / [Цыганкова В. А., Галкин А. П., Галкина Л. А. и др.]; ред. Г. А. Иутинская и С. П. Пономаренко // – К.: Ничлава, 2010. – С. 291-332.

288. Юркевич Є. О. Вплив сівозмін на ураження хворобами та пошкодження шкідниками посівів зернобобових культур / Юркевич Є. О., Шишков І. Д., Кириленко В. М. // Аграрний вісник Причорномор'я. – 2012. – № 61. – С. 77-83.

289. Як уникнути антракнозу: Умілий захист насінницьких посівів люпину від хвороб гарантує високу якість посівного матеріалу / Кекух В. Ф. [та ін.] // Насінництво : Наук.-виробничий журнал. – 2008. – №3. – С. 13-16.

290. Яригіна Н. Я. Вплив біологічної фіксації на азотний режим лучночорноземного ґрунту / Яригіна Н. Я., Пасічник Н. А., Грищенко О. В. // Збірник наукових праць ННЦ «Інститут землеробства УААН» (спецвипуск). – К.: ЕКМО, 2006. – С. 207-211.

291. Ali S. Leaf and nodule senescence in chickpea (*Cicer arietinum* L.) and the role of plant growth regulators / S. Ali, A. Bano // Pakistan. J. Bot. – 2008. – 40 (6). – P. 2481-2492.

292. Billington D.C. Biosynthesis of ethylene from methionine. Isolation of the putative intermediate 4-methylthio-2-oxobutanoate from culture fluids of

bacteria and fungi / Billington D. C. Golding B.T., Primrose S. B. // *Biochem. J.* – 1979. – 182. – P. 827-836.

293. Bioactive compounds in foods: their role in the prevention of cardiovascular disease and cancer / [Kris-Etherton P. M., Hecker K. D., Bonanome A. et al.] // *Am. J. Med.* – 2002. Vol. 113. – P. 71-88.

294. Birk V. Antinutritional factor (ANFS) in lupin and in other legume seeds: pros und cons (Proceedinga) / V. Birk // VII International Lupin Conference, April 18-23, 1993. – Evora, Portugal. – P.424-429.

295. Bloemberg G.V. Molecular basis of plant growth promotion and biocontrol by rhizobacteria / G.V. Bloemberg, B. J. Lugtenberg // *Cur. Opin. Plant Biol.* – 2001. – V. 4. – P. 343-350.

296. Cooper J. B. Morphogenetic rescue of *Rhizobium meliloti* nodulation mutants by trans-zeatin secretion / J. B. Cooper, S. R. Long // *Plant Cell.* – 1994. – 6. – P. 215-225.

297. Dangar T. K. Studies on plant growth substances, LAA metabolism and nitrogenase activity in root nodules of *Phaseolus aureus* Roxb. var. Mungo / T. K. Dangar, P. S. Basu // *Ibid.* – 1987. – 29, N 5. – P. 350-355.

298. Dangar T. K. Seasonal changes and metabolism of plant hormones in root nodules of *Lens* sp. / T. K. Dangar, P. S. Basu. – *II Biol, plant.* – 1984. – 26. – P. 253-259.

299. Dullaart J. A. The bioproduction of indole-3-acetic acid and related composunds in root nodules and roots of *Lupinus luteus* L. and by its Rhizobial simbiot / J. A. Dullaart // *Acta Bot. Nearl.* – 1970. – Vol. 19, № 5. – P. 573-575.

300. Ethylene prevents nodulation of *Vicia sativa* ssp. *nigra* by exopolysaccharide-deficient mutants of *Rhizobium leguminosarum* bv. *viciae* [van Workum W. A. T., van Brussel A. A. N., Tak T. et al.] // *Mol. Plant-Microbe Interact.* – 1995. – 8. – P. 278-285.

301. Gene expression under regulators' stimulation of plant growth and development / [Tsygankova V. A., Galkin A. P., Galkina L. O. et al.]: Monograph

«New plant growth regulators: basic research and technologies of application» / ed. S. P. Ponomarenko, H.O. Iutynska. – K. : Nichlava, 2011. – P. 94-152.

302. Golovchenko V. I. Processing technology of ecologically clear pectin-protein products («LUVIT») with enterosorption. Abstracts. / V. I. Golovchenko, V. F. Saiko // VII International Lupin Conference, April 18-23, 1993. – Evora, Portugal. – P. 4-7.

303. Guinel F. C. A model for the development of the rhizobial and arbuscular mycorrhizal symbioses in legumes and its use to understand the roles of ethylene in the establishment in these two symbioses / F. C. Guinel, R. D. Geil // Can J. Bot. – 2002. – 80. – P. 695-720.

304. Hardy R.W. The acetylene-ethylene assay for N² fixation: laboratory and field evaluation / [Hardy R.W., Holsten R. D., Jackson E. K., Burns R. S.] // Plant Physiol. – 1968. – 43, №8. – P. 1185-1207.

305. Host small RNAs are big contributors to plant innate immunity : Curr. Opinion Plant Biol / [Padmanabhan Ch., Zhang X., Jin H. et al.]. – 2009. – V. 12. – P. 465-472.

306. Insights into the regulation of nitrogen fixation in pea nodules : lessons from drought, abscisic acid and increased photoassimilate availability / [Gonzalez E., Galvez L., Royuela M. et al.] // Agronomic. – 2001. – 21. – P. 607-613.

307. Jigna P. Preliminary screening of some folklore medicinal plants from western India for potential antimicrobial activity / P. Jigna, N. Rathish, C. Sumitra // Indian J. Pharmacol. – 2005. – № 37. – P. 408-409.

308. Kurlovich B. S. Lupins. Geography, classification, genetic resources and breeding / B. S. Kurlovich. – St.Petersburg: Intan, 2002. – 468 p.

309. Lee K. H. Ethylene as a possible mediator of light- and nitrate-induced inhibition of nodulation of *Pisum sativum* L. cv Sparkle / Lee K. H., LaRue T. A. // Plant Physiol. – 1992. – 100. – P. 1334-1338.

310. Libbenga K.P. Initial proliferation of Cortical cells in the formation of root nodules in *Pisum sativum* L. / Libbenga K. P., Harkes P. A. // *Planta*. – 1973. – 114. – P. 17-29.

311. Ligeró F. Evolution of ethylene from roots of *Medicago sativa* plants inoculated with *Rhizobium meliloti* / Ligeró F., Lluch C., Olivares J. // *J. Plant Physiol.* – 1986. – 125, N 3/4. – P. 361-365.

312. Lorteau M. A. Effects of cytokinin on ethylene production and nodulation in pea (*Pisum sativum*) cv. Sparkle / Lorteau M. A., Ferguson B. J., Guinel F. C. // *Physiol, plant.* 2001. – 112. – P. 421-428.

313. Maier R. J. Ineffective and non-nodulating mutant strains of *Rhizobium japonicum* / R. J. Maier, W. J. Brill // *J. Bacteriol.* – 1976. – Vol. 127. – № 2. – P. 763-769.

314. Mamenko P. N. Lectin and nitrogen fixation activity changes of root nodules of lupine, inoculated with *Bradyrhizobium sp.* (*Lupinus*) strains of various activity / P. N. Mamenko, S. M. Malichenko // 20th Intern. Lectin Meeting «Interlec 20»: Abstr. – Copenhagen, 2002. – P. 108.

315. Mamenko P. The influence of soybean seeds treatment with exogenous homologous lectin on the vegetative mass growth. Nitrogen fixation activity and yield / Mamenko P., Beregovenko S., Kots S. // XXXII Annual Meeting and International Union of Radioecology Working Group Soil-to-Plant Transfer Annual Meeting: Book of Abstracts and Plenary Lectures. – Warsaw, Poland, 2002. – P. 91.

316. Murphy A. Regulation of auxin transport by aminopeptidases and endogenous flavonoids / Murphy A., Peer W. A., Taiz L. // *Planta*. – 2000. – 211. – P. 315-324.

317. Nareckova H. Biologická fixace dusíku jeji vyzniti / Nareckova H. // UVTIZ Itudyni infortace Praha. – 1983. – № 3. – P. 47.

318. Nod factors and cytokinins induce similar cortical cell division, amyloplasts deposition and MsENOD 12A expression patterns in alfalfa roots / [Bauer P., Ratet P., Crespi M. D. et al.] // *Plant J.* – 1996. – 10. – P. 91-105.

319. Paranodules and colonization of wheat roots by phytohormone producing bacteria in soil / [Narula N., Deubel A., Gans W. et al.] // *Plant Soil Environ.* – 2006. – V. 52, № 3. – P. 119-129.

320. Park E. J. Botanical's in cancer chemoprevention / E. J. Park, J. M. Pezzuto // *Cancer Metastasis Rev.* – 2002. – Vol. 21. – P. 231-255.

321. Pate J. S. Herridge partitioning and utilization of net photosynthate in a nodulated annual legume / J. S. Pate // *J. Exper. Botany.* – 1978. – 29, № 109. – P.401-402.

322. Phosphorylation-dependent regulation of septin dynamics during the cell cycle / [Dobbelaere J., Gentry M., Hallberg R., Barral Y.] // *Dev. Cell.* – 2003. – V. 4. – P. 345-357.

323. Promotive effects of 5-aminolevulinic acid on the yield of several crops [Hotta Y., Tanaka T., Takaoka H. et al.] // *Plant Growth Regulation.* – 1997. – №6. – P. 109-114.

324. Properties of polysaccharide produced by *Azotobacter vinelandii* cultured on 4 hydroxybenzoic acid / [Vargas-Garcia M., Lopez M., Elorrieta M. et al.] // *J. Appl. Microbiol.* – 2003. – V. 94, № 3. – P. 388-395.

325. Pyda Svitlana Efficiency of inoculation of Lupin by Bradyrhizobium strains in the Western Podillya region of the Ukraine / Pyda Svitlana // *Proceedings of the 9th International Lupin Conference, Klink / Muritz Germany, 20-24 June 1999.* – USA: Alabama Agric. Expt. Stn. and Auburn University, 2000. – P. 258-260.

326. Response of chickpea to plant growth regulators on nitrogen fixation and yield / [Fatima Z., Bano A., Sial R., Aslam M.] // *Pakistan J. Bot.* – 2008. – 40 (5). – P. 2005-2013.

327. *Rhizobiaceae*; под ред. Германа Спайка, Адама Кондороши, Пауля Хукаса; перевод под ред. И. А. Тихоновича, Н. А. Прохорова. – Санкт-Петербург, 2002. – 567 с.

328. Rigaud J. La biosynthese de L'acide indolyl-3-acetique et de l'indolyl-3-acttaldehyde cher Rhizobium / J. Rigaud // *Physiol. plantarum.* – 1970. – Vol. 23. – P. 171-179.

329. Saastamoinen M. Effects of environmental factors on grain yield and quality of oats (*Avena sativa* L.) cultivated in Finland / M. Saastamoinen // *Acta Agriculturae Scandinavica.* – Plant Soil Science, Volume 48. – 1998. – Volume 48. – P. 129-137.

330. Sachs J. Handbuch der Experimental Physiologie der Pflanzen / J. Sachs. – Lpz., Engelmann, 1865. – 187 p.

331. Scheer H. Chlorophylls and carotenoids in: *Encyclopedia of Biological Chemistry* / H. Scheer. – 2004. – P. 430-437.

332. Signal involved in nodulation and nitrogen fixation / [Lugtenberg B. J., Blomberg G. U., Van Brussel A. A. et al.] // *Nitrogen fixation: fundamentals and applications* ; eds I. A. Tikhonovich. – Dordrecht: Kluwer Acad. Publ., 1995. – P. 37-48.

333. Soetan K.O. Pharmacological and other beneficial effects of antinutritional factors in plants – a review. / K.O. Soetan // *African J. of Biotech.* – 2008. – Vol. 7(25). – P 4713-4721.

334. Stevenson G. Mechanisms by which N is added to soil nature / Stevenson G. // *Nitrogen in agricultural soil agronomy.* – 1992. – №22. – P. 11-20.

335. Stikic R. Effect of drought, nitrogen deficiency and ABA on maize leaf growth. *11th Congress of the Federation of European Societies of Plant Physiology*, (Varna, 7-11 Sept. 1998 y.) / Stikic R., Jovanovic Z., Davies W. // *Bulg. J. Plant Physiol.* – 1998. – Spec, issue. – P. 228.

336. Strommer Josef. Stickstofffixierung / Strommer Josef. // *Forderungs-Lienst*, 1991. – 39, №5. – P. 148-149.

337. Sturz A.V. Bacterial endophytes: potential role in developing sustainable systems of crop production / Sturz A.V., Christie B. R., Nowak J. // *Crit. Rev. Plant Sci.* – 2000. – V. 19. – P. 1-30.

338. Sukanuma N. Enhanced production of ethylene by soybean roots after inoculation with *Bradyrhizobium japonicum* / Sukanuma N., Yamauchi H., Yamamoto K. // *Plant Sci.* – 1995. – 111. – P. 163-168.

339. Sutton W. D. Nodule development and senescence / Sutton W. D.; eds W. J. Broughton // *Nitrogen fixation.* – Oxford: Clarendon Press, 1983. – Vol. 3. Legumes. – P. 144-212.

340. The role of hormones and gradients in the initiation of cortex proliferation and nodule formation in *Pisum sativum* L. / [Libbenga K. P., van Iren F., Bogers R. J., Schraad-Lamers M. F.] // *Ibid.* – P. 29-39.

341. Third International Symposium on microalgae and seaweed products in agriculture. – 2006. – Mosonmagyaróvár, Hungary, – Book of abstracts. – 59 p.

342. Тп 5-мутанти *Bradyrhizobium japonicum* 646 – можливі біологічні компоненти бактеріальних добрив під сою / [Коць С. Я., Даценко В. К., Маліченко С. М., Василюк В. М.] // *Екологія: наука, освіта, природоохоронна діяльність: Мат. міжнар. наук.-практ. конф., присвяченої 15-річчю науково-дослідної лабораторії «Екологія і освіта»* – К. : Наук. світ, 2007. – С. 35-36.

343. Torrey J.G. Endogenous and exogenous influences on the regulation of lateral root formation // *New root formation in plants and cuttings* / J. G. Torrey; eds. M. B. Jackson. – Dordrecht: Martinus Nijhoff Publ., 1986. – P. 31-66.

344. Trease G. E. *Text Book of Pharmacognosy* / G. E. Trease, W. C. Evans. – [16th Edn.]. – London : Elsevier Health Science, 2009. – 616 p.

345. Two classes of short interfering RNA in RNA silencing: *EMBO Journal* / [Hamilton A., Voinnet O., Chappell L. et al]. – 2002. – V. 21, № 17. – P. 4671-4679.

346. Use of *Pseudomonas fluorescens*-based formulations for management of tomato spotted wilt virus (TSWV) and enhanced yield in tomato / [Kandan A., Ramiah M., Vasanthi V. et al.] // *Biocontrol science and technology.* – 2005. – Vol. 15(6). – P. 553-569.

347. Utilization of the metal-cyano complex tetracyanonickelate by *Azotobacter vinelandii* / [Kao C. M., Li S. H., Chen Y. L., Chen S. S.] // *Lett. Appl. Microbiol.* – 2005. – V. 41, № 2. – P. 216-220.

348. Vance C. P. Symbiotic nitrogen fixation and phosphorous acquisition. Plant nutrition in the world of declining renewable resources / C. P. Vance // *Plant Physiology.* – 2001. – № 127. – P 390-397.

349. Wang K. L-C. Ethylene biosynthesis and signalling networks / Wang K. L-C., Li S. H., Ecker J. R. // *Plant Cell.* –14. – 2002. – P. 131-151.

350. Weber E. Erläuterungen zu den BBCH – Dezimal – Codes für die Entwicklungsstadien von Mais, Raps, Faba – Bohne, Sonnenblume und Erbse – mit Abbildungen / E. Weber, H. Bleiholder // *Gesunde Pflanzen.* – 1990. – Vol. 42. – P. 308-321.

351. Welbaum G. E. Managing soil microorganisms to improve productivity of agro-ecosystems / [Welbaum G. E., Sturz A. V., Dong Z., Nowak J.] // *Crit. Rev. Plant Sci.* – 2004. – V. 23. – P. 175-193.

352. Whipps J. M. Microbial interactions and biocontrol in the rhizosphere / J. M. Whipps // *J. Exp. Bot.* – 2001. – V. 52. – P. 487-511.

353. Wink M. Lupinen 1991 – Forschung, Anbau und Verwertung / Wink M. // *Lupinen 1991 – Forschung, Anbau und Verwertung* // Universität Heidelberg, 1992. – P. 2.

АКТ

про впровадження наукових досліджень, представлених у дисертаційній роботі Тригуби Олени Василівни «Функціонування симбіотичної системи люпин – *Bradyrhizobium sp. (Lupinus)* за сумісного застосування ризобіофіту та рістрегуляторів»

Ми, що нижче підписалися, Фізична особа – підприємець Радивилівського району Рівненської області Козак Ю. І. з одного боку і здобувач, викладач Кременецького педагогічного коледжу Кременецької обласної гуманітарно-педагогічної академії імені Тараса Шевченка Тригуба О. В. з другого боку склали цей акт про впровадження завершеної наукової розробки «Функціонування симбіотичної системи люпин – *Bradyrhizobium sp. (Lupinus)* за сумісного застосування ризобіофіту та рістрегуляторів».

Результати наукової розробки було впроваджено у виробництво на сірому лісовому ґрунті із застосуванням регулятора росту Регоплант та ризобіофіту штаму 367а.

Досліджувана культура – люпин білий сорту Діета.

Термін впровадження: 2014 р.

Обсяг впровадження: 5 га.

Результати, які характеризують ефективність розробки:

- 1) урожайність насіння в контролі (без обробки регулятором росту) 17,7 ц/га;
- 2) у результаті передпосівної обробки насіння люпину комплексом ризобіофіту, штаму 367а + РРР Регоплант 23,1 ц/га;
- 3) приріст урожайності зерна порівняно з контролем становив відповідно 5,4 ц/га.
- 4) рівень рентабельності при застосуванні ризобіофіту, штаму 367а та РРР Регоплант становив 77,8 %.

Результати впровадження підтверджують дані, отримані здобувачем в умовах довготривалого стаціонарного дослідження, проведеного в Кременецькому ботанічному саду, що дає можливість рекомендувати комплекси регулятора росту з ризобіофітом для впровадження у виробництво в умовах Західного Лісостепу України.



Здобувач, викладач Кременецького педагогічного коледжу
КОГПА імені Тараса Шевченка

Козак Ю. І.

Тригуба О. В.

АКТ

про впровадження наукових досліджень, представлених у дисертаційній роботі Тригуби Олени Василівни «Функціонування симбіотичної системи люпин – *Bradyrhizobium sp. (Lupinus)* за сумісного застосування ризобофіту та рістрегуляторів»

Ми, що нижче підписалися, Фізична особа – підприємець Радивилівського району Рівненської області Козак Ю. І. з одного боку і здобувач, викладач Кременецького педагогічного коледжу Кременецької обласної гуманітарно-педагогічної академії імені Тараса Шевченка Тригуба О. В. з другого боку склали цей акт про впровадження завершеної наукової розробки «Функціонування симбіотичної системи люпин – *Bradyrhizobium sp. (Lupinus)* за сумісного застосування ризобофіту та рістрегуляторів».

Результати наукової розробки було впроваджено у виробництво на сірому лісовому ґрунті із застосуванням регулятора росту Регоплант та ризобофіту штаму 367а.

Досліджувана культура – люпин білий сорту Серпневий.

Термін впровадження: 2014 р.

Обсяг впровадження: 5 га.

Результати, які характеризують ефективність розробки:

- 1) урожайність насіння в контролі (без обробки регулятором росту) 16,5 ц/га;
- 2) у результаті передпосівної обробки насіння люпину комплексом ризобофіту, штаму 367а + РРР Регоплант 20,6 ц/га;
- 3) приріст урожайності зерна порівняно з контролем становив відповідно 4,1 ц/га.
- 4) рівень рентабельності при застосуванні ризобофіту, штаму 367а та РРР Регоплант становив 59,5 %.

Результати впровадження підтверджують дані, отримані здобувачем в умовах довготривалого стаціонарного дослідження, проведеного в Кременецькому ботанічному саду, що дає можливість рекомендувати комплекси регулятора росту з ризобофітом для впровадження у виробництво в умовах Західного Лісостепу України.



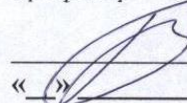
Козак Ю. І.


Здобувач, викладач Кременецького педагогічного коледжу
КОГПА імені Тараса Шевченка

Тригуба О. В.

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Проректор з наукової роботи та міжнародного співробітництва
Тернопільського національного педагогічного університету імені
Володимира Гнатюка д.філос.н.
професор

«»
Б.Б. Буяк
2015 р.
12 25 44

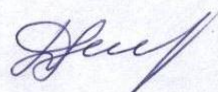


АКТ

**про впровадження результатів наукових досліджень у навчальний процес
Тернопільського національного педагогічного університету
імені Володимира Гнатюка**

Основні положення, висновки і практичні рекомендації дисертаційної роботи здобувача кафедри ботаніки та зоології Тригуби Олени Василівни на тему «Функціонування симбіотичної системи люпин – *Bradyrhizobium sp.* (Lupinus) за сумісного застосування ризобіфіту та рістрегуляторів», яка представляється до захисту на здобуття наукового ступеня кандидата сільськогосподарських наук за спеціальністю 03.00.12 – фізіологія рослин впроваджено на кафедрі ботаніки та зоології хіміко-біологічного факультету у викладанні дисциплін «Фізіологія рослин» і «Живлення та продуктивність рослин».

Декан хіміко-біологічного факультету,
доктор біологічних наук, професор



Н.М. Дробик

Завідувач кафедри ботаніки та зоології
доктор сільськогосподарських наук, професор



С.В. Пид

ДОДАТОК Г

Кореляційні зв'язки між фізіологічними показниками в онтогенезі люпину білого сорту Дієта
варіант 1 (контроль, без застосування препаратів)

Показники	d листіків	кількість листіків	S листі- ків	ЧПФ	ФП	m бульб.	ЗАА	вугле- води	С	Р	орг. кисл.	пігменти	вміст олії	урожай зеленої маси	урожай насіння
d листків	1	0,998	0,926	0,980	0,952	-0,620	0,071	-0,981	0,516	0,998	-0,194	0,895	-0,946	0,968	-0,051
кількість листіків	0,989	1	0,956	0,957	0,923	0,888	0,161	-0,988	0,430	0,987	-0,278	0,870	0,778	0,973	-0,0004
S листків	0,916	0,956	1	0,838	0,797	-0,361	0,439	-0,941	0,176	0,900	-0,540	0,719	0,908	0,949	0,021
ЧПФ	0,962	0,979	0,838	1	0,989	-0,749	-0,094	-0,985	0,671	0,990	-0,038	0,904	0,566	0,939	0,181
ФП	0,916	0,945	0,794	0,986	1	-0,829	-0,112	-0,995	0,720	0,965	-0,030	0,842	0,484	0,934	0,320
m бульб.	0,803	0,848	0,837	0,878	0,917	1	0,216	0,944	0,496	0,871	-0,362	0,596	0,550	0,955	0,534
ЗАА	0,047	0,043	0,439	-0,094	-0,112	0,415	1	0,018	-0,738	0,014	-0,988	-0,272	0,646	0,244	0,024
вуглеводи	-0,925	-0,954	-0,843	-0,985	-0,995	0,797	0,018	1	-0,655	-0,971	0,124	-0,820	-0,546	-0,962	-0,328
С	0,482	0,520	0,163	0,671	0,720	-0,906	-0,738	-0,655	1	0,565	0,626	0,619	-0,225	0,427	0,387
Р	0,988	0,997	0,900	0,990	0,965	-0,656	0,014	-0,971	0,565	1	-0,139	0,907	0,673	0,959	0,099
орг. кисл.	-0,158	-0,163	-0,540	-0,038	-0,030	-0,272	-0,988	0,124	0,626	-0,139	1	0,181	-0,690	-0,375	-0,123
пігменти	0,932	0,916	0,719	0,904	0,842	-0,526	-0,272	-0,820	0,619	0,907	0,181	1	0,544	0,755	-0,221
вміст олії	0,742	0,714	0,908	0,566	0,484	0,061	0,646	-0,546	-0,225	0,673	-0,690	0,544	1	0,732	-0,290
урожай зеленої маси	0,932	0,954	0,949	0,939	0,934	-0,633	0,244	-0,962	0,427	0,959	-0,375	0,755	0,732	1	0,261
урожай насіння	-0,046	0,039	0,021	0,181	0,320	-0,675	0,024	-0,328	0,387	0,099	-0,123	-0,221	-0,290	0,261	1

ДОДАТОК Д

Кореляційні зв'язки між фізіологічними показниками в онтогенезі люпину білого сорту Дієта
варіант 2 (ризобіфіт, штам 367 а)

Показники	d листіків	кількість листіків	S листіків	ЧПФ	ФП	m бульб.	ЗАА	вугле- води	С	Р	орг. кисл.	пігменти	вміст олії	урожай зеленої маси	урожай насіння
d листків	1	0,981	0,924	0,950	0,841	0,949	0,073	-0,985	0,661	-0,185	-0,374	0,953	-0,637	0,921	-0,339
кількість листіків	0,980	1	0,980	0,890	0,779	0,918	0,229	-0,950	0,584	0,044	0,545	0,881	-0,639	0,958	-0,266
S листків	0,924	0,980	1	0,803	0,706	0,865	0,402	0,884	0,511	0,071	-0,696	0,778	-0,584	0,971	-0,145
ЧПФ	0,950	0,890	0,803	1	0,957	0,982	0,003	-0,987	0,847	-0,480	-0,144	0,992	-0,427	0,867	-0,216
ФП	0,841	0,779	0,706	0,957	1	0,963	0,133	-0,920	0,961	-0,653	-0,084	0,919	-0,148	0,833	0,051
m бульб.	0,949	0,918	0,865	0,982	0,963	1	0,188	-0,985	0,856	-0,429	-0,290	0,954	0,363	0,936	-0,075
ЗАА	0,073	0,229	0,402	0,003	0,133	0,188	1	-0,081	0,144	0,199	-0,783	-0,107	0,325	0,451	0,753
вуглеводи	-0,985	-0,950	-0,884	-0,987	-0,920	0,985	-0,081	1	-0,778	0,342	0,286	-0,979	0,510	-0,921	0,238
С	0,661	0,584	0,511	0,847	0,961	0,858	0,144	-0,778	1	-0,815	0,075	0,794	0,115	0,689	0,240
Р	-0,185	0,044	0,071	-0,480	-0,653	-0,429	0,199	0,342	-0,815	1	-0,604	-0,447	-0,449	-0,142	-0,273
орг. кисл.	-0,374	-0,545	-0,696	-0,144	-0,084	-0,290	-0,783	0,286	0,075	-0,604	1	-0,092	0,316	-0,606	-0,184
пігменти	0,953	0,881	0,778	0,992	0,919	0,954	-0,107	-0,979	0,794	-0,447	-0,092	1	-0,509	0,823	-0,334
вміст олії	-0,637	-0,639	-0,584	-0,427	-0,148	-0,363	0,325	0,510	0,115	-0,449	0,316	-0,509	1	-0,405	0,861
урожай зеленої маси	0,921	0,958	0,971	0,867	0,833	0,963	0,451	-0,921	0,689	-0,143	-0,606	0,823	-0,405	1	0,017
урожай насіння	-0,339	-0,266	-0,145	-0,216	0,051	-0,075	0,753	0,238	0,240	-0,273	-0,184	-0,334	0,861	0,017	1

ДОДАТОК Е

Кореляційні зв'язки між фізіологічними показниками в онтогенезі люпину білого сорту Діета
варіант 3 (ризобофіт, штам 5500/4)

Показники	d листоків	кількість листоків	S листоків	ЧПФ	ФП	m бульб.	ЗАА	вугле- води	С	Р	орг. кисл.	пігмен- ти	вміст олії	урожай зеленої маси	урожай насіння
d листків	1	0,987	0,961	0,960	0,827	0,702	0,087	-0,999	0,380	0,186	-0,144	0,144	-0,160	0,940	0,527
кількість листоків	0,987	1	0,992	0,923	0,781	0,668	0,218	-0,993	0,244	0,239	-0,298	0,115	-0,149	0,927	0,431
S листків	0,961	0,992	1	0,869	0,709	0,598	0,284	-0,971	0,120	0,318	-0,409	-0,109	-0,092	0,969	0,322
ЧПФ	0,960	0,923	0,869	1	0,949	0,861	0,083	-0,953	0,587	-0,089	0,023	0,477	-0,392	0,907	0,741
ФП	0,827	0,781	0,709	0,949	1	0,973	0,163	-0,819	0,711	-0,396	0,127	0,625	-0,650	0,817	0,890
m бульб.	0,702	0,668	0,598	0,861	0,973	1	0,304	-0,697	0,683	-0,561	0,089	0,612	-0,804	0,754	0,909
ЗАА	0,087	0,218	0,284	0,083	0,163	0,304	1	-0,124	-0,437	-0,191	-0,826	-0,473	-0,507	0,420	-0,080
вуглеводи	-0,999	-0,993	-0,971	-0,953	-0,819	-0,697	-0,124	1	-0,346	-0,198	0,185	-0,220	0,161	-0,952	-0,504
С	0,380	0,244	0,120	0,587	0,711	0,683	-0,437	-0,346	1	-0,593	0,784	0,841	-0,501	0,085	0,928
Р	0,186	0,239	0,318	-0,089	-0,396	-0,561	-0,191	-0,198	-0,593	1	-0,414	-0,414	0,893	0,089	-0,681
орг. кисл.	-0,144	-0,144	-0,409	0,023	0,127	0,089	-0,812	0,185	0,784	-0,414	1	0,841	-0,072	-0,399	0,511
пігменти	-0,144	-0,288	-0,409	-0,023	0,127	0,089	-0,812	0,185	0,784	-0,414	0,841	1	-0,072	-0,399	0,511
вміст олії	-0,160	-0,149	0,092	-0,392	-0,650	-0,804	-0,507	0,161	-0,505	0,839	-0,072	-0,072	1	-0,331	-0,738
урожай зеленої маси	0,940	0,972	0,969	0,907	0,817	0,754	0,420	-0,952	0,209	0,089	-0,399	0,399	-0,331	1	0,465
урожай насіння	0,527	0,431	0,322	0,741	0,890	0,909	-0,080	-0,504	0,298	-0,681	0,511	0,51	0,738	0,465	1

ДОДАТОК Ж

Кореляційні зв'язки між фізіологічними показниками в онтогенезі люпину білого сорту Діета
варіант 4 (РРР Реґоплант)

Показники	d листіків	кількість листіків	S листіків	ЧПФ	ФП	m бульб.	ЗАА	вугле- води	С	Р	орг. кисл.	пігменти	вміст олії	урожай зеленої маси	урожай насіння
d листків	1	0,991	0,985	0,964	0,788	0,950	0,442	-0,996	0,719	0,495	-0,184	0,740	-0,766	0,954	0,348
кількість листіків	0,990	1	0,969	0,985	0,787	0,936	0,314	-0,996	0,720	0,477	-0,052	0,774	-0,702	0,905	0,340
S листків	0,985	0,969	1	0,916	0,677	0,890	0,490	-0,972	0,596	0,630	-0,272	0,618	-0,855	0,946	0,196
ЧПФ	0,964	0,985	0,916	1	0,863	0,956	0,2274	-0,983	0,810	0,327	0,064	0,869	-0,576	0,868	0,470
ФП	0,788	0,787	0,677	0,863	1	0,936	0,2771	-0,815	0,994	-0,143	0,058	0,967	-0,284	0,779	0,847
m бульб.	0,950	0,936	0,890	0,956	0,936	1	0,438	-0,958	0,895	0,208	-0,129	0,878	-0,592	0,938	0,620
ЗАА	0,442	0,314	0,490	0,227	0,277	0,438	1	-0,376	0,235	0,344	-0,942	0,033	-0,732	0,679	0,139
вуглеводи	0,442	-0,996	-0,972	-0,983	-0,815	-0,958	-0,376	1	-0,750	-0,450	0,107	-0,783	0,714	-0,934	-0,385
С	0,719	0,720	0,596	0,810	0,994	0,895	0,235	-0,750	1	-0,246	0,100	0,966	-0,188	0,715	0,897
Р	0,495	0,477	0,630	0,327	-0,143	0,208	0,344	-0,450	-0,246	1	-0,405	-0,182	-0,842	0,444	-0,633
орг. кисл.	-0,184	-0,052	-0,272	0,064	0,058	-0,129	-0,942	0,107	0,100	-0,405	1	0,301	0,661	-0,434	0,147
пігменти	0,740	0,774	0,618	0,869	0,967	0,878	0,033	-0,783	0,966	-0,182	0,301	1	-0,148	0,659	0,813
вміст олії	-0,766	-0,702	-0,855	-0,576	-0,284	-0,592	-0,732	0,714	-0,188	-0,842	0,661	-0,148	1	-0,820	0,178
урожай зеленої маси	0,954	0,905	0,946	0,868	0,779	0,938	0,679	-0,934	0,715	0,444	-0,434	0,659	-0,820	1	0,403
урожай насіння	0,348	0,340	0,196	0,470	0,847	0,620	0,139	-0,385	0,897	-0,633	0,147	0,813	0,178	0,404	1

ДОДАТОКИ

Кореляційні зв'язки між фізіологічними показниками в онтогенезі люпину білого сорту Діета
варіант 5 (РРР Стимпо)

Показники	d листіків	кількість листіків	S листіків	ЧПФ	ФП	m бульб.	ЗАА	вуглеводи	С	Р	орг. кисл.	пігменти	вміст олії	урожай зеленої маси	урожай насіння
d листків	1	0,999	0,984	0,085	0,765	0,645	0,193	-0,9990	0,355	0,288	-0,008	0,687	0,582	0,9581	0,185
кількість листіків	0,999	1	0,987	0,846	0,761	0,641	0,210	-0,9994	0,339	0,291	-0,028	0,673	0,568	0,9588	0,181
S листків	0,984	0,987	1	0,776	0,686	0,564	0,308	-0,987	0,192	0,362	-0,181	0,549	0,474	0,936	0,106
ЧПФ	0,851	0,846	0,776	1	0,988	0,945	0,212	0,212	0,717	-0,243	0,270	0,842	0,464	0,940	0,654
ФП	0,765	0,761	0,686	0,988	1	0,983	0,257	0,257	0,753	-0,388	0,288	0,812	0,365	0,894	0,762
m бульб.	0,645	0,641	0,564	0,945	0,983	1	0,312	-0,661	0,765	-0,543	0,290	0,747	0,232	0,817	0,865
ЗАА	0,193	0,210	0,308	0,212	0,257	0,312	1	-0,234	-0,345	-0,243	-0,782	-0,346	-0,684	0,362	0,374
вуглеводи	-0,999	-0,999	-0,987	-0,858	-0,776	-0,661	-0,234	1	-0,347	-0,264	0,034	-0,673	-0,548	-0,967	-0,209
С	0,355	0,339	0,192	0,717	0,753	0,765	-0,345	-0,347	1	-0,525	0,837	0,898	0,563	0,450	0,686
Р	0,288	0,291	0,362	-0,243	-0,388	-0,543	-0,243	-0,264	-0,525	1	-0,308	-0,14	0,401	0,018	-0,887
орг. кисл.	-0,008	-0,028	-0,181	0,270	0,288	0,290	-0,782	0,034	0,837	-0,308	1	0,708	0,651	-0,016	0,279
пігменти	0,687	0,673	0,549	0,842	0,812	0,747	-0,346	-0,673	0,898	-0,14	0,708	1	0,806	0,690	0,452
вміст олії	0,582	0,568	0,474	0,464	0,365	0,232	-0,684	-0,548	0,563	0,401	0,651	0,806	1	0,415	-0,159
урожай зеленої маси	0,958	0,958	0,936	0,940	0,894	0,817	0,362	-0,967	0,450	0,018	-0,016	0,690	0,415	1	0,444
урожай насіння	0,185	0,181	0,106	0,654	0,762	0,865	0,374	-0,209	0,686	-0,887	-0,279	0,452	-0,159	0,444	1

ДОДАТОК К

Кореляційні зв'язки між фізіологічними показниками в онтогенезі люпину білого сорту Дієта
варіант 6 (Ризобіфіт, штам 367а + РРР Регоплант)

Показники	d листіків	кіль- кість листіків	S листіків	ЧПФ	ФП	m бульб.	ЗАА	вугле- води	С	Р	орг. кисл.	пігмент и	вміст олії	урожай зеленої маси	урожай насіння
d листків	1	0,944	0,979	0,992	0,740	0,874	0,310	-0,999	0,662	0,601	0,354	0,255	-0,433	0,891	-0,303
кількість листіків	0,944	1	0,990	0,911	0,683	0,811	0,601	-0,939	0,420	0,466	0,027	0,009	-0,472	0,964	-0,165
S листків	0,979	0,990	1	0,954	0,700	0,837	0,485	-0,977	0,516	0,545	0,162	0,095	-0,483	0,941	-0,245
ЧПФ	0,992	0,911	0,954	1	0,804	0,919	0,252	-0,989	0,746	0,546	0,422	0,373	-0,328	0,880	-0,242
ФП	0,740	0,683	0,700	0,804	1	0,973	0,294	-0,721	0,801	-0,034	0,300	0,667	0,278	0,813	0,346
m бульб.	0,874	0,811	0,837	0,919	0,973	1	0,308	-0,860	0,809	0,183	0,346	0,574	0,053	0,886	0,141
ЗАА	0,310	0,601	0,485	0,252	0,294	0,308	1	-0,292	-0,307	-0,222	-0,767	-0,471	-0,168	0,669	0,395
вуглеводи	-0,999	-0,939	-0,977	-0,989	-0,721	-0,860	-0,292	1	-0,658	-0,626	-0,367	-0,246	0,456	-0,877	0,334
С	0,662	0,420	0,516	0,746	0,801	0,809	-0,307	-0,658	1	0,279	0,811	0,884	0,200	0,464	-0,062
Р	0,601	0,466	0,545	0,546	-0,034	0,183	-0,222	-0,626	0,279	1	0,508	-0,118	-0,851	0,231	-0,944
орг.кисл.	0,354	0,027	0,162	0,422	0,300	0,346	-0,767	-0,367	0,811	0,508	1	0,742	0,014	-0,037	-0,462
пігменти	0,255	0,009	0,095	0,373	0,667	0,574	-0,471	-0,246	0,884	-0,118	0,742	1	0,606	0,133	0,243
вміст олії	-0,433	-0,472	-0,483	-0,328	0,278	0,053	-0,168	0,456	0,200	-0,851	0,014	0,606	1	-0,232	0,834
урожай зеленої маси	0,891	0,964	0,941	0,880	0,813	0,886	0,669	-0,877	0,464	0,231	-0,037	0,133	-0,232	1	0,092
урожай насіння	-0,303	-0,165	-0,245	-0,242	0,346	0,141	0,395	0,334	-0,062	-0,944	0,462	0,243	0,834	0,092	1

ДОДАТОК Л

Кореляційні зв'язки між фізіологічними показниками в онтогенезі люпину білого сорту Дієта
варіант 7 (Ризобіфіт, штам 367а + РРР Стимпо)

Показники	d листіків	кількість листіків	S листіків	ЧПФ	ФП	m бульб.	ЗАА	вугле- води	С	Р	орг. кисл.	пігменти	вміст олії	урожай зеленої маси	урожай насіння
d листків	1	0,957	0,953	0,974	0,786	0,760	0,338	-0,989	0,710	-0,145	0,142	0,591	0,074	0,891	-0,021
кількість листіків	0,957	1	0,999	0,899	0,720	0,636	0,593	-0,971	0,543	-0,360	-0,147	0,341	0,156	0,963	0,003
S листіків	0,953	0,999	1	0,893	0,714	0,628	0,605	-0,967	0,533	-0,369	-0,161	0,327	0,161	0,964	0,002
ЧПФ	0,974	0,899	0,893	1	0,896	0,886	0,206	-0,977	0,847	-0,170	0,253	0,704	-0,145	0,870	0,160
ФП	0,786	0,720	0,714	0,896	1	0,978	0,116	-0,840	0,926	-0,403	0,219	0,669	-0,554	0,805	0,578
m бульб.	0,760	0,636	0,628	0,886	0,978	1	-0,080	-0,793	0,984	-0,217	0,417	0,806	-0,577	0,694	0,520
ЗАА	0,338	0,593	0,605	0,206	0,116	-0,080	1	-0,401	-0,244	-0,728	-0,879	-0,548	0,370	0,643	0,002
вуглеводи	-0,989	-0,971	-0,967	-0,977	-0,840	-0,793	-0,401	1	-0,726	0,277	-0,061	-0,545	0,014	-0,941	-0,101
С	0,710	0,543	0,533	0,847	0,926	0,984	-0,244	-0,726	1	-0,054	0,570	0,893	-0,579	0,576	0,456
Р	-0,145	-0,360	-0,369	-0,170	-0,403	-0,217	-0,728	0,277	-0,054	1	0,747	0,399	0,351	-0,575	-0,680
орг. кисл.	0,142	-0,147	-0,161	0,253	0,219	0,417	-0,879	-0,061	0,570	0,747	1	0,858	-0,274	-0,253	-0,096
пігменти	0,591	0,341	0,327	0,704	0,669	0,806	-0,548	-0,545	0,893	0,399	0,858	1	-0,370	0,273	0,110
вміст олії	0,074	0,156	0,161	-0,145	-0,554	-0,577	0,370	0,014	-0,579	0,351	-0,274	-0,370	1	-0,053	-0,924
урожай зеленої маси	0,891	0,956	0,964	0,870	0,805	0,694	0,643	-0,947	0,576	-0,575	-0,253	0,273	-0,053	1	0,256
урожай насіння	-0,021	0,003	0,002	0,160	0,578	0,520	0,002	-0,101	0,456	-0,680	-0,096	0,110	-0,924	0,256	1

ДОДАТОК М

Кореляційні зв'язки між фізіологічними показниками в онтогенезі люпину білого сорту Дієта
варіант 8 (Ризобіфіт, штам 5500/4 + РРР Реґоплант)

Показники	d листіків	кількість листіків	S листіків	ЧПФ	ФП	m бульб	ЗАА	вуглеводи	С	Р	орг. кисл.	пігменти	вміст олії	урожай зеленої маси	урожай насіння
d листків	1	0,990	0,925	0,991	0,837	0,788	0,112	-0,997	0,340	-0,679	0,236	0,538	0,284	0,868	0,077
кількість листіків	0,990	1	0,968	0,965	0,812	0,7635	0,230	-0,990	0,211	-0,607	0,101	0,434	0,194	0,832	0,081
S листків	0,925	0,968	1	0,870	0,722	0,675	0,428	-0,928	-0,034	-0,441	-0,148	0,220	0,014	0,7208	0,072
ЧПФ	0,991	0,965	0,870	1	0,841	0,791	-0,004	-0,987	0,453	-0,729	0,358	0,6217	0,356	0,883	0,063
ФП	0,837	0,812	0,722	0,841	1	0,996	0,236	-0,867	0,506	-0,924	-0,924	0,773	0,698	0,992	0,590
m бульб.	0,788	0,763	0,675	0,791	0,996	1	0,265	-0,822	0,503	-0,930	0,294	0,777	0,735	0,981	0,658
ЗАА	0,112	0,230	0,428	-0,004	0,236	0,265	1	-0,154	-0,668	0,078	-0,831	-0,361	-0,183	0,130	0,508
вуглеводи	-0,997	-0,990	-0,928	-0,987	-0,867	-0,822	-0,154	1	-0,339	0,705	-0,220	-0,554	-0,319	-0,892	-0,140
С	0,340	0,211	-0,034	0,453	0,506	0,503	-0,668	-0,339	1	-0,782	0,968	0,932	-0,825	0,575	0,197
Р	-0,679	-0,607	-0,441	-0,729	-0,924	-0,930	0,078	0,705	-0,782	1	-0,614	-0,953	-0,896	-0,939	-0,991
орг. кисл.	0,236	0,101	-0,148	0,358	0,308	0,294	-0,831	-0,2205	0,968	-0,614	1	0,818	0,670	0,396	-0,033
пігменти	0,538	0,434	0,220	0,621	0,773	0,777	-0,361	-0,554	0,932	-0,953	0,818	1	0,924	0,813	0,454
вміст олії	0,284	0,194	0,014	0,356	0,698	0,735	-0,183	-0,319	0,825	-0,896	0,670	0,924	1	0,7014	0,716
урожай зеленої маси	0,868	0,832	0,720	0,883	0,992	0,9816	0,130	-0,892	0,575	-0,939	0,3966	0,813	0,701	1	0,509
урожай насіння	0,077	0,081	0,072	0,063	0,590	0,638	0,808	-0,140	0,197	-0,591	-0,033	0,454	0,716	0,509	1

ДОДАТОК Н

Кореляційні зв'язки між фізіологічними показниками в онтогенезі люпину білого сорту Дієта
варіант 9 (Ризобофіт, штам 5500/4 + PPP Стимпо)

Показники	d листків	кількість лист-ків	S листків	ЧПФ	ФП	m бульб.	ЗАА	вуглеводи	С	Р	орг. кисл.	пігменти	вміст олії	урожай зеленої маси	урожай насіння
d листків	1	0,940	0,937	0,982	0,790	0,764	0,347	-0,998	0,571	-0,255	0,035	0,911	0,393	0,869	-0,042
кількість листків	0,940	1	0,999	0,902	0,733	0,690	0,624	0,942	0,417	-0,275	-0,302	0,719	0,339	0,873	-0,081
S листків	0,937	0,9998	1	0,895	0,721	0,677	0,6357	-0,939	0,4017	-0,2614	-0,312	0,7118	0,350	0,864	-0,096
ЧПФ	0,982	0,902	0,895	1	0,885	0,868	0,226	-0,098	0,714	-0,412	0,121	0,932	0,231	0,926	0,140
ФП	0,790	0,733	0,721	0,885	1	0,997	0,048	-0,817	0,914	-0,786	0,132	0,771	-0,246	0,967	0,576
m бульб.	0,764	0,690	0,677	0,868	0,997	1	-0,017	-0,791	0,939	-0,800	0,189	0,771	-0,276	0,949	0,612
ЗАА	0,347	0,624	0,6357	0,226	0,048	-0,017	1	-0,339	-0,355	0,133	-0,899	0,062	0,355	0,291	-0,445
вуглеводи	-0,998	-0,942	-0,939	-0,988	-0,817	-0,791	-0,339	1	-0,601	0,299	-0,032	-0,909	-0,350	-0,891	-0,002
С	0,571	0,417	0,401	0,714	0,914	0,939	-0,355	-0,601	1	-0,819	0,463	0,712	-0,419	0,784	0,752
Р	-0,255	-0,275	-0,261	-0,412	-0,786	-0,800	0,133	0,299	-0,819	1	-0,023	-0,2517	0,788	-0,686	-0,929
орг. кисл.	0,035	-0,302	-0,312	0,121	0,132	0,189	-0,899	-0,325	0,463	-0,023	1	0,444	-0,008	-0,071	0,240
пігменти	0,911	0,719	0,711	0,932	0,771	0,771	-0,062	-0,909	0,712	-0,251	0,444	1	0,336	0,756	0,074
вміст олії	0,393	0,339	0,350	0,231	-0,246	-0,276	0,355	-0,350	-0,419	0,788	-0,008	0,336	1	-0,098	-0,912
урожай зеленої маси	0,869	0,873	0,864	0,926	0,967	0,949	0,291	-0,891	0,784	-0,686	-0,071	0,756	-0,098	1	0,405
урожай насіння	-0,042	-0,081	-0,096	0,140	0,576	0,612	-0,445	-0,002	0,752	-0,929	0,240	0,074	-0,912	0,40	1

ДОДАТОК П

Кореляційні зв'язки між фізіологічними показниками в онтогенезі люпину білого сорту Серпневий
варіант 1 (контроль, без застосування препаратів)

Показники	d листіків	кількість листіків	S листіків	ЧПФ	ФП	m бульб.	ЗАА	вугле- води	C	P	орг. кисл.	пігменти	вміст олії	урожай зеленої маси	урожай насіння
d листків	1	0.989	0.986	0.985	0.711	0.765	0.571	-0.788	0.635	-0.030	-0.167	0.657	0.425	0.861	-0.165
кількість листіків	0.989	1	0.966	0.971	0.746	0.829	0.670	-0.856	0.550	-0.074	-0.283	0.604	0.337	0.916	-0.058
S листків	0.986	0.996	1	0.954	0.689	0.790	0.699	-0.879	0.503	0.006	-0.327	0.546	0.397	0.890	-0.116
ЧПФ	0.985	0.971	0.954	1	0.798	0.810	0.477	-0.780	0.733	-0.178	-0.048	0.769	0.320	0.878	-0.072
ФП	0.711	0.746	0.689	0.798	1	0.953	0.354	-0.504	0.654	-0.719	0.016	0.816	-0.312	0.902	0.523
m бульб.	0.765	0.829	0.790	0.810	0.953	1	0.617	-0.724	0.458	-0.568	-0.218	0.637	-0.245	0.980	0.506
ЗАА	0.571	0.670	0.699	0.477	0.354	0.617	1	-0.955	-0.243	0.153	-0.900	-0.124	0.121	0.703	-0.026
вуглеводи	-0.788	-0.856	-0.879	-0.708	-0.504	-0.724	-0.955	1	-0.040	-0.127	0.737	-0.132	-0.265	-0.826	-0.026
C	0.635	0.550	0.503	0.733	0.654	0.458	-0.243	-0.040	1	-0.389	0.641	0.966	0.183	0.453	-0.112
P	-0.030	-0.074	0.006	-0.178	-0.719	-0.568	0.153	-0.127	-0.389	1	-0.300	-0.580	0.828	-0.401	-0.855
орг. кисл.	-0.167	-0.283	-0.327	-0.048	0.016	-0.218	-0.900	0.737	0.641	-0.300	1	0.533	-0.018	-0.351	-0.159
пігменти	0.657	0.604	0.546	0.769	0.816	0.637	-0.124	-0.132	0.966	-0.580	0.533	1	-0.024	0.602	0.131
вміст олії	0.425	0.337	0.397	0.320	-0.312	-0.245	0.121	-0.265	0.183	0.828	-0.018	-0.024	1	-0.062	-0.954
урожай зеленої маси	0.861	0.916	0.890	0.878	0.902	0.980	0.703	-0.826	0.453	-0.401	-0.351	0.602	-0.062	1	0.345
урожай насіння	-0.165	-0.058	-0.116	-0.072	0.523	0.506	0.144	-0.026	-0.112	-0.855	-0.159	0.131	-0.954	0.345	1

ДОДАТОК Р

Кореляційні зв'язки між фізіологічними показниками в онтогенезі люпину білого сорту Серпневий
варіант 2 (ризобіфіт, штам 367 а)

Показники	d листіків	кількіс ть листіків	S листіків	ЧПФ	ФП	m бульб.	ЗАА	вугле води	С	Р	орг. кисл.	пігмен ти	вміст олії	урожай зеленої маси	урожай насіння
d листків	1	0.955	0.994	0.953	0.714	0.455	0.400	-0.780	0.445	0.240	-0.224	0.177	0.073	0.857	-0.328
кількість листіків	0.955	1	0.980	0.883	0.669	0.543	0.653	-0.925	0.273	-0.004	-0.502	-0.075	-0.057	0.899	-0.187
S листків	0.994	0.980	1	0.933	0.693	0.476	0.492	-0.836	0.376	0.166	-0.325	0.081	0.012	0.873	-0.297
ЧПФ	0.953	0.883	0.933	1	0.885	0.634	0.301	-0.727	0.681	0.138	-0.110	0.397	0.367	0.918	-0.109
ФП	0.714	0.669	0.693	0.885	1	0.876	0.253	-0.624	0.852	-0.188	-0.081	0.534	0.699	0.905	0.335
m бульб.	0.455	0.543	0.476	0.634	0.876	1	0.524	-0.687	0.611	-0.636	-0.414	0.211	0.607	0.844	0.690
ЗАА	0.400	0.653	0.492	0.301	0.253	0.524	1	-0.873	-0.284	-0.633	-0.981	-0.681	-0.355	0.596	0.267
вуглеводи	-0.780	-0.925	-0.836	-0.727	-0.624	-0.687	-0.873	1	-0.132	0.371	0.762	0.295	0.084	-0.893	-0.117
С	0.445	0.273	0.376	0.681	0.852	0.611	-0.284	-0.132	1	0.098	0.438	0.894	0.913	0.563	0.253
Р	0.240	-0.004	0.166	0.138	-0.188	-0.636	-0.633	0.371	0.098	1	0.685	0.396	-0.150	-0.254	-0.890
орг. кисл.	-0.224	-0.502	-0.325	-0.110	-0.081	-0.414	-0.981	0.762	0.438	0.685	1	0.793	0.448	-0.433	-0.296
пігменти	0.177	-0.075	0.081	0.397	0.534	0.211	-0.681	0.295	0.894	0.396	0.793	1	0.847	0.160	0.038
вміст олії	0.073	-0.057	0.012	0.367	0.699	0.607	-0.355	0.084	0.913	-0.150	0.448	0.847	1	0.339	0.551
урожай зеленої маси	0.857	0.899	0.873	0.918	0.905	0.844	0.596	-0.893	0.563	-0.254	-0.433	0.160	0.339	1	0.202
урожай насіння	-0.328	-0.187	-0.297	-0.109	0.335	0.690	0.267	-0.117	0.253	-0.980	-0.296	0.038	0.551	0.202	1

ДОДАТОК С

Кореляційні зв'язки між фізіологічними показниками в онтогенезі люпину білого сорту Серпневий
варіант 3 (ризобофіт, штам 5500/4)

Показники	d листіків	кількість листіків	S листіків	ЧПФ	ФП	m бульб.	ЗАА	вуглев оди	С	Р	орг. кисл.	пігмент и	вміст олії	урожай зеленої маси	урожай насіння
d листків	1	0,945	0,979	0,963	0,669	0,037	0,336	-0,855	0,157	-0,200	-0,114	0,394	0,115	0,816	0,131
кількість листіків	0,945	1	0,990	0,899	0,683	0,144	0,644	0,977	-0,068	-0,341	-0,353	0,332	0,269	0,922	0,196
S листків	0,979	0,990	1	0,948	0,117	0,107	0,531	-0,939	0,054	-0,324	-0,231	0,401	0,246	0,905	0,213
ЧПФ	0,963	0,899	0,948	1	0,830	0,161	0,276	-0,802	0,368	-0,401	0,089	0,624	0,318	0,859	0,372
ФП	0,669	0,683	0,117	0,830	1	0,665	0,274	-0,645	0,529	-0,831	0,277	0,906	0,779	0,868	0,824
m бульб.	0,037	0,144	0,107	0,161	0,665	1	0,364	-0,245	0,229	-0,967	0,126	0,674	0,986	0,512	0,921
ЗАА	0,336	0,644	0,531	0,276	0,274	0,364	1	-0,789	0,668	-0,369	-0,833	-0,110	0,363	0,671	0,101
вуглеводи	-0,855	0,977	-0,939	-0,802	-0,645	-0,245	-0,789	1	0,218	0,404	0,494	-0,264	-0,345	-0,935	-0,217
С	0,157	-0,068	0,054	0,368	0,529	0,229	0,668	0,218	1	-0,344	0,956	0,806	0,312	0,067	0,575
Р	-0,200	-0,341	-0,324	-0,401	-0,831	-0,967	-0,369	0,404	-0,344	1	-0,182	-0,804	0,996	-0,676	-0,961
орг. кисл.	-0,114	-0,353	-0,231	0,089	0,277	0,126	-0,833	0,494	0,956	-0,182	1	0,637	0,171	-0,220	0,444
пігменти	0,394	0,332	0,401	0,624	0,906	0,674	-0,110	-0,264	0,806	-0,804	0,637	1	0,767	0,577	0,904
вміст олії	0,115	0,269	0,246	0,318	0,779	0,986	0,363	-0,345	0,312	0,996	0,171	0,767	1	0,619	0,956
урожай зеленої маси	0,816	0,922	0,905	0,859	0,868	0,512	0,671	-0,935	0,067	-0,676	-0,220	0,577	0,619	1	0,542
урожай насіння	0,131	0,196	0,213	0,372	0,824	0,921	0,101	-0,217	0,575	-0,961	0,444	0,904	0,956	0,542	1

ДОДАТОК Т

Кореляційні зв'язки між фізіологічними показниками в онтогенезі люпину білого сорту Серпневий
варіант 4 (РРР Реґоплант)

Показники	d листіків	кількість листіків	S листіків	ЧПФ	ФП	m бульб.	ЗАА	вугле- води	С	Р	орг. кисл.	пігменти	вміст олії	урожай зеленої маси	урожай насіння
d листків	1	0,990	0,930	0,995	0,784	0,407	0,392	-0,938	0,731	0,070	0,040	0,453	0,906	0,830	-0,734
кількість листіків	0,990	1	0,970	0,977	0,786	0,457	0,510	-0,967	0,690	0,020	-0,095	0,336	0,954	0,879	-0,636
S листків	0,930	0,970	1	0,898	0,703	0,454	0,702	-0,956	0,539	0,012	-0,329	0,099	0,983	0,892	-0,455
ЧПФ	0,995	0,977	0,898	1	0,821	0,439	0,318	-0,931	0,788	0,025	0,112	0,526	0,883	0,826	-0,762
ФП	0,784	0,786	0,703	0,821	1	0,852	0,203	-0,880	0,949	-0,542	0,073	0,514	0,794	0,905	-0,451
m бульб.	0,407	0,457	0,454	0,439	0,852	1	0,293	-0,661	0,720	-0,879	-0,233	0,141	0,608	0,807	0,074
ЗАА	0,392	0,510	0,702	0,318	0,203	0,293	1	-0,561	-0,099	-0,043	-0,896	-0,636	0,695	0,597	0,262
вуглеводи	-0,938	-0,967	-0,956	-0,931	-0,880	-0,661	-0,561	1	-0,746	0,224	0,202	-0,265	-0,984	-0,971	0,475
С	0,731	0,690	0,539	0,788	0,949	0,720	-0,099	-0,746	1	-0,449	0,384	0,755	0,618	0,736	-0,618
Р	0,070	0,020	0,012	0,025	-0,542	-0,879	-0,043	0,224	-0,449	1	0,195	0,005	-0,169	-0,434	-0,413
орг. кисл.	0,040	-0,095	-0,329	0,112	0,073	-0,233	-0,896	0,202	0,384	0,195	1	0,886	-0,353	-0,314	-0,661
пігменти	0,453	0,336	0,099	0,526	0,514	0,141	-0,636	-0,265	0,755	0,005	0,886	1	0,103	0,159	-0,834
вміст олії	0,906	0,954	0,983	0,883	0,794	0,608	0,695	-0,984	0,618	-0,169	-0,353	0,103	1	0,958	-0,379
урожай зеленої маси	0,830	0,879	0,892	0,826	0,905	0,807	0,597	-0,971	0,736	-0,434	-0,314	0,159	0,958	1	-0,282
урожай насіння	-0,734	-0,636	-0,455	-0,762	-0,451	0,074	0,262	0,475	-0,618	-0,413	-0,661	-0,834	-0,379	-0,282	1

ДОДАТОК У

Кореляційні зв'язки між фізіологічними показниками в онтогенезі люпину білого сорту Серпневий
варіант 5 (РРР Стимпо)

Показники	d листіків	кількість листіків	S листіків	ЧПФ	ФП	m бульб.	ЗАА	вуглеводи	С	Р	орг. кисл.	пігменти	вміст олії	урожай зеленої маси	урожай насіння
d листків	1	0,953	0,977	0,898	0,702	0,282	0,271	-0,844	0,923	-0,905	0,099	0,814	0,933	0,829	-0,403
кількість листіків	0,953	1	0,995	0,846	0,675	0,365	0,543	-0,960	0,789	-0,965	-0,185	0,603	0,938	0,871	-0,227
S листків	0,977	0,995	1	0,874	0,696	0,350	0,463	-0,932	0,840	-0,958	-0,096	0,675	0,943	0,870	-0,278
ЧПФ	0,898	0,846	0,874	1	0,941	0,638	0,138	-0,676	0,941	-0,913	0,270	0,779	0,692	0,951	-0,051
ФП	0,702	0,675	0,696	0,941	1	0,848	0,091	-0,498	0,806	-0,823	0,292	0,605	0,429	0,937	0,261
m бульб.	0,282	0,365	0,350	0,638	0,848	1	0,229	-0,270	0,371	-0,593	0,035	0,103	0,023	0,763	0,732
ЗАА	0,271	0,543	0,463	0,138	0,091	0,229	1	-0,742	-0,077	-0,524	-0,916	-0,336	0,457	0,395	0,262
вуглеводи	-0,844	-0,960	-0,932	-0,676	-0,498	-0,270	-0,742	1	-0,588	-0,902	0,447	-0,380	-0,917	-0,765	0,180
С	0,923	0,789	0,840	0,941	0,806	0,371	-0,077	-0,588	1	-0,588	0,456	0,943	0,739	0,798	-0,360
Р	-0,905	-0,965	-0,958	-0,913	-0,823	-0,593	-0,524	-0,902	-0,588	1	0,140	-0,558	-0,817	-0,966	-0,002
орг. кисл.	0,099	-0,185	-0,096	0,270	0,292	0,035	-0,916	0,447	0,456	0,140	1	0,642	-0,164	0,0004	-0,276
пігменти	0,814	0,603	0,675	0,779	0,605	0,103	-0,336	-0,380	0,943	-0,558	0,642	1	0,647	0,553	-0,582
вміст олії	0,933	0,938	0,943	0,692	0,429	0,023	0,457	-0,917	0,739	-0,817	-0,164	0,647	1	0,658	-0,534
урожай зеленої маси	0,829	0,871	0,870	0,951	0,937	0,763	0,359	-0,765	0,798	-0,966	0,0004	0,553	0,658	1	0,172
урожай насіння	-0,403	-0,227	-0,278	-0,051	0,261	0,732	0,262	0,180	-0,360	-0,002	-0,276	-0,582	-0,534	0,172	1

ДОДАТОК Ф

Кореляційні зв'язки між фізіологічними показниками в онтогенезі люпину білого сорту Серпневий
варіант 6 (Ризобофіт, штам 367а + РРР Регоплант)

Показники	d листки в	кількість листіків	S листіків	ЧПФ	ФП	m бульб.	ЗАА	вуглевод и	С	Р	орг. кисл.	пігмен ти	вміст олії	урожай зеленої маси	урожай насіння
d листків	1	0,959	0,995	0,992	0,726	0,409	0,421	-0,793	0,930	0,647	0,196	0,798	0,315	0,864	-0,624
кількість листіків	0,959	1	0,980	0,918	0,671	0,397	0,665	-0,932	0,815	0,447	-0,086	0,600	0,134	0,917	-0,425
S листків	0,995	0,980	1	0,977	0,691	0,376	0,492	-0,843	0,893	0,605	0,110	0,746	0,287	0,874	-0,584
ЧПФ	0,992	0,918	0,977	1	0,716	0,383	0,306	-0,713	0,950	0,728	0,314	0,867	0,402	0,811	-0,706
ФП	0,726	0,671	0,691	0,716	1	0,916	0,323	-0,506	0,868	0,227	0,218	0,568	-0,214	0,866	-0,189
m бульб.	0,409	0,397	0,376	0,383	0,916	1	0,323	-0,317	0,599	-0,148	0,041	0,226	-0,551	0,717	0,188
ЗАА	0,421	0,665	0,492	0,306	0,323	0,323	1	-0,875	0,183	-0,348	-0,797	0,208	-0,519	0,702	0,361
вуглеводи	-0,793	-0,932	-0,843	-0,713	-0,506	-0,317	-0,875	1	-0,566	-0,144	0,440	-0,274	0,110	-0,868	0,127
С	0,930	0,815	0,893	0,950	0,868	0,599	0,183	-0,566	1	0,663	0,444	0,881	0,277	0,815	0,634
Р	0,647	0,447	0,605	0,728	0,227	-0,148	-0,348	-0,144	0,663	1	0,746	0,929	0,901	0,192	0,999
орг. кисл.	0,196	-0,086	0,110	0,314	0,218	0,041	-0,797	0,440	0,444	0,746	1	0,740	0,667	-0,146	-0,741
пігменти	0,798	0,600	0,746	0,867	0,568	0,226	0,208	-0,274	0,881	0,929	0,740	1	0,680	0,466	-0,914
вміст олії	0,315	0,134	0,287	0,402	-0,214	-0,551	-0,519	0,110	0,277	0,901	0,667	0,680	1	-0,203	-0,918
урожай зеленої маси	0,864	0,917	0,874	0,811	0,866	0,717	0,702	-0,868	0,815	0,192	-0,146	0,466	-0,203	1	-0,160
урожай насіння	-0,624	-0,425	-0,584	-0,706	-0,189	0,188	0,361	0,127	0,634	0,999	-0,741	-0,914	-0,918	-0,160	1

ДОДАТОК X

Кореляційні зв'язки між фізіологічними показниками в онтогенезі люпину білого сорту Серпневий
варіант 7 (Ризобіфіт, штам 367а + РРР Стимпо)

Показники	d лист- ків	кіль- кість листіків	S лист- ків	ЧПФ	ФП	m бульб.	ЗАА	вугле- води	С	Р	орг. кисл.	пігмен- ти	вміст олії	урожай зеленої маси	урожай насіння
d листків	1	0,992	0,992	0,927	0,615	0,433	0,123	0,856	0,800	0,453	0,326	-0,007	0,080	0,795	0,164
кількість листіків	0,992	1	0,993	0,877	0,708	0,535	0,129	-0,868	0,863	0,444	0,338	0,016	0,114	0,849	0,284
S листків	0,992	0,993	1	0,884	0,666	0,516	0,228	-0,910	0,809	0,355	0,234	-0,095	-0,004	0,858	0,230
ЧПФ	0,927	0,877	0,884	1	0,288	0,065	-0,027	-0,680	0,568	0,546	0,375	0,043	0,090	0,521	-0,198
ФП	0,615	0,708	0,666	0,288	1	0,949	0,160	-0,666	0,927	0,207	0,256	0,110	0,234	0,888	0,878
m бульб.	0,433	0,535	0,516	0,659	0,949	1	0,390	-0,643	0,767	-0,100	-0,029	-0,12	0,001	0,865	0,919
ЗАА	0,123	0,129	0,228	-0,027	0,160	0,390	1	-0,603	-0,072	-0,828	-0,882	-0,960	-0,920	0,482	0,102
вуглеводи	-0,856	-0,868	-0,910	-0,680	-0,666	-0,643	-0,603	1	-0,668	0,057	0,165	0,460	0,359	-0,932	-0,302
С	0,800	0,863	0,809	0,568	0,297	0,767	-0,072	-0,668	1	0,520	0,520	0,306	0,421	0,837	0,681
Р	0,453	0,444	0,355	0,546	0,207	-0,100	-0,828	0,057	0,520	1	0,977	0,860	0,873	0,018	0,005
орг. кисл.	0,326	0,338	0,234	0,375	0,256	-0,029	-0,882	0,165	0,520	0,317	1	0,940	0,955	-0,020	0,146
пігменти	-0,007	0,016	-0,095	0,043	0,110	0,110	-0,960	0,460	0,306	0,860	0,940	1	0,992	-0,262	0,168
вміст олії	0,080	0,114	-0,004	0,090	0,234	0,0001	-0,920	0,359	0,421	0,873	0,955	0,992	1	-0,141	0,268
урожай зеленої маси	0,795	0,849	0,858	0,521	0,888	0,865	0,482	-0,932	0,837	0,018	-0,020	-0,262	-0,14	1	0,620
урожай насіння	0,164	0,284	0,230	-0,198	0,878	0,919	0,102	-0,302	0,681	0,005	0,146	0,167	0,268	0,620	1

ДОДАТОКЦ

Кореляційні зв'язки між фізіологічними показниками в онтогенезі люпину білого сорту Серпневий
варіант 8 (Ризобіфіт, штам 5500/4 + РРР Регоплант)

Показники	d листіків	кількість листіків	S листіків	ЧПФ	ФП	m бульб.	ЗАА	вугле- води	С	Р	орг. кисл.	пігменти	Вміст олії	урожай зеленої маси	урожай насіння
d листків	1	0,993	0,963	0,933	0,708	0,509	-0,019	-0,785	0,457	-0,425	0,293	0,329	0,866	0,873	-0,604
кількість листіків	0,993	1	0,998	0,941	0,738	0,591	0,092	-0,838	0,446	-0,508	0,202	0,312	0,811	0,913	-0,513
S листків	0,963	0,986	1	0,901	0,709	0,647	0,243	-0,915	0,347	-0,543	0,037	-0,211	0,743	0,918	-0,405
ЧПФ	0,933	0,941	0,901	1	0,911	0,706	0,055	-0,677	0,717	-0,672	0,360	0,606	0,676	0,958	-0,401
ФП	0,706	0,738	0,709	0,911	1	0,863	0,218	-0,501	0,857	-0,881	0,293	0,766	0,323	0,921	-0,050
m бульб.	0,509	0,591	0,647	0,706	0,863	1	0,680	-0,643	0,542	-0,985	-0,223	0,447	0,012	0,861	0,357
ЗАА	-0,019	0,092	0,243	0,055	0,218	0,680	1	-0,540	-0,204	-0,620	-0,861	-0,273	-0,421	0,338	0,746
вуглеводи	-0,785	-0,838	-0,915	-0,677	-0,501	-0,643	-0,540	1	-0,013	0,505	0,361	0,136	-0,535	-0,792	-0,150
С	0,457	0,446	0,347	0,717	0,857	0,542	-0,204	-0,013	1	-0,635	0,671	0,988	0,223	0,618	-0,152
Р	-0,523	0,398	0,186	0,609	0,609	-0,937	-0,954	0,217	0,644	1	0,920	0,549	0,750	0,003	-0,405
орг. кисл.	0,293	0,202	0,037	0,360	0,293	-0,223	-0,861	0,361	0,671	0,136	1	0,711	0,476	0,093	-0,674
пігменти	0,329	0,312	0,203	0,606	0,776	0,447	-0,273	0,136	0,988	-0,561	0,711	1	0,130	0,494	-0,116
вміст олії	0,866	0,816	0,743	0,676	0,323	0,012	-0,421	-0,535	0,223	0,074	0,476	0,130	1	0,516	-0,910
урожай зеленої маси	0,873	0,913	0,918	0,958	0,921	0,861	0,338	-0,792	0,618	-0,811	0,093	0,494	0,516	1	-0,164
урожай насіння	-0,604	-0,513	-0,405	-0,401	-0,050	0,357	0,746	0,1509	-0,152	-0,405	-0,674	-0,116	-0,910	-0,164	1

ДОДАТОК Ш

Кореляційні зв'язки між фізіологічними показниками в онтогенезі люпину білого сорту Серпневий
варіант 9 (Ризобофіт, штам 5500/4 + PPP Стимпо)

Показники	d листіків	кількість листіків	S листіків	ЧПФ	ФП	m бульб.	ЗАА	вуглеводи	С	Р	орг. кисл.	пігмен ти	вміст олії	урожай зеленої маси	урожай насіння
d листків	1	0,958	0,950	0,987	0,788	0,713	-0,018	-0,91	0,272	-0,314	0,038	0,409	-0,221	0,815	-0,318
кількість листіків	0,958	1	0,996	0,931	0,789	0,857	0,207	-0,986	0,080	-0,432	-0,226	0,228	-0,346	0,891	-0,133
S листків	0,950	0,996	1	0,909	0,732	0,830	0,271	-0,993	0,007	-0,365	-0,272	0,156	-0,425	0,853	-0,185
ЧПФ	0,987	0,931	0,909	1	0,862	0,724	-0,151	-0,862	0,410	-0,410	0,114	0,540	-0,066	0,848	-0,236
ФП	0,788	0,789	0,732	0,862	1	0,844	-0,289	-0,703	0,576	-0,803	0,150	0,680	0,238	0,948	0,262
m бульб.	0,713	0,857	0,830	0,724	0,844	1	0,256	-0,858	0,059	-0,792	-0,402	0,186	-0,150	0,966	0,393
ЗАА	-0,018	0,207	0,271	-0,151	-0,289	0,256	1	-0,363	-0,949	0,147	-0,964	-0,895	-0,891	0,027	0,036
вуглеводи	-0,91	-0,986	-0,933	-0,862	-0,703	-0,858	-0,363	1	0,080	0,386	0,374	-0,069	0,478	-0,853	0,121
С	0,272	0,080	0,007	0,410	0,576	0,059	-0,949	0,080	1	-0,393	0,871	0,988	0,856	0,288	0,059
Р	-0,314	-0,432	-0,365	-0,410	-0,803	-0,792	0,147	0,386	-0,393	1	0,098	-0,448	-0,419	-0,792	-0,784
орг. кисл.	0,038	-0,226	-0,272	0,114	0,150	-0,402	-0,964	0,374	0,871	0,098	1	0,818	0,753	-0,161	-0,291
пігменти	0,409	0,228	0,156	0,540	0,680	0,186	-0,895	-0,069	0,988	-0,448	0,818	1	0,784	0,415	0,037
вміст олії	-0,221	-0,346	-0,425	-0,066	0,238	-0,150	-0,891	0,478	0,856	-0,419	0,753	0,784	1	0,003	0,407
урожай зеленої маси	0,815	0,891	0,853	0,848	0,948	0,966	0,027	-0,853	0,288	-0,792	-0,161	0,415	0,003	1	0,289
урожай насіння	-0,318	-0,133	-0,185	-0,236	0,262	0,393	0,036	0,121	0,059	-0,784	-0,291	0,037	0,407	0,289	1

