

**С. ПИДА, Н. ГЕРЦ, О. КОНОНЧУК, М. КРИЖАНОВСЬКА,
О. МАЦЮК, Р. ЯВОРІВСЬКИЙ, І. ЧЕРНІК**

**РОСЛИННІ УГРУПОВАННЯ ЗАХІДНОГО ПОДІЛЛЯ : МОРФОЛОГО-
СИСТЕМАТИЧНІ, ЦИТОЕМБРІОЛОГІЧНІ, ФІЗІОЛОГО-
БІОХІМІЧНІ, ГЕНЕТИЧНІ ТА ФІТОПАТОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ**

УДК 581.1: 581.2: 581.3 : 582:631.8: 632 (477.84)

Рослинні угруповання Західного Поділля : морфолого-систематичні, цитоембріологічні, фізіолого-біохімічні, генетичні та фітопатологічні аспекти. Монографія / С. Пида, Н. Герц, О. Конончук, М. Крижановська, О. Мацюк, Р. Яворівський, І. Чернік ; за ред. С. Пиди. Тернопіль, 2024. 232 С.

У монографії узагальнено результати морфолого-систематичних, цитоембріологічних, фізіолого-біохімічних, генетичних та фітопатологічних досліджень рослинних угруповань Західного Поділля, що проводились на кафедрі ботаніки та зоології. Значну увагу приділено дослідженням видового складу флори ботанічного заказника місцевого значення «Могила» та перспективам його розвитку, репродуктивної біології полікарпічних видів родин *Salicaceae* Mirb., *Aceraceae* Juss., *Juglandaceae* A. Rich ex Kundh., *Fagaceae* Dumort, участі біологічно активних речовин, мікробіологічних препаратів і добрив у регуляції фізіолого-біохімічних процесів та продуктивності бобових культур, внутрішньовидового поліморфізму в популяціях *Trifolium repens* L., ефективності застосування іонізуючого випромінювання та фунгіцидів у посівах культурних рослин, генотоксичної дії хімічних мутагенів ароматизованих заправок електронних сигарет.

Книга розрахована на біологів, спеціалістів сільського господарства, викладачів, вчителів, аспірантів і студентів профільних вузів.

Рецензенти:

доктор біологічних наук, професор **Володимир КУР'ЯТА**

доктор біологічних наук, професор **Василь ГРУБІНКО**

доктор фармацевтичних наук, професор **Світлана МАРЧИШИН**

Затверджено до друку вченою радою Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка , протокол № 15 від 25 червня 2024 р.

© С. Пида, Н. Герц,
О. Конончук, М. Крижановська,
О. Мацюк, Р. Яворівський, І. Чернік

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ, УМОВНИХ ПОЗНАК, ОДИНИЦЬ І ТЕРМІНІВ.	6
ВСТУП.....	7
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ВИДОВОГО СКЛАДУ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ БОТАНІЧНОГО ЗАКАЗНИКА МІСЦЕВОГО ЗНАЧЕННЯ «МОГИЛА» (БЕРЕЖАНСЬКИЙ Р-Н, ТЕРНОПІЛЬСЬКА ОБЛ.) (Яворівський Р. Л.).....	11
1.1. Аналіз систематичної структури досліджуваної флори.....	11
1.2. Еколого-ценотичний аналіз флори заказника.....	17
1.3. Характеристика раритетної фракції флори і перспективи розвитку ботанічного заказника «Могила».....	25
ЛІТЕРАТУРА ДО РОЗДІЛУ 1.....	33
РОЗДІЛ 2. ЦИТОЕМБРІОЛОГІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ РОСЛИННИХ УГРУПОВАНЬ ЗАХІДНОГО ПОДІЛЛЯ (Герц Н. В., Мацюк О. Б.)	40
2.1. Філогенія, еволюція та місце родини <i>Salicaceae</i> Mirb. в системі Квіткові рослини (<i>Magnoliophyta</i>).....	40
2.2. Дослідження біології цвітіння деяких родів полікарпічних деревних рослин.....	42
2.2.1. Біологія цвітіння деяких видів роду <i>Quercus</i> L.....	43
2.2. 2. Біологія цвітіння видів роду <i>Acer</i> L.....	46
2.2.3. Сезонна ритміка цвітіння видів роду <i>Acer</i> L.	52
2.2.4. Добовий ритм цвітіння видів роду <i>Acer</i> L.....	53
2.3. Органогенез чоловічих і жіночих репродуктивних структур <i>Juglans regia</i> L.....	56
2.3.1. Органогенез чоловічих репродуктивних структур.....	57
2.3.2. Органогенез жіночих репродуктивних структур.....	62
2.4. Особливості репродуктивної біології видів роду <i>Acer</i> L. за зміни статі.....	67
2.4.1. Форми особин видів роду <i>Acer</i> L. за зміни статі.....	67
2.4.2. Типи квіток за зміни статі видів роду <i>Acer</i> L.....	68

2.4.3. Типи суцвіть за зміни статі видів роду <i>Acer L.</i>	69
2.4.4. Розвиток чоловічих і жіночих генеративних структур та ембріологічні процеси за зміни статі у видів роду <i>Acer L.</i>	70
2.4.5. Біологія цвітіння особин за зміни статі у видів роду <i>Acer L.</i>	73
2.4.6. Формування плодів за зміни статі у видів роду <i>Acer L.</i>	75
ЛІТЕРАТУРА ДО РОЗДІЛУ 2.....	76
РОЗДІЛ 3. ФІЗІОЛОГО-БІОХІМІЧНІ АСПЕКТИ ДОСЛІДЖЕННЯ АГРОЦЕНОЗІВ ЗАХІДНОГО ПОДІЛЛЯ (Піда С. В., Конончук О. Б., Чернік І. В.).....	81
3.1. Фізіологічні показники і продуктивність люпинубілого за впливу регуляторів росту рослин.....	81
3.1.1. Вплив біологічно активних речовин на процеси росту люпину білого.	84
3.1.2. Формування симбіотичної системи «люпин білий – бульбочкові бактерії люпину» на фоні спонтанної інокуляції.....	90
3.1.3. Ефективність передпосівної обробки насіння регуляторами росту рослин за показниками водообміну люпину білого	93
3.1.4. Насіннева продуктивність люпину білого за впливу Емістиму С та Епіну.....	101
3.1.5. Якість насіння люпину білого за використання біологічно активних речовин препаратів.....	104
3.2. Продуктивність нуту звичайного (<i>Cicer arietinum L.</i>) за передпосівної обробки насіння мікробними препаратами	107
3.2.1. Фізіологія водного режиму рослин нуту звичайного за впливу мікробних препаратів.....	111
3.2.2. Ефективність застосування мікробних препаратів БС та Ризогумін за показниками ростових процесів нуту звичайного сорту Ярина	118

5.2. Вплив попередників і фунгіциду Амістар Екстра на поширення хвороб та продуктивність ячменю звичайного 193

5.3. Вплив фунгіцидів Дітан і Квадріс на поширення хвороб та продуктивність картоплі202

ЛІТЕРАТУРА ДО РОЗДІЛУ 5.....208

ДОДАТКИ.....212

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ, УМОВНИХ ПОЗНАК, ОДИНИЦЬ І ТЕРМІНІВ

БС –

ЖК – жіноча квітка

ЗВО – заклад вищої освіти

ІСФ – індекс співвідношення фенів

МБП – мікробіологічні препарати

МІ – мітотичний індекс

РРР – регулятори росту рослин

ТНПУ – Тернопільський національний педагогічний університет імені
Володимира Гнатюка

ТО – Тернопільська область

ЧА – частота аберацій

ЧС – чоловіча сережка

ВСТУП

Актуальною проблемою сучасної біології є охорона та збереження біологічного різноманіття рослинного покриву України. Важливими аспектами зазначеної вище проблеми є морфолого-систематичні, дендрологічні, цитоембріологічні, фізіолого-біохімічні, генетичні, фітопатологічні та екологічні дослідження рослинних угруповань Західного Поділля.

Біорізноманіття має важливе значення для суспільства як з погляду утилітарного використання, так і з погляду духовних цінностей. Подальше удосконалення шляхів раціонального використання, відновлення та збереження наявних рослинних ресурсів потребує детального і всебічного вивчення та аналізу природних флор конкретних регіонів. Фундаментальну основу таких досліджень складають узагальнені регіональні еколого-флористичні зведення, які створюють вихідний фонд наукової інформації й відкривають перспективи для інших напрямків досліджень. Сучасна флористика вийшла за рамки описової науки і все частіше використовує методи порівняння. Для порівняльного аналізу флор потрібно, щоб вони були рівновеликі, тобто вони повинні бути приблизно однаковими за площею, проте не тотожними, бо таких не існує. Територія флори не мусить бути досить великою, але має достатньою мірою охоплювати певну серію екотипів і всю сукупність видів, зокрема ендемів, поширених у досліджуваному регіоні. Комплексний аналіз та інвентаризація рослинного покриву досліджуваної території, а також розробка наукових основ раціонального використання, відновлення й збереження флори є актуальною проблемою сьогодення, а її вирішення забезпечить відтворення рослинних багатств та поліпшить стан навколишнього середовища.

Види та їх популяції, що формують природну флору Тернопільської області (ТО), не поширені рівномірно по всій території регіону, а концентруються у групи, які об'єднані між собою спільними умовами існування та ценотичними взаємозв'язками. Належність видів до певних ценоекологічних умов – один із найбільш очевидних проявів поділу флори на чітко окреслені групи ценоелементів. Тому еколого-ценотичний аналіз будь-

якої флори – важлива складова частина її загального аналізу. Він дає можливість пізнати загальне ценоекологічне «обличчя» флори, розкрити особливості та закономірності приуроченості тих чи інших груп природних видів до певних ценоекологічних ніш, продемонструвати домінування конкретних флороекологічних комплексів, їх взаємопроникнення, а також зробити окремі висновки про генезисні особливості формування конкретної флори [1].

Дослідження репродуктивної біології рослин, зокрема різних аспектів морфогенезу генеративних органів і ембріологічних процесів, є одним з важливих напрямків сучасної ботанічної науки. Вони мають вагомe значення для вирішення дискусійних питань філогенії та систематики рослин, прикладних завдань генетико-селекційних робіт, насінництва, інтродукції та акліматизації рослин.

Незважаючи на успішний розвиток порівняльної ембріології Квіткових рослин за останні десятиліття, сьогодні залишаються недослідженими в ембріологічному відношенні цілий ряд родин і порядків. Необхідні подальші дослідження ембріології різних таксонів Квіткових рослин, у першу чергу, видів малодосліджених в ембріологічному відношенні, великих родин і родин з широкою екологічною пластичністю та спеціалізованих родин, пристосованих до конкретних умов місцезростань. Поглиблене і детальне порівняльне дослідження ембріології родин Квіткових, які займають різне місце в системі, без сумніву дали би новий і цінний матеріал для подальшої розробки еволюційної ембріології рослин, зокрема для з'ясування критерію примітивності або прогресивності (спеціалізації) багатьох ембріологічних ознак, філогенетична оцінка яких до сьогоднішнього часу залишається дискусійною.

За оцінками вчених кількість видів біоти України становить понад 70 тис. видів, з них флора і мікробіота – 27 тис. видів, в тому числі на частку судинних рослин припадає 7,5 тис., із них 1,7 % видів припадає на дерева та 6 % – чагарники [2].

Частка культурних рослин у складі біоти України становить 5,1 тис. видів. На сільськогосподарські угіддя припадає 41,5 млн. га, що становить 68,9 % земельного фонду України [3]. Одним із головних завдань агропромислового комплексу України є стабілізація виробництва високоякісної продукції рослинництва. У вирішенні даної проблеми важливого значення набуває вдосконалення агротехнологічного процесу вирощування основних сільськогосподарських культур. Відомо, що інтенсивні технології вирощування базуються на широкому застосуванні мінеральних добрив та пестицидів, однак неконтрольоване їх використання є економічно невиправданим й екологічно небезпечним.

Подолання негативних наслідків інтенсифікації сільськогосподарського виробництва полягає у створенні нових нестандартних технологій з урахуванням здобутого поколіннями досвіду, зокрема таких, що спрямовані на реалізацію природного потенціалу екосистем і ґрунтуються на ефективному використанні їхніх біологічних можливостей, оптимізуючи взаємодію мікроорганізмів і рослин в агрофітоценозах [7].

Рослина, забезпечена повноцінним комплексом мікроорганізмів, здатна одержувати повноцінне живлення, реалізуючи свій потенціал щодо врожайності. Одним із заходів, спрямованих на збільшення чисельності та активності агрономічно корисних мікроорганізмів у кореневій зоні рослин, є застосування в технологіях вирощування культурних рослин мікробних препаратів [47, 48].

У вирішенні проблеми дефіциту рослинного білка та збільшення надходження біологічного азоту в ґрунт особливого значення набуває удосконалення технологій вирощування зернобобових культур, що характеризуються високою адаптаційною здатністю до ґрунтово-кліматичних умов зони вирощування [4].

Використання у посівах бобових культур біопрепаратів сприяє кращому засвоєнню атмосферного азоту бульбочковими бактеріями. Саме це зумовлює підвищення адаптації рослин до певних умов вирощування, врожайності,

покращення якості продукції та зниження впливу стресових факторів на рослину [5,7, 45]. У зв'язку з цим, актуальним є дослідження ефективності застосування регуляторів росту рослин, мікробних препаратів на основі бульбочкових бактерій та у комплексі з біологічно активними речовинами у посівах бобових культур, що дозволить рекомендувати виробництву препарати з мінімальним хімічним навантаженням на агробіоценози, за яких технологія вирощування культури забезпечуватиме одержання врожаїв високої якості.

Вивчення природних рослинних угруповань у генетичному аспекті здійснювалось у двох напрямках. Перший напрямок дослідження передбачав проведення експериментального мутагену, як фізичної так і хімічної природи, та вивчення наслідків порушень фізіологічного стану розвитку культурних сільськогосподарських рослин. Другий напрямок дослідження здійснювався на основі вивчення внутрішньовидового поліморфізму природних популяцій рослин Західного Поділля.

Проблема імунітету сільськогосподарських рослин привертає увагу ще з часів Чарльза Дарвіна. Цікавість до імунітету зумовлена тими величезними втратами від різних хвороб, які зазначає світове сільськогосподарське виробництво, у тому числі й Україна. Створення стійких до хвороб сортів – найрадикальніший, економічно обґрунтований та екологічно безпечний захист рослин від фітопатогенів. Такі сорти, безумовно, повинні домінувати у структурі агрофітоценозів.

Важливим напрямком досліджень, який покликаний підвищити виробництво сільськогосподарських культур, їх продуктивність та якість зерна в Україні, є вивчення впливу фунгіцидів для боротьби з хворобами у конкретних ґрунтово-кліматичних умовах.

РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ВИДОВОГО СКЛАДУ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ БОТАНІЧНОГО ЗАКАЗНИКА МІСЦЕВОГО ЗНАЧЕННЯ «МОГИЛА» (БЕРЕЖАНСЬКИЙ Р-Н, ТЕРНОПІЛЬСЬКА ОБЛ.)

1.1. Аналіз систематичної структури досліджуваної флори

Фрагментарні дослідження флори ботанічного заказника місцевого значення «Могила» проводилися паралельно із дослідженнями флори Голицького ботанічного заказника загальнодержавного значення і представлені у публікаціях М. М. Барни [4–6], Б. В. Заверухи [21], Н. Д. Шанайди [49; 50], Р. Л. Яворівського [4; 47; 59–68; 70–73] та ін.

Ботанічний заказник місцевого значення «Могила» розташований поблизу села Гутисько Бережанського району Тернопільської області, неподалік від Голицького ботанічного заказника загальнодержавного значення в південній частині Бережанського району Тернопільської області у межах Лісостепової зони України (рис. 1.1.1). Створений відповідно до рішення виконкому Тернопільської обласної ради № 189 від 30 серпня 1990 року. Площа заказника становить 3,2 га, на котрій під охороною перебувають лучні та лучно-степові фітоценози [9–10; 13; 14; 62–65].

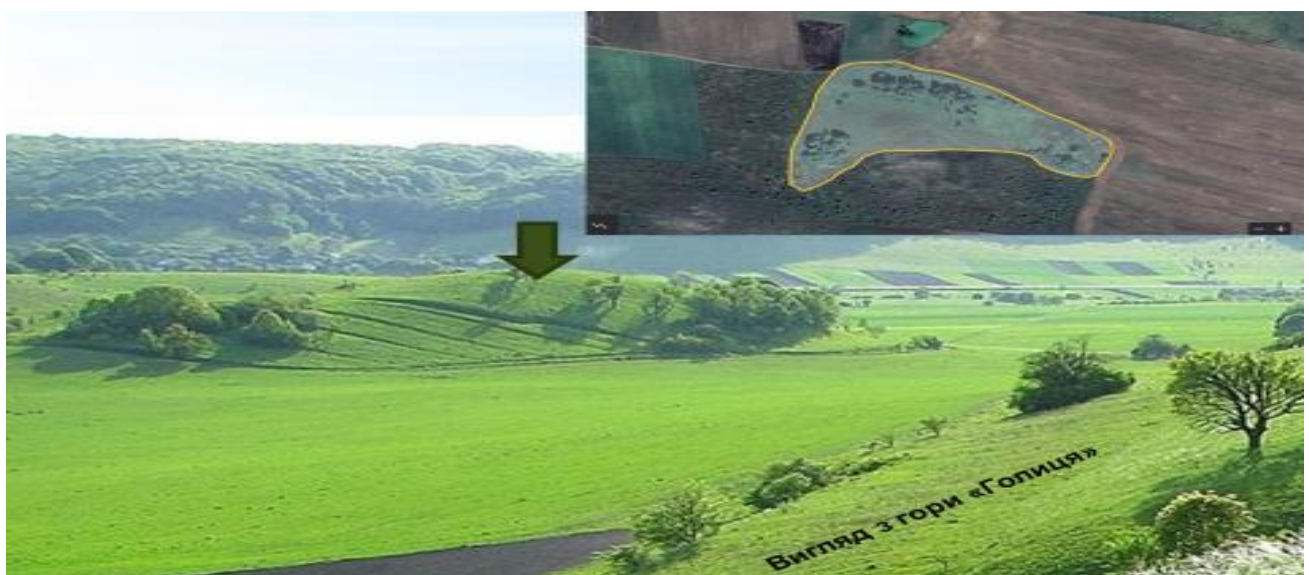


Рис. 1.1.1. – Загальний вигляд та межі ботанічного заказник місцевого значення «Могила» із гори «Голиця»

На основі аналізу літературних даних [1; 2; 12; 15; 19; 31; 37; 39; 41; 42; 56; 57; 59–66; 68; 70–78], проведених впродовж 2018–2020 рр. власних маршрутно–експедиційних досліджень на території ботанічного заказника місцевого значення «Могила» було встановлено та підтверджено зростання 117 видів вищих судинних рослин, котрі належать до 3 відділів, 4 класів, 33 порядків, 37 родин та 97 родів. Анотований список видового складу флори заказника наведено у Додатку 1.

Систематичний аналіз флори або її інвентаризація є одним з основних завдань у процесі проведення комплексних досліджень рослинного біорізноманіття певного регіону. Під терміном «флора» розуміємо сукупність усіх видів рослин, котрі поширені на певній території та формують практично усі властиві їй рослинні угруповання (флороценотипи) і заселяють усі типи місцезростань.

Найбільш значимим кількісним показником будь якої флори вважаємо її так зване «флористичне багатство», рівень котрого визначається кількістю видів, родів, родин, порядків тощо [53]. Систематична структура флори розглядається нами як характерний їй розподіл видів поміж певними систематичними категоріями вищого рангу. Головними її показниками вважаються співвідношення між різними групами вищих рослин, котрі відображаються у відсотках від загальної чисельності видів, родів і родин; розподіл видів поміж різноманітними таксонами – відділами, родинами й родами; кількісний склад родин, які займають у флорі домінуюче становище; співвідношення між кількістю видів у різних родин.

Ступінь видового та родового різноманіття у відділах вищих судинних рослин презентують так звані флористичні пропорції, тобто співвідношення середньої кількості родів у родині й видів у родині, роді. Для досліджуваної флори така основна пропорція складає 2,62 : 3,16 : 1,21 (тобто середня кількість родів у родині становить 2,62, видів у межах родини – 3,16, а родовий коефіцієнт або кількість видів у роді – 1,21) [28].

Для таксонів надродинного рангу такі флористичні пропорції дуже відрізняються між собою (табл. 1.1.1), що демонструє нерівномірність процесу еволюції у них, й саме тому судинні спорові рослини відіграють доволі незначну роль у формуванні флори заказника, включаючи лише 2 види (1,7 %), що є характерним для усіх регіональних флор та флори земної кулі в цілому [17]. Ці 2 види належать до структури двох відділів, один із яких – *Equisetophyta* презентований лише *Equisetum sylvaticum* L., який зрідка поширений серед заростей чагарників та у тінистих місцях, а інший – *Polypodiophyta* представлений лише *Dryopteris filix-mas* (L.) Schott, котрий зрідка трапляється серед затінених дерево-чагарникових ділянок заказника [7].

Отже, панівними у систематичній структурі флори ботанічного заказника місцевого значення «Могила» є представники відділу *Magnoliophyta*, який нараховує 115 видів або 98,3 %. Кількісне співвідношення видів класу *Liliopsida* – 11 видів (9,41 %) до *Magnoliopsida* – 104 види (88,89 %) у межах відділу *Magnoliophyta* становить 1 : 9,45 і є значно вищим, ніж аналогічні показники, котрі характерні для флор Середньої Європи (1 : 2,9–3,6) [54].

Таблиця 1.1.1 – Кількісний розподіл таксономічних одиниць та основні пропорції флори ботанічного заказника місцевого значення «Могила»

Відділ, клас	Родини		Роди		Види		Пропорції (родини : роди : види)	Род. коэф.
	к-сть	%	к-сть	%	к-сть	%		
Хвощеподібні (<i>Equisetophyta</i>)	1	2,7	1	1,0	1	0,85	1 : 1 : 1	1,0
Папоротеподібні (<i>Polypodiophyta</i>)	1	2,7	1	1,0	1	0,85	1 : 1 : 1	1,0
Покритонасінні (<i>Magnoliophyta</i>)	35	94,6	95	98,0	115	98,30	1 : 2,71 : 3,29	1,21
в т.ч. Дводольні (<i>Magnoliopsida</i>)	30	81,1	85	87,6	104	88,89	1 : 2,83 : 3,47	1,22
.....Однодольні (<i>Liliopsida</i>)	5	13,5	10	10,4	11	9,41	1 : 2,0 : 2,2	1,1
ВСЬОГО	37	100	97	100	117	100	1 : 2,62 : 3,16	1,21

Загалом, показники флористичних пропорцій у значній мірі залежать від площі території, на якій презентована досліджувана флора та її видового різноманіття. Зокрема, найбільш низькі пропорції характеризують згасання

процесів видоутворення у таксонах і, відповідно, навпаки. Виходячи із цього, досить високим ступенем видоутворення вирізняється лише відділ *Magnoliophyta*, причому середня кількість видів та родів у родинях *Magnoliopsida* є дещо вищою, ніж у *Liliopsida*.

У сучасній флористиці при проведенні систематичного аналізу значна увага приділяється також 10 провідним родинам (табл. 1.1.2), які й відображають основні властивості досліджуваної флори і становлять значну частку її сумарного видового спектру.

Таблиця 1.1.2 – Провідні родини флори ботанічного заказника місцевого значення «Могила»

№ з/п	Родина	Кількість видів	%
1.	Айстрові – <i>Asteraceae</i>	19	16,24
2.	Бобові – <i>Fabaceae</i>	14	11,97
3.	Губоцвіті – <i>Lamiaceae</i>	11	9,4
4.	Жовтецеві – <i>Ranunculaceae</i>	9	7,69
5–7.	Розові – <i>Rosaceae</i>	5	4,27
5–7.	Ранникові – <i>Scrophulariaceae</i>	5	4,27
5–7.	Маренові – <i>Rubiaceae</i>	5	4,27
8–9.	Злакові – <i>Poaceae</i>	4	3,42
8–9	Шорстколисті – <i>Boraginaceae</i>	4	3,42
10.	Зозулинцеві – <i>Orchidaceae</i>	3	2,56
ВСЬОГО		79	67,51

Отже, до десятки провідних родин флори заказника належать: 1) *Asteraceae* (*Compositae*) – 19 видів (16,24 % загальної кількості); 2) *Fabaceae* – 14 (11,97 %); 3) *Lamiaceae* – 11 (9,40 %); 4) *Ranunculaceae* – 9 (7,69 %); 5–7) *Rosaceae*, *Scrophulariaceae* та *Rubiaceae* – по 5 видів (по 4,27 %); 8–9) *Boraginaceae* та *Poaceae* – по 4 (по 3,42 %); 10) *Orchidaceae* – 3 види (2,56 %). Зазначимо, що по 3 види нараховують також родини *Campanulaceae*, *Dipsacaceae* та *Euphorbiaceae*, проте, зважаючи на раритетність і унікальність угруповань саме Орхідним нами було відведено десяту позицію.

Отже, 10 провідних родин флори ботанічного заказника «Могила» (табл. 1.1.2) охоплюють 79 видів або 67,51 % загальної чисельності (наприклад,

для Голицького ботанічного заказника цей показник становить 62,62 %), а інших 27 родин презентовані лише 38 видами (32,49 %), тобто середня кількість видів у цих родинях становить 1,41, при загальному аналогічному показникові 3,16.

Три перші позиції у родинному спектрі досліджуваної флори належать представникам родин *Asteraceae*, *Fabaceae* та *Lamiaceae*, на які у загальному припадає 44 види (37,61 %), і цей показник суттєво вищий, ніж аналогічні для флори Голицького ботанічного заказника (30,28 %) [68] та Волино-Поділля (26,14 %) [20; 22]. Доволі високий ранг родини *Rosaceae* пов'язаний, вочевидь, зі значною кількістю вікаруючих видів у її складі, а чільні позиції *Fabaceae*, *Ranunculaceae*, *Rubiaceae*, *Scrophulariaceae*, *Boraginaceae* та *Poaceae* пояснюються переважанням у флорі заказника саме лучно-степових, та, частково, лісових фітоценозів. Присутність у складі провідних родин представників *Orchidaceae* зумовлена певною флористичною унікальністю території дослідження і наявністю у структурі її флори значної частки регіонально-рідкісних видів та тих, котрі занесені до «Червоної книги України. Рослинний світ (2009)» [24].

Необхідно також відзначити родини, які посідають у родинному спектрі 11–18 місця, зокрема, вже згадувані *Campanulaceae*, *Dipsacaceae* та *Euphorbiaceae* – по 3 види (по 2,56 %); *Salicaceae*, *Caryophyllaceae*, *Cyperaceae*, *Primulaceae* та *Ariaceae* – по 2 види (по 1,71 %).

19 родин флори заказника (52,77 % від їх загальної кількості) є повністю монотипними, тобто їх представляють такі ж монотипні роди, які включають лише по одному виду, що є характерною ознакою флор Голарктичного царства в цілому, зокрема: *Betulaceae*, *Fagaceae*, *Valerianaceae*, *Geraniaceae*, *Polygonaceae*, *Cornaceae*, *Hypericaceae*, *Aceraceae*, *Corylaceae*, *Tiliaceae*, *Papaveraceae*, *Plantaginaceae*, *Santalaceae*, *Violaceae*, *Cistaceae*, *Liliaceae*, *Iridaceae*, *Equisetaceae* та *Aspidiaceae*. Наведена частка моновидових родин є характерною для лісостепових флор земної кулі у цілому.

Встановлено, що чим більш низький ранг таксономічної одиниці, тим суттєвішою є її залежність безпосередньо від умов навколишнього середовища, і, відповідно більше виявляється характер її реакції на певну зміну цих умов. Тому аналіз родового спектру флори більш детально відображає її структуру й регіональні особливості [33].

Поліморфними для такої доволі незначної за площею території вважаємо роди, які нараховують по 2 та більшу кількість видів (табл. 1.1.3). Так, 4 роди у систематичній структурі флори ботанічного заказника «Могिला» презентовані трьома видами, зокрема, *Campanula* L., *Trifolium* L., *Euphorbia* L. та *Galium* L. Двома видами представлені 12 наступних родів: *Anemone* L., *Veronica* L., *Centaurea* L., *Symphytum* L., *Senecio* L., *Ranunculus* L., *Medicago* L., *Carex* L., *Primula* L., *Scabiosa* L., *Prunella* L. та *Salvia* L. Сумарно 16 поліморфних родів нараховують 36 видів флори заказника (30,77 % загальної кількості).

Таблиця 1.1.3 – Поліморфні роди флори заказника

№ з/п	Рід	Кількість видів	%
1–4.	Дзвоники (<i>Campanula</i> L.) Конюшина (<i>Trifolium</i> L.) Молочай (<i>Euphorbia</i> L.) Підмаренник (<i>Galium</i> L.)	по 3	по 2,56
5–16.	Анемона (<i>Anemone</i> L.) Вероніка (<i>Veronica</i> L.) Волошка (<i>Centaurea</i> L.) Живокіст (<i>Symphytum</i> L.) Жовтець (<i>Ranunculus</i> L.) Жовтозілля (<i>Senecio</i> L.) Люцерна (<i>Medicago</i> L.) Осока (<i>Carex</i> L.) Первоцвіт (<i>Primula</i> L.) Скабіоза (<i>Scabiosa</i> L.) Суховершки (<i>Prunella</i> L.) Шавлія (<i>Salvia</i> L.)	по 2	по 1,71
ВСЬОГО		36	30,77

Провідні позиції у родовому спектрі флори ботанічного заказника місцевого значення «Могिला» родів *Campanula* L., *Trifolium* L., *Veronica* L., *Centaurea* L., *Ranunculus* L., *Senecio* L., *Medicago* L., *Prunella* L. та *Salvia* L.

обумовлюються домінуванням у його еколого-ценотичній структурі лучних типів рослинності.

Відзначимо, що на досліджуваній території досить значні площі належать ділянкам степової та лучно-степової рослинності, яку презентують частково ксерофітні роди *Galium* L. та *Scabiosa* L.

Незначна частина території заказника у його середній частині на північному заході та біля підніжжя на південному заході зайняті ділянками дерево-чагарникової рослинності, тому поміж спектру провідних поліморфних родів виділяється типово неморальний *Anemone* L., а також частково неморальні *Symphytum* L., *Carex* L. та *Primula* L. 81 рід (83,5 %) у систематичній структурі досліджуваної флори є монотипним, включаючи лише один вид, що характерно для більшості помірно-широтних регіональних флор. У їх складі презентовані, наприклад, як ендемічні *Centaurea ternopoliensis* Dobrocz., *Carlina cirsioides* Klokov., *Senecio besserianus* Minder., так і адвентивні у цьому регіоні види – *Stenactis annua* (L.) Nees, *Medicago sativa* L., *Lamium album* L., *Carduus acanthoides* L., *Papaver rhoeas* L. та ін. [9; 10; 62–65; 73].

1.2. Еколого-ценотичний аналіз флори заказника

Види і їх популяції, які формують флору ботанічного заказника «Могила», не трапляються рівномірно по всій його території, а концентруються у певні групи, котрі об'єднані поміж собою спільними умовами існування і ценотичними взаємозв'язками. Належність виду до певних ценоекологічних умов – один з найбільш очевидних проявів поділу флори досліджуваної території на чітко окреслені групи ценоелементів. Саме тому еколого-ценотичний аналіз будь якої флори – важливий компонент її загального аналізу. Його проведення дозволяє уявити загальне ценоекологічне «обличчя» флори, розкрити закономірності й особливості приуроченості тих або інших груп природних видів до певних ценоекологічних ніш, виявити домінування конкретних флороценоекологічних комплексів, їхнє взаємопроникнення, а також сформулювати певні висновки про генезисні особливості формування конкретної флори [22; 51; 55].

Основою для здійснення еколого-ценотичного аналізу слугує кількісне співвідношення видів флори, котрі приурочені до певних типів фітоценозів. На думку Толмачева О. І. саме такий аналіз дає змогу з певною достовірністю відстежити зв'язки досліджуваної флори з різними типами рослинності й виявити своєрідність шляхів розвитку флористичного складу різних ценотаксонів. З метою визначення сукупності видів, які приурочені до певного типу рослинності, використовуються поняття «флороценотип» або «ценофлора» [3; 19; 26]. Зазначимо, що на сьогоднішній день існують різні методичні підходи, щодо здійснення еколого-ценотичного аналізу флори. Так, Заверуха Б. В. [20; 22] вважає, що відмінності у таких підходах обумовлені, певною мірою, недостатньою розробкою окремих теоретичних питань та відсутністю єдиного понятійного апарату. Проте, частіше за все, у ході проведення еколого-ценотичного аналізу флори види об'єднують у певні ценоелементи, котрі розподіляють по флороценотипах [12; 22; 40]. В основу еколого-ценотичного аналізу флори ботанічного заказника «Могила» нами було взято узагальнене поняття про «ценоелемент», як вид, що належить до рослинного угруповання певного синтаксону, переважно у ранзі групи формацій або класів [30]. Ці видові ценоелементи поділяються на окремі флороценотипи. На думку Камеліна Р. В., сукупність рослинних формацій визначається певними едифікаторами, які мали загальну адаптивну еволюцію під впливом умов, котрі існували протягом певного періоду на певній території.

Скориставшись класифікаційною схемою флороценотипів помірних флор, на території заказника нами виділено 6 таких типів, зокрема (табл. 1.2.1):

- 1) лучний – *Mesopojon holarcticum* (MH);
- 2) лісовий або неморальний – *Therodrymion nemorale* (ThN);
- 3) степовий – *Xeropojon eurosibiricum* (XE);
- 4) синантропний – *Synantrophyton* (Sn);
- 5) кам'яний або петрофільний – *Petrophyton* (Pt);
- 6) піщаний або псамофільний – *Psammophyton* (Ps) [37; 56; 62].

У цілому даний принцип виділення флороценотипів і їхня загальна типізація найбільш повно відображають існуючі в природі співвідношення головних груп флороценоелементів та дають змогу встановити особливості їх флористичного складу й філоценогенезу. Зазначимо також, що окрім основних флороценотипів існують ще також несамостійно-комплексні, контактного характеру, які складаються з сукупності ценоелементів двох-трьох різних флороценотипів, котрі виникають у результаті взаємодії різноманітних угруповань. Такий комплексний характер простежується, зокрема, у видовому складі угруповань лісових галявин, вторинних трав'яних угруповань, вторинних чагарникових заростей тощо. Тому, перед тим, як перейти до безпосереднього розподілу ценоелементів за виділеними вище флороцено типами, зазначимо, що види, які беруть участь в утворенні декількох фітоценозів, зараховувались нами в один – певною мірою домінуючий [62].

Таблиця 1.2.1 – Еколого-ценотична структура флори ботанічного заказника місцевого значення «Могила»

№ з/п	ФЛОРОЦЕНОТИП	Кількість видів	%
1.	Лучний (<i>Mesopojon holarcticum</i>)	66	56,4
2.	Лісовий або неморальний (<i>Therodrymion nemorale</i>)	24	20,5
3.	Степовий (<i>Xeropojon eurosibiricum</i>)	13	11,1
4.	Синантропний (<i>Synantrophyton</i>)	7	6,0
5.	Кам'яний або петрофільний (<i>Petrophyton</i>)	5	4,3
6.	Піщаний або псамофільний (<i>Psammophyton</i>)	2	1,7
ВСЬОГО		117	100

Отже, як засвідчують дані табл. 1.2.1 та рис. 1.2.1, найбільш чисельно у еколого-ценотичній структурі флори ботанічного заказника «Могила» презентований лучний флороценотип (*Mesopojon holarcticum*), котрий нараховує 66 видів або 56,4 % від їх загальної кількості. Його формують

представники 25 родин та 59 родів, що становить відповідно 67,57 % та 60,82 % загальної кількості цих таксонів.

Як свідчать дані табл. 1.2.2, серед спектру провідних родин досліджуваної флори у структурі флороцено типу найбільш широко презентовані: *Asteraceae* – 13 видів, *Fabaceae* – 11, *Lamiaceae* – 6, *Ranunculaceae*, *Rosaceae* та *Poaceae* – по 4 види, *Scrophulariaceae* – 3 види, *Caryophyllaceae*, *Apiaceae* та *Dipsacaceae* – по 2 види.

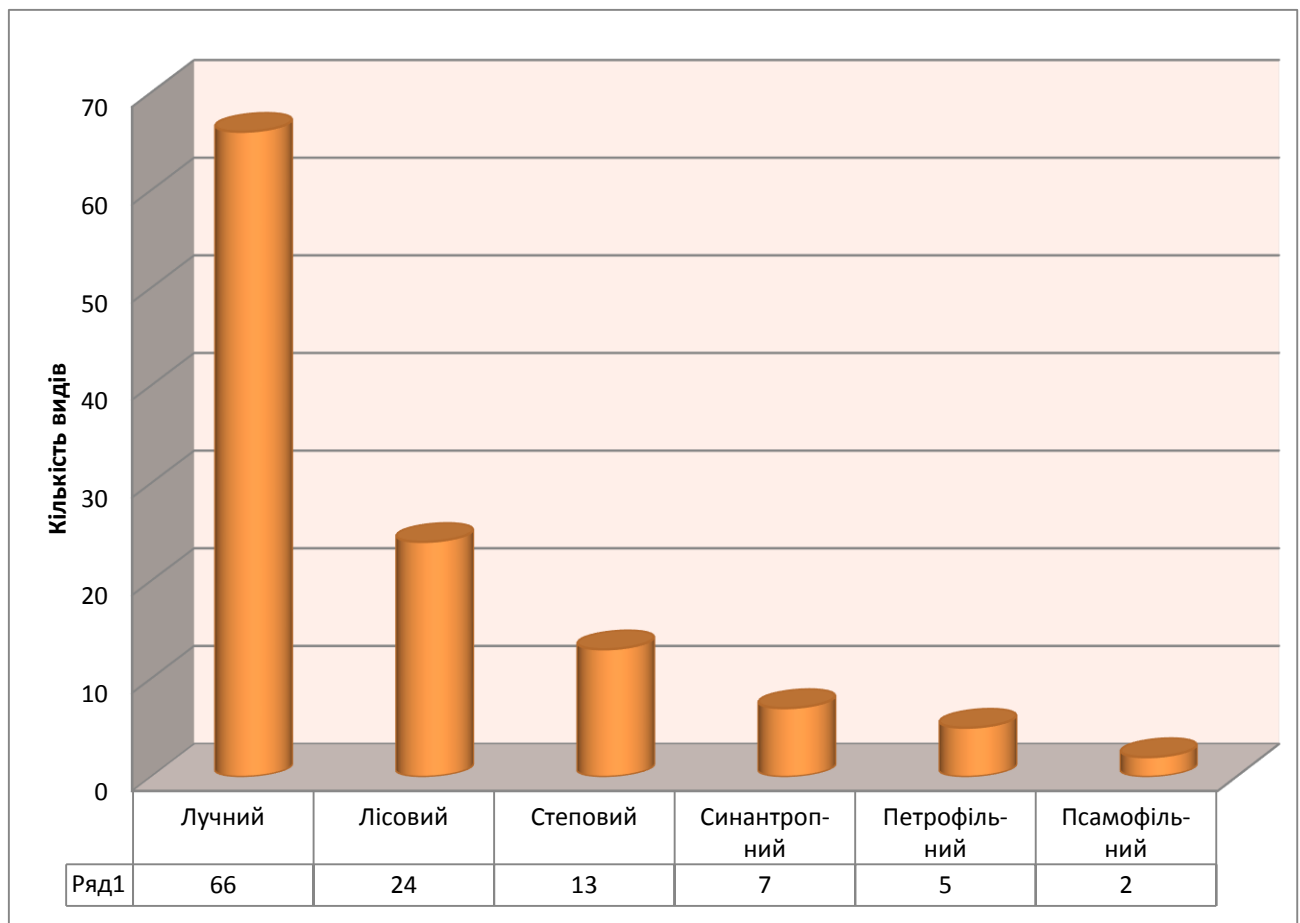


Рис. 1.2.1. – Розподіл видів флори заказника за основними флороцено типами «Обличчям» лучного флороценопиту вважаємо родини *Rosaceae*, *Fabaceae*, *Asteraceae*, *Scrophulariaceae* та *Lamiaceae*, оскільки відповідно 80,0 %, 78,6 %, 68,4 %, 60,0 % та 54,5 % їх видів належать саме до його складу, а також не надто чисельно представлені тут *Poaceae*, *Caryophyllaceae* та *Apiaceae*, котрі, проте, у повному складі формують саме структуру *Mesopojon holarcticum*. Відзначимо також родини *Ranunculaceae* та *Dipsacaceae*, оскільки у межах помірних кліматичних умов, куди й належить досліджувана флора, це

переважно трав'яні рослини, котрі значною мірою тяжіють до екологічних умов лук.

Аналіз табл. 1.2.3 вказує на те, що серед спектру провідних родів досліджуваної флори едифікаторами *Mesopojon holarcticum* можемо вважати роди, котрі у повному складі входять до його структури, а саме усі 3 види роду *Trifolium* L. та по 2 види родів *Centaurea* L., *Senecio* L., *Medicago* L., *Prunella* L. і *Salvia* L.

Таблиця 1.2.2 – Розподіл видів по флороценотипах у структурі провідних родин флори ботанічного заказника «Могिला»

№ з/п	Родина	ФЛОРОЦЕНОТИП						Σ
		<i>MH</i>	<i>ThN</i>	<i>XE</i>	<i>Sn</i>	<i>Pt</i>	<i>Ps</i>	
1.	<i>Asteraceae</i>	13	–	2	3	–	1	19
2.	<i>Fabaceae</i>	11	–	2	–	1	–	14
3.	<i>Lamiaceae</i>	6	1	2	1	1	–	11
4.	<i>Ranunculaceae</i>	4	4	1	–	–	–	9
5.	<i>Rosaceae</i>	4	1	–	–	–	–	5
6.	<i>Scrophulariaceae</i>	3	1	1	–	–	–	5
7.	<i>Rubiaceae</i>	1	–	3	–	1	–	5
8.	<i>Boraginaceae</i>	1	1	1	1	–	–	4
9.	<i>Poaceae</i>	4	–	–	–	–	–	4
10.	<i>Orchidaceae</i>	1	1	–	–	1	–	3
11.	<i>Campanulaceae</i>	1	2	–	–	–	–	3
12.	<i>Dipsacaceae</i>	2	–	1	–	–	–	3
13.	<i>Euphorbiaceae</i>	1	–	–	1	–	1	3
14.	<i>Caryophyllaceae</i>	2	–	–	–	–	–	2
15.	<i>Primulaceae</i>	1	1	–	–	–	–	2
16.	<i>Apiaceae</i>	2	–	–	–	–	–	2
17.	<i>Cyperaceae</i>	–	1	–	–	1	–	2

Друга позиція за чисельністю видів у еколого-ценотичній структурі флори заказника належить неморальному або лісовому флороценотипу (*Therodrymion nemorale*) – 24 види або 20,5 % їх загальної кількості (табл. 1.2.1).

Його формують представники 18 родин (48,64 %) та 22 родів (22,68 % загальної кількості таксонів). Ділянки дерево-чагарникової рослинності, як уже зазначалося, займають незначні площі у середній частині на північному заході та біля підніжжя на південному заході заказника.

Найбільш чисельно у структурі неморального флороцено типу на досліджуваній території презентовані наступні родини (табл. 1.2.2): *Ranunculaceae* – 4 види (44,4 % загальної кількості у межах родини), *Campanulaceae* – 2 види (66,67 %), *Primulaceae* та *Cyperaceae* – по 1 виду (по 50,0 %), *Orchidaceae* – 1 вид (33,3 %), *Boraginaceae* – 1 вид (25,0 %), *Rosaceae* та *Scrophulariaceae* – по 1 виду (по 20,0 % загальної чисельності родини).

Таблиця 1.2.3 – Розподіл видів по флороцено типах у структурі поліморфних родів флори ботанічного заказника «Могила» (> 2 видів у роді)

№ з/п	Рід	ФЛОРОЦЕНОТИП						Σ
		<i>MH</i>	<i>ThN</i>	<i>XE</i>	<i>Sn</i>	<i>Pt</i>	<i>Ps</i>	
1.	<i>Trifolium</i> L.	3	–	–	–	–	–	3
2.	<i>Euphorbia</i> L.	1	–	–	1	–	1	3
3.	<i>Galium</i> L.	1	–	2	–	–	–	3
4.	<i>Campanula</i> L.	1	2	–	–	–	–	3
5.	<i>Anemone</i> L.	1	1	–	–	–	–	2
6.	<i>Veronica</i> L.	1	–	1	–	–	–	2
7.	<i>Centaurea</i> L.	2	–	–	–	–	–	2
8.	<i>Symphytum</i> L.	1	1	–	–	–	–	2
9.	<i>Ranunculus</i> L.	1	1	–	–	–	–	2
10.	<i>Senecio</i> L.	2	–	–	–	–	–	2
11.	<i>Medicago</i> L.	2	–	–	–	–	–	2
12.	<i>Primula</i> L.	1	1	–	–	–	–	2
13.	<i>Scabiosa</i> L.	1	–	1	–	–	–	2
14.	<i>Prunella</i> L.	2	–	–	–	–	–	2
15.	<i>Salvia</i> L.	2	–	–	–	–	–	2
16.	<i>Carex</i> L.	–	1	–	–	1	–	2

Проте, абстрагувавшись від чисельності видів у межах родин загалом, найбільш типово-лісовими для флори ботанічного заказника «Могила» вважаємо *Salicaceae*, *Betulaceae*, *Corylaceae*, *Cornaceae*, *Aceraceae*, *Fagaceae*, *Tiliaceae*, *Violaceae*, *Equisetaceae* та *Aspidiaceae*.

Із едифікуючих родів у складі *Therodrymion nemorale* з типово деревних відзначаємо роди *Salix* L., *Populus* L., *Crataegus* L., *Betula* L., *Carpinus* L., *Acer* L., *Tilia* L. та *Quercus* L., серед чагарникових – *Swida* Opiz, а із трав'яних видів – поліморфні *Campanula* L. – 2 види із загальних трьох (66,7 %), *Anemone* L., *Ranunculus* L., *Symphytum* L., *Primula* L. та *Carex* L. – по 1 виду із 2 (50,0 %). Необхідно також визначити монотипні роди *Actaea* L., *Clematis* L., *Ajuga* L., *Scrophularia* L., *Neottia* Guett., *Viola* L., *Equisetum* L. та *Dryopteris* Adans., котрі у повному складі представлені саме у структурі неморального флороцено типу.

До чільної трійки по кількості видів у еколого-ценотичній структурі флори заказника належить степовий флороцено тип (*Xeropojon eurosibiricum*), який нараховує 13 видів (11,1 % їх загальної кількості) (табл. 1.2.1). Його формують представники 8 родин та 12 родів (відповідно 21,62 % та 12,37 % загальної чисельності цих таксономічних одиниць).

Серед провідних родин найбільшим видовим різноманіттям відзначаються (табл. 1.2.2): *Rubiaceae* – 3 види (60,0 % їх загальної кількості), *Asteraceae*, *Fabaceae* та *Lamiaceae* – по 2 види (10,53 %, 14,29 % та 18,18 % відповідно), *Ranunculaceae*, *Scrophulariaceae*, *Boraginaceae* та *Dipsacaceae* – по 1 виду (відповідно 11,11 %, 20,0 %, 25,0 % та 33,3 %). Отже, індикаторами степових угруповань у флорі заказника вважаємо лише родини *Rubiaceae*, *Dipsacaceae*, *Boraginaceae*, *Scrophulariaceae* та доволі умовно типові лучні *Lamiaceae* і *Fabaceae*.

Едифікуючими видами тут виступають *Anthemis subtinctoria* Dobrocz., *Chamaecytisus ruthenicus* (Fisch. ex Woloszcz.) Klaskova, *Lathyrus tuberosus* L., *Stachys recta* L., *Echium vulgare* L., *Scabiosa ochroleuca* L., *Asperula cynanchica* L., *Galium octonarium* (Klok.) Soo та *G. verum* L., регіонально-рідкісні *Thymus*

marschallianus Willd. та *Veronica spicata* L., а також червонокнижні *Adonis vernalis* L. і *Carlina cirsioides* Klok. [29].

Синантропний флороценотип або *Synantropophyton* нараховує 7 видів (6,0 % загальної кількості) (табл. 1.2.1) і в еколого-ценотичній структурі досліджуваної флори займає четверту позицію. Його формують види 5 родин (13,51 %) та 7 родів (7,21 %). Це пояснюється експансією або проникненням окремих видів у структуру флори заказника, оскільки біля його підніжжя розміщені землі товариства «Австро-українська співдружність аграріїв», на яких вирощують екологічно-чисту продукцію, а на полях поширені типові представниками синантропної флори, зокрема, *Papaver rhoeas* L., *Euphorbia helioscopia* L., *Sonchus arvensis* L., *Carduus acanthoides* L., *Stenactis annua* (L.) Nees, *Lamium album* L. та *Anchusa officinalis* L. [8].

Серед провідних родин найбільш чисельно у структурі синантропофітону презентовані (табл. 1.2.2): *Asteraceae* – 3 види, *Lamiaceae*, *Boraginaceae* та *Euphorbiaceae* – по 1 виду, а також монотипна родина *Papaveraceae*. Також зауважимо, що у складі синантропофітону повністю відсутні ендемічні, регіонально-рідкісні та червонокнижні види.

П'яте місце в еколого-ценотичному спектрі флори заказника належить петрофільному або кам'яному флороценотипу (*Petrophyton*), представники котрого трапляються у місцях виходу на поверхню вапняків неогенової системи. Загалом його формують лише 5 видів (4,3 % їх загальної кількості) (табл. 1.2.1), котрі належать до 5 родин (13,51 %) та такої ж кількості родів (5,15 %).

Серед спектру провідних родин (табл. 1.2.2) відзначимо *Lamiaceae*, *Rubiaceae*, *Cyperaceae*, *Fabaceae* та *Orchidaceae*, котрі, у свою чергу, представлені відповідно *Teucrium chamaedrys* L., *Cruciata glabra* (L.) Ehrend., регіонально-рідкісною *Carex humilis* Leys., а також червонокнижними *Hippocrepis comosa* L. та *Orchis militaris* L.

Найменш чисельно у еколого-ценотичній структурі флори ботанічного заказника місцевого значення «Могила» представлений піщаний або

псамофільний флороценотип (*Psammophyton*), котрий презентують лише 2 види (1,7 % загальної чисельності) (табл. 1.2.1), зокрема, *Hieracium pilosella* L. з родини *Asteraceae* та *Euphorbia cyparissias* L. з родини *Euphorbiaceae*, які трапляються на ділянках степової рослинності або ж іноді зростають на кальцефільних породах [27].

Отже, результати аналізу еколого-ценотичної структури флори ботанічного заказника місцевого значення «Могила» засвідчили, що домінуючими у ній є види лучного (*Mesopojon holarcticum*) та неморального або лісового (*Therodrymion nemorale*) флороценотипів і за цими показниками досліджувана флора належить до неморально-лучних флор Середньої та Центральної Європи. Специфічним її ядром вважаємо також види степового (*Xeropojon eurosibiricum*) і петрофільного (*Petrophyton*) флороценотипів, у складі котрих вирізняється доволі значна частка регіонально-рідкісних та червонокнижних видів [10; 62; 64; 65].

1.3. Характеристика раритетної фракції флори і перспективи розвитку ботанічного заказника «Могила»

Унікальність флори будь якої досліджуваної території визначається, насамперед, присутністю у її складі так званої раритетної фракції, тобто регіонально-рідкісних, ендемічних та червонокнижних видів [16]. Із досліджених 117 видів 8 (6,84 % сукупної чисельності) занесені до «Червоної книги України. Рослинний світ» (2009)». Цей показник значно нижчий, ніж аналогічний, що наводиться для флори України в цілому – 12,22 % [46], але практично тотожний із таким у флорі Тернопільської області – 7,84 % [12; 24; 25] та Голицького ботанічного заказника – 7,41 % [44; 45; 66]. Ці 8 видів презентують 4 родини, зокрема, 3 види родини *Orchidaceae* Juss., по 2 види з родин *Asteraceae* Dumort. та *Ranunculaceae* Juss. і 1 вид родини *Fabaceae* Lindl. [9; 35; 36; 48; 61; 63]. Нами було встановлено рясність або ж ступінь поширення цих видів за шкалою О. Друде (Додаток 1) та їхній їх природоохоронний статус у районі дослідження.

Згідно статті 13 Закону України «Про Червону книгу України» за

природоохоронним статусом види належать до наступних категорій: *зниклі* (стосовно яких відсутня будь яка інформація, щодо їх наявності в Україні у природних чи спеціально створених умовах); *зниклі у природі* (зникли на території України у природних ареалах, проте зберігаються у штучно створених умовах чи поза межами України); *зникаючі* (перебувають під загрозою поступового зникнення, оскільки спостерігається поступове скорочення ареалу або зниження чисельності, а їх збереження є малоімовірним без усунення впливу цих негативних факторів); *вразливі* (які у недалекому майбутньому можуть бути зараховані до категорії зникаючих, якщо і надалі триватиме вплив шкочинних факторів на їх популяції); *рідкісні* (які є відомими із досить обмеженої кількості місцезростань, проте популяції характеризуються досить стабільними, хоча і не надто високими чисельними показниками); *не оцінені* (можуть бути занесені до категорій зникаючих, вразливих чи рідкісних, проте ще не належать до жодної з них через недостатню вивченість); *недостатньо відомі* (які для власної категоризації потребують подальших системних досліджень) [4; 11; 30; 38; 46; 47; 58; 59; 63; 69].

Нижче подаємо характеристику червонокнижних видів флори ботанічного заказника «Могила» за наступною схемою: природоохоронний статус в районі дослідження – наукове значення виду – загальний ареал і поширення на території України – період цвітіння і плодоношення – способи розмноження – народногосподарське значення – ступінь поширення й умови місцезростання:

1) гніздівка звичайна (*Neottia nidus-avis* (L.) Rich.) (додаток 2, фото 1)

Природоохоронний статус в районі дослідження: вразливий.

Наукове значення: характерна складна біологія розвитку та сапрофітний або симбіомікотрофний тип живлення.

Загальний ареал і поширення на території України: західно-палеоарктичний вид (Європа, Зх. Сибір, Мала Азія, Кавказ). В Україні поширений у Лісостепу, Карпатах, на Закарпатті, Поліссі, північній частині Степу й у Гірському Криму.

Період цвітіння і плодоношення: цвіте у червні–липні, плодоносить протягом серпня–вересня.

Способи розмноження: зазвичай насінням, рідше вегетативно. Насіння проростає під поверхнею землі за участі симбіотичного гриба. Надземний пагін розвивається лише на 9–10 рік та через два місяці після цвітіння засихає.

Народногосподарське значення: лікарська рослина [46, с. 196].

Ступінь поширення й умови місцезростання: *Sр*: зрідка у тінистих деревочагарникових масивах заказника у його північній частині (виявлено дві популяції чисельністю 3 та 5 особин, котрі зростають у розрідженому трав'яному підліску).

2) билинець довгорогий (*Gymnadenia conopsea* (L.) R. Br.) (додаток 2, фото 2)

Природоохоронний статус в районі дослідження: рідкісний.

Наукове значення: рідкісний вид зі складною біологією розвитку.

Загальний ареал і поширення на території України: євразійський вид (Європа, Сибір, Кавказ, Мала Азія, Іран, Далекий Схід, Китай, Монголія, Японія). В Україні зростає у Карпатах до висоти 2000 м н.р.м., Лісостепу, Розточчі, Опіллі, Поліссі й Гірському Криму.

Період цвітіння і плодоношення: цвіте у червні–липні, плодоносить протягом серпня–жовтня.

Способи розмноження: зазвичай насінням, зрідка бульбами.

Народногосподарське значення: декоративна, лікарська рослина [46, с.183].

Ступінь поширення й умови місцезростання: *Сор*²: часто на лучно-степових ділянках, трав'яних схилах та серед заростей чагарників у нижній північній частині заказника (популяції доволі чисельні (щільність іноді сягає понад 50 особин), повночленні, із домінуванням генеративних особин).

3) зозулинець шоломоносний (*Orchis militaris* L.) (додаток 2, фото 3)

Природоохоронний статус в районі дослідження: вразливий.

Наукове значення: палеоарктичний євразійський вид на південній межі ареалу.

Загальний ареал і поширення на території України: Атлантична та Середня Європа, Зх. та Сх. Сибір, Кавказ, Середземномор'я, Мала й Зх. Азія. На території України трапляється у Лісостепу, Карпатах, на Правобережному Поліссі, Розточчі, Опіллі, пн. частині Степу й у Гірському Криму.

Період цвітіння та плодоношення: цвіте у травні–липні, плодоносить протягом червня–липня.

Способи розмноження: насіннево.

Народногосподарське значення: лікарська, декоративна рослина [46, с. 204].

Ступінь поширення й умови місцезростання: *Sp*: зрідка на вологих луках та серед заростей чагарників (локальна популяція нараховує 7 особин) у південно-західній частині заказника.

4) жовтозілля Бессера (*Senecio besserianus* Minder.) (додаток 2, фото 4)

Природоохоронний статус в районі дослідження: вразливий.

Наукове значення: ендемік Волино-Поділля.

Загальний ареал і поширення на території України: північно-західна частина Подільської та південна Волинської височин.

Період цвітіння і плодоношення: цвіте у червні, плодоносить протягом липня.

Способи розмноження: насіннево.

Народногосподарське значення: декоративна рослина [46, с. 337].

Ступінь поширення й умови місцезростання: *Sp*: зрідка на луках і трав'яних схилах (локальними малочисельними популяціями (до 5 особин) або поодинокі поширений у місцях виходу на поверхню вапняку).

5) відкасник осотоподібний (*Carlina cirsioides* Klokov) (додаток 2, фото 5)

Природоохоронний статус в районі дослідження: вразливий.

Наукове значення: ендемічний вид із доволі вузькою еколого-ценотичною амплітудою.

Загальний ареал і поширення на території України: Середня Європа (західна і правобережна частина України, Польща), спорадично поширений у пд. частині Полісся й на Поділлі.

Період цвітіння і плодоношення: цвіте у серпні–вересні, плодоносить протягом лютого–березня.

Способи розмноження: насіннево.

Народногосподарське значення: декоративна і лікарська рослина, а також протиерозійне [46, с. 296].

Ступінь поширення й умови місцезростання: *Sr*: зрідка на сухих луках та степових схилах (популяція досить малочисельна й нараховує 11 особин, котрі зростають переважно у північно-західній частині заказника).

6) сон розкритий (*Pulsatilla patens* (L.) Mill. s. l.) (додаток 2, фото 6)

Природоохоронний статус в районі дослідження: рідкісний.

Наукове значення: вразливий європейський вид на південній межі ареалу.

Загальний ареал і поширення на території України: Середня та Сх. Європа, Скандинавія, південь Зх. Сибіру. В Україні поширений на Поліссі, у Лісостепу та у пн. частині Степу.

Період цвітіння і плодоношення: цвіте у квітні–травні, плодоносить протягом травня–червня.

Способи розмноження: насіннево.

Народногосподарське значення: декоративна рослина [46, с. 565].

Ступінь поширення та умови місцезростання: *Sop*²: доволі чисельними та повночленними популяціями на лучних та лучно-степових трав'яних схилах по усій території заказника, переважно у його пд. та пд.-зх. частинах.

7) горицвіт весняний (*Adonis vernalis* L.) (додаток 2, фото 7)

Природоохоронний статус в районі дослідження: рідкісний.

Наукове значення: лісостеповий євросибірський вид.

Загальний ареал і поширення на території України: від Піренейського пів-ова до басейну річки Лена (Якутія), а із пн. на пд. від узбережжя Балтійського моря до Передкавказзя. В Україні поширений у Лісостепу, зрідка на півдні Полісся, Степу та у Криму.

Період цвітіння і плодоношення: цвіте у березні–квітні, плодоносить протягом травня.

Способи розмноження: вегетативно та насіннево.

Народногосподарське значення: лікарська, декоративна рослина [46, с. 552].

Ступінь поширення й умови місцезростання: *Sop*²: доволі чисельними популяціями (іноді щільністю до 10–12 особин на 1 м²) на лучно-степових ділянках, переважно у південній та південно-східній частинах заказника.

8) підковка чубата (гіпокрепіс чубатий) (*Hippocrepis comosa* L.)
(додаток 2, фото 8)

Природоохоронний статус в районі дослідження: вразливий.

Наукове значення: західно-європейський вид з диз'юнктивним ареалом; на території України на північно-східній межі поширення.

Загальний ареал і поширення на території України: Атлантична та Центральна Європа, Балканський і Апеннінський півострови, Південні Карпати. В Україні поширений на Опіллі й у Гірському Криму.

Період цвітіння і плодоношення: цвіте у травні–липні, плодоносить протягом липня–серпня.

Способи розмноження: насіннево.

Народногосподарське значення: декоративне, ценозоформуюче [46, с. 470].

Ступінь поширення та умови місцезростання: *Sop*¹: спорадично на сухих луках та вапнякових схилах у центральній та північно-західній частинах заказника (виявлено 4 популяції, незначні за площею та чисельністю (щільність до 20 особин)).

Також необхідно зазначити, що 17 видів (14,5 %) флори заказника віднесені нами до категорії регіонально-рідкісних, зокрема:

1) анемона лісова (*Anemone sylvestris* L.) – *Cop*²: досить часто поширена на трав'яних схилах та степових ділянках, переважно у південно-східній частині заказника та його верхній частині;

2) буквиця лікарська (*Betonica officinalis* L. s. l.) – *Cop*¹: розсіяно зростає на луках, галявинах та серед заростей чагарників по всій території заказника;

3) вероніка колосиста (*Veronica spicata* L.) – *Cop*¹: спорадично трапляється на луках, трав'яних схилах та галявинах по всій території заказника;

4) віхалка гілляста (*Anthericum ramosum* L.) – *Cop*²: часто поширена на луках, трав'яних схилах по всій території заказника;

5) волошка тернопільська (*Centaurea ternopoliensis* Dobrocz.) – *Cop*²: часто зростає на сухих луках та трав'яних схилах по всій території заказника;

6) воронець колосистий (*Actaea spicata* L.) – *Sp*: розсіяно трапляється серед заростей чагарників;

7) гадючник звичайний (*Filipendula vulgaris* Moench) – *Cop*³: дуже часто поширений на луках, трав'яних схилах, узліссях, переважно у центральній, східній та північно-західній частинах заказника;

8) гвоздика картузіанська (*Dianthus carthusianorum* L.) – *Cop*¹: спорадично зростає на луках, галявинах та серед заростей чагарників, переважно у північній та східній частинах заказника;

9) герань криваво-червона (*Geranium sanguineum* L.) – *Cop*²: досить часто трапляється на луках, схилах та серед чагарників по всій території заказника;

10) живокіст Бессера (*Symphytum besseri* Zaverucha) – *Sp*: зрідка поширений серед дерево-чагарникових заростей у південно-західній частині заказника;

11) конюшина гірська (*Trifolium montanum* L.) – *Cop*²: досить часто зростає на сухих луках, узліссях та серед заростей чагарників по всій території заказника;

12) лембротропіс чорніючий (*Lembotropis nigricans* (L.) Griseb.) – *Cop*²: часто трапляється на сухих лучних ділянках та серед заростей чагарників по всій території заказника;

13) осока низька (*Carex humilis* Leys.) – *Cop*¹: спорадично поширена на кам'янистих відслоненнях та по лучних степах у пн.-сх. частині заказника;

14) півники угорські (*Iris hungarica* Waldst.et Kit.) – *Cop*¹: спорадично зростає на луках, трав'яних схилах та галявинах, переважно у верхній центральній та західній частинах заказника;

15) сонцецвіт яйцеподібний (*Helianthemum ovatum* (Viv.) Dun.) – *Cop*²: розсіяно трапляється на луках, степових схилах та галявинах переважно у центральній та північно-східній частинах заказника;

16) стародуб широколистий (*Laserpitium latifolium* L.) – *Cop*¹: спорадично поширений на лучно-степових ділянках заказника у його північній та західній частинах;

17) чебрець Маршаллів (*Thymus marschallianus* Willd.) – *Cop*²: досить часто зростає на остепнених ділянках та сухих трав'яних схилах, переважно у верхній частині заказника [18; 32; 61; 63–65].

Також нами було проведено аналіз динаміки чисельності популяцій окремих червонокнижних видів упродовж 2017–2020 рр., зокрема, *Carlina cirsioides* Klokov, *Neottia nidus-avis* (L.) Rich. та *Senecio besserianus* Minder. Зазначимо, що популяція *Carlina cirsioides* протягом вказаного періоду чисельно збільшилась на 4 особини, а популяції *Neottia nidus-avis* та *Senecio besserianus* мали тенденцію до незначного скорочення чисельності (табл. 1.3.1).

Головними чинниками, які визначають зменшення чисельності популяцій регіонально-рідкісних та червонокнижних видів на досліджуваній території вважаємо наступні:

✓ стенотопна еколого-ценотична амплітуда та низька насіннева продуктивність через відсутність ефективного запилення у окремих видів;

✓ зривання на букети, збирання населенням як лікарської сировини та як декоративних видів;

✓ порушення структури лучних та лучно-степових угруповань заказника внаслідок осінніх та весняних підпалів травостою.

Таблиця 1.3.1 – Динаміка чисельності окремих червонокнижних видів флори заказника, 2017–2020 рр.

Назва виду	Кількість виявлених екземплярів, шт.			
	2017 рік	2018 рік	2019 рік	2020 рік
<i>Carlina cirsioides</i> Klokov	7	7	9	11
<i>Senecio besserianus</i> Minder.	13	12	13	11
<i>Neottia nidus-avis</i> (L.) Rich.	9	10	9	8

Поки що ботанічний заказник місцевого значення «Могила» – ізольований природно–заповідний об'єкт невеликої площі, недостатньо вивчений та не надто сприятливий для повноцінного збереження і відтворення свого унікального фітогенотону. Тому вважаємо за доцільне у майбутньому підвищення природоохоронного статусу досліджуваної території, наприклад, шляхом її включення у структуру Голицького ботанічного заказника загальнодержавного значення із перспективою створення регіонального ландшафтного парку «Бережанське Опілля» [23; 34; 43; 68].

ЛІТЕРАТУРА ДО РОЗДІЛУ 1

1. Андржейовский А. Исчисления растений Подольской губернии и смежных с нею мест. *Труды комиссии при университете св. Владимира для описания губерний Киевского учебного округа*. 1861. Т. 4, Вып. 1. С. 1–51.
2. Андржейовский А. Продолжение исчисления растений Подольской губернии и смежных с нею мест. *Университетские известия*. 1862. № 7. С. 94–182.
3. Байрак О. М. Сучасні погляди на ценофлори та принципи їх виділення. *Український ботанічний журнал*. 1998. Т. 55, № 6. С. 620–624.
4. Барна М. М., Барна Л. С., Яворівський Р. Л. Червона книга України. Рослинний світ (2009) та охорона рідкісних рослин Голицького ботанічного заказника загальнодержавного значення. *Дослідження флори і фауни Західного Поділля* : матер. регіон. наук.-практ. конф. (с. Гутисько Бережанського р-ну Тернопільської обл., 24–25 трав. 2013 р.). Тернопіль, 2013. С. 72–76.

5. Барна М. М., Яворівський Р. Л., Герц Н. В. Червоні книги України. Рослинний світ (1980, 1996, 2009): таксономічні, географічні та созологічні аспекти. *Освіта та наука на хіміко-біологічному факультеті Тернопільського національного педагогічного університету ім. Володимира Гнатюка (1940-2010)* : матер. регіон. наук.-практ. конф. (с. Гутисько Бережанського р-ну Тернопільської обл., 20-21 трав. 2010 р.). Тернопіль : Вид-во ТНПУ ім. Володимира Гнатюка, 2010. С. 12–15.
6. Барна М. М. Голицький біостаніонар Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка: історія, наукова та навчальна діяльність. *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Сер. Біологія*. Тернопіль, 2008. № 2 (36). С. 3–10.
7. Безсмертна О. О., Яворівський Р. Л. Рідкісні вищі спорові рослини на території Тернопільської області. *Дослідження флори і фауни Західного Поділля* : матер. регіон. наук.-практ. конф. (с. Гутисько Бережанського р-ну Тернопільської обл., 24–25 трав. 2013 р.). Тернопіль : ТНПУ імені Володимира Гнатюка, 2013. С. 10–13.
8. Бурда Р. И. Антропогенная трансформация флоры. Київ : Наукова думка, 1991. 167 с.
9. Вільгушинська Зоряна. Аналіз червонокнижних та регіонально-рідкісних видів флори ботанічного заказника місцевого значення «Могила» (Бережанський район, Тернопільська область). *Магістерський науковий вісник*. 2020. Вип. № 35. С. 191–194.
10. Вільгушинська Зоряна. Ботанічний заказник місцевого значення «Могила» – унікальний об’єкт природно-заповідного фонду Тернопільської області. *Магістерський науковий вісник*. 2020. Вип № 34. С. 239–242.
11. Вініченко Т. С. Рослини України під охороною Бернської конвенції. Київ : Хімджест, 2006. 176 с.
12. Географія Тернопільської області: монографія. В 2-х т. Т. 1. Природні умови та ресурси / Сивий М. Я. та ін. Тернопіль : Осадца Ю. В., 2017. С. 281–311; 466–500.
13. Геренчук К. І. Природа Тернопільської області. Львів : Вища школа, 1979. 293 с.
14. Геренчук К. І., Койнов М. М., Цись П. М. Природно-географічний поділ Львівського та Подільського економічних районів. Львів : Вид-во Львів. ун-ту, 1964. С. 68–79.
15. Голицький ботаніко-ентомологічний заказник загальнодержавного значення: монографія / Барна М. М. та ін.; за заг. ред. М. М. Барни. Тернопіль : Лілея, 1997. 64 с.
16. Голубець М. А. Біотична різноманітність і наукові підходи до її збереження. Львів : Ліга-Прес, 2003. 33 с.
17. Гроссгейм А. А. Анализ флоры Кавказа. *Известия Азербайджанской филии АН СССР*. 1936. Вып. 1. 257 с.
18. Дем’янчук П. М., Яворівський Р. Л. Созологічна оцінка червонокнижних видів рослин Тернопільської області. *Подільський регіон : виклики XXI*

- століття (географічні аспекти)* : матер. Всеукр. наук.-практ. конф. (Тернопіль, 25 квіт. 2017 р.). Тернопіль, 2017. С. 122–128.
19. Екофлора України / Я. П. Дідух та ін.; за ред. Я. П. Дідуха. Київ : Фітосоціоцентр. Т. 1. 2000. 284 с.; Т. 2. 2004. 480 с.; Т. 3. 2002. 496 с.; Т. 5. 2007. 584 с.
 20. Заверуха Б. В. Флора Волино-Подолії, її аналіз і генезис : автореф. дис. ... докт. біол. наук: 03.00.05. Київ, 1984. 21 с.
 21. Заверуха Б. В. Заповідний куточок Опілля – квітотрайна Голиця. *Рідна природа*. 1988. № 3. С. 35–37.
 22. Заверуха Б. В. Флора Волино-Подолії і її генезис. Київ : Наукова думка, 1985. 192 с.
 23. Закон України «Про загальнодержавну програму формування національної екологічної мережі на 2000–2015 роки». Київ, 2000. 27 с.
 24. Зелінка С. В. Види рослин Тернопільської області, які занесені до «Червоної книги України». *Основи екології* : навч. матер. на допомогу учням загальноосв. шкіл, вчителям екології, студ. природн. ф-ту / за ред. В. М. Черняка. Тернопіль, 1994. С. 84–96.
 25. Зелінка С. В. Рідкісні рослини Тернопільщини, які занесені до «Червоної книги СРСР». *Природа, населення та господарство Тернопільської області, їх вивчення в загальноосвітній школі* : матер. обл. наук.-практ. конф. Тернопіль, 1991. С. 35–40.
 26. Камелін Р. В. Про деякі проблеми флорогенетики. *Український ботанічний журнал*. 1969. Т. 54, № 6. С. 892–901.
 27. Клоков М. В. Псаммофильные флористические комплексы на территории УССР: опыт анализа псаммофитона. Київ : Наукова думка, 1981. С. 90–150.
 28. Кокунин В. А. Статистическая обработка данных при малом числе опытов. *Украинский биохимический журнал*. 1975. Т. 47, № 6. С. 776–790.
 29. Куковица Г. С. Степная растительность Ополья и ее охрана. *Актуальные вопросы современной ботаники*. Київ : Наукова думка, 1976. С. 78–92.
 30. Мороз І. І. Рідкісні рослини Товтрового кряжа Поділля та їх охорона. *Охорона природи та раціональне використання природних ресурсів*. Київ : Наукова думка, 1970. С. 39–41.
 31. Определитель высших растений Украины / Д. Н. Доброчаева и др.; за ред. Ю. Н. Прокудина. Київ : Фітосоціоцентр, 1999 : Наукова думка, 1987. 548 с.
 32. Охорона генофонду флори і рослинності Голицького державного ботаніко-ентомологічного заказника на Тернопільщині / Зелінка С. В., Барна М. М., Шанайда Н. Д. та ін. *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Сер. Біологія, хімія, педагогіка*. Тернопіль, 1994. № 1. С. 3–10.
 33. Попов М. Г. Основы флорогенетики. Київ : Изд-во АН СССР, 1963. 135 с.
 34. Свинко Й. М., Черняк В. М., Дем'янчук П. М. Про створення Голицького державного заповідника. *Еколого-географічні дослідження в сучасній географічній науці* : матер. Міжнар. наук. конф. (Тернопіль, 6–7 жовт. 1999 р.). Тернопіль : ТДПУ, 1999. С. 86–88.

35. Синиця Г., Черняк В. Рідкісні та зникаючі рослини Тернопільщини з Червоної книги України. Тернопіль : Богдан, 2008. 224 с.
36. Собко В. Г. Стежинами Червоної книги України. Київ : Урожай, 1993. 180 с.
37. Собко В. Г., Яворівський Р. Л. Систематична та еколого-ценотична структура флори Тернопільського плато. *Інтродукція рослин*. Київ, 2000. № 3-4. С. 31–37.
38. Стойко С. М. Созологічна категоризація та екологічні засади збереження рідкісних і зникаючих видів рослин. *Український ботанічний журнал*. 1992. № 1. С. 551–554.
39. Сушко Н. Флористична структура Голицького ботаніко-ентомологічного заказника як унікального екотону. *Проблеми і перспективи наук в умовах глобалізації* : матер. Всеукр. наук. конф. (Тернопіль, 27 жовт. 2005 р.). Тернопіль : ТНПУ ім. В. Гнатюка, 2005. С. 128–135.
40. Ткачик В. П. Флора Прикарпаття. Львів : НТШ, 2000. 253 с.
41. Флора УРСР: у 12 т. / за ред. О. В. Фоміна (т. 1), Є. І. Бордзіловського (т. 2), Є. М. Лавренка (т. 2), М. І. Котова (т. 3, 4, 8–10), А. І. Барбарича (т. 3, 8), М. В. Клокова (т. 5, 7), О. Д. Вісюліної (т. 5, 7, 11, 12), Д. К. Зерова (т. 6). Київ: Вид-во АН УРСР. Т. 1. 1936. 202 с.; Т. 2. 1940. 589 с.; Т. 3. 1950. 426 с.; Т. 4. 1952. 690 с.; Т. 5. 1953. 528 с.; Т. 6. 1954. 612 с.; Т. 7. 1955. 658 с.; Т. 8. 1957. 544 с.; Т. 9. 1960. 692 с.; Т. 10. 1961. 491 с.; Т. 11. 1962. 589 с.; Т. 12. 1965. 591 с.
42. Флористичне і ценотичне різноманіття у відновленні, охороні та збереженні рослинного світу: монографія / за заг. ред. С. М. Ніколаєнка. Київ : Видавництво Ліра-К, 2018. С. 23–44.
43. Царик Л. П. Природні заповідні території. Тернопіль, 1998. 60 с.
44. Чайковський М. П. Ботанічне чудо. *Вільне життя*. 1979. 8 вересн. С. 5.
45. Чайковський М. П. Цвіте відкашник. *Робітнича газета*. 1981. С. 6.
46. Червона книга України. Рослинний світ / за ред. Я. П. Дідуха. Київ : Глобалконсалтинг, 2009. 912 с.
47. Червонокнижні рослини Голицького ботанічного заказника та їх охорона / Барна М. М., Л. Барна Л. С., Яворівський Р. Л та ін. *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Сер. Біологія*. Тернопіль, 2014. № 3 (60). С. 16–30.
48. Черняк В. М., Созанська Н. Й., Стопень Т. Я. Червонокнижні рослини Бережанського горбогір'я Тернопільської області (Україна), їх збереження в умовах антропогенного зміненого середовища. *Екологічні аспекти родючості ґрунтів і навколишнього природного середовища* : матер. Всеукр. наук.-практ. конф. Тернопіль : Воля, 2006. С. 431–438.
49. Шанайда Н. Д. Деякі особливості біології *Carlina onopordifolia* Bess. ex Szaf., Kulcz. et Pawl. в умовах Голицького ботаніко-ентомологічного заказника. *Інтродукція і акліматизація рослин на Волино-Поділлі* : матер. Всеукр. наук. конф. Тернопіль, 1999. С. 151–156.
50. Шанайда Н. Д., Зелінка С. В. Стан популяцій деяких рідкісних рослин на горі Голиця Бережанського району Тернопільської області. *Матеріали*

- звітної наукової конференції викладачів і студентів природничого факультету за 1991 р. Тернопіль, 1993. С. 65.
51. Шеляг-Сосонко Ю. Р., Дидух Я. П. О состояниях и перспективах исследования флоры Украины. *Украинский ботанический журнал*. 1975. Т. 60, № 8. С. 113–121.
 52. Шеляг-Сосонко Ю. Р., Жижин М. П. Охорона рідкісних видів Опілля. *Рідкісні рослини природної флори України, шляхи та методи їх охорони*: матер. конф. Київ : Наукова думка, 1983. С. 110–114.
 53. Шмидт В. М. Количественные показатели в сравнительной флористике. *Украинский ботанический журнал*. 1974. Т. 61, № 7. С. 920–940.
 54. Юрцев Б. А. Дискуссия на тему «Метод конкретных флор в сравнительной флористике». *Украинский ботанический журнал*. 1974. Т. 54, № 9. С. 1399–1407.
 55. Юрцев Б. А. Общие и региональные вопросы флорогенетики. *Украинский ботанический журнал*. 1976. Т. 61, № 10. С. 1468–1478.
 56. Яворівський Р. Л. Аналіз еколого-ценотичної структури флори Тернопільського плато. *Науковий вісник Луганського національного аграрного університету. Сер. Біологічні науки*. Луганськ : «Елтон–2», 2013. № 50. С. 83–93.
 57. Яворівський Р. Л. Аналіз систематичної структури флори Тернопільського плато. *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Сер. Біологія*. Тернопіль, 2012. № 3 (52). С. 20–27.
 58. Яворівський Р. Л. Рослини Тернопільського плато, що занесені до «Червоної книги України. Рослинний світ (2009)». *Інтродукція рослин, збереження та збагачення біорізноманіття в ботанічних садах і дендропарках* : матер. Міжн. наук. конф. присвяченої 75-річчю заснування Нац. бот. саду ім. М. М. Гришка НАН України (Київ, 15–17 вересн. 2010 р.). Київ : Фітосоціоцентр, 2010. С. 355–356.
 59. Яворівський Р. Л. Систематична структура флори Голицького ботаніко-ентомологічного заказника. *Науково-практична конференція, присвячена 10-річчю створення Голицького біостаніонару ТНПУ ім. Володимира Гнатюка* : матер. конф. (с. Гутисько Бережанського р-ну Тернопільської обл., 6–7 трав. 2008 р.). Тернопіль : Вид-во ТНПУ ім. Володимира Гнатюка, 2008. С. 23–25.
 60. Яворівський Р. Л., Барна М. М., Созанська Н. Й. Еколого-ценотична структура флори Голицького ботанічного заказника. *Освіта та наука на хіміко-біологічному факультеті Тернопільського національного педагогічного університету ім. Володимира Гнатюка (1940-2010)* : матер. регіон. наук.-практ. конф. (с. Гутисько Бережанського р-ну Тернопільської обл., 20–21 трав. 2010 р.). Тернопіль : Вид-во ТНПУ ім. Володимира Гнатюка, 2010. С. 29–31.
 61. Яворівський Р. Л., Відзівашець І. В. Червонокнижні рослини Бережанського району Тернопільської області, їх видовий склад та стан

- охорони. *Проблеми та перспективи наук в умовах глобалізації* : матер. IV Всеукр. наук. конф. Тернопіль : ТНПУ ім. В. Гнатюка, 2008. С. 61–64.
62. Яворівський Р. Л., Вільгушинська З. М. Аналіз еколого-ценотичної структури флори ботанічного заказника місцевого значення «Могила». *Тернопільські біологічні читання – Ternopil Bioscience – 2020* : матер. Міжнар. наук.-практ. конф., присвяченої 80-річчю хіміко-біологічного факультету ТНПУ (Тернопіль, 22–23 травн. 2020 р.). Тернопіль : Вектор, 2020. С. 49–53.
63. Яворівський Р. Л., Вільгушинська З. М. Аналіз раритетної фракції флори ботанічного заказника місцевого значення «Могила». *Біотехнологія, звершення та надії* : зб. тез Міжнар. наук.-практ. онлайн конф. студентів, аспірантів та молодих вчених (Київ, 15 листоп. 2019 р.). Київ : б. в., 2019. С. 154–156.
64. Яворівський Р. Л., Вільгушинська З. М. Аналіз систематичної структури флори ботанічного заказника місцевого значення «Могила». *Тернопільські біологічні читання – Ternopil Bioscience – 2019* : матер. Всеукр. наук.-практ. конф., присвяченої 80-річчю від дня народження д.б.н., проф. Явоненка О. Ф. та 75-річчю від дня народження д.б.н., проф. Яковенка Б. В. (Тернопіль, 4–5 листоп. 2019 р.). Тернопіль : Вектор, 2019. С. 311–314.
65. Яворівський Р. Л., Вільгушинська З. М. Флористичний аналіз ботанічного заказника місцевого значення «Могила». *Біорізноманіття України в контексті сучасних природних умов середовища* : матер. Міжнар. наук.-практ. конф. (Тернопіль, 4–5 червн. 2020 р.). Тернопіль : Крок, 2020. С. 131–133.
66. Яворівський Р. Л., Гратковська М. Т. Аналіз флори Голицького ботанічного заказника. *Актуальні проблеми довкілля та здоров'я людини в умовах екологічних і соціальних змін у Європі та в Україні* : матер. наук.-практ. конф. з міжнар. участю, присвяченої 115-й річниці з дня народження І. І. Яременка (Тернопіль, 24–26 трав. 2018 р.). Тернопіль : Укрмедкнига, 2018. С. 98–100.
67. Яворівський Р. Л., Дем'янчук П. М. Червонокнижні види флори Тернопільської області. *Матеріали XIV з'їзду Українського ботанічного товариства*. (Київ, 25–26 квітн. 2017 р.). – К., б. в., 2017. С. 139.
68. Яворівський Р. Л., Згурська Т. І., Гратковська М. Т. Голицький ботанічний заказник: систематичний, еколого-ценотичний аналіз флори та перспективи розвитку. *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Сер. Біологія*. Тернопіль, 2018. № 2 (73). С. 41–48.
69. Яворівський Р. Л., Лендєнєва Г. Л. Статус природоохоронної території як визначальний фактор збереження фіторізноманіття. *Тернопільські біологічні читання – Ternopil Bioscience – 2018* : матер. Всеукр. наук.-практ. конф., присвяченої 20-річчю заснування Голицького біостаніонару ТНПУ ім. Володимира Гнатюка (Тернопіль, 19–21 квітн. 2018 р.). Тернопіль : Вектор, 2018. С. 63–65.

70. Яворівський Р. Л., Созанська Н. Й. Аналіз географічної структури флори Голицького ботанічного заказника. *Дослідження флори і фауни Західного Поділля*: матер. регіон. наук.-практ. конф. (с. Гутисько Бережанського р-ну Тернопільської обл., 24–25 трав. 2013 р.). Тернопіль, 2013. С. 21–24.
71. Яворівський Р. Л., Стахурська М. В. Видовий склад родини *Fabaceae* L. у флорі Бережанського району Тернопільської області. *Біологічні дослідження – 2017* : зб. наук. праць VIII Всеукр. наук.-практ. конф. з міжнар. участю (Житомир, 14–16 березн. 2017 р.). Житомир : ПП «Рута», 2017. С. 45–46.
72. Яворівський Р. Л., Чендей І. В. Видовий склад *Pteridophyta* у флорі Бережанського району Тернопільської області. *Біологічні дослідження – 2018* : зб. наук. праць IX Всеукр. наук.-практ. конф. (Житомир, 14–16 березн. 2018 р.). Житомир : ПП «Рута», 2018. С. 64–65.
73. Яворівський Руслан, Вільгушинська Зоряна. Аналіз географічної структури флори ботанічного заказника місцевого значення «Могила». *Проблеми та перспективи розвитку сучасної науки в країнах Європи та Азії* : матер. XXVI Міжнар. наук.-практ. інтернет-конф. (Переяслав, 30 квіт. 2020 р.). Переяслав : б. в., 2020. С. 8–11.
74. Besser W. G. Enumeratio plantarum hucusque in Volhynia, Podolia gub. Roviensi, Bessarabiansic Thyraica et circa Odessam collectarum simul cum observationibus in Primitias Florae Galiciae Austriaceae. Wilen : Pamjetnic farm. 1882. S. 297–407.
75. Czerepanov S. K. Vaskular plants of Russia and adjacent states (the former USSR). Cambridge : Univ. Press, 1995. 516 p.
76. Motyka J. Rozmieszczenie i ekologia roslin naczyniowych na polnocnej krawedzi zachodniego Podola – Lublin. Nakladem uniwersytetu Marii Curie-Sklodowskiej z Zasilku prezydium rady ministrow. 1947. 400 p.
77. Wierdak Sz. Zapiski florystyczne z Opola. Ibid. 1926. № 51. S. 55–74.
78. Wierdak Sz. O rzadkich roslinach z Opola. Kosmos A. 1923. № 48. S. 245–253.

РОЗДІЛ 2. ЦИТОЕМБРІОЛОГІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ РОСЛИННИХ УГРУПОВАНЬ ЗАХІДНОГО ПОДІЛЛЯ

Цитоембріологічні дослідження деревних рослин мають важливе значення для розуміння репродуктивної біології, генетичної варіативності та адаптаційних можливостей цих організмів. Ці дослідження включають вивчення клітинних та ембріональних процесів, які відбуваються від моменту запліднення до розвитку нового організму. Вони допомагають виявити механізми целюлярних поділів, диференціації та спеціалізації, які лежать в основі гісто- та органогенезу. Доцільним є використання цитоембріологічних методів для вивчення еволюційних процесів, розуміння генетичних змін та виявлення мутацій, що можуть впливати на адаптацію рослин до змінних умов середовища. Це має практичне застосування у селекції нових сортів деревних видів, що характеризуються покращеними характеристиками, такими як стійкість до шкідників, хвороб та екстремальних погодніх умов. Окрім того, цитоембріологічні дослідження, в свою чергу, підтримують розвиток методів біотехнології, таких як клітинні та тканинні культури, що дозволяють вирощування деревних рослин у контрольованих умовах. Це може сприяти збереженню рідкісних та зникаючих видів, а також розмноженню рослин з цінними властивостями. Усе вищезазначене підкреслює значення цитоембріологічних досліджень у сучасній біології та селекції деревних рослин, забезпечуючи фундаментальні знання та інноваційні технології для вирішення актуальних проблем.

Цитоембріологічні дослідження були присвячені узагальненню циклу наукових робіт, виконаних в лабораторії цитоембріології Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка, зокрема, присвячених вивченню репродуктивної біології полікарпічних видів родин *Salicaceae* Mirb., *Aceraceae* Juss., *Juglandaceae* A. Rich ex Kundh., *Fagaceae* Dumort та цитоембріологічних досліджень в Україні.

За результатами цитоембріологічних досліджень підготовлена монографія: М. Барна, Л. Барна, Н. Герц, О. Мацюк. Морфогенез вегетативних і

генеративних органів видів і гібридів родини *Salicaceae* Mirb. Тернопіль: ФО Осадца Ю.В. 2021. 176 с.: іл. [6].

З метою вшанування 120-річчя відкриття подвійного запліднення професором Університету святого Володимира Сергієм Гавриловичем Навашиним були проведені Наукові читання і опублікований збірник матеріалів [4; 8-9].

Об'єкти дослідження: види та гібриди родини *Salicaceae* Mirb., види полікарпічних деревних рослин родин *Aceraceae* Juess., *Juglandaceae* A. Rich ex Kundh, *Fagaceae* Dumort.

2.1. Філогенія, еволюція та місце родини *Salicaceae* Mirb. в системі Квіткові рослини (*Magnoliophyta*)

Згідно аналізу літературних джерел [30-31], еволюція родини характеризується швидким розвитком і адаптацією до різноманітних екологічних умов, що може бути пов'язано з їхньою здатністю до швидкого росту та широкого розповсюдження. Їх морфологічні та фізіологічні адаптації дозволяють успішно колонізувати вологі середовища, береги річок та озер.

Родина *Salicaceae*, до якої входять такі роди, як *Salix* та *Populus*, займає важливе місце в системі квіткових рослин (*Magnoliophyta*). Філогенія цієї родини тісно пов'язана з дослідженням еволюційних зв'язків між її представниками, а також з іншими рослинними родинами [30-31]. Велика роль у становленні еволюційної теорії та побудови філогенетичної системи рослинного світу належить порівняльно-морфологічним та ембріологічним дослідженням представників різних родин і порядків. Значний інтерес для ботаніків у цьому зв'язку становить своєрідна в морфологічному та екологічному відношеннях велика, у кількісному змісті, родина Вербові (*Salicaceae* Mirb.), оскільки до сьогоденішнього часу остаточно не з'ясоване її місце в системі Квіткових рослин і дискусійним залишається питання щодо її родинних зв'язків і її походження [2; 9; 30-31].

Сучасні філогенетичні дослідження показують, що *Salicaceae* є частиною порядку *Malpighiales*. Раніше вербові часто об'єднували з іншими родинами у

порядок *Salicales*, але дані досліджень підтверджують їхнє тісніше споріднення з іншими членами *Malpighiales* [2; 9; 30-31].

Співставивши результати всебічних досліджень щодо близькості родин *Salicaceae* і *Flacourtiaceae*, проведених різними авторами та палінологічних даних, одержаних Л. А. Купріяною, вважаємо за доцільне висловити критичні зауваження з цього приводу [2]. На наш погляд, недостатнім можна вважати проведення аналізу родини *Salicaceae* чи порядку *Salicales* стосовно їх філогенетичних зв'язків з іншими родинами чи порядками Квіткових лише на основі однієї групи ознак (наприклад, палінологічних даних). Тим більше, коли на основі одержаних палінологічних даних аргументуються узагальнюючі висновки стосовно родинних зв'язків *Salicaceae* і *Flacourtiaceae*. Тому, для одержання достовірних даних щодо місця родини *Salicaceae* в системі Квіткових і встановлення її філогенетичних зв'язків з іншими родинами необхідно використовувати не лише дані однієї групи ознак, якими б повними і достовірними вони не були, а й дані досліджень різних галузей ботанічної науки, зокрема морфології, систематики, палеоботаніки, палінології, анатомії, цитології, урединології, ембріології та ін.

Вивчення філогенії та еволюції *Salicaceae* має важливе значення не лише для розуміння історії розвитку квіткових рослин, але й для практичних застосувань, зокрема, у лісовій господарці, ландшафтному дизайні та відновленні екосистем. Верби і тополі широко використовуються у боротьбі з ерозією ґрунтів, для очищення водойм і як джерело біомаси для виробництва енергії. Для більш глибокого розуміння філогенії та еволюційного розвитку *Salicaceae* необхідно продовжувати дослідження, зокрема з використанням новітніх методів молекулярної біології та геноміки.

2.2. Дослідження біології цвітіння деяких родів полікарпічних деревних рослин.

Дослідження біології цвітіння полікарпічних деревних рослин є важливою частиною ботаніки та екології, оскільки це допомагає зрозуміти репродуктивні стратегії рослин, їх взаємодію з навколишнім середовищем та

зміни, які можуть відбуватися внаслідок кліматичних змін або людської діяльності.

Полікарпічні рослини – це ті, що цвітуть і плодоносять багато разів протягом свого життя [1]. До таких рослин належать багато деревних видів рослин, серед яких, види родів *Quercus*, *Acer*, *Juglans*. Вивчення їх біології цвітіння може включати фенологію та сезонну ритміку цвітіння, механізми запилення, формування насіння, плодів та їх поширення, а також взаємодії з запилювачами та іншими рослинами та тваринами в екосистемі.

Вибір зазначених об'єктів досліджень зумовлений тим, що до останнього часу репродуктивна біологія Квіткових рослин найменше досліджена в лісових деревних рослин. Це, мабуть, можна пояснити тривалішим періодом формування генеративних органів порівняно з трав'янистими рослинами, що робить їх незручними об'єктами досліджень у галузі ембріології, особливо для з'ясування окремих питань ембріонального розвитку.

2.2.1. Біологія цвітіння деяких видів роду *Quercus* L.

Дослідження біології цвітіння здійснювали на однодомних особинах ранньої (*var. praecox* Czern.) і пізньої (*var. tardiflora* Czern.) форм дуба звичайного (*Quercus robur* L.) в умовах Західного Поділля (ТО). Досліджувані особини зростають у Тернопільському лісництві ДП «Тернопільліс», в міському дендропарку, що прилягає до навчального корпусу інженерно-педагогічного факультету університету та на рекреаційній ділянці дендрарію ТНПУ [9].

Упродовж трьох років фенологічних спостережень за біологією цвітіння ранньої і пізньої форм *Quercus robur* нами встановлені певні закономірності їх зацвітання. Не постійними є щорічні календарні терміни початку і кінця цвітіння, оскільки вони знаходяться у прямій залежності від дії кліматичних факторів (температури повітря, його відносної вологості, освітленості тощо). Так, у теплий сухий вегетаційний період 2016 р. чоловічі генеративні органи зацвіли на 7-10 діб (7.04.2016 р.) раніше порівняно з холодним дощовим весняним періодом 2015 р. (14.04.2015 р.). Температура повітря, кількість

опадів і вологість повітря за ці періоди становили – у 2016 р. – +11,00 °С, 60,60 %; у 2015 р. відповідно: – +2,60 °С, 70,47 %. У холодний вегетаційний період 2015 р. досліджувані особини зацвітали пізніше середньої дати (7.04. та 14.04), оскільки несприятливі погодні умови затримують розвиток ранньої і пізньої форм *Quercus robur* взагалі і цвітіння чоловічих генеративних органів зокрема. Ранні і теплі весни, навпаки, обумовлюють раннє цвітіння досліджуваного виду. Так, в 2016 р. цвітіння чоловічих квіток розпочалося 7.04. Температура повітря, вологість повітря за цей період становила – +2,60 °С; 70,47 %. Тривалість цвітіння чоловічих сережок становить від 6–ти до 10–ти діб [9].

У сезонній ритміці цвітіння ранньої і пізньої форм *Quercus robur* в усі роки досліджень ми спостерігали короточасні спади його інтенсивності, обумовлені, головним чином, випаданням опадів. У дощову погоду різко знижується кількість квіток, що розкрилися, проте повністю цей процес не припиняється. В цих умовах спочатку пиляки розкривалися на сонячному боці сережки, а пізніше – на тіньовому. За нашими спостереженнями, зниження середньодобової температури повітря має менш істотний вплив на інтенсивність цвітіння *Quercus robur*, ніж опади.

Отже, в сезонній ритміці цвітіння чоловічої генеративної сфери ранньої і пізньої форм дуба звичайного протягом трьох років спостереження відмічена залежність періоду початку цвітіння та всього періоду цвітіння від погодних умов, вирішальними з яких є температурний режим та опади. Добовий ритм розпускання тичинкових квіток у досліджуваного виду – денний. Квітки починають розкриватися вранці (з 7–9 год.) і цей процес продовжується протягом кількох діб цвітіння.

Результати спостереження вказують на те, що у теплу сонячну погоду квітки у суцвіттях починають розпускатися приблизно з 7.30 до 8.00 год. ранку, поступове розпускання квіток продовжується до 17–18 год. дня. Максимальна кількість суцвіть із розкритими квітками нами відмічена між 12.00 та 15.00 год. Оптимальними умовами для розпускання квіток особин є +14,5–16 °С, вологість повітря 50–70%. Опади у вигляді дощу тимчасово гальмують

розкривання квіток. Як правило, першими починають цвісти особини, що зростають на відкритих, добре освітлених місцях, що спостерігалось на території міського дендропарку. Порядок розпускання квіток у суцвіттях в ярусах крони особин різний. Так, цвітіння настає швидше у тій частині крони, яка краще освітлена [9].

У процесі дослідження нами з'ясовано, що у *Quercus robur* не постійними є щорічні календарні терміни початку і кінця цвітіння. Аналіз погодних умов (температури, опадів, вологості повітря) за трирічний період спостережень показав, що ці процеси знаходяться у прямій залежності від дії кліматичних факторів (температури повітря, його відносної вологості, освітленості тощо). Так, у теплий сухий вегетаційний період 2016 р. жіночі генеративні органи особин *Quercus robur* зацвіли на 5–6 днів (7.04.2016 р.) раніше порівняно з холодним дощовим весняним періодом 2015 р. (13.05.2015 р.). Ранні і теплі весни, навпаки, обумовлюють раннє цвітіння досліджуваного виду. Період цвітіння жіночих квіток триває від 5 до 8 днів, залежно від погодних умов. Тривалість життєдіяльності приймочок маточкових квіток складала 3–5 діб, що сприяє більшій імовірності процесу перехресного запилення. Не запиленні маточкові квітки протягом деякого часу зберігали життєздатність, а відтак опадали.

Сезонний ритм цвітіння жіночої генеративної сфери, так само як чоловічої залежить від двох чинників – біологічних особливостей виду та погодних умов, вирішальне значення з яких має температура повітря.

Отже, на основі проведених досліджень можна зробити висновок, що сезонна і добова ритміки цвітіння є специфічними біологічними особливостями виду і являються вираженням історично сформованої фізіологічної ритміки функціонування генеративних органів як ранньої, так і пізньої форм дуба звичайного. Як виявилось, щорічні календарні терміни початку і кінця цвітіння перебувають у прямій залежності від погодних умов, вирішальне значення з яких мають температура і вологість повітря. В умовах Західного Поділля (ТО) цвітіння триває в середньому 10–14 днів [8-10].

Результати досліджень біології цвітіння ранньої (var. *praesox* Czern.) і пізньої (var. *tardiflora* Czern.) форм дуба звичайного (*Quercus robur* L.) в умовах Західного Поділля (ТО) з використанням порівняльно-ембріологічного, морфометричного, цитологічного і гістологічного методів дослідження дозволили уточнити і по-новому висвітлити ряд особливостей біології цвітіння ранньої (var. *praesox* Czern.) і пізньої (var. *tardiflora* Czern.) форм дуба звичайного в умовах Західного Поділля. Підтверджено, що біологія цвітіння ранньої (var. *praesox* Czern.) і пізньої (var. *tardiflora* Czern.) форм дуба звичайного в умовах Західного Поділля зумовлена біологічними властивостями форм виду та діяльністю апікальних меристем і процесами їх сексуалізації. Цвітіння жіночої генеративної сфери у обох форм, порівняно з чоловічою, відбувається значно пізніше і коливається від двох до трьох тижнів. У біологічному відношенні ранні етапи цвітіння в обох форм протікають подібно. Відмінність виявляється в у тому, що терміни настання початку цвітіння тичинкових і маточкових квіток у ранньої форми починаються на два-три тижні скоріше, ніж у пізньої форми. Водночас встановлено, що сезонний і добовий ритм цвітіння чоловічої і жіночої генеративних сфер ранньої форми дуба звичайного в умовах Західного Поділля протікають щорічно на 16–20 днів раніше, ніж у пізньої [8-10].

Одержані нами результати досліджень біології цвітіння ранньої (var. *praesox* Czern.) і пізньої (var. *tardiflora* Czern.) форм дуба звичайного (*Quercus robur* L.) в умовах Західного Поділля допоможуть доповнити дані щодо особливостей репродуктивної біології видів родини Букові (*Fagaceae* Dumort.), а також можуть бути використані в селекційній роботі з видами роду Дуб (*Quercus* L.).

2.2.2. Біологія цвітіння видів роду *Acer* L.

Дослідження біології цвітіння видів роду *Acer* мають значне екологічне, біологічне та прикладне значення. Клени є важливими компонентами лісових екосистем в багатьох частинах світу, від помірних до тропічних зон, і відіграють ключову роль у біорізноманітті, лісовому господарстві та

ландшафтному дизайні [22; 30; 32; 35; 41; 57]. Дослідження допомагають зрозуміти, як клени адаптуються до різноманітних екологічних умов через свої репродуктивні стратегії, включаючи цвітіння, запилення та поширення насіння. Особливості цвітіння впливають на генетичну структуру популяцій кленів, що є ключовим для збереження біорізноманіття та адаптації видів до змінних умов [43-44].

Знання про біологію цвітіння кленів допомагає у розробці стратегій відновлення лісів, збереження генетичного різноманіття та стійкого використання лісових ресурсів [47].

Час і інтенсивність цвітіння кленів можуть слугувати індикаторами змін клімату. Спостереження за фенологією цвітіння дозволяють виявляти ранні ознаки впливу змін клімату на лісові екосистеми. Розуміння циклів цвітіння та естетичних якостей кленів допомагає у плануванні та реалізації ландшафтних проектів, створюючи ефективні і привабливі зелені простори [41].

Дослідження біології цвітіння кленів мають велике значення для збереження цих видів та їх екосистем, особливо в умовах глобальних змін. Вони також сприяють кращому розумінню взаємозв'язків між рослинами та їх середовищем, що є критично важливим для екологічного планування та управління природними ресурсами [48; 51; 55].

Матеріалами досліджень були взяті види роду *Acer*, що належить до родини *Aceraceae* Juss. порядку *Sapindales* Bentham et J. D. Hooker.[32] Це зумовлено тим, що на сьогодні, для видів роду *Acer* залишаються не до кінця вивченими закономірності морфогенезу генеративних структур, етапи органогенезу квіток і суцвіть різних статевих типів, процеси цвітіння, споро- та гаметогенезу, особливості запилення та запліднення, ембріогенезу, ендоспермогенезу, формування насіння і плодів. Тому, успішне проведення генетико-селекційних і гібридизаційних робіт з видами роду *Acer* неможливе без глибокого і всебічного вивчення їх біології цвітіння, а також закономірностей та особливостей репродуктивного процесу.

Квітки у досліджених видів роду *Acer* зібрані в суцвіття типу китиця та щиток. Дотримуючись термінології Є. Л. Кордюм і Г. І. Глущенко та залежно від статі, нами виділені такі типи квіток: чоловіча, яка містить лише тичинки; жіноча, яка містить лише маточки; гермафродитна (двостатева), яка містить і тичинки, і маточку [33-34].

Вивчивши особливості органогенезу репродуктивних структур досліджених видів роду *Acer*, проаналізувавши літературні джерела щодо утворення генеративних органів різних статевих типів та взявши за основу класифікацію етапів органогенезу суцвіть різних статевих типів, запропоновану М. М. Барною для видів родини *Salicaceae*, ми виділили наступні етапи органогенезу квіток різних статевих типів.

У досліджених видів роду *Acer* нами виділені два типи суцвіть: китицю і щиток. За термінологією М. М. Барни [1], китиця – це просте ботричне (рацемозне) суцвіття, у якого на головній осі розміщені квітки на квітконіжках приблизно однакової довжини. Суцвіття типу китиця нами відмічені у *A. negundo*, *A. pseudoplatanus* [17; 24; 25]. Щиток – це просте ботричне суцвіття, в якого нижні квітконіжки, що сидять на нижній видовженій осі, довші, ніж верхні, внаслідок чого всі квітки розміщені майже на одному рівні [1]. Суцвіття типу щиток нами описані у *A. platanoides*, *A. campestre*, *A. saccharinum*, *A. rubrum*, *A. tataricum* [17; 24; 25].

Упродовж восьми років дослідження у видів роду *Acer* нами виявлені й описані такі типи китиці: чоловіча китиця – суцвіття, яке містить лише чоловічі квітки і трапляється у *A. negundo*, жіноча китиця – суцвіття, яке по всій довжині квітконосної осі містить лише жіночі квітки і трапляється також у *A. negundo*, полігамна китиця – суцвіття, яке містить двостатеві квітки, і на цій же осі суцвіття розташовані роздільно чоловічі або жіночі квітки (*A. pseudoplatanus*). У *A. tataricum* нами виявлені такі типи: чоловіча китиця – суцвіття, у якого на головній осі на квітконіжках різної довжини розташовані лише чоловічі квітки і трапляється у *A. tataricum*; жіноча китиця – суцвіття, у якого на головній осі на квітконіжках різної довжини розташовані лише жіночі квітки і трапляється у

A.tataricum; гермафродитна китиця, що містить лише двостатеві квітки й утворюється [17; 24; 25].

Згідно з уявленням, що суцвіття (*inflorescentia*) – це система видозмінених пагонів, які несуть квітки, в процесі їх онтогенезу відбуваються такі ж послідовні зміни (етапи органогенезу), як це спостерігається і в онтогенезі різних статевих типів квіток, тому немає необхідності описувати етапи органогенезу суцвіть, оскільки вони були описані для різних за статтю типів квіток: чоловічих, жіночих і двостатевих [1].

Досліджені види роду *Acer* належать до полікарпічних видів і їм властива більшість біологічних ознак цієї групи. Водночас наявність серед видів цього роду однодомних, дводомних і полігамних особин обумовлює низку особливостей біології їх цвітіння. Згідно з проведеними нами фенологічними спостереженнями за строками цвітіння особин видів роду *Acer* в умовах ТО (Західне Поділля) виділені такі основні фенофази цвітіння [21; 27]:

- 1) початок цвітіння – коли розкривається до 25% квіток у суцвіттях та суцвіть на деревах;
- 2) масове цвітіння – коли розкрито більше 50% квіток у суцвітті та суцвіть на деревах;
- 3) кінець цвітіння (відцвітання) – коли масово опадають, відцвівши, квітки й у межах суцвіття та дерева залишається менше 25% квіток та суцвіть відповідно.

Початок розпускання генеративних і вегетативних бруньок пов'язаний із підвищенням середньодобової температури повітря. Так, для досліджених видів роду *Acer* в умовах Західного Поділля (ТО) таким періодом є період, коли середньодобова температура перевищує $+10^{\circ}\text{C}$, що узгоджується із літературними даними. Упродовж років фенологічних спостережень за біологією цвітіння видів роду *Acer* в умовах ТО встановлено певну закономірність їх зацвітання. Так, першим завжди зацвітає *A. rubrum*, за ним майже одночасно *A. negundo*, *A. saccharinum*, потім один за одним у такій послідовності: *A. platanoides*, *A. campestre*, *A. pseudoplatanus*, *A. tataricum*.

Процес початку цвітіння у кожного з видів в різні роки спостережень наставав у різні терміни. Так, серед досліджуваних видів є такі, що цвітуть до розпускання листків (*A. negundo*, *A. saccharinum*, *A. rubrum*), одночасно з їх появою (*A. platanoides*, *A. campestre*) і після повного розкриття листків (*A. pseudoplatanus*, *A. tataricum*) [21; 27].

К. Б. Плюто [41] за строками зацвітання поділив види роду Асер на три групи:

I група. Ранньоквітучі, що зацвітають у першій половині квітня.

II група. Середньоквітучі, види які зацвітають у третій декаді квітня.

III група. Пізньоквітучі, цвітіння яких починається у першій-другій декаді травня.

Одержані нами результати строків зацвітання досліджених видів роду Асер дозволили віднести їх до ранньоквітучих, середньоквітучих та пізньоквітучих з урахуванням метеорологічних умов Західного Поділля (Тернопільська область) [21; 27].

I група. Ранньоквітучі – види, які цвітуть в останній декаді березня-першій половині квітня (*A. saccharinum*, *A. rubrum*, *A. negundo*).

II група. Середньоквітучі – види, які цвітуть наприкінці квітня (*A. platanoides*, *A. campestre*).

III група. Пізньоквітучі – цвітіння починається у першій – другій декаді травня (*A. pseudoplatanus*, *A. tataricum*).

Отже, отримані нами дані в умовах Тернопільської області дещо відрізняються від даних К. Б. Плюто, який проводив дослідження в умовах Нікітського ботанічного саду (Крим). Різниця в показниках зацвітання між крайніми групами становить – 44-47 днів (між 20.03 і 5.05) залежно від погодніх умов [21; 27]. .

Тривалість цвітіння у групах становить: для ранньоквітучих – 13-15 днів, середньоквітучих – 12-14 днів, пізньоквітучих – 13-15 днів, а тривалість цвітіння кожного з досліджених видів складає, в середньому, 12-17 днів, що не

узгоджується з даними К. Б. Плюто та А. М. Бескаравайної. Найдовший період цвітіння у *A. negundo*, *A. platanoides* та *A. pseudoplatanus* – 16-17 днів [21; 27].

За роки досліджень найшвидше зацвітав *A. saccharinum*, а найпізніше – *A. pseudoplatanus*. Послідовність зацвітання видів у групах є наступною: серед ранньоквітучих першим починав зацвітати *A. saccharinum*, найпізніше – особини *A. negundo*. Діапазон зацвітання ранньоквітучих видів є досить широким і становить приблизно 21 день, що, на нашу думку, пов'язано із більшою мінливістю погодніх умов у березні-першій половині квітня. У групі середньоквітучих видів роду *Acer* першим зацвітає *A. platanoides*, за ним *A. campestre*. Діапазон зацвітання між видами середньоквітучої групи становить від 17 до 21 дня.

У видів пізньоквітучої групи (*A. pseudoplatanus*, *A. tataricum*) нами відмічений найкоротший відрізок часу між їх зацвітанням. Він становить від 1 до 5-6 днів. Найшвидше зацвітання у цій групі було відмічене у *A. tataricum*, найпізніше – у *A. pseudoplatanus*. Практично така ж закономірність спостерігається і наприкінці цвітіння досліджених видів. У групі ранньоквітучих видів різниця між кінцем цвітіння крайніх видів, в середньому становила 4-5 днів.

Для видів середньоквітучої групи період між закінченням цвітіння крайніх видів більший і триває, в середньому, від 8 до 17 днів, що спостерігається і в динаміці початку цвітіння досліджених видів. Одночасного завершення процесу цвітіння, як і його початку, у цій групі не спостерігали.

Для пізньоквітучих видів роду *Acer* амплітуда кінця цвітіння становила від 1 до 5 днів. Така ж закономірність була нами відмічена і в динаміці початку цвітіння. Так, у холодний дощовий вегетаційний період особини досліджених видів зацвітали на 5-9 днів пізніше середньої дати зацвітання, оскільки низькі температури повітря та велика кількість опадів затримують розвиток генеративних органів, а відтак і цвітіння видів роду *Acer*. Досліджені види кленів зацвітали на 10-12 днів раніше, порівняно з холодними дощовими періодами [21; 27].

За нашими спостереженнями, різним строкам цвітіння відповідають різні показники середньодобових температур і сум позитивних температур. Так, в умовах ТО, для групи ранньоквітучих видів ці показники становлять: середньодобова температура – 9°C, сума позитивних темеператур – 81-272°C. Для середньоквітучих: середньодобова температура: 12,4 °C, сума позитивних темеператур – 320-416°C. Для пізньоквітучих видів: середньодобова температура: 19,7°C, сума позитивних температур – 435-715°C.

2.2.3. Сезонна ритміка цвітіння видів роду *Acer* L.

Сезонність цвітіння у кленів варіюється залежно від виду, географічного положення та місцевих кліматичних умов. Багато видів клена цвітуть навесні, перш ніж з'являється листя, що дозволяє максимізувати ефективність вітрового опилення за відсутності перешкод у вигляді листя. Ця стратегія також сприяє кращому доступу агентів-запилювачів до квіток.

У процесі вивчення сезонної ритміки цвітіння роду *Acer* ми спостерігали короткочасні спади його інтенсивності, обумовлені, головним чином, опадами. Було відмічено, що в дощову погоду зменшується кількість розкритих квіток. Крім того, зниження середньодобової температури також істотно впливає на інтенсивність і тривалість цвітіння кленів. У теплу сонячну погоду чоловічі особини цвіли, в середньому, від 7 до 10 днів, а окремі квітки та суцвіття 5-7 днів. Пилок залишався у пиляках 2-4 доби. У прохолодну, хмарну, дощову погоду за середньодобової температури повітря 8-12°C окремі квітки і суцвіття цвіли 4-5 діб, а особини 7-8.

Жіночі особини у теплу, сонячну погоду цвіли, в середньому, від 6 до 8 днів. Тривалість життєдіяльності маточкових квіток складала 3-4 доби, що обумовлено особливостями процесу запилення. Незапилені маточкові квітки зберігали життєздатність протягом 2-3 діб, а потім опадали. Нектарники починали функціонувати на початку розходження лопатей приймочки, нектар виділявся до висихання і подальшого опадання приймочок. У прохолодну погоду маточкові квітки та суцвіття цвіли в середньому 5-6 днів, а особини від

8 до 10 діб. Тривалість цвітіння суцвіть із двостатевими квітками складала до 7-8 днів, а окремих двостатевих квіток 5-6 днів у теплу сонячну погоду [21; 27].

Отже, з наведених даних витікає, що для досліджених видів роду *Acer* сезонна ритміка цвітіння обумовлена як біологічними особливостями виду, так і впливом кліматичних умов, особливо температури та вологості повітря.

2.2.4. Добовий ритм цвітіння видів роду *Acer* L.

Добовий ритм цвітіння видів роду *Acer* – денний. За нашими спостереженнями окремі квітки та суцвіття починають розкриватися вранці від 7.30 до 9.00 год., і цей процес триває протягом дня [21; 27]. Наявність оцвітини у *A. platanoides*, *A. pseudoplatanus*, *A. campestre* обумовлює щоденне закривання квіток на ніч та відкривання їх вдень. У *A. negundo* квітки з редукованою оцвітиною, тому вони не закриваються і не відкриваються, а також не реагують на зміну погоди та дня і ночі. Результати спостережень вказують на те, що рівень освітлення, зміна температури повітря та його відносної вологості впливають на кількість розкритих квіток у особин досліджених видів. У теплу сонячну погоду квітки у суцвіттях починають розпускатися приблизно з 7.30 до 8.00 год. ранку, поступове розпускання квіток продовжується до 17.00-18.00 год. дня. Максимальна кількість суцвіть із розкритими квітками нами відмічена між 12.00 та 15.00 год. дня. Оптимальними умовами для розпускання квіток в особин досліджених видів є: для ранньоквітучих видів – +9°C; для середньоквітучих – +12,4°C; пізньоквітучих – +14,5-16°C, вологість повітря 50-70%. Опади у вигляді дощу тимчасово гальмують розкривання квіток.

Як правило, першими починають цвісти особини, що зростають на відкритих, добре освітлених місцях: уздовж автошляхів, на узліссях, поодинокі зростаючі особини в парках, скверах тощо. Особини, що зростають в повній затіненості зацвітали на декілька днів пізніше (1–3 дні).

Особливістю добового ритму цвітіння деяких видів роду *Acer* є те, що одностатеві чоловічі квітки розкриваються раніше жіночих як в межах однієї особини в однодомних видів, так і на жіночих особинах дводомних видів. На особинах із ознаками зміни статі нами відмічено, що маточкові квітки

розпускаються на 2-3 дні пізніше, ніж тичинкові. Порядок розпускання квіток у суцвіттях на ярусах крони особин досліджених видів різний. Так, цвітіння настає швидше у тій частині крони, яка краще освітлена. За результатами наших спостережень, нами відмічено найшвидше розкривання квіток різних статевих типів у верхньому ярусі крони, оскільки він є найкраще освітлений, частково затіненим є середній ярус, тому у ньому частина квіток розкривається майже одночасно із квітками верхнього ярусу, а інша частина розкривається дещо пізніше (через 5-6 год.). Квітки дуже затіненого нижнього ярусу розкриваються найпізніше і частково знаходяться у фазі бутонізації, а в двох вищих ярусах більшість квіток активно цвіте. Така ж асинхронність розкривання квіток нами відмічена у межах пагона. На пагоні *A. saccharinum* маточкові квітки нижніх вузлів мають короткі квітконіжки і знаходяться на ранніх етапах розростання зав'язі у крила, а квітки верхніх вузлів із значно довгими квітконіжками і дещо більшими крилами майбутніх плодів. Послідовність зацвітання квіток у суцвіттях досліджених видів також різна. Так, у суцвіттях *A. pseudoplatanus*, *A. negundo* нами виявлено два способи розпускання квіток: в одних суцвіттях квітки розпускаються в акропетальному порядку, для інших характерний дивергентний спосіб. На нашу думку, найбільш поширений акропетальний спосіб розпускання квіток, коли першою розпускається верхня квітка, згодом дві нижчі, інші – аналогічно в акропетальному порядку.

В особин *A. platanoides* та *A. pseudoplatanus* різні за статтю квітки, що розміщені на осях різних порядків у суцвітті, розкриваються неодноразом. Першими розпускаються чоловічі одностатеві квітки або чоловічі квітки з редукованою маточкою. Згодом розкриваються жіночі квітки, після запилення яких чоловічі квітки опадають. У суцвіттях *A. pseudoplatanus* чоловічі квітки, в яких пиляки відпилили, досить довго залишаються на осях суцвіття і не опадають навіть тоді, коли маточкові квітки вступили у фазу плодоношення. Окрім вищеназваних типів квіток у суцвіттях присутні квітки, що знаходяться на етапі бутонізації. Лише тоді, коли у жіночих квітках приймочки маточок

засихають, а стінки зав'язі розростаються і починають формуватися плоди, ці квітки розкриваються. Такі квітки за статтю є чоловічими, у яких формуються пиляки, що не пилять. Цвітіння поодиноких дерев таких видів, як *A. platanoides*, *A. rubrum*, *A. campestre* за умови доброго освітлення відбувається майже одночасно.

В особин, що зростають біогрупами, цвітіння починається зверху до низу (базипетально), тобто першими зацвітають квітки та суцвіття верхнього та середнього ярусів, а відтак нижнього. Зацвітання у межах одного яруса може проходити в різних напрямках залежно від освітлення: якщо якась частина яруса освітлена краще, то в ній і скоріше починається цвітіння. За результатами наших досліджень, різниця в термінах початку цвітіння у межах одного яруса не перевищує 1 рідше 2 доби.

Як відмічено вище, масове цвітіння – це найактивніша фаза процесу цвітіння, коли розкриті чоловічі квітки, які масово продукують пилок, а в жіночих квітках виділяються маточки, що містять сформовані приймочки з відповідною кількістю лопатей, на поверхні яких може проростати пилок.

За нашими спостереженнями, масове цвітіння досліджених видів настає на 2-4 день після його початку і завершується на 3-4 дні раніше, ніж цвітіння виду загалом. Загальна тривалість періоду цвітіння становить 58 днів, від кінця березня (*A. saccharinum*) до кінця травня (*A. pseudoplatanus*, *A. tataricum*). Масове цвітіння досліджених видів в умовах Тернопільської області триває 9 днів, причому в особин *A. saccharinum* масове цвітіння тривало найдовше і становить, в середньому, 10–12 днів [21; 27].

Під час масового цвітіння осі суцвіть деяких видів роду *Acer* (*A. negundo*) видовжуються, приймочки збільшуються в 2 рази, осі жіночих суцвіть набувають зеленувато-бурого забарвлення, чоловічих – жовтувато-рожевого. Пиляки набувають темно-бурого кольору. Приймочки маточок у квітках *A. negundo* розташовані паралельно одна одній і мають зелене забарвлення, яке поступово переходить у біле. Під час масового цвітіння співвідношення

кількості квіток в активному квітучому стані сягає більше 50% у межах суцвіття та суцвітть у межах однієї особини.

Масове цвітіння поступово переходить в останню фенофазу – кінець цвітіння, коли квітки змінюються морфологічно та функціонально: тичинкові квітки засихають і опадають. Так, у маточкових квітках *A. negundo* приймочки змінюють своє розташування з паралельного – вони розходяться одна від одної і розташовуються під гострим кутом, пиляки тичинок чорніють, засихають тичинкові нитки, і квітки опадають.

2.3. Органогенез чоловічих і жіночих репродуктивних структур *Juglans regia* L.

Різнопланові дослідження репродуктивних органів у деревних роздільностатевих рослин висвітлені в публікаціях. Водночас, у літературі недостатньо уваги приділено дослідженню морфогенезу генеративних органів у видів родини Juglandaceae A. Rich. ex Kunth, зокрема, в *Juglans regia* L. у зв'язку з однодомністю та явищем дихогамії [6-7; 14-15; 38-40].

Рід *Juglans* представлений перспективними в господарському відношенні рослинами з харчовими, лікарськими, технічними, декоративними, фітонцидними та іншими властивостями, що визначає їхню практичну значимість [32].

Одним з важливих видів роду *Juglans* є *J. regia* L., який належить до дихогамних рослин, у яких водночас чітко простежується протандрія і протогінія, що дозволяє виявити деякі загальні закономірності та специфічні особливості морфогенезу генеративних органів, етапів органогенезу репродуктивних структур, біології цвітіння чоловічої і жіночої генеративної сфер. Вивчення еколого-біологічних аспектів цвітіння та запилення рослин становить певний інтерес для вирішення ряду питань екології, генетико-селекційних робіт, гібридизації.

Водночас залишаються недостатньо з'ясованими питання морфогенезу генеративних органів і передусім етапів органогенезу чоловічих і жіночих

репродуктивних структур, біології цвітіння, особливостей дихогамії та плодоутворення у *Juglans regia*, що визначає актуальність таких досліджень.

2.3.1. Органогенез чоловічих репродуктивних структур

Органогенез – утворення вегетативних і генеративних органів з ділянок недиференційованих меристем. Виходячи з уявлення проте, що в процесі онтогенезу спостерігається послідовність змін структур суцвіття різних статевих типів, органогенез чоловічого суцвіття типу сережка, жіночого – китиця нами услід за Барна М. М., розділені на певні етапи [6-7; 14-15; 38-39]. В основу етапів органогенезу різних типів суцвіть були покладені етапи розвитку вегетативних і репродуктивних структур, описані для деревних полікарпічних рослин. Ми виходили з того, що поступові зміни в біохімічних та фізіологічних процесах періодично призводять до морфологічних змін органів, які формуються меристемою і в онтогенезі суцвіть вичленовують межі їх органогенезу.

Органогенна діяльність апексів зумовлена різною мітотичною активністю меристематичних зон. Структури чоловічого суцвіття типу сережка (amentum) закладаються в апексі аксиллярних бруньок на стеблі материнського пагона в рік, що передує цвітінню. В циклі розвитку чоловічої сережки нами, як це зроблено для видів родини Salicaceae Mirb. виділено дев'ять етапів органогенезу: ЧС₁, ЧС₂, ЧС₃, ЧС₄, ЧС₅, ЧС₆, ЧС₇, ЧС₈, ЧС₉.

ЧС₁ – етап закладання вегетативного апекса характеризується тим, що формується багатоклітинний меристематичний горбочок, який за певних умов стає апексом латерального пагона. З цього періоду починає формуватися чоловіча сережка. Ініціалами апекса служать клітини периферійної меристеми, розміщеної в пазусі примордія листка на зачатку пагона майбутньої генерації, що міститься в термінальній бруньці. З цих клітин формується багатоклітинний меристематичний горбочок, який за відповідних умов стає новим самостійним органогенним центром – апексом латерального пагона.

Нові латеральні апекси продовжують закладатися влітку та восени поточного року внаслідок неперервної органоутворюючої діяльності

термінального меристематичного апекса, який переходить до етапу формування нової термінальної бруньки лише в кінці серпня. Залежно від кліматичних умов, термінальні бруньки можуть закладатися в травні – липні, формуючи 2-3 елементарні пагони протягом одного вегетаційного періоду.

ЧС₂ – етап формування генеративної бруньки чоловічого типу характеризується тим, що вегетативний апекс набуває куполоподібної форми внаслідок активних мітотичних поділів клітин промеристеми.

На поверхні куполоподібного апекса починають закладатися меристематичні горбочки – зачатки брактей, які розташовуються акропетально на деякій відстані один від одного. Початок закладання зачатків брактей говорить про перехід вегетативного апекса в генеративний стан – формування бруньки чоловічого типу. Цей процес починається тоді, коли материнський облистнений пагін досягає значних розмірів (середина червня) і продовжується до кінця серпня. Закладання нових латеральних генеративних бруньок чоловічого типу протягом вегетаційного періоду зумовлено активністю органогенної діяльності термінального апекса материнського пагона і контролюється екологічними умовами, з яких визначальним є температурний режим.

ЧС₃ – етап закладання брактей характеризується формуванням на поверхні куполоподібного апекса меристематичних горбочків, які розташовуються акропетально на деякій відстані один від одного.

Після закладання двох-трьох ярусів брактей у пазухах перших із них починається активізація мітозів у ділянках периферійної меристеми. Внаслідок цих процесів починається локальний органогенез, що приводить до закладання зачатків чоловічих квіток, сукупність яких у подальшому формує чоловіче суцвіття типу сережка (amentum). Закладання брактей на конусі наростання відрізняється від аналогічного закладання меристематичних горбочків – зачатків тичинкових квіток деякими особливостями. По-перше, активізація їх органогенної діяльності відбувається значно раніше, ніж зачатків тичинкових квіток, по-друге, а зачатки тичинкових квіток – у пазухах закладених раніше

структур, по-третє, зачатки брактей і зачатки тичинкових квіток відрізняються морфологічно – перші набувають продовгувато-овальну форму, а зачатки тичинкових квіток – куполоподібну і, на кінець, на один і той же період закладання зачатки брактей втричі більші, ніж зачатки тичинкових квіток.

ЧС₄ – етап закладання примордіїв чоловічих квіток. На цьому етапі починає формуватися вісь чоловічого суцвіття, по всій довжині якого в акропетальному напрямку продовжують закладатися зачатки брактей, у пазухах яких формуються меристематичні горбочки – зачатки тичинкових квіток.

Така ж послідовність у формуванні елементів чоловічого суцвіття зберігається і на наступних етапах його розвитку. Причому, закономірності щодо особливостей закладання та розвитку зачатків брактей і зачатків тичинкових квіток, відмічені нами на етапі ЧС₃, простежуються і на етапах ЧС₄ – ЧС₅.

ЧС₅ — етап закладання примордіїв тичинок настає з моменту, коли куполоподібні зачатки тичинкових квіток набувають плоскої форми

Водночас в їх центральній частині активізується мітотична діяльність, що приводить до закладання меристематичного горбочка – першого зачатка тичинки. Деякий час він перебуває в стані спокою, а відтак дихотомічно роздвоюється на два пуп'янки — зачатки двох тичинок. Причому цей процес протікає відцентрово, тобто кожний новоутворений меристематичний горбочок дає початок двом наступним, кожний з яких утворює дві собі подібні структури від центра зачатка тичинкової квітки в напрямку до приквітничків і т. д. Доцільно зауважити, що до моменту поділу останнього меристематичного горбочка – зачатка тичинки, попередньо закладені тичинкові зачатки, перебувають у стані спокою аж допоки не відбудеться закладання останнього зачатка тичинки. Відтак, починаючи з центральної частини тичинкової квітки, починається диференціація тичинкових зачатків і цей процес відбувається аналогічно процесу їх закладання. За нашими даними, кількість тичинок в одній тичинковій квітці не постійна не лише в межах особини, але навіть в межах однієї сережки і становить від 12- 36.

На цьому етапі органогенезу можна визначити статевий тип квіток і суцвіття. Після закладання кількох ярусів примордіїв тичинок в базальній частині суцвіття починається їх диференціація, що свідчить про перехід чоловічого суцвіття на новий етап органогенезу – ЧС₆.

ЧС₆ – етап закладання мікроспорангіїв. Цей етап характеризується формуванням пиляка і тичинкової нитки, диференціацією меристематичного горбочка пиляка, що призводить до утворення мікроспорангіїв. Унаслідок диференціації примордія тичинки утворюється еліпсоподібна структура, в якій можна розрізнити умовно термінальну і базальну частини. З термінальної частини шляхом апікального росту формується пиляк, який на ранніх етапах розвитку має вигляд невеликого меристематичного горбочка. З базальної частини внаслідок інтеркалярного росту утворюється коротка тичинкова нитка. Згодом відбувається диференціація меристематичного горбочка пиляка, що приводить до утворення чотирьох мікроспорангіїв. В кінці вегетаційного періоду (вересень) археспоріальні клітини виповнюють мікроспорангії і в такому стані останні переходять у зиму.

ЧС₇ – етап формування мікроспор починається ранньою весною за середньодобових температур +10 – +12°C.

Мікроспороцити приступають до мейозу, внаслідок чого утворюється тетрада мікроспор, кожна з яких після лізису материнської оболонки розпадається на окремі мікроспори). Після розпаданя тетради на окремі мікроспори кожна із них формує власну оболонку, що складається з кутинізованої екзини та тонкої пектиново-целюльозної інтини. В дрібновакуолізованій цитоплазмі міститься досить велике, округлої форми ядро, яке спочатку розташовується в центрі мікроспори, а відтак зміщується ближче до оболонки. Водночас необхідно відзначити, що у деяких досліджених протерандричних особин *J. regia*, що зростають в Бережанському районі з настанням середньодобових температур +10 – +12°C мейоз у мікроспороцитах нами спостерігався в зимовий період (кінець лютого), матеріал для

приготування мікропрепаратів з яких був відібраний з чоловічих особин 25 лютого.

ЧС₈ – етап формування мікрогаметофіта – двоклітинного пилкового зерна. В сережках, що досягли довжини 2 см і більше мікроспори, які утворилися з материнських клітин спор, мають круглу форму; вкриті оболонкою, що складається з товстого целюлозно-пектинового шару – екзини та тонкого пектиново-целюлозного шару – інтини. Ядра мікроспор частіше містяться в центрі клітин, а в цитоплазмі спостерігаються великі вакуолі. Тапетум в цей час набуває дрібно-зернистої будови, а в клітинах можна побачити по декілька (від 3 до 5) ядер. Згодом у мікроспорі розвивається чоловічий гаметофіт.

ЧС₉ – етап утворення мікрогамет. Цей етап протікає під час росту пилкової трубки в тканинах приймочки, стовпчика та зав'язі. Для дослідження цього етапу нами проведені дослідження проростання пилку на штучних середовищах: агар-агар+10%, 15%, 20% розчин глюкози, а також агар-агар+10% розчин глюкози+витяжка зриймочок маточок. Наші дослідження показали, що на штучних середовищах пилки проростали дуже погано, що узгоджується з літературними даними.

Окрім цього, ми досліджували проростання пилку на приймочках маточок у природі. Виявилось, що проростання пилку на приймочках маточок становить 58-63%. Тому аналіз проходження даного етапу ми проводили на основі проростання пилку на приймочці маточок.

Етап утворення мікрогамет починається з того моменту, коли двоклітинне пилкове зерно, потрапивши на приймочку маточки, починає набухати, а відтак – проростати. Інтина через пори або тріщини в екзині виходить за межі пилкового зерна, формуючи пилкову трубку, в яку спочатку переміщується цитоплазма, а згодом – вегетативне ядро та генеративна клітина, яка здебільшого розташовується за вегетативним ядром у напрямку за ростом пилкової трубки. Під час росту пилкової трубки в тканинах маточки відбувається мітотичний поділ генеративної клітини з утворенням двох

чоловічих гамет – спермійв, що свідчить про завершення останнього етапу органогенезу чоловічої сережки.

Отже, весь цикл розвитку чоловічої генеративної сфери включає 9 послідовних етапів органогенезу, починаючи із закладання вегетативного апекса до формування чоловічих гамет – спермійв. Кожний із 9-ти виділених етапів органогенезу чоловічої сережки характеризується певними структурними та функціональними особливостями.

2.3.2. Органогенез жіночих репродуктивних структур

Виходячи з уявлення про те, що в процесі онтогенезу спостерігається послідовність змін структури квітки, в органогенезі жіночої квітки виділені певні етапи. В основу виділення етапів органогенезу були покладені етапи розвитку вегетативних і генеративних структур для видів родини Salicaceae Mirb [6-7; 14-15; 38-40].

ЖК₁ – етап закладання вегетативного апекса характеризується такими самими морфологічними особливостями, що спостерігаються і на етапі закладання вегетативного апекса в процесі формування чоловічої сережки (ЧС1). Ініціалами апекса служать клітини прифлоральної меристеми, ділянка якої локалізована в пазусі примордіального листка зачаткового пагона майбутньої генерації, який закладається в термінальній бруньці.

Саме з цієї ділянки меристеми починає формуватися новий органогенний центр – апекс латерального пагона. Процес формування нових латеральних апексів продовжується навесні і влітку наступного року. В цей час відбуваються активні мітотичні поділи, внаслідок яких продовжується неперервна органоутворююча діяльність термінального мерестематичного апекса до етапу формування нової термінальної бруньки лише в кінці серпня на початку вересня.

Взимку його функціональна активність сповільнюється, але не припиняється. Весною наступного року з нього утворюється пагін, нової генерації, що свідчить про те, що органогенна діяльність вегетативного мерестематичного апекса знову активізувалася.

ЖК₂ – етап закладання брактей починається з того моменту, коли меристематичні горбочки, закладені на куполоподібному апексі, приступають до диференціації.

Початок цього етапу припадає на середину серпня і триває протягом вегетаційного періоду аж до кінця вересня. Вище нами відзначено, що закладання зачатків брактей на конусі наростання в генеративних структурах чоловічого типу є однією з важливих морфологічних ознак переходу вегетативного апекса в генеративний стан. Цей процес характеризується значним збільшенням розмірів конуса наростання та активізацією органогенної діяльності латеральних ділянок конуса наростання, внаслідок чого з'являються нові структури в апікальній частині зачаткового пагона. Закладання останніх відбувається в термінальній частині зачаткового пагона. Це обумовлює відмінність у процесах закладання брактей в бруньках жіночого типу порівняно із аналогічними процесами, що відбуваються на етапі **ЧСз** в бруньках чоловічого типу.

ЖК₃ – етап формування генеративної бруньки жіночого типу починається залежно від кліматичних умов так само, як і етап формування генеративної бруньки чоловічого типу з середини червня. Цей процес триває протягом вегетаційного періоду і завершується у кінці вересня – на початку жовтня. Характерною особливістю цього етапу є значне збільшення розміру самого апекса та набуття ним куполоподібної форми.

Закладання і подальший розвиток латеральних генеративних бруньок жіночого типу відбувається акропетально і залежить від темпів збільшення лінійних розмірів та диференціації материнського пагона. В цьому випадку спостерігається специфічна закономірність порівняно з тою, яка відмічена нами на етапі формування генеративної бруньки чоловічого типу, тобто жіночі бруньки закладаються лише в апікальній частині пагона. Нові латеральні генеративні бруньки жіночого типу закладаються внаслідок подальшої органогенної діяльності термінального апекса і значною мірою залежать від кліматичних умов, передусім від температурного режиму та опадів не лише

протягом вегетаційного періоду, але і в рік, що передує органогенній діяльності термінального і латерального апексів.

ЖК₄ – етап закладання примордіїв жіночих квіток характеризується тим, що в пазухах брактей внаслідок органогенної діяльності ділянок периферійної меристеми закладаються меристематичні горбочки притуплено-овальної форми.

Закладання примордіїв жіночих квіток нерозривно зв'язане із процесом закладання зачатків брактей і триває так само як і в формуванні чоловічих квіток протягом усього вегетаційного періоду. Досить розтягнутий період закладання примордіїв жіночих квіток у межах однієї бруньки зумовлює неодночасність розвитку цих структур. Якщо в апікальній частині конуса наростання зачаткового пагона примордії жіночих квіток досягають значних розмірів, то в базальній його частині лише з'являються зачатки жіночих квіток, набуваючи притуплено-розширеної форми з ознаками підготовки цих структур до диференціації, що супроводжується випинанням латеральних зон конуса наростання та активізацією в них мітотичних поділів. Розвиток жіночих генеративних структур у морфологічному відношенні чітко виражений, починаючи з п'ятого етапу органогенезу (ЖС₅).

ЖК₅ – етап закладання примордіїв плодолистків характеризується тим, що в центральній частині апекса базальних квіткових зачатків закладаються два меристематичні горбочки – примордії плодолистків.

Внаслідок активних мітотичних поділів клітин, що спостерігаються в меристематичних горбочках майбутніх плодолистків, останні досить швидко ростуть, набуваючи продовгувато-овальної форми. Згодом аналогічні процеси відбуваються в апексах інших квіткових зачатків, розташованих дещо нижче на осі майбутнього пагона. Необхідно відзначити, що не завжди в досліджених особин *Juglans regia* закладаються два плодолистки. В декількох випадках на протерогінічних особинах, що зростають на території плодового саду агробіологічної лабораторії ТНПУ, нами відмічені три плодолистки в процесі

формування нижньої зав'язі синкарпного гiнецея, що нами простежено аж до формування плодiв – несправжня тянкакiс.

ЖК₆ – етап закладання насiнних зачаткiв починається з моменту, коли на внутрiшнiх стiнках плодолисткiв з'являється невеликий меристематичний горбочок, з якого в майбутньому утворюється один ортотропний красинуцелятний, однопокривний насiнний зачаток.

Водночас з ростом меристематичного горбочка вiдбувається його внутрiшня i зовнiшня диференцiацiя. Внаслiдок останньої закладається валик iнтегумена. Зовнi в основi iнтегументу розмiщенi криловиднi утвори. Питання про походження i роль цих утворiв плаценти в лiтературi трактується по-рiзному. До розгортання приймочки на двi лопатi часто можна було бачити на верхiвцi нуцелуса обтуратор у виглядi багатоклiтинного вироста, який видовжується в напрямку стовпчика маточки i, напевне, виконує секреторну функцiю. Клiтини його мають густо забарвлену цитоплазму з крупними вакуолями, часом їх вмист фарбується в буро-коричневий колiр.

ЖК₇ – етап закладання археспорiя характеризується тим, що внаслiдок внутрiшньої диференцiацiї насiнного зачатка серед групи меристематичних клiтин нуцелуса видiляються бiльшi за розмiрами клiтини з бiльшим ядром i густiшою цитоплазмою. Це закладаються клiтини жiночого археспорiя.

ЖК₈ – етап формування макроспор. Весною з настанням позитивних температур (+10°C i вище) одна рiдше двi археспорiальнi клiтини стають спорогенними. У дослідженого виду клiтини жiночого археспорiя, збiльшивши свої розмiри, особливо збiльшується їх ядро. в кiнцi березеня – на початку квітня приступають до мейозу. Внаслiдок двох подiлiв мейозу (гетеротипного i гомеотипного) утворюється тетрада макроспор. Розташування макроспор в тетрадi може бути рiзним. Здебiльшого макроспори в тетрадi розташовуються лiнiйно, але в окремих випадках були вiдмiченi i Г – подiбнi тетради. Вся тетрада i кожна з її макроспор оточена калозною оболонкою. Халазальна i мiкропiлярна макроспорит мають однаковi шанси на подальший розвиток. Деякий час халазальна макроспора перебуває в станi спокою, а вiдтак

приступає до поділу. Тривалість макроспорогенезу обумовлена рядом обставин, найважливішою з них – це біологічні особливості переходу клітин жіночого археоспорія а макроспороцити, сума позитивних температур під час протікання мейозу, біологічна специфіка тривалості мейозу та ін.

ЖК₉ – етап формування макрогаметофіту або утворення зародкового мішка характеризується тим, що халазальна макроспора після виходу з стану спокою значно збільшується і її ядро приступає до мітотичного поділу, внаслідок якого утворюється двоядерний ценоцит. Мітози, що відбуваються в обох ядрах, розташованих на протилежних полюсах двоядерного ценоциту, приводять до утворення послідовно чотири – і восьмиядерного ценоцитів. Унаслідок внутрішньої диференціації останнього формується моноспоріальний, восьмиядерний, семиклітинний зародковий мішок Polygonum-типу.

ЖК₁₀ – етап запилення і запліднення починається з моменту попадання пилку на приймочку маточки.

Метаболічні процеси, що відбуваються між тканинами приймочки і пилковими зернами, зумовлюють проростання пилку. Вегетативна клітина утворює пилкову трубку, яка спочатку росте між клітинами приймочки і стовпчика. Згодом вона росте між клітинами тканин внутрішньої стінки зав'язі і через мікропіле проникає в зародковий мішок. Під час росту пилкової трубки генеративна клітина мітотично ділиться, утворюючи два спермії. Один із сперміїв проникає в яйцеклітину і зливається з її ядром, утворюючи зиготу, а другий – в центральну клітину і внаслідок його злиття з її диплоїдним ядром утворює триплоїдне первинне ядро ендосперму. Період між запиленням і заплідненням становить від 3 до 7 днів. На постійних мікропрепаратах в мікропілярній частині зародкового мішка видно запліднену яйцеклітину з двома ядерцями, залишки вмісту пилкової трубки та помутнілу синергіду, а також ядра ендосперму.

ЖК₁₁ – етап розвитку зародка і ендосперму починається тоді, коли зигота після виходу із стану спокою приступає до активних мітотичних поділів. Після

запліднення, як і в більшості покритонасінних рослин, поділ зиготи затримується; першим ділиться первинне ядро ендосперму. Ядерний ендосперм, який утворився в результаті запліднення, спочатку починає формуватися в халазальній і мікропілярній частинах зародкового мішка, а бокові його стінки в цей час вистелені топким шаром цитоплазми. Утворення клітинного ендосперму починається на 10-й день з часу запилення в мікропілярній частині зародкового мішка. Клітини ендосперму виповнені густою цитоплазмою, в ядрах крупні ядерця оточені за Кавецькою «двориками». Водночас з розвитком ендосперму відбувається розвиток зародка

ЖК₁₂ – етап утворення насіння і плодів характеризується тим, що водночас з процесами ембріогенезу та ендоспермогенезу відбуваються глибокі функціональні і морфоструктурні зміни в насінному зачатку та синкарпній зав'язі, з якої формується відповідно плід. Це свідчить про завершення останнього етапу органогенезу жіночої квітки – утворення насіння і плодів.

2.4. Особливості репродуктивної біології видів роду *Acer* L. за зміни статі

2.4.1. Форми особин видів роду *Acer* L. за зміни статі

Дотримуючись класифікації Є. Л. Кордюм і Г. І. Глущенко [34] щодо статевих форм рослин, у досліджених видів роду *Acer* нами виділені такі статеві форми особин: однодомні – особини з роздільностатевими – чоловічими (тичинковими) і жіночими (маточковими) квітками, які формуються на одній і тій же особині (*A. campestre*); дводомні (дієцічні, еудіойкісти) – рослини, в яких чоловічі і жіночі квіттки формуються на різних особинах (*A. negundo*, *A. rubrum*); полігамні – особини, які містять окрім двостатевих (гермафродитних) квіток одностатеві жіночі або чоловічі квіттки (*A. platanoides*); однодомні з тенденцією до дводомності (*A. tataricum*, *A. saccharinum*, *A. pseudoplatanus*) – рослини, у яких на різних особинах одного виду формуються не лише одностатеві чоловічі та жіночі квіттки, а й двостатеві та псевдодвостатеві квіттки.

Ознаки зміни статі, що проявлялись у формуванні квіток та суцвіть різних статевих типів, у яких виявлені порушення органо- та ембріогенезу, були нами

відмічені в особин, які є однодомними з тенденцією до дводомності: *A. saccharinum*, *A. pseudoplatanus*, *A. tataricum* та полігамними особинами *A. platanoides*. Утворення квіток морфологічно двостатевих, але фізіологічно та функціонально одностатевих, на нашу думку, є однією з ознак процесу поступового переходу від гермафродитизму до роздільностатевості. Літературні дані свідчать, що у видів роду *Acer* спостерігаються переходи від однодомності до повної або часткової дводомності. Зміна статі в особин роду *Acer* проявляється у формуванні квіток різних статевих типів: структурно одностатевих та двостатевих з домінуванням чоловічої або жіночої статі. Зокрема, в однодомного *A. saccharinum* виявлені особини, в яких формувались потенційно двостатеві чоловічі та жіночі квітки, у дводомного *A. rubrum* потенційно двостатевими є жіночі квітки. У полігамного *A. platanoides* формуються потенційно двостатеві чоловічі або жіночі квітки та двостатеві квітки. Співвідношення різних статевих типів квіток у суцвіттях зазначених видів неоднакове, тобто в одних випадках у складі суцвіть домінують потенційно двостатеві чоловічі квітки, в інших – потенційно двостатеві жіночі квітки [24-25].

Вважаємо, що види роду *Acer* володіють широкою полігамністю і процес розподілу статі у них ще не завершений, що має важливе як філогенетичне, так і систематичне значення. Це може бути використано для з'ясування філогенетичних взаємозв'язків родини *Aceraceae* з іншими родинями, систематичних зв'язків між родами, секціями та видами цієї родини.

2.4.2. Типи квіток за зміни статі видів роду *Acer* L.

Виокремлюючи типи квіток і суцвіть за зміни статі та етапи їх органогенезу, зважали на те, що поступові зміни в біохімічних і фізіологічних процесах періодично призводять до морфологічних змін органів, які формуються меристемою, і в онтогенезі квіток та суцвіть вичленовують межі основних етапів їх органогенезу. Згідно з літературними даними у всіх видів роду *Acer*, окрім *A. negundo*, формуються три статеві типи квіток:

функціонально чоловічі або чоловічі зі слабким рудиментом маточки; функціонально жіночі або жіночі з менш розвиненими тичинками, які взагалі не утворюють пилок чи утворюють його після зав'язування плодів; проміжні або двостатеві, з рівноцінно розвинутими елементами тієї чи іншої статі. Наші дослідження підтверджують вищенаведені літературні дані. Так, окрім двостатевих, тичинкових і маточкових квіток, у *A. platanoides* нами виділені такі типи квіток: функціонально чоловічі з недорозвинутою маточкою; функціонально жіночі з недорозвинутими тичинками; потенційно двостатеві з домінуванням жіночої статі, які потенційно утворюють плоди; потенційно двостатеві з домінуванням чоловічої статі, які потенційно не утворюють плоди, а після цвітіння такі квітки опадають. Отже, зміна статі у досліджених видів роду *Acer* суттєво впливає на характер формування різних статевих типів квіток, що найбільш характерно для *A. platanoides* [25].

2.4.3. Типи суцвіть за зміни статі видів роду *Acer* L.

Як зазначалося вище, у видів роду *Acer* формуються два типи суцвіть: китиця і щиток. Розміщення квіток різних статевих типів у згаданих суцвіттях може бути різним. Зокрема, характер розташування двостатевих та роздільностатевих, як чоловічих, так і жіночих квіток у межах одного і того ж типу суцвіття може бути різним. Найчастіше трапляються суцвіття, коли на їхній головній осі розташовуються двостатеві та роздільностатеві чоловічі або жіночі квітки з різним їх співвідношенням. Причому, у *A. pseudoplatanus* відмічено утворення наступних типів суцвіть: суцвіття, в якому жіночі квітки, здебільшого, розміщені у нижній його частині, а в середній та верхній — чоловічі; суцвіття з розташуванням в нижній частині жіночих (маточкових) і поодиноких чоловічих (тичинкових) квіток; суцвіття з двостатевих квіток із домінуванням жіночої статі; суцвіття лише з тичинкових квіток. Окрім того, у *A. campestre* нами відмічені китиці, в яких, окрім потенційних двостатевих квіток, розміщалися також функціонально чоловічі квітки з недорозвинутою маточкою [25].

2.4.4. Розвиток чоловічих і жіночих генеративних структур та ембріологічні процеси за зміни статі у видів роду *Acer* L.

На території Західного Поділля в процесі дослідження нами виявлені особини *A. platanoides*, *A. tataricum* і *A. saccharinum* із ознаками зміни статі. Серед цих видів спостерігалась наявність особин, у яких відмічена тенденція переходу від однодомності до дводомності. У таких особин генеративні бруньки відрізнялись за розмірами та формою, вони були менших розмірів і більшість з них мали викривлену форму. За нашими спостереженнями, з таких бруньок розвивались суцвіття з квітками аномальної будови, чоловічі квітки швидко засихали та опадали, задовго до початку цвітіння, а у жіночих аномальних квіток приймочки маточок розташовувались на дуже коротких стовпчиках і також швидко засихали та опадали. Найчастіше такі випадки нами були зафіксовані в особин з ознаками зміни статі *A. tataricum*, *A. platanoides* та *A. saccharinum*. У процесі формування чоловічих та жіночих генеративних структур також виявлені певні відхилення від норми [19; 23-24; 26; 28-29].

Тичинки в квітках різних статевих типів за зміни статі були різні: так, у функціонально жіночих квітках *A. platanoides* вони були недорозвинутими, мали вигляд невеликих ледь помітних горбочків, у потенційно двостатевих жіночих квітках пиляки досить великих розмірів розташовувались на тичинкових нитках завдовжки 5-6 мм. Необхідно зазначити, що порушення у розвитку тичинкових квіток були настільки значними, що більшість з них засихали задовго до початку цвітіння та швидко опадали. Аномальні тичинкові квітки становили від 18 до 26%. У розвитку пиляка були відмічені деякі порушення формування стінки мікроспорангія, зокрема середніх шарів і тапетуму, що призводило до зміни форми та розмірів мікроспорангіїв [23-24; 26; 28-29].

У таких мікроспорангіях спостерігалась часткова або повна дегенерація клітин тапетуму. Окрім того, нами виявлені випадки порушень в розвитку мікроспорангіїв, внаслідок чого не утворювалась одна з внутрішніх стінок мікроспорангіїв, що призводило до утворення трьох, а не типово чотирьох

мікроспорангіїв. При проходженні мейозу в материнських клітинах мікроспор спостерігалось неоднчасне розходження хромосом до полюсів. В анафазі-I відмічено відставання деяких хромосом на веретені поділу. Нами відмічено, що у деяких випадках утворення тетрад не відбувалось, оскільки одне з ядер діади не приступало до поділу, внаслідок чого утворювались тріади. У випадку утворення тетрад виявлені різні за розмірами мікроспори. У пиляках деяких квіток з ознаками зміни статі поряд із нормально розвинутими двоклітинними пилковими зернами нами були виявлені одноядерні та без'ядерні мікроспори. У межах одного спорангія у деяких особин *A. platanoides* розвивався морфологічно неоднорідний пилкок. Тобто поруч із пилковими зернами нормального розміру траплялися як великі, які у два-три рази перевищували їхні розміри, так і малі пилкові зерна різної форми, що в 1,5-2 рази були менші, ніж нормальні пилкові зерна. У потенційно двостатевих жіночих квітках *A. platanoides*, *A. saccharinum* та *A. rubrum*, у яких домінувала жіноча генеративна сфера, порушення у розвитку мікроспорангіїв виявлені на стадії формування двоклітинних пилкових зерен. У *A. platanoides* та *A. rubrum* нами відмічено утворення триклітинного пилку. Порушення в процесі мейозу та формуванні мікроспор, які нами описані вище, призводять до зниження відсотка фертильного пилку (38-40%) і утворення стерильних пилкових зерен (60-62%) [19; 23-24; 26; 28-29].

У розвитку жіночої генеративної сфери також спостерігались певні відхилення від норми. Так, у деяких особин *A. saccharinum* та *A. platanoides* в потенційно чоловічих квітках спостерігався розвиток насінних зачатків з недорозвинутими інтегументами або "голих" насінних зачатків без інтегументів. Такі насінні зачатки мали вигляд невеликих овальних меристематичних горбочків, часто без ознак диференціації на фунікулюс та нуцелус. На стадії розвитку макроспороцита "голі" насінні зачатки займали атропне, а не анатропне положення, характерне для видів роду *Acer* [19; 23-24; 26; 28-29].

Вище описані насінні зачатки здебільшого розвивались до тих пір, поки макроспороцит не досягав стану ранньої профазы мейозу, а відтак дегенерували. Таке явище спостерігалось нами як в окремих квітках, так і в межах всього суцвіття, що призводило до передчасного їх засихання та опадання ще задовго до початку цвітіння. Окрім вищеописаних аномалій в розвитку насінних зачатків у *A. saccharinum* і *A. tataricum* спостерігались такі відхилення від норми: закладання декількох археспоріальних клітин, які не переходили до мейозу; формування кількох макроспороцитів, які вступали в мейоз, але повного протікання макроспорогенезу в таких випадках не відбувалось. Нами були відмічені випадки утворення тріади замість тетради макроспор у *A. tataricum*. У випадку розвитку зародкового мішка із халазальної макроспори часто спостерігались порушення в організації окремих його елементів, а саме в розвитку яйцевого апарату. В деяких випадках яйцеклітина розташовувалась збоку, а в напрямку до мікропіле містилися синергіди. Траплялись зародкові мішки, в апікальній частині яких розміщувались яйцеклітина з двома ядрами, а в окремих випадках вона не містила ядра. Поряд з аномальними яйцеклітинами спостерігались аномальні зігнуті та із завуженими апікальними кінцями синергіди [19; 23-24; 26; 28-29]. Саме в цей період у насінних зачатках починають формуватися зародкові мішки. Відхилення від нормального протікання мейозу при макроспорогенезі впливає і на розвиток жіночого гаметофіту. Доцільно зауважити, що в деяких зародкових мішках ми спостерігали випадки, коли спочатку відбувалось запліднення яйцеклітини, а згодом ядра центральної клітини, а в інших зародкових мішках – навпаки, запліднення ядра центральної клітини передувало заплідненню яйцеклітини. У більшості потенційно двостатевих чоловічих квіток *A. platanoides* порушення в розвитку гінецея виявлені на стадії формування двота чотириядерного зародкового мішка, що призводило до формування стерильних насінних зачатків без зародкових мішків, в яких виявлені згустки зруйнованих клітин. Можемо стверджувати, що внаслідок руйнування макроспор зародковий мішок у таких випадках не утворювався. У такого типу

насінних зачатків центральна частина нуцелуса виповнена прозенхімними клітинами з дрібними ядрами. Згодом, на пізніших етапах розвитку ці клітини починають поступово руйнуватись, що призводить до повної дегенерації усього насінного зачатка. Гінецей у таких квітках не розвивався, а мав вигляд деформованого горбочка.

Отже, з вищенаведеного витікає, що зміна статі тих чи інших особин суттєво впливає на порушення розвитку чоловічої та жіночої генеративної сфери і як наслідок призводить до зменшення кількості квіток і суцвіть, які могли б бути запилені та в яких зміг би відбуватися процес запліднення, ембріо- та ендоспермогенез.

2.4.5. Біологія цвітіння особин за зміни статі у видів роду *Acer* L.

Особливої уваги заслуговують дослідження, присвячені біології цвітіння видів роду *Acer* за зміни статі. Проведеними дослідженнями встановлено, що квітки на різних особинах розкриваються неодноразово. Зокрема, у дводомних видів *A. negundo* та *A. rubrum* одностатеві чоловічі квітки розкриваються на 3-4 дні раніше, ніж одностатеві жіночі квітки.

У *A. platanoides* нами відмічена наявність статевих типів особин, у яких в двостатевих квітках суцвіть раніше дозріває чоловіча генеративна сфера – так звані протерандричні особини та особини, в двостатевих квітках яких швидше дозріває жіноча генеративна сфера – протерогінічні особини. В умовах Тернопільської області протерандричні особини зацвітають на 2-3 дні раніше протерогінічних. На них першими розкриваються двостатеві – протерандричні квітки з добре розвинутими тичинками та великими пиляками. Інша частина квіток у суцвіттях таких особин залишається у фазі бутонізації. Отже, двостатеві – протерандричні квітки розкриваються на 2-3 дні раніше двостатевих – протерогінічних [17; 24].

Протерогінічні особини зацвітають з деяким запізненням (на 2-3 дні). Першими у них розкриваються квітки з нормально розвинутим і вже дозрілим гінецеєм (протерогінічні квітки). В таких квітках приймочки маточок виходили далеко за межі оцвітини, а пиляки тичинок мали короткі тичинкові нитки.

Згодом (через 1 день) у суцвіттях розпускались чоловічі квітки з редукованою приймочкою, а також двостатеві квітки з рівноцінно розвинутими маточкою та тичинками. Через 4-5 днів чоловічі та незапилені жіночі квітки засихали та опадали. Таким чином, в період, коли починають розкриватись протерандричні та протерогінічні квітки, розташовані на різних особинах, складається помилкове враження, що особини *A. platanoides* дводомні. Таку асинхронність цвітіння протерандричних та протогінічних особин у *A. platanoides* М. Н. Прозіна назвала “псевдодвodomністю”. Масово таке явище спостерігалось у роки з низькими середньодобовими температурами (2004 та 2006 рр.). Наявність у середньоквітучого *A. platanoides* протерандричних та протерогінічних особин і асинхронності їх цвітіння, на нашу думку, слід розглядати як пристосування для кращого розмноження в нестійких та мінливих умовах періоду цвітіння (кінець березня-початок квітня). “...Наявність у клена гостролистого протерандричних та протерогінічних екземплярів необхідно розглядати як пристосування, що забезпечує успішність насінного розмноження при нестійкій весняній погоді, оскільки сильно продовжує період цвітіння і забезпечує його нормальний перебіг у випадку приморозків зі зміною статі у квіток у суцвітті”. На думку інших авторів “...неодночасність розкривання квіток у суцвіттях набирає статусу адаптації не лише до нестійкої весняної погоди, а й до комах-запилювачів” [18; 21; 24; 25; 27; 29].

Вплив екологічних факторів, особливо температури повітря, є визначальним і для цвітіння особин зі зміною статі, цвітіння яких залежить від погодних умов і триває близько 13-16 діб, а в дощову прохолодну погоду – 14-18 діб. Окремі квітки і суцвіття цвітуть від 5-6 (жіночі) до 6-7 днів (чоловічі).

2.4.6. Формування плодів за зміни статі у видів роду *Acer* L.

Поряд із нормально сформованими плодами із двома крилоподібними виростами, нами виявлено утворення аномальних плодів із 3 та 4 крилами.

У літературі трапляються лише поодинокі згадування про випадки утворення аномальних плодів у видів роду *Acer*. Були виявлені відхилення у кількостях приймочок маточок та зав'язей у деяких квітках. Аномальними вважались ті квітки, у яких траплялись маточки з 3-4 рідше 5-ма приймочками, з яких надалі відповідно утворились плоди з 3 - 4 та 5-ма крилами [34].

Схожі випадки формування аномальних багатокрилаток у видів роду *Acer* відмічені й іншими дослідниками. Так, Пенциг вважав, що квітки у *A. dampestre*, *A. dasycarpum*, *A. negundo*, *A. platanoides*, *A. rubrum* та *A. pseudoplatanus* є полімерними і можуть мати до 8 плодолистків. Він також спостерігав наявність трикрилаток у *A. campestre*, *A. negundo* та *A. saccharinum*. Рацив спостерігав утворення плодів з 3-4 крилатками у *A. negundo*, Гасис – у *A. macrophyllum*, *A. platanoides*, *A. rubrum* та *A. pseudoplatanus* [29].

На нашу думку, такі аномальні плоди були утворені із таких же аномальних квіток, у яких формувались не дві, а три чи чотири плодолистки. Існує кілька гіпотез про причини утворення таких аномальних плодів. Так, Пенциг передбачав, що третій плодолисток маточки в квітках *A. platanoides* з'являється внаслідок зростання тичинок. Бларінгем вважав, що механічні пошкодження пагонів у *A. pseudoplatanus* призводять до появи певних аномалій, в тому числі і збільшення кількості плодолистків маточок. Рацив та Віганд висували гіпотезу, що наслідком зростання між собою квіток є утворення 3-4 крилатих плодів у *A. negundo* та *A. pseudoplatanus*. На нашу думку, вищеперелічені гіпотези потребують експериментального дослідження, оскільки ні морфогенез, ні анатомія атипових плодів не досліджені і не висвітлені в достатньому обсязі в літературі [29].

На території Тернопільської області такі випадки нами виявлені лише в особин *A. saccharinum* та *A. tataricum*. На нашу думку, такі аномальні плоди були утворені з маточок, які формувались не з двох, а з трьох плодолистків. Вважаємо, що умовами, які впливають на нормальний розвиток плодів, є, мабуть, метеорологічні. На території Тернопільської області випадки

аномального розвитку плодів нами виявлені лише в особин *A. saccharinum*, *A. tataricum* та *A. pseudoplatanus*. В інших досліджених видів (*A. rubrum*, *A. platanoides*, *A. campestre*, *A. negundo*) аномалій не спостерігалось. Кількість плодів з такими відхиленнями від норми (трикрилатки) у вищеназваних видів складала від 3 до 7% від загальної кількості. Окрім того, в особин *A. saccharinum* ми часто спостерігали формування двокрилаток із різною довжиною крил). Вважаємо, що причина недорозвиненості одного з крил може бути спричиненою метеорологічними умовами або механічними пошкодженнями в процесі розвитку плодів. Кількість таких двокрилаток становила 10-12% від загальної кількості плодів [18; 29].

Таким чином, у досліджених видів роду *Acer* L. в нормі формується плоский плід з крилоподібними виростами, який розпадається на два горішкоподібні однонасінні плодики. За дії несприятливих кліматичних умов (підвищенні та пониженні температури повітря) в період формування плодів утворюються аномальні плоди з різною кількістю крил та співвідношенням їх довжин, що в кінцевому випадку призводить до формування плодів з насінням з низьким відсотком проростання або його відсутністю.

ЛІТЕРАТУРА ДО РОЗДІЛУ 2

1. Барна М. М. Ботаніка. Терміни. Поняття. Персоналії: навч. посіб. 2-ге вид. допов. і змін. Тернопіль: ТЗОВ «Терно-граф», 2013. 360 с.
2. Барна М. М. Ембріологія видів родини Salicaceae Mirb. у зв'язку з їх філогенією та еволюцією. Український ботанічний журнал. 1983. Т. 40, № 2. С. 30-36.
3. Барна М. М. Ембріологічне дослідження тополі пірамідальної (*Populus pyramidalis* Roz.). Український ботанічний журнал. 1969. Т. 26, № 1. С. 93-99.
4. Барна М.М., Барна Л.С. Наукові читання, присвячені 120-річчю відкриття подвійного запліднення у покритонасінних рослин професором університету Святого Володимира С. Г. Навашиним. Наукові записки Терноп. нац. пед. ун-ту. Серія Біологія, 2019, № 1 (75).
5. Барна М. М. Особливості розвитку жіночого гаметофіта у триплоїдній осики (*Populus tremula* L. var. *Gigas* Munt.). Український ботанічний журнал. 1967. Т. 24, № 6. С. 42-49.
6. Барна М. М. Особливості формування репродуктивних структур у гібридів родини Salicaceae Mirb. Науковий вісник Ужгородського ун-ту. Сер.: Біол. 1997. Вип. 4. С. 241-243.

7. М. Барна, Л. Барна, Н. Герц, О. Мацюк. Морфогенез вегетативних і генеративних органів видів і гібридів родини Salicaceae Mirb. Тернопіль: ФО Осадца Ю.В. 2021. 176 с.: іл.
8. Барна М.М, Барна Л.С, Карплюк Н.А. Органогенез чоловічих і жіночих репродуктивних структур ранньої (Var. praecos Czern.) і пізньої (Var. tardiflora Czern.) форм дуба звичайного (Quercus robur L.). Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Сер. Біологія. Тернопіль, 2017. № 1 (68). С. 3-7.
9. Барна М.М, Барна Л.С, Карплюк Н.А. Біологія цвітіння ранньої (Var. praecos Czern.) і пізньої (Var. tardiflora Czern.) форм дуба звичайного (Quercus robur L.) в умовах Західного Поділля. Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Сер. Біологія. Тернопіль, 2017. № 4 (71). С. 8-23.
10. Барна М.М, Барна Л.С, Карплюк Н.А. Морфогенез генеративних органів ранньої (var. praecos Czern.) і пізньої (var. tardiflora Czern.) форм дуба звичайного (Quercus robur L.). Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Сер. Біологія. Тернопіль, 2017. № 3 (70). С. 10-22.
11. Барна М.М., Барна Л. С., Мацюк О.Б. , Герц Н. В. Подвійне запліднення у Покритонасінних рослин: біологічна природа та історія його відкриття професором Університету Святого Володимира С.Г. Навашиним (до 120-річчя відкриття). Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету ім. Володимира Гнатюка. Серія: Біологія. 2018. №3–4 (74). С. 1–12.
12. Барна М. М., Барна Л.С., Герц Н.В., Мацюк О.Б., Репродуктивна біологія полікарпічних видів родин Salicaceae Mirb., Aceraceae Juss., Juglandaceae A. Rich ex Kunth., Fagaceae Dumort: сучасний стан та перспективи розвитку. Наукові читання, присвячені 120-річчю відкриття подвійного запліднення у покритонасінних рослин професором Університету святого Володимира С. Г. Навашиним. Збірник матер. наук. читань. С. 60-75
13. Барна М. М. Формування стінки мікроспорангія у видів родини Salicaceae Mirb. Науковий вісник Чернівецького ун-ту. Сер.: Біол. Чернівці: Рута, 2000. Вип. 77. С. 125-140.
14. Барна М. М. Морфологічні, цитологічні та гістологічні особливості етапів ембріогенезу видів родини Salicaceae Mirb. Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Сер. Біологія. Тернопіль, 2001. № 1 (12). С. 9-15.
15. Барна М. М. Особливості формування чоловічих генеративних структур у видів роду *Salix* L. Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Сер. Біологія. Тернопіль, 1998. № 3. С. 3-7.
16. Герц Н. В. Особливості формування жіночої репродуктивної сфери у деяких видів роду *Acer* L. Онтогенез рослин у природному та трансформованому середовищі. Фізіол.-біохім. та екол. аспекти: II міжнар. конф.: тези доп. Львів: СПОЛОМ, 2004. С. 103.

17. Герц Н. В. Особливості будови квітки у деяких видів роду *Acer* L. у зв'язку зі зміною статі. Молодь і поступ біології: I міжнар. конф. студ. та асп.: тез. доп. Львів, 2005. С. 73-74.
18. Герц Н. В. Формування плодів типу двокрилатка у деяких видів роду *Acer* L. Вісник Київського нац. ун-ту ім. Тараса Шевченка. Сер.: Інтродукція та збереження рослинного різноманіття. 2005. № 4 С. 17.
19. Герц Н. В. Формування чоловічої генеративної сфери у деяких видів роду *Acer* L. Матеріали XII з'їзду УБТ Одеса, 2006. С. 423.
20. Герц Н. В. Розвиток насінних зачатків у деяких видів роду *Acer* L. Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Сер. Біологія. Тернопіль, 2006. № 1 (28). С. 3-7.
21. Герц Н. В. Особливості біології цвітіння деяких видів роду *Acer* L. Лісівництво України в контексті світових тенденцій розвитку лісового господарства: матеріали міжнар. наук.-практ. конф. Львів, 2006. С. 67-68.
22. Герц Н. В. Значення видів роду *Acer* L. для садово-паркового господарства // Різноманіття фітобіоти: шляхи відновлення, збагачення і збереження. Історія та сучасні проблеми: міжнар. наук. конф., присвяч. 200-річчю заснування Кременец. ботан. саду: тези доп. Кременець, 2007. С. 209-210.
23. Герц Н. В. Макроспорогенез і розвиток зародкового мішка у *Acer pseudoplatanus* L. Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Сер. Біологія. Тернопіль, 2007. № 1 (31). С. 32-36.
24. Герц Н. В. Особливості будови квітки у деяких видів роду *Acer* L. у зв'язку із зміною статі. Міжнар. конф. молодих учених -ботаніків: тези доп. Київ, 2007. С. 83-84.
25. Герц Н. В. Типи квіток, суцвіть та собин у видів роду *Acer* L. Молодь і поступ біології: IV міжнар. конф. студ. та асп.: тези доп. Львів, 2008. С. 87-88.
26. Герц Н. В. Ембріологічне дослідження клена гостролистого (*Acer platanoides* L.). Актуальні проблеми ботаніки та екології: міжнар. конф. молодих учених: тези доп. Київ, 2008. С. 211.
27. Герц Н. В. Біологія цвітіння видів роду *Acer* L. в умовах Західного Поділля (Тернопільська область). Зб. наук. праць Луганського нац. аграр. ун-ту. Сер. Біол. науки. Луганськ: "Ельтон-2". 2008. № 83. С. 17-25.
28. Герц Н. В. Ембріологія клена гостролистого (*Acer platanoides* L.). Наук. вісн. Ужгор. нац. ун-ту. Сер. Біол. 2009. Вип. 24. С. 26-35.
29. Герц Н. В. Морфологія нормальних та аномальних плодів видів роду *Acer* L. Актуальні проблеми ботаніки та екології: тези доп. міжнар. конф. молодих учених. Ялта, 2010. С. 339.
30. Герц Н. В. Інтродуценти видів роду *Acer* L. Західного Поділля (Тернопільська область), практичне та декоративне значення. Матеріали міжнар. наук. конф., присвяч. 75-річчю заснування Нац. ботан. саду ім. М. М. Гришка НАН України. К.: Фітосоціоцентр, 2010. С. 38.

31. Гончаренко Г. А. Біологічна характеристика пагонів дуба звичайного (*Quercus robur* L.). Український ботанічний журнал. 1962. Т. 19, № 3. С. 59-64.
32. Калініченко О. А. Декоративна дендрологія. К.: Вища шк., 2003. 199 с.
33. Кордюм Е. Л. Эволюционная эмбриология покрытосеменных растений. К.: Наук. думка, 1978. 220 с.
34. Кордюм Е. Л. Цитоэмбриологические аспекты проблемы пола покрытосеменных. К.: Наук. думка, 1976. 199 с.
35. Кохно М. А. Клены лісостепових дібров України (біологічні особливості і екологія). К.: Вид-во АН УРСР, 1962. 52 с.
36. Коц З. П. Розвиток насінних зачатків та жіночого археспорія в роді *Populus* L. Український ботанічний журнал. 1972. Т. 29, № 1. С. 19-23.
37. Коц З. П. Розвиток жіночої квітки тополі сизої (*Populus pruinosa* Schrenk. subg. *Turanga* Bgenk.). Український ботанічний журнал. 1972. Т.29, № 2. С. 228-232.
38. Мацюк О.Б. Морфогенез жіночих генеративних органів протандричних і протогінічних особин *Juglans regia* L. в умовах Західного Поділля. Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету ім. Володимира Гнатюка. Серія: Біологія. 2015.№1 (62). С. 9-34
39. Мацюк О.Б. Морфогенез жіночої квітки *Juglans regia* L. В умовах Західного Поділля. Біологічні студії Т.11, №3-4, 2017. С. 31-32.
40. Мацюк О. Б. Види роду *Juglans* L. — елемент садово-паркового мистецтва та ландшафтної архітектури. Єтнодизайн у контексті українського національного відродження та європейської інтеграції. Кн. 3 : зб.наук, праць.: гол. ред. М. І. Степаненко, упоряд. і наук. ред. Є. А. Антонович, В. П. Титаренко та ін. -Полтава : ПНПУ імені В.Г. Короленка, 2019: С. 238-241.
41. Плюто К. Б. Підсумки фенологічних спостережень за кленами у Дніпропетровському ботанічному саду. Український ботанічний журнал, 1972. Т. XXIX, № 2. С. 14—19.
42. Bierzychudek P. The demography of jack in the pulpit, a forest perennial that changes sex. *Ecological Monographs*, 1982, 52: 335–351.
43. Hall B. A. The floral anatomy of the genus *Acer*. *Amer. J. Botany*, 1961. № 38. P. 793-799.
44. Haskell D. A. Structure and Histogenesis of the Embryo of *Acer saccharinum*. I. Embryo Sac and Proembryo. *Amer. J. Botany*, 1971. Vol. 58, № 7. P. 595-603.
45. Houle G. The reproductive ecology of *Abies balsamea*, *Acer saccharum* and *Betula alleghaniensis* in the Tantare Ecological Reserve, Quebec. *The Journal of Ecology*, 1992. Vol. 80, № 4. P. 611-623.
46. Nanami S. Sex change towards female in dying *Acer rufinerve* trees. *Ann. Bot.* 2004. Vol. 93. P. 733-740.
47. Mała encyklopedia leśna. Warszawa: PWN, 1980. 855 S.

48. Pannelli J. R. The evolution of gender specialization from dimorphic hermaphroditism: paths from heterodichogamy to gynodioecy and androdioecy *Evolution*. 2006. Vol. 60, № 4. P. 660-673.
49. Pigott C. D. Pollination, fertilization and fruit development in sycamore (*Acer pseudoplatanus* L.). *New Phytologist*. 1989. Vol. 111, № 1. P. 99-103.
50. Plant Systematics: A phylogenetic approach; [third edition] / [Walter S. Judd, Christopher S. Campbell, Elizabeth A. Kellog, Peter F. Stevens, Michael J.]. Sinauer Associates, Inc. 2008. 464 p.
51. Primack R. B. Gender variation in a red maple population (*Acer rubrum*; Aceraceae): a seven-year study of a “polygamodioecious” species. *Amer. J. Botany*. 1986. Vol. 73, № 4. P. 1239-1248.
52. Renner S. S. The evolution of dioecy, heterodichogamy, and labile sex expression in *Acer*. *Evolution*. 2007. № 11. P. 2701-2719.
53. Sakai A. K. Spatial pattern of sex expression in silver maple (*Acer saccharinum* L.): Morista’s index and spatial autocorrelation. *American Naturalist*. 1983. Vol. 122. P. 489-508.
54. Satoshi N. Sex change towards female in dying *Acer rufinerve* trees. *Amer. J. Bot.* 2004. Vol. 93. P. 733-740.
55. Velenovsky J. Vergleichende studien uber die *Salix*. Blute. *Beih. Bot. Cbl.* 1904. Bd. 17, H.1. 123-128 P.
56. Ushimaru A. Sex change in tree species: long-term monitoring of sex expression in *Acer rufinerve*. *Nordic Journal of Botany*. 2001. Vol. 21, № 4. P. 397-99.
57. Ward J. K. Responses of *Acer negundo* genders to interannual differences in water availability determined from carbon isotope ratios of tree ringcellulose. *Tree Physiology*. 2002. Vol. 22, № 3. P. 339-346.

РОЗДІЛ 3. ФІЗІОЛОГО-БІОХІМІЧНІ АСПЕКТИ ДОСЛІДЖЕННЯ АГРОЦЕНОЗІВ ЗАХІДНОГО ПОДІЛЛЯ

3.1. Фізіологічні показники і продуктивність люпину білого за впливу регуляторів росту рослин

Зернобобові культури серед палітри сільськогосподарських рослин є одними з найважливіших і найпоширеніших у світі, в тому числі й в Україні. У світовому землеробстві за площами посіву та валовими зборами вони займають друге місце після зернових. Посівні площі зернобобових культур перевищують 200 млн. га, а валовий збір – 400 млн. т, що пов'язано з їх біологічними особливостями та якісним складом зерна. Зазначені культури слугують найдешевшим джерелом високоякісних білків, як для харчування населення, так і для годівлі сільськогосподарських тварин і птахів. Зерно бобових характеризується високим вмістом вітамінів, мінеральних елементів, інших біологічно активних речовин. Завдяки біологічній фіксації азоту у симбіозі з бульбочковими бактеріями культури цієї групи суттєво покращують рівень родючості ґрунтів без значних матеріальних затрат [25].

Важливими бобовими культурами, які використовуються людиною як харчові, кормові, для поліпшення родючості ґрунту як сидеральні, проявляють фітогербіцидні властивості, застосовуються в медицині є види роду Люпин [55]. На сьогодні світовим лідером з вирощування люпину є Австралія [92]. Також, зазначену культуру вирощують у Німеччині, Португалії, Франції, Іспанії, Італії, Чилі та Перу. Люпин займає за валовим виробництвом і посівними площами серед зернобобових восьме місце у світі, Європі та серед країн ЄС, четверте в Україні, третє в Німеччині, друге в Білорусі та перше в Океанії [44].

Основна цінність люпину для фермерів – поповненням запасів азоту у ґрунті [120]. Як правило, росте на бідних ґрунтах краще, порівняно з більшістю інших видів сільськогосподарських культур [111]. Люпин здатний поглинати фосфати з ґрунту і потребує лише калію, що забезпечує високий урожай культури [55, 56, 109]. Завдяки видільній активності кореневої системи у ризосфері формується корисна мікрофлора. Ґрунтові мікроорганізми сприяють

поглинанню рослинами заліза та інших елементів живлення [115]. В орному горизонті ґрунту біодоступність заліза та фосфору часто нижча потреби рослин, що спричиняє дефіцит зазначених поживних речовин. В умовах з обмеженою кількістю фосфору, білий люпин активізує механізми, що сприяють розчиненню фосфатів у ґрунті за допомогою морфологічних, фізіологічних та молекулярних адаптацій. Подібні зміни трапляються також у коренях люпину білого до дефіциту заліза [112].

Отже, рослини люпину не вимагають особливих затрат при вирощуванні, але характеризуються високим вмістом білків у зерні (38-52 %) та надземній масі [55], хорошою насінневою продуктивністю – 25-45 ц/га та урожаєм зеленої маси – 600-900 ц/га, разом з поживними залишками потрапляє у ґрунт 50-180 кг біологічно чистого нітрогену, який використовується наступними культурами сівозміни [44, 56]. З поміж палітри зернобобових культур люпин білий та соя культурна характеризуються найвищою азотфіксувальною активністю [7]. Упродовж вегетаційного періоду вони поглинають з атмосферного повітря 70-280 кг/га молекулярного нітрогену [44]. Показано, що рослини люпину білого за сприятливих умов упродовж онтогенезу здатні засвоїти з повітря від 200 до 400 кг/га та 600 кг/га [55] молекулярного нітрогену.

Люпин білий є основною ланкою в системі екологічного землеробства та може використовуватись як дешеве джерело біопалива, порівняно із вже відомими культурами. Україна повинна в найближчі роки мати 4-6 % ріллі під екологічним землеробством. Таким чином, у даний час люпин розглядається не тільки як високобілкова культура, а й як фактор енергозбереження та біологізації землеробства [44] і відновлення родючості ґрунту [119].

У сучасних умовах євроінтеграції та виходу України на міжнародний ринок впровадження органічного виробництва харчових зернобобових культур може суттєво підвищити експортні можливості вітчизняних виробників сільськогосподарської продукції. Одним із найважливіших завдань сучасної біології та сільського господарства є інтенсифікації виробництва екологічно безпечної рослинної продукції з одночасним зниженням матеріальних та

енергетичних витрат й антропогенного навантаження на агроєкосистеми. У зв'язку з цим, виникає необхідність в удосконаленні наявних та розробці нових елементів агротехніки вирощування сільськогосподарських рослин [21].

Особливого значення в технологіях вирощування люпину білого надають мінеральним добривам, оскільки вищезазначена культура є чутливою до елементів живлення, особливо на ранніх етапах онтогенезу, коли ще не сформувався на коренях рослин симбіотичний апарат [7]. Але, водночас, зазначені хімічні сполуки можуть негативно впливати як на агрофітоценози, так і на природне навколишнє середовище, що обмежує використання зерна люпину білого в харчуванні, в тому числі й дієтичному. Зважаючи на це, актуальним є пошук шляхів зниження негативної дії мінеральних азотних добрив на посіви культури, серед яких варто виокремити часткову заміну останніх на екологічно безпечні біологічні препарати природного походження – мікробні та з рістрегулювальною дією.

Застосування препаратів на основі біологічно активних речовин стало важливим елементом агротехнологій, спрямованих на підвищення врожайності сільськогосподарських культур. Використання регуляторів росту рослин (РРР) підвищує насінневу продуктивність, поліпшує якість вирощуваної продукції, стійкість до хвороб і інших стресорів, зав'язування плодів, пришвидшує їх досягання, запобігає виляганню злакових культур, зменшує вміст в продукції нітратів і радіонуклідів [2, 8].

3.1.1. Ростові процеси рослин люпину білого за впливу біологічно активних речовин

Важливою функцією рослинного організму є здатність до ростових процесів упродовж онтогенезу за рахунок твірних тканин. У процесі поділу клітин апікальних меристем відбувається ріст стебла у висоту, а кореня у довжину. Ріст рослин є фізіологічним показником, що істотно залежить від процесів повітряного (фотосинтезу) та кореневого живлення. Розміри

рослинного організму та межі мінливості показників запрограмовані на рівні генотипу [72]. На процеси росту рослин впливають макро- та мікроелементи, що є складовими речовин рослинного організму і виконують як структурну так і регуляторну функцію. Тому для активних процесів росту необхідне збалансоване забезпечення культурних рослин усіма елементами мінерального живлення, зокрема, нітрогеном (азотом).

Основою процесів росту і розвитку рослинного організму є здатність до реалізації генетичної інформації на різних рівнях організації: від молекулярного, клітинного до органного та організменного у конкретних умовах навколишнього середовища. Функцію координаторів та інтеграторів зазначених вище процесів виконують фітогормони. Екзогенне застосування РРР впливає на зовнішні морфогенетичні та ростові параметри [8].

На основі зазначеного вище, важливо було встановити ефективність застосування РРР за параметрами процесів росту люпину білого сорту Макарівський (оригіатор ННЦ «Інститут землеробства НААН») в ґрунтово-кліматичних умовах Тернопільської обл. (ТО) (Західний Лісостеп України), оскільки ґрунтово-кліматичні умови конкретного регіону вирощування культурних рослин також впливають на ефективність застосування РРР. Сорт є скоростиглим (тривалість періоду вегетації – 108 днів), високоврожайний за насінневою продуктивністю (4,0-4,2 т/га) і зеленою масою. Біологічний урожай сухої речовини становить 11,9 т/га. Кількість білків у зерні – 39,7 %, у сухій речовині надземних органів – 20,1 %, олії в насінні – 10,5 %. Маса 1000 насінин – 290-310 г. Насіння та зелена надземна маса характеризуються низьким вмістом алкалоїдів (0,017 % та 0,010 %) [19].

У дослідженнях використано РРР Емістим С (синтезовано з продуктів метаболізму грибів-епіфітів рослин женьшеню та обліпихи, що колонізують кореневі системи; компонентами препарату є фітогормони ауксинової, цитокінінової та гіберелінової природи, амінокислоти, жирні кислоти, вітаміни та мікроелементи) [2] та Епін (синтезовано на основі діючої речовини 24-епібрасиноліду – стероїдного фітогормону) [57], у дозах, запропонованих

виробниками (25 мл/т) із розрахунку 2 % від маси насіння. Технологія вирощування рослин люпину білого була типовою для Лісостепу України (норма висіву – 700 тис. насінин на 1 га, ширина міжрядь – 45 см, глибина загортання насіння – 3-4 см, сівбу здійснювали в першій половині квітня) [21]. Висівали культуру у польовій 8-пільній сівозміні без застосування добрив та хімічних засобів захисту.

Встановлено (табл. 3.1.1), що висота стебла люпину білого сорту Макарівський контрольного і дослідних варіантів за передпосівної обробки насіння PPP у фенологічних стадіях росту цвітіння та зеленого бобу статистично вірогідно не відрізнялася. Упродовж вегетаційного періоду 2017 р. у зазначених вище стадіях виявлено тенденцію щодо зростання показника висоти стебла люпину білого за обробки насіння перед сівбою PPP Емістим С, що на 2,1 % та 3,4 % більше порівняно з контролем.

Аналогічні дослідження упродовж 2018 р. показали (табл. 3.1.2) також тенденцію до збільшення висоти стебла рослин за впливу Емістиму С та Епіну у фенологічній стадії цвітіння, що на 4,8 % та 1,5 % більше порівняно з контролем. Варто зазначити, що на стадії зеленого бобу виявлено статистично вірогідну різницю за висотою стебла люпину білого варіанту Емістим С.

Аналогічну закономірність за показником висоти стебла люпину білого виявлено і в 2019 р. (табл. 3.1.3). Приріст показника висота стебла у фенологічній стадії цвітіння рослин становив 4,9 %, а під час стадії зеленого бобу – 6,8 %, що статистично вірогідно відрізнявся під контролю.

Таблиця 3.1.1 – Вплив PPP на висоту стебла та облиствлення рослин люпину білого сорту Макарівський, (2017 р.), $M \pm m$, $n = 40$

Варіант	Показник			
	Висота стебла, см	Відсоток до контролю	Кількість листків, шт.	Відсоток до контролю
Фенологічна стадія цвітіння				
Контроль	56,8±1,21	100,0	18,1±0,57	100,0
Емістим С	58,0±0,78	102,1	22,9±0,38*	126,5
Епін	56,4±0,96	99,3	21,4±0,64	118,2

Фенологічна стадія зеленого бобу				
Контроль	64,0±0,49	100,0	34,3±1,99	100,0
Емістим С	66,2±1,22	103,4	38,7±2,02*	112,8
Епін	64,7±0,75	101,1	36,5±2,79	106,4

Примітка: * – достовірна різниця порівняно з контролем при $p < 0,05$.

Таблиця 3.1.2 – Вплив РРР на висоту стебла та облиствлення рослин люпину білого сорту Макарівський, (2018 р.), $M \pm m$, $n = 40$

Варіант	Показник			
	Висота стебла, см	Відсоток до контролю	Кількість листків, шт	Відсоток до контролю
Фенологічна стадія цвітіння				
Контроль	54,6±1,22	100,0	16,5±0,58	100,0
Емістим С	57,2±0,75	104,8	21,9±0,37*	132,7
Епін	55,4±0,98	101,5	19,3±0,66*	117,0
Фенологічна стадія зеленого бобу				
Контроль	69,9±0,81	100,0	26,4±2,01	100,0
Емістим С	76,5±2,02*	109,4	34,3±2,21*	129,9
Епін	74,8±2,12	107,0	27,3±2,13	103,4

Примітка: * – достовірна різниця порівняно з контролем при $p < 0,05$

Важливим критерієм, що характеризує процеси росту рослин є кількість листків на рослині (табл. 3.1.1, 3.1.2, 3.1.3). Оскільки, надземна маса люпину білого використовується на корм тваринам, то доцільно проаналізувати ефективність застосування РРР за параметром відсоток облиствлення рослин. За зазначеним показником оцінюють якість надземної маси. Виявлено статистично вірогідну різницю за показником облиствлення рослин люпину білого 2017 р. упродовж досліджуваного періоду.

Таблиця 3.1.3 – Вплив РРР на висоту стебла та облиствлення рослин люпину білого сорту Макарівський, (2019 р.), $M \pm m$, $n = 40$

Варіант	Показник			
	Висота стебла, см	Відсоток до контролю	Кількість листків, шт.	Відсоток до контролю
Фенологічна стадія цвітіння				
Контроль	56,8±1,23	100,0	18,4±0,45	100,0
Емістим С	59,6±0,67	104,9	24,7±0,34*	34,2

Епін	57,9±0,88	101,9	19,9±0,61*	108,2
Фенологічна стадія зеленого бобу				
Контроль	71,9±0,78	100,0	25,7±1,01	100,0
Емістим С	78,6±1,03*	106,8	36,2±1,32*	140,8
Епін	75,7±1,13	105,3	29,8±1,13*	116,0

Примітка: * – достовірна різниця порівняно з контролем при $p < 0,05$.

У фенологічних стадіях цвітіння і зеленого бобу кількість листків на рослині люпину білого за передпосівної обробки насіння РРР Емістим С збільшилась на 26,5 % та 12,8 %. У 2018 році за зазначеним показником виявлено аналогічні результати за впливу Емістиму С (приріст порівняно з контролем становив 32,7 % та 29,9 %), але статистично вірогідне збільшення кількості листків на рослині на 17,0 % визначено також на стадії цвітіння за впливу РРР Епін. Варто зазначити, що упродовж вегетаційного періоду 2019 р. виявлено також стимулювальний вплив РРР Емістим С на наростання листків і відтак облиствлення рослин. За впливу зазначеного РРР кількість листків на рослинах люпину білого зросла на 34,2 % (стадія цвітіння) та 40,8 % (стадія зеленого бобу).

Збільшення чисельності листків на рослинах люпину білого сорту Макарівський за впливу біологічно активних речовин вплинуло відповідно і на показник їх маси. Результати досліджень показали статистично вірогідну різницю порівняно з контрольним варіантом за показником маси листків люпину білого за передпосівної обробки насіння РРР Емістим С (табл. 3.1.4). За впливу рістрегулятора Епін визначено тенденцію до підвищення зазначеного параметра в межах похибки. За використання РРР Емістиму С для обробки насіння перед сівбою підвищився відсоток облиствлення рослин і становив відповідно 53,4 % (стадія цвітіння) та 41,8 % (стадія зеленого бобу) (контроль – 47,7 % та 37,7 %) (2017 р.). Встановлено, що під час стадії цвітіння маса сирих листків рослин люпину білого у відсотках до загальної маси надземних органів рослини є більшою, порівняно з фенологічною стадією зеленого бобу. Це пов'язано з тим, що у зазначеній стадії спостерігається всихання нижніх листків і здерев'яніння нижньої частини стебла.

Таблиця 3.1.4 – Вплив РРР на біометричні параметри люпину білого сорту Макарівський, (2017 р.), $M \pm m$, $n = 20$

Варіант	Показник				
	Сира маса кореня, г	Відсоток до контролю	Сира маса пагона, г	Відсоток до контролю	Сира маса листків, г
Фенологічна стадія цвітіння					
Контроль	1,91±0,17	100,0	17,21±1,25	100,0	8,21±0,63
Емістим С	1,83±0,13	95,8	20,34±0,57*	118,2	10,89±0,39*
Епін	2,06±0,15	107,8	19,65±0,87	114,2	9,18±0,43
Фенологічна стадія зеленого бобу					
Контроль	4,82±0,34	100,0	40,73±0,79	100,0	15,34±1,31
Емістим С	5,16±0,41	107,1	43,68±0,88*	107,2	18,25±1,30*
Епін	4,68±0,44	97,1	43,73±1,17	107,4	15,55±1,46

Примітка: * – достовірна різниця порівняно з контролем при $p < 0,05$.

Аналогічну закономірність стосовно облиствлення рослин люпину білого визначено також упродовж вегетаційного періоду 2018 р. (табл. 3.1.5).

Відсоток облиствлення рослин варіанту контроль становив 50,4 (фенологічна стадія цвітіння) та 37,2 (стадія зеленого бобу), за передпосівної обробки насіння РРР Емістим С – 59,2 (стадія цвітіння) та 39,8 (стадія зеленого бобу).

Упродовж вегетаційного періоду 2019 р. кліматичні умови були сприятливими для ростових процесів люпину білого. Рослини характеризувалися високим травостоєм з добре розвиненими листками. РРР сприяли наростанню листків на стеблах і відповідно збільшенню їх сирової маси (табл. 3.1.6). Виявлено статистично вірогідну різницю порівняно з контрольним варіантом за показником сира маса листків за передпосівної обробки насіння Емістимом С упродовж стадій цвітіння та зеленого бобу.

Таблиця 3.1.5 – Вплив регуляторів росту рослин на біометричні показники люпину білого сорту Макарівський, (2018 р.), $M \pm m$, $n = 20$

Варіант	Показник				
	Сира маса кореня, г	Відсоток до контролю	Сира маса пагона, г	Відсоток до контролю	Сира маса листків, г

Фенологічна стадія цвітіння					
Контроль	2,81±0,17	100,0	18,32±1,25	100,0	9,24±0,62
Емістим С	2,96±0,13	105,3	21,35±0,57	116,5	12,64±0,37*
Епін	3,06±0,15	108,9	19,66±0,87	107,3	10,17±0,46
Фенологічна стадія зеленого бобу					
Контроль	8,22±0,32	100,0	54,31±5,01	100,0	25,35±1,35
Емістим С	12,29±0,39*	149,5	78,57±5,74*	144,7	31,25±1,30*
Епін	8,61±0,74	104,7	77,29±8,62*	142,3	26,89±1,46

Примітка: * – достовірна різниця порівняно з контролем при $p < 0,05$.

Ще одним важливим показником, що характеризує фотосинтетичну продуктивність рослин і відтак їх ростові процеси є маса надземних органів. Варто зазначити, що статистично вірогідну різницю за показником сира маса надземних органів виявлено за обробки насіння перед сівбою РРР Емістим С упродовж фенологічних стадій цвітіння та зеленого бобу в 2017 та 2019 рр. і зеленого бобу – у 2018 р. (див. табл. 3.1.4, 3.1.5, 3.1.6).

РРР Епін також суттєво впливав на наростання надземних органів у рослин люпину білого упродовж стадії зеленого бобу вегетаційних періодів 2018 та 2019 рр. За показником сира маса кореня визначено статистично вірогідну різницю у фенологічній стадії зеленого бобу упродовж вегетаційних періодів 2018 та 2019 років. За впливу РРР Епін спостерігається тенденція щодо стимуляції ростових процесів кореневої системи (2017, 2018 рр.). На стадії зеленого бобу упродовж вегетаційного періоду 2019 р. сира маса кореня за впливу Епіну статистично вірогідно підвищилася на 29,1 % порівняно з контролем.

Таблиця 3.1.6 – Вплив регуляторів росту рослин на біометричні показники люпину білого сорту Макарівський, (2019 р.), $M \pm m$, $n = 20$

Варіант	Показник				
	Сира маса кореня, г	Відсоток до контролю	Сира маса пагона, г	Відсоток до контролю	Сира маса листків, г
Фенологічна стадія цвітіння					
Контроль	2,68±0,13	100,0	17,68±1,18	100,0	9,69±0,61
Емістим С	2,85±0,16	106,3	22,43±0,49*	126,9	13,36±0,42*
Епін	2,89±0,16	107,8	18,46±0,88	104,4	10,58±0,48
Фенологічна стадія зеленого бобу					

Контроль	7,48±0,34	100,0	53,78±3,12	100,0	24,73±1,26
Емістим С	11,88±0,379*	158,8	79,68±3,17*	148,1	32,42±1,13*
Епін	9,66±0,66*	129,1	76,42±3,36*	142,1	27,83±1,14

Примітка: * – достовірна різниця порівняно з контролем при $p < 0,05$.

Отже, РРР Емістим С за обробки насіння люпину білого сорту Макарівський перед сівбою у ґрунтово-кліматичних умовах ТО суттєво впливав на показники ростових процесів рослин. Виявлено тенденцію у підвищенні показників росту люпину білого за впливу РРР Епін. У ґрунтово-кліматичних умовах ТО (Західний Лісостеп України) за показниками росту ефективнішим біологічним препаратом виявився РРР Емістим С.

3.1.2. Формування симбіотичної системи «люпин білий – бульбочкові бактерії люпину» на фоні спонтанної інокуляції

Симбіотична азотфіксація бобових культур з бульбочковими бактеріями є найпотужнішим і екологічно безпечним механізмом постачання нітрогену для процесів росту, розвитку і формування продуктивності рослин. Важливе значення у підвищенні рівня ефективності азотфіксувальної системи бобових належить макросимбіонту (рослині), його сортовим особливостям, а також генотипу мікросимбіонта та його внеску в загальний процес симбіотичного зв'язування нітрогену атмосфери [21]. Одним із основних засобів підвищення активності симбіотичної азотфіксації є інтродукція у ризосферу рослин активних штамів бульбочкових бактерій [5, 7, 21,]. Фактором впливу на інтродуковані штами бульбочкових бактерій і популяції місцевих азотфіксувальних мікроорганізмів є біологічно активні речовини [1].

З огляду на зазначене вище наступним етапом експериментальних досліджень було встановити ефективність застосування РРР Емістим С та Епін за показниками формування симбіотичних систем на коренях за передпосівної обробки насіння люпину білого зазначеними біологічно активними речовинами. Важливими параметрами формування азотфіксувальних систем, що характеризують ефективність біологічних препаратів на основі фіторогмонів є кількість та маса бульбочок, їхнє забарвлення, форма та розміщення на кореневій системі. Встановлено, що у рослин люпину білого контрольного та дослідних

варіантів бульбочки нарастали здебільшого на головному корені рослин. Незначну їх кількість виявлено також і на бічних коренях. Бульбочки в основному були рожевого забарвлення, що свідчить про активну фіксацію ними з атмосферного повітря молекулярного нітрогену. Відомо, що критеріями оцінки симбіотичних систем є морфологічні ознаки бульбочок (забарвлення, форма), їх розміщення на коренях бобових рослин [7, 21].

Формування симбіотичного апарату на коренях люпину білого за передпосівної обробки насіння РРР Емістим С та Епін оцінювали за показником «сира маса бульбочок». Встановлено, що маса сирих бульбочок на коренях люпину білого сорту Макарівський у фенологічній стадії росту цвітіння була найбільшою (табл. 3.1.6).

Варто зазначити, що у ґрунтах дослідної ділянки агробіолабораторії наявні місцеві популяції бульбочкових бактерій *Bradyrhizobium sp.* (*Lupinus*), які самовільно заселили корені люпину білого сорту Макарівський контрольного варіанту та дослідних, за обробки біопрепаратами Емістим С та Епін. Це пов'язано з тим, що види роду Люпин вирощуються на полях агробіолабораторії більше 20-ти років і в попередніх дослідженнях застосовували для інокуляції насіння мікробіологічні препарати на основі селекціонованих штамів *Bradyrhizobium sp.* (*Lupinus*) методом аналітичної селекції.

Таблиця 3.1.6 – Формування симбіотичних систем на коренях люпину білого сорту Макарівський за впливу РРР, $M \pm m$, $n = 20$

Варіант	Стадія росту та розвитку			
	цвітіння		зеленого бобу	
	Сира маса бульбочок, г	% до контролю	Сира маса бульбочок, г	% до контролю
Вегетаційний період 2017 р.				
Контроль	0,54±0,04	100,0	0,34±0,03	100,0
Емістим С	0,73±0,03*	135,2	0,54±0,02*	158,2
Епін	0,56±0,04	103,7	0,41±0,02*	120,6
Вегетаційний період 2018 р.				
Контроль	0,42±0,06	100,0	0,27±0,03	100,0
Емістим С	0,66±0,03*	157,1	0,38±0,02*	140,7
Епін	0,54±0,04*	128,6	0,30±0,03*	111,1
Вегетаційний період 2019 р.				

Контроль	0,53±0,05	100,0	0,31±0,03	100,0
Емістим С	0,76±0,03*	143,4	0,47±0,02*	151,6
Епін	0,65±0,04*	122,6	0,39±0,10*	125,8

Примітка: *– достовірна різниця порівняно з контролем при $p < 0,05$.

Обробка насіння люпину білого перед сівбою РРР Емістим С сприяла найактивнішому наростанню бульбочок у формі муфт на коренях рослин упродовж трьох років дослідження у фенологічній стадії цвітіння. Їх маса у зазначеній стадії на 35,2 % (2017 р.), 57,1 % (2018р.) та 43,4 % (2019 р.) була вищою, порівняно з масою бульбочок на коренях рослин варіанту контроль.

Передпосівна обробка насіння Епіном також статистично вірогідно збільшувала сиру масу бульбочок на коренях люпину у зазначеній стадії в 2018 та 2019 рр. (на 28,6 % та 22,6 % відповідно), про що вказує величина коефіцієнта Стьюдента. Під час цвітіння рослин упродовж вегетаційного періоду 2017 року виявлено тенденцію до інтенсивнішого наростання бульбочок за впливу Епіну, але істотної різниці порівняно з контролем не виявлено. Очевидно, біологічно активні речовини, що входять до складу препаратів підвищували вірулентність популяцій місцевих бульбочкових бактерій люпину ґрунту.

Упродовж досліджуваного періоду у фенологічній стадії зеленого бобу рослин люпину білого виявлено зниження маси нативних бульбочок на коренях, порівняно з стадією цвітіння, оскільки вже почалося їх руйнування (лізис). Візуальне оцінювання стану бульбочок показало, що їх забарвлення стало буре і консистенція менш щільна. Деякі бульбочки були майже зруйнованими, що відповідно вплинуло на зниження показника їх маси.

У фенологічній стадії росту зелений біб виявлено також стимулювальний вплив біологічно активних речовин препаратів Емістим С та Епін на формування симбіотичних систем на коренях люпину. Активніше, як і в фенологічній стадії цвітіння, на показник маси бульбочок впливав РРР Емістим С. Варто зазначити, що обробка насіння перед сівбою РРР сприяла повільнішому старінню бульбочок на коренях рослин порівняно з контрольним варіантом. За впливу біологічного препарату Емістим С маса сирих бульбочок була на 58,2 % (2017 р.), 40,7 % (2018 р.) та 51,6 % (2019 р.) більшою порівняно з показниками контролю і зазначені експериментальні дані є статистично достовірними.

За впливу біопрепарату Епін маса сирих бульбочок на коренях рослин також була статистично вірогідно вищою порівняно з контролем на 20,6 % (2017 р.), 11,1 % (2018 р.) та 25,8 % (2019 р.).

Отже, місцеві популяції *Bradyrhizobium sp.* (*Lupinus*) в ґрунтово-кліматичних умовах Тернопільської області (Західний Лісостеп України) були вірулентними, що відповідно і сприяло наростанню бульбочок на коренях люпину білого. Розміщення бульбочок в основному на головному корені стрижневої кореневої системи та їх рожеве забарвлення вказують про хорошу активність фіксації симбіотичним апаратом молекулярного нітрогену з повітря. На формування симбіотичних систем на кореневій системі люпину білого сорту Макарівський біологічний препарат Емістим С активніше впливав порівняно з брасиностероїдом Епін. РРР сповільнювали процеси старіння і лізису бульбочок на коренях люпину білого.

3.1.3. Ефективність обробки насіння перед сівбою регуляторами росту рослин за показниками водообміну люпину білого

Вода займає домінуюче положення з поміж хімічних речовин, що є складовими компонентами рослинних організмів у кількісному співвідношенні. Вона знаходиться у рослині в усіх клітинах та її структурних компартментах, тканинах та органах. Але показник кількості води є мінливим, залежить від виду рослин, умов його зростання і неоднаковий у різних органах однієї рослини, в тканинах одного органу. Вміст води в рослині змінюється упродовж онтогенезу. Високий вміст води характерний для вегетативних органів. У тканинах рослин її кількість коливається в межах 70–99 % від сирої маси [57].

Ефективність обробки насіння перед сівбою регуляторами росту рослин оцінювали за такими показниками водообміну листків люпину білого: водоутримувальна здатність та їх водний дефіцит. Виявлено залежність показника водоутримувальної здатності листків люпину білого від обробки насіння перед сівбою ріст стимуляторами. Дослідження показали (табл. 3.1.7), що за використання препарату Емістим С у фенологічній стадії цвітіння листки рослин люпину білого через 2, 4, та 6 год. втрачали більше на 24,2 %, 19,1 % та

18,1% води порівняно з контролем, зазначені зміни були статистично вірогідними (вегетаційний період 2017 р.). За впливу РРР Епін суттєвої різниці між показниками водоутримувальної здатності листків контрольного і дослідного варіантів не визначено. Під час стадії зеленого бобу статистично вірогідної різниці за показником кількості втраченої води не виявлено. Параметри водовтрати через 2, 4, 6 та 24 год. листків рослин контрольного і дослідних варіантів відрізнялися в межах похибки.

Упродовж вегетаційного періоду 2018 року спостерігалось збільшення кількості днів з підвищеною температурою атмосферного повітря. Зазначені кліматичні умови могли також вплинути на водоутримувальну здатність біоколоїдів клітин листків люпину білого. Дослідження показали (табл. 3.1.8), що під час стадії стеблуння за використання Емістиму С через 4 год. листки втрачали води менше порівняно з контролем і зазначений параметр був статистично вірогідним. Через 6 та 24 год. навпаки, листки люпину білого вірогідно більше втрачали води порівняно з контролем. За обробки насіння перед сівбою РРР Епін у зазначеній вище стадії упродовж періоду дослідження визначено статистично вірогідні показники кількості втраченої води. Упродовж фенологічних стадій цвітіння та зелений біб виявлено аналогічну закономірність у параметрах кількості втраченої води за впливу препарату Епін. Лише через 2 год. у стадії зелений біб визначено незначне збільшення втрати води листками люпину білого. Це пов'язано з тим, що для РРР Епін характерна антистресова активність [57].

За обробки насіння перед сівбою РРР Емістим С під час стадії цвітіння листки втрачали вірогідно більше води лише через 2 год. після їх зривання, а через 24 год. – навпаки суттєво менше. Під час стадії зелений біб листки люпину білого статистично вірогідно втрачали менше води порівняно з контролем. Це вказує про те, що в умовах посухи РРР Емістим С шляхом зменшення водовтрати листками підвищує стійкість рослин.

Таблиця 3.1.7 – Водоутримувальна здатність листків рослин люпину білого сорту Макарівський за впливу регуляторів росту Емістим С та Епін, (2017 р.),

$M \pm m$, $n = 4$

Час через:	Кількість втраченої води, %				
	Фенологічна стадія росту цвітіння				
	Контроль	Емістим С	Відсоток до контролю	Епін	Відсоток до контролю
2 год.	29,85±0,60	37,07±0,83*	124,2	31,33±0,69	105,0
4 год.	38,09±0,82	45,38±0,87*	119,1	37,40±0,36	98,2
6 год.	45,45±0,90	53,66±1,48*	118,1	44,02±0,64	96,8
24 год.	83,93±0,43	85,40±0,10	101,7	85,24±0,32	101,6
Фенологічна стадія росту зелений біб					
2 год.	27,20±0,46	27,89±0,55	102,5	28,93±0,66	106,4
4 год.	34,03±0,63	33,70±0,56	99,0	35,92±0,83	105,5
6 год.	37,94±0,79	37,95±0,66	100,0	39,71±0,87	104,7
24 год.	61,86±1,71	60,16±0,68	97,2	63,91±1,48	103,3

Примітка: * – достовірна різниця порівняно з контролем при $p < 0,05$.

Таблиця 3.1.8 – Водоутримуюча здатність листків рослин люпину білого сорту Макарівський за впливу регуляторів росту Емістим С та Епін, (2018 р.), $M \pm m$, $n = 4$

Час через:	Кількість втраченої води, %				
	Фенологічна стадія росту стеблуння				
	Контроль	Емістим С	Відсоток до контролю	Епін	Відсоток до контролю
2 год.	7,56±0,39	6,47±0,33	85,6	18,76±0,12*	248,1
4 год.	15,94±0,19	13,13±0,61*	82,4	25,14±0,3*	157,7
6 год.	20,46±0,36	24,56±0,87*	120,0	32,07±0,24*	156,7
24 год.	74,24±0,79	79,69±1,24*	107,3	78,09±0,34*	105,2
Фенологічна стадія росту цвітіння					
2 год.	25,91±0,29	32,68±0,39*	126,1	31,67±0,14*	122,3
4 год.	32,84±0,72	33,52±0,26	102,1	35,39±0,21*	107,8
6 год.	38,37±0,65	39,06±0,28	101,8	42,36±0,29*	110,4
24 год.	79,39±0,73	76,36±0,43*	96,2	75,78±0,17*	95,4
Фенологічна стадія росту зелений біб					
2 год.	33,55±0,42	30,97±0,38*	92,3	34,06±0,31	101,5
4 год.	50,17±0,07	45,11±0,38*	89,9	47,91±0,28*	95,5
6 год.	61,13±0,16	55,53±0,32*	90,8	56,77±0,18*	92,9
24 год.	96,21±0,63	97,62±0,34	101,5	99,42±0,17*	103,3

Примітка: * – достовірна різниця порівняно з контролем при $p < 0,05$.

Експериментальні дослідження упродовж вегетаційного періоду 2019 року вказують також про мінливість параметрів водоутримувальної здатності листків люпину білого (рис. 3.1.1 – 3.1.3). Зокрема, найбільше значення втрати води через 24 год. виявлено у фенологічній стадії росту цвітіння, що становило $96,48 \pm 0,19$ % та $94,74 \pm 0,43$ %).

У фенологічній стадії росту зелений біб спостерігали тенденцію до зниження водовіддачі за впливу Емістиму С порівняно із контролем. Під час сизого бобу значної різниці за впливом на вище зазначений показник через 24 год. між дослідними препаратами не виявлено: $54,93 \pm 1,22$ % та $54,25 \pm 1,48$ % відносно контролю.

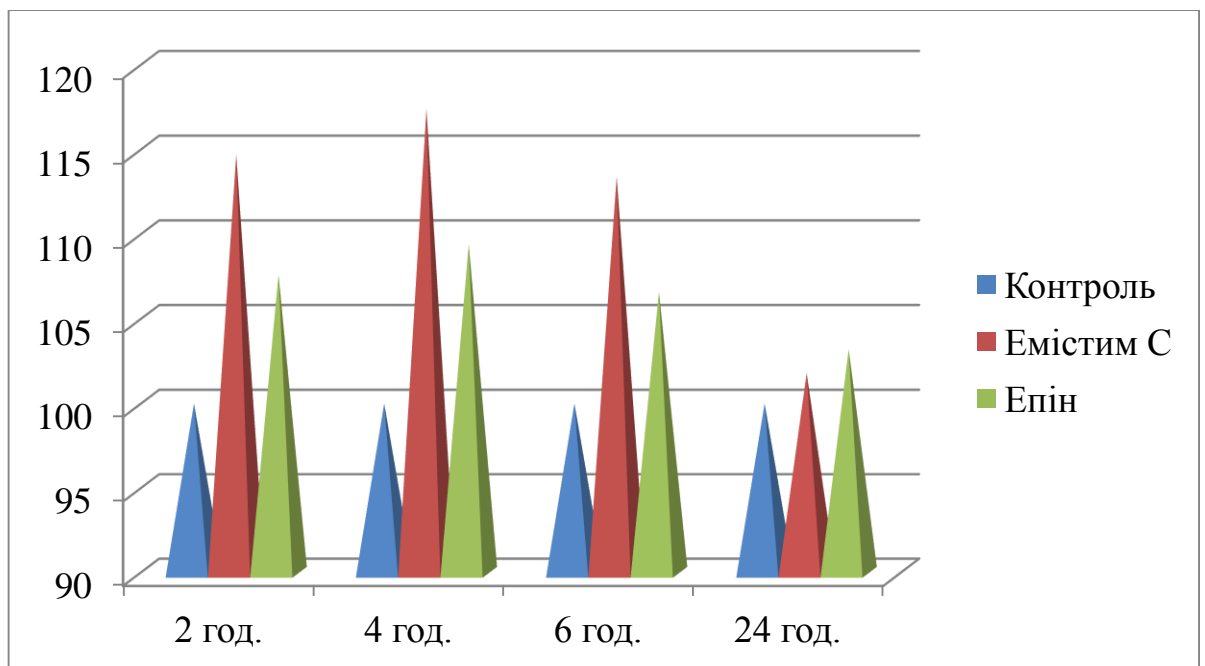


Рис. 3.1.1. – Відсоток водоутримуючої здатності листків люпину білого сорту Макарівський у фенологічній стадії росту цвітіння (2019 р.).

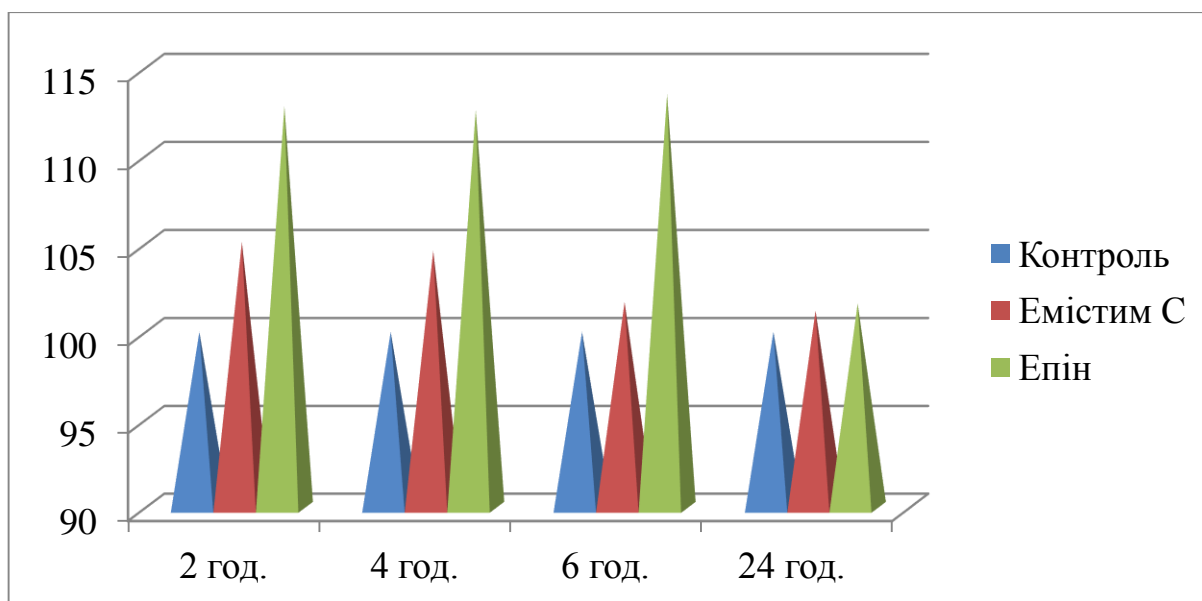


Рис. 3.1.2. – Відсоток водоутримуючої здатності листків люпину білого сорту Макарівський у фенологічній стадії росту зелений біб (2019 р.).

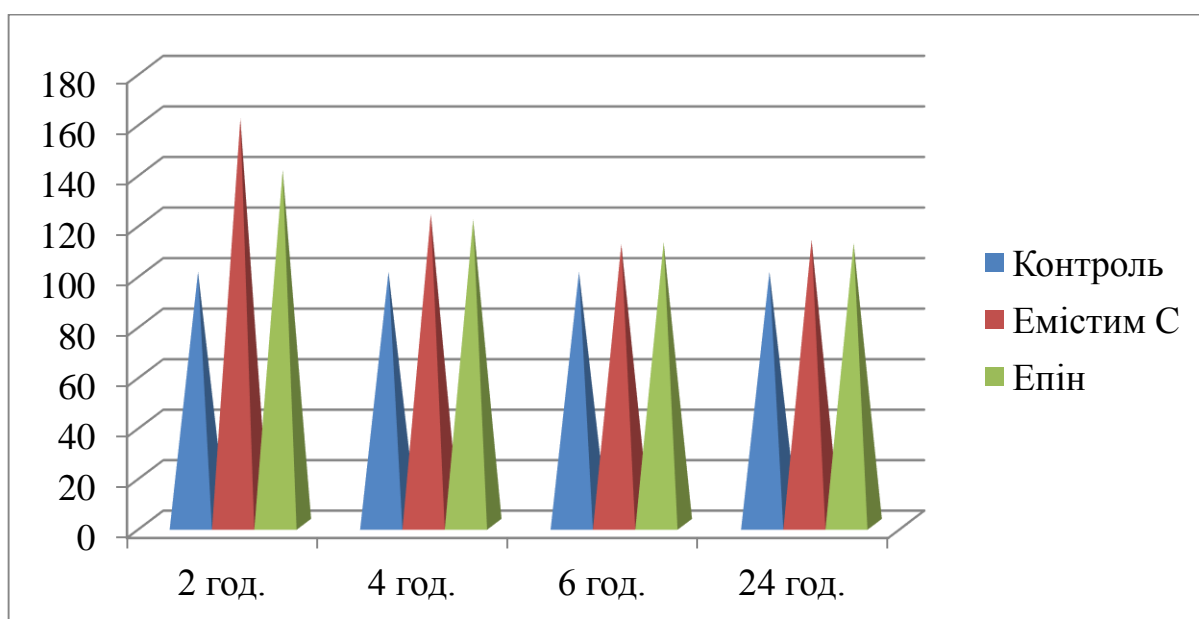


Рис. 3.1.3. – Відсоток водоутримуючої здатності листків люпину білого сорту Макарівський на фенологічній стадії росту сизий біб (2019 р.).

Достовірні дані водоутримуючої здатності листків люпину білого за величиною коефіцієнта Стюдента отримано за використання біопрепаратів Епіну (37,04, 42,87, і 97,73 %) через 4, 6 та 24 год. та Емістиму С (29,10, 39,75, 45,59 і 96,48 %) через 2, 4, 6 та 24 год. під час цвітіння, а також у наступні стадії росту при застосуванні РРР Епін – 39,70 та 57,62 % через 2 та 6 год. відповідно (зелений біб) та 6,68 і 11,45 % через 2 та 4 год. (сизий біб).

За передпосівної обробки насіння Емістимом С показник кількості втраченої води листками люпину білого у фенологічній стадії росту зелений біб через 2, 4, 6 та 24 год. істотно не відрізнявся від контролю. У стадії росту сизий біб виявлено достовірне значення водовіддачі листками води порівняно з контролем через 2, 4 та 24 год., що становило відповідно 7,64, 11,65 та 54,93% (контроль – 4,76, 9,49 та 48,72 %).

Отже, значну кількість води втрачають листки люпину білого сорту Макарівський у фенологічних стадіях росту цвітіння та зелений біб. Під час сизого бобу водовіддача листками знижується порівняно з попередніми стадіями росту у 3,8-5,3 рази. Очевидно, це пов'язано із вмістом вільної води у листках. За впливу біостимуляторів росту рослин природного походження Емістим С та Епін, встановлено зниження водоутримуючої здатності тканин листків люпину білого.

Важливим параметром, що характеризує процеси водообміну листків рослин є їх водний дефіцит. За достатньої кількості вологи в ґрунті рослина не відчуває водного дефіциту в своїх органах. У умовах дефіциту води в ґрунті в органах рослини виникає також її дефіцит. У зв'язку з аридизацією клімату кількість води, що поступає в кореневу систему рослинного організму впродовж зазначеного часу може бути значно нижчою, порівняно з тією кількістю, що витрачається листками на транспірацію. Зазначене явище називається водний дефіцит – фізіологічний показник рослини у стані напруженості, виражають його у відсотках від повного насичення водою тканин рослини [57].

За втрати клітинами листків більше 20 % води, інтенсивність процесу фотосинтезу дуже знижується, більше 50 % – припиняється взагалі, оскільки з води у світловій фазі фотосинтезу утворюється кисень [86]. Тому важливою характеристикою фізіологічних процесів є оцінка ступеня дефіциту, якого зазнають рослини в умовах досліду.

Встановлено, що під час стадії цвітіння за обробки насіння РРР Емістим С істотної різниці за показником водного дефіциту листків порівняно з

контролем не виявлено (результати дослідження 2017 р.) (табл. 3.1.9). За впливу РРР Епін визначено статистично вірогідне зниження зазначеного показника. Під час стадії зеленого бобу показник водного дефіциту листків люпину також істотно відрізнявся від аналогічного показника контрольного варіанту.

Дослідження, проведені упродовж фенологічних стадій росту 2018 року показали певний дефіцит води у листках і контрольних і дослідних рослин (табл. 3.1.10). Це пов'язано з тим, що вегетаційний період характеризувався посушливими умовами, що виникли в результаті практичної відсутності атмосферних опадів. Упродовж стадії стеблуння лише дослідні рослини варіанту Епін характеризувалися достовірно нижчим порівняно з контролем показником водного дефіциту. Очевидно, антистресові властивості зазначеного РРР сприяли вищій посухостійкості люпину білого у зазначеній фенологічній стадії росту. Під час цвітіння та сизого бобу спостерігається тенденція до зниження водного дефіциту за впливу РРР.

Таблиця 3.1.9 – Водний дефіцит листків (%) рослин люпину білого сорту Макарівський за впливу РРР Емістим С та Епін (за дефіцитом), (2017 р.), $M \pm m$, $n = 4$

Варіант	Стадія цвітіння		Стадія зеленого бобу	
Контроль	Час: 10.05 год $t = 18^{\circ}\text{C}$	10,49 \pm 0,19	Час: 12.00год $t = 21^{\circ}\text{C}$	3,92 \pm 0,23
Емістим С		11,84 \pm 0,36		3,15 \pm 0,25
Епін		9,63 \pm 0,18*		1,83 \pm 0,35*

Примітка: * – достовірна різниця порівняно з контролем при $p < 0,05$.

Таблиця 3.1.10 – Водний дефіцит листків рослин люпину білого сорту Макарівський за впливу РРР Емістим С та Епін (за дефіцитом), (2018 р.), $M \pm m$, $n = 4$

Варіант	Стадія стеблуння	Стадія цвітіння		Стадія сизого бобу		
Контроль	Час: 10.25 год. $t = 20^{\circ}\text{C}$	20,44 \pm 0,50	Час: 9.05 год. $t = 23^{\circ}\text{C}$	16,37 \pm 0,30	Час: 9.45 год. $t = 25^{\circ}\text{C}$	17,43 \pm 0,47
Емістим С		18,96 \pm 0,49		15,59 \pm 0,18		16,73 \pm 0,34
Епін		15,04 \pm 0,84*		15,72 \pm 0,62		15,97 \pm 0,44

Примітка: * – достовірна різниця порівняно з контролем при $p < 0,05$.

Дослідження, проведені упродовж вегетаційного періоду 2019 року, (табл. 3.1.11, 3.1.12) показали достовірні показники зниження водного дефіциту листків.

Таблиця 3.1.11 – Водний дефіцит рослин люпину білого сорту Макарівський за дії РРР Емістим С та Епін (за дефіцитом), (2019 р.) , $M \pm m$, $n = 4$

Варіант	Стадія цвітіння		Стадія зеленого бобу		Стадія сизого бобу	
Контроль	Час:	19,95±0,66	Час:	17,03±0,47	Час:	31,40±0,43
Емістим С	10.25	14,41± 0,79*	9.05 год. t= 23°C	11,03±0,54*	9.45 год. t= 25°C	29,53±1,25
Епін	год. t= 20°C	14,25±0,88*		11,05±0,51*		26,20±0,84*

Примітка: *– достовірна різниця порівняно з контролем при $p < 0,05$.

Таблиця 3.1.12 – Водний дефіцит рослин люпину білого сорту Макарівський за дії РРР Емістим С та Епін (за водовідновленням), (2019 р.) , $M \pm m$, $n = 4$

Варіант	Стадія цвітіння		Стадія зеленого бобу		Стадія сизого бобу	
Контроль	Час:	119,93±0,799	Час:	106,28±0,45	Час:	133,7±0,727
Емістим С	10.25	113,64±0,842*	9.05 год. t= 23°C	104,76±0,493*	9.45 год. t= 25°C	130,4±1,869
Епін	год. t= 20°C	113,34±0,912*		110,3±0,506*		126,85±1,132*

Примітка: *– достовірна різниця порівняно з контролем при $p < 0,05$.

Дослідження проводили в ранішній період доби, оскільки відомо, що з 6 год. ранку до 12 продиhi в більшості рослин відкриті. Оскільки за використання РРР знижувався водний дефіцит листків, то відповідно водовідновлення їх було нижчим порівняно з показниками контрольного варіанту (табл. 3.1.12).

Отже, на основі проведених досліджень стосовно впливу біологічно активних речовин на показники водного дефіциту листків люпину білого сорту Макарівський за вирощування в умовах Тернопільської обл. встановлено їх зниження. РРР Епін виявився більш ефективним за зазначеним вище показником порівняно з РРР Емістим С.

3.1.4. Насіннева продуктивність люпину білого за впливу Емістиму С та Епіну

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 [21, 58].

Аналіз літературних джерел з проблеми насінневої продуктивності люпину білого показує, що дослідження технологічних прийомів необхідно проводити на різних сортах та в конкретних ґрунтово-кліматичних умовах. У таких країнах, як Чехія, Словаччина, Австрія, Бельгія, Швейцарія, Туніс застосування інокуляції насіння [95] та мікродобрив здійснюється з урахуванням сортової реакції рослин, що забезпечує вищу ефективність їх дії. Потенційні можливості сільськогосподарських культур реалізуються у середньому на 50 %, тому розробка технологічних прийомів вирощування люпину білого з метою підвищення якісних показників насінневої продуктивності є актуальною науковою проблемою з великим практичним значенням [44].

На основі 3-річних польових досліджень встановлено стимулювальний вплив регуляторів росту рослин Емістим С та Епін на основні елементи продуктивності люпину білого сорту Макарівський у ґрунтово-кліматичних умовах ТО Західного Лісостепу України (табл. 3.1.13).

Таблиця 3.1.13 – Вплив регуляторів росту рослин на урожай люпину білого сорту Макарівський, (2017-2019 рр.)

Варіант	Показник						
	Висота рослин, см	Висота кріплення нижніх бобів, см	К-сть бобів на рослині, шт.	К-сть насінин на росл., шт.	К-сть насінин в 1 бобі, шт.	Маса насінин на рослині, г	Маса 1000 насінин, г
Контроль	69,9±0,8	41,8±1,3	5,7±0,5	19,2±0,9	3,4±0,2	5,06±0,31	263,5±5,6
Емістим С	73,5±1,2	43,3±2,1	6,3±0,5*	24,1±0,5*	3,8±0,2*	7,06±0,26*	293,8±4,4*
Епін	74,8±2,1*	47,0±1,2*	5,9±0,4	21,2±1,2	3,6±0,1	5,93±0,21*	281,5±5,1*

Примітка: * – достовірна різниця порівняно з контролем при $p < 0,05$.

Збирання урожаю насіння проводили у період повної стиглості насіння, коли закінчилося надходження органічних речовин у процесі наливання насіння з материнського організму. У кінці вегетаційного періоду висота рослин дослідного варіанту за передпосівної обробки насіння РРР Епін істотно відрізнялася від контролю на 7,0 %. За використання Емістиму С виявлено тенденцію до збільшення зазначеного вище показника.

Кількість бобів на рослині є важливим і одночасно найбільш перемінним елементом структури врожаю зернобобових. Реалізація потенціальних можливостей зазначених вище культур за згаданою ознакою залежить від низки факторів. Зокрема, кількість бобів на рослині корелює з гілкуванням, яке, в свою чергу, залежить від запасів вологи і поживних речовин у ґрунті. За їх нестачі вони надходять тільки в головне стебло. Ранні строки сівби також сприяють збільшенню кількості бобів на рослині. При цьому низькі температури стимулюють диференціацію генеративних органів, більш раннє цвітіння та утворення більшої кількості бобів [21]. Встановлено, що найбільше бобів сформувалося на рослині за передпосівної обробки насіння РРР Емістим С, що на 10,5 % вище контролю, дещо менше у варіанті за використання Епіну (на 3,3% вище до контролю). Середня довжина бобу становила: контроль – $4,5 \pm 0,1$ см; Емістим С – $4,7 \pm 0,1$ см; Епін – $4,9 \pm 0,1$ см). Кількість насінин у бобі люпину білого за впливу Емістиму С підвищилася на 12,7 %, а Епіну – 6,2 %, відповідно до контролю.

Важливими показниками, що характеризують насіннєву продуктивність культури є кількість і маса насіння з однієї рослини та маса 1000 насінин. За передпосівної обробки насіння РРР Емістим С кількість насінин на 1 рослині збільшилась на 25,5 %, Епін – 10,4 % до контролю. Істотну різницю виявлено за показником маси насіння на 1 рослині, за екзогенної обробки насіння препаратом Емістим С зазначений вище показник збільшився на 39,5 % порівняно з контролем, а РРР Епін – 17,2 %. РРР впливали також на показник маси 1000 насінин. Дослідження показали статистично вірогідний приріст

вищезазначеного показника за використання Емістиму С, що на 11,7 % більше контролю.

Біологічний урожай насіння люпину білого сорту Макарівський у ґрунтово-кліматичних умовах Західного Лісостепу України (ТО) у контрольному варіанті становив 27,4 ц/га. За обробки насіння РРР Емістим С та Епін відповідно 29,5 та 28,3 ц/га, НІР_{0,05} – 1,3 (табл. 3.1.14).

Отже, дослідження продуктивності люпину білого засвідчило, що динаміка елементів урожайності залежить від впливу біостимуляторів росту рослин природного походження, які визначають продуктивність рослин у ґрунтово-кліматичних умовах Західного Лісостепу України.

Таблиця 3.1.14. – Вплив РРР на зернову продуктивність люпину білого сорту Макарівський, (середнє за 2017-2019 рр.)

Варіант	Урожайність зерна, ц/га	Приріст урожаю зерна%	
		ц/га	
Контроль	27,4	–	–
Емістим С	28,3	2,1	7,7
Епін	29,5*	0,9	3,3
НІР ₀₅	1,3		

Показано, що за впливу РРР Емістим С висота рослини на період збирання урожаю насіння істотно не відрізняється. РРР Епін статистично вірогідно стимулював ростові процеси стебла люпину білого. Встановлено, що кількість бобів на 1 рослині, кількість насінин на 1-ій рослині, маса насіння з 1-ї рослини та кількість насінин в 1-му бобі найбільша за передпосівної обробки насіння біостимулятором Емістим С.

3.1.5. Якість насіння люпину білого за використання препаратів біологічного походження

Незбалансованість сучасного харчування, неспроможність забезпечити організм людини необхідною кількістю незамінних мікронутрієнтів є глобальною проблемою для країн всього світу в тому числі й України. Вирішення зазначеної проблеми можливе за рахунок селекції високоврожайних

і високопоживних сільськогосподарських культур [23]. Серед великої палітри зернобобових рослин особливою кормовою, продовольчою, лікарською і технічною культурою землеробства світу є люпин білий (*Lupinus albus* L.), насіння якого накопичує значну кількість білків (32,2 % і за сприятливих умов може містити до 50 г на 100 г зерна) [117, 121], клітковини (16,2 %), олії (5,95 %) [114, 122], цукрів (5,82 %), з яких частка сахарози складає 71,0 %, а також 3,9 мг/кг тіаміну, 2,3 мг/кг рибофлавіну і 39 мг/кг ніацину.

Отже, люпин білий є відмінною харчовою культурою з високою поживною цінністю [89], широко застосовується як у традиційних так і сучасних галузях виробництва. Насіння люпину, а також продукти його переробки широко використовуються у різних галузях харчової промисловості як недороге джерело повноцінних білків, ненасичених жирних кислот, пектину та ін. Крім кондитерських, макаронних, хлібобулочних виробів, білкова паста з люпину може використовуватися у ковбасній та м'ясоконсервній промисловості [81, 87]. Люпин є сировиною для створення безглютенових продуктів дитячого харчування, що мають дієтичні та лікувально-профілактичні властивості. На основі люпину створюється харчування для діабетиків [87, 105, 104].

Дослідження корисних властивостей білків насіння люпину впродовж останнього десятиліття [76, 100] сприяли тому, що фармацевтична промисловість зацікавлена у їх застосуванні для підтримки здоров'я людини [113]. Використання насіння люпину в харчовому раціоні знижує вміст ліпопротеїдів низької щільності, поліпшує функції кишечника та підвищує почуття ситості [109], також зменшує рівень холестерину в крові [87]. Фенольні речовини насіння також сприятливо впливають на здоров'я людини [84]. Таким чином, люпин може виконувати важливу роль у забезпеченні цінного білкового харчування для зростаючого населення планети впродовж найближчих декількох десятиліть [109], тому сьогодні багато дослідників інвестують кошти в альтернативні стратегії біоконтролю вирощування люпину [118].

Оскільки люпин накопичує у насінні значну кількість поживних речовин, є перспективною харчовою і лікарською культурою, у симбіозі з

бульбочковими бактеріями активно фіксує молекулярний азот повітря [55], то критерієм оцінки активності функціонування симбіотичних систем може слугувати не тільки насіннева продуктивність бобової культури, а й вміст сирого протеїну у зерні [7], показником харчової цінності люпину білого – кількість поживних речовин у насінні.

Показники якості насіння певною мірою пов'язані з його біохімічними особливостями. Із усіх поживних речовин, які виконують важливу роль у забезпеченні життєдіяльності живого організму, провідне місце відводиться білкам (протеїнам), оскільки вони є основою всіх життєвих функцій живих організмів. Протеїни – це органічні сполуки, до складу яких входить нітроген. У рослинних кормах азотисті речовини називають «сирим протеїном», який складається із двох груп речовин – білків та амідів. Всі білки незалежно від структури, властивостей і функцій, побудовані з одних і тих самих амінокислот, проте вони відрізняються один від одного кількісним співвідношенням та послідовністю амінокислот. Білки є структурним матеріалом організму і носієм життя, оскільки всі життєві процеси пов'язані з білковим обміном [34].

На основі результатів польових досліджень показано, що вміст протеїну у зерні люпину залежав від технології вирощування культури. Якісні показники насіння оцінювали на інфрачервоному аналізаторі NIR Systems 4500 в ННЦ «Інститут землеробства НААН України». Дослідження, проведені упродовж 3-ох років показали, що РРР Емістим С та Епін істотно впливали на якісний склад речовин насіння люпину білого. За використання біологічно активних речовин препаратів Емістиму С та Епіну виявлено статистично достовірний приріст протеїну на 7,9 %, 2,9 %, білків – 8,1 % та 1,9 % (табл. 3.1.14).

Варіант	Протеїн	Білки	Олія	Зола	Клітковина	Гігроскопична волога	P ₂ O ₅	K ₂ O
Контроль	31,28	28,51	6,28	3,29	10,09	8,23	1,31	1,26
Емістим С	33,75	30,81	6,65	3,34	10,89	8,28	1,35	1,26
Епін	32,18	29,06	6,42	3,26	10,49	8,11	1,35	1,25

НІР ₀₅	0,12	0,14	0,08	0,07	0,06	0,07	0,04	0,04
-------------------	------	------	------	------	------	------	------	------

Таблиця 4.1.14 – Вплив РРР на хімічний склад насіння люпину білого сорту Макарівський, (2017-2019 рр.), $M \pm m$, $n=3$

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 %. На насичені жирні кислоти (пальмітинову, стеаринову та ін.) припадає приблизно 10 %. Люпинова олія багата на жиророзчинні вітаміни і провітаміни – токофероли, стероли та каротиноїди [3]. Застосування в технології вирощування РРР Емістим С та Епін вірогідно збільшувало вміст олії в насінні люпину білого сорту Макарівський на 5,9 % та 2,2 % відповідно.

Одним із важливих компонентів у складі насіння є клітковина. Її значення в раціоні харчування людини складно переоцінити, оскільки речовина кожного дня необхідна абсолютно всім незалежно від їх фізичного навантаження, віку, комплекції і стану здоров'я. Клітковина – це поліцукор високого ступеня полімеризації, з якого, в основному, побудовано клітинні стінки рослинних тканин. Клітковина не перетравлюється в органах травлення людини, але виконує важливі фізіологічні функції – сприяє адсорбції та виведенню шкідливих речовин із організму, зменшенню відкладення холестерину на стінках судин, стимуляції перистальтики кишечника [23]. Клітковина є одним із показників, який вказує на якість рослинної продукції. Уміст клітковини у досліджуваному насінні люпину білого сорту Макарівський залежно від застосування біологічних препаратів у технології вирощування зростав на 7,9 % та 4,0%.

Важливим компонентом рослинної продукції є зола – негорючий залишок, що утворюється з мінеральних речовин при повному обугленні. За кількістю і складом золи, в якій містяться мінеральні сполуки також оцінюють якість продукту [23]. Відомо, що вміст золи у насінні люпину складає 3,5-4,2 %, з переважним вмістом оксидів калію і фосфору.

Зазначені РРР істотно не впливали на вміст золи та накопичення мінеральних сполук фосфору і калію у насінні люпину білого за вирощування у ґрунтово-кліматичних умовах Західного Лісостепу України

Отже, поліпшення інтенсивності ростових процесів, формування симбіотичних систем на коренях люпину білого, підвищення стійкості до посухи за передпосівної обробки насіння РРР Емістим С та Епін сприяло формуванню вищої продуктивності та кращих якісних показників зерна. Ефективнішим біологічним препаратом за показниками якісного складу насіння люпину білого сорту Макарівський за вирощування в умовах ТО виявився РРР Емістим С.

3.2. Продуктивність нуту звичайного (*Cicer arietinum* L.) за передпосівної обробки насіння мікробними препаратами

Зміни клімату в сторону глобального потепління та суттєве збільшення тривалості посушливих періодів останнім часом, вимагає інтродукції нетрадиційних для природних зон України зернобобових культур [46]. Показано, що на материковій частині України за останні 30 років середні показники температури упродовж року зросли на 1,2 °С [28]. Аридизація клімату торкнулася і західних областей України. Тут також очікується зменшення кількості атмосферних опадів влітку та восени, що сприятиме розвитку спекотливих і сухіших умов [28].

Однією із перспективних культур для Західного Лісостепу України найближчим часом може стати нут звичайний (*Cicer arietinum* L.) (турецький горох, баранячий горох), який є економічно вигідною культурою і стабілізуватиме господарства, завдяки біологічній фіксації молекулярного нітрогену покращуватиме родючість ґрунту, високому вмісту протеїнів у зерні вирішить проблему виробництва харчового та кормового білка. За посівними площами серед зернобобових культур у світі нут звичайний займає третє місце після сої культурної і квасолі звичайної та є однією із найприбутковіших сільськогосподарських рослин в Україні (FAO, 2020) [91]. Відомо, що з поміж світових виробників нуту лідирує Індія, вона виробляє приблизно 70 % від

загального світового виробництва, Пакистан та Іран – 10 та 5 %, Туреччина та Австралія – 4 та 3 % відповідно [110]. Технологія вирощування нуту звичайного є низько затратною, проте культура характеризується високою насінневою продуктивністю, за сприятливих умов урожайність може становити 3,5–5,0 т/га, окрім того, вона добре пристосована до умов сухого та помірною клімату [96]. Унікальна здатність нуту звичайного до фіксації атмосферного азоту разом з симбіотичними азотфіксувальними мікроорганізмами значною мірою сприяє збереженню та поліпшенню родючості ґрунту, оскільки залишає після збирання урожаю 100-120 кг/га вільно доступного біологічного азоту [31, 34, 79] та на кожному гектарі післяжнивні рештки, еквівалентні 15–20 т перегною [11].

Варто зазначити, що *Cicer arietinum* L. є важливою харчовою та кормовою культурою. Його насіння характеризується високим умістом складних вуглеводів (50-60 %) [34], білків (варіює від 20,1 до 32,4 % [31] – 34 % [34], вітамінів (рибофлавін, ніацин, тіамін, фолат і попередник вітаміну А – каротин) [107], мінералів (кальцію, калію, селену) та харчових волокон і є повноцінною складовою щоденного раціону населення в багатьох країнах світу [42,78,101]. Білки нуту характеризуються високою перетравністю, коефіцієнт перетравності становить 80-83 % [34] та якістю порівняно з іншими зернобобовими культурами, містять збалансований склад амінокислот, значну кількість незамінних амінокислот, зокрема, метіоніну та триптофану [31]. За біологічною цінністю білки нуту займають перше місце серед інших сільськогосподарських культур і за якісними показниками прийняті за стандарт [85].

Завдяки хорошому якісному складу насіння, нут звичайний широко використовується у харчуванні. Переваги споживанням нуту для здоров'я людини, пов'язані із зниженням ризику серцево-судинних, онкологічних захворювань та діабету, насіння використовується як урологічний засіб [73, 77, 99, 106], має найвищі гіпохолестерильні властивості [123], містить високу частку біологічно активних речовин: флавоноїди, терпени та стероїди, які позитивно впливають на організм людини. Зазначено, що найбільша кількість

флавоноїдів і фенолів накопичується в оболонці насіння (коричневе насіння містить у 11-13 разів більше цих речовин у порівнянні із білонасінними сортами) [43,83]. Із насіння нуту виготовляють паштет, консерви, халву, сурогати кави та готують різні страви. Для харчових цілей головним чином використовують сорти із білим насінням, із темним вирощують на корм тваринам [34]. Для приготування консервованої продукції більш придатні сорти Пам'ять і Скарб (досліджувані сорти: Одисей, Пам'ять, Тріумф, Буджак та Скарб селекції Селекційно–генетичного інституту–Національного центру насіннєзнавства та сортовивчення), які виділяються високим ступенем набухання насіння [32, 53, 54].

Оскільки нут звичайний має широкий діапазон адаптації, важливе агротехнічне значення [73], то розширення виробництва культури та вдосконалення технології її вирощування для кожного регіону країни є актуальною проблемою сьогодення. Скорочення посівних площ в Україні під сільськогосподарськими рослинами у зв'язку з військовою агресією росії та зміна клімату вимагають інтродукції культур, нетипових для агрокліматичної зони Західний Лісостеп, з метою забезпечення зростаючих потреб населення у продуктах харчування та поліпшення кормової бази для тваринництва [74].

Важливе значення у сучасних агротехнологіях, спрямованих на біологізацію землеробства і вирощування екологічно безпечної рослинної продукції, є використання біологічних препаратів [7, 45, 56, 62]. Сьогодні в сільському господарстві України широко використовуються мікробіологічні препарати на основі корисних мікроорганізмів для підвищення інтенсивності процесів азотфіксації, мобілізації фосфатів у ризосфері культурних рослин, стимуляції їх росту та розвитку, збільшення продуктивності та поліпшення якості урожаю, також захисту від збудників хвороб і шкідників [34]. Особливе місце в розробленні технологій вирощування нуту звичайного займають мікробіологічні препарати на основі азотфіксувальних бактерій, оскільки дана бобова культура утворює взаємовигідне співжиття з діазотрофами, які позитивно впливають як на агробіоценози, так і на природне середовище, що

сприяє вирощуванню екологічно безпечного зерна, що може використовуватися в харчуванні, в тому числі й дієтичному. Зважаючи на це, актуальним є пошук шляхів підвищення продуктивності нуту звичайного, серед яких варто виокремити передпосівну інокуляцію насіння біологічними препаратами на основі азотфіксувальних бактерій [74].

Метою досліджень було встановити вплив *Mesorhizobium ciceri* штаму ND-64 (БС) та Ризогуміну на фізіологічні процеси та продуктивність нуту звичайного сорту Ярина. Дослідження впливу мікробних препаратів на фізіологічні процеси нуту звичайного проводили у польових умовах на ділянках агробіолабораторії ТНПУ, а також у лабораторії фізіології рослин і мікробіології у трьох варіантах та чотирьох повтореннях. Насіння контрольного варіанту зволожували водою, а дослідні – БС та Ризогуміном згідно норм виробника. Технологія вирощування нуту звичайного типова для Лісостепу України: норма висіву становить 0,4 млн. шт./га, ширина міжрядь 45 см, глибина сівби – 3-4 см, строк сівби – третя декада квітня. Висівали культу у 8-пільній польовій сівозміні без використання добрив та хімічних засобів захисту. Система догляду за рослинами передбачала лише агротехнічні прийоми. Мікробіологічні препарати отримали в Інституті сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН України (м. Чернігів). Насіння отримали із Селекційно-генетичного інституту (м. Одеса).

Для інокуляції насіння нуту звичайного з метою поліпшення азотного живлення культури, підвищення її продуктивності та біологізації землеробства в практиці сільського господарства застосовують комплексний мікробний препарат Ризогумін. Основними компонентами препарату є суспензія бульбочкових бактерій нуту *Mesorhizobium ciceri* (перший компонент) та фізіологічно активні речовини біологічного походження (ауксини, цитокініни, амінокислоти, гумінові кислоти), мікроелементи в хелатованій формі та сполуки макроелементів у стартових концентраціях (другий компонент) [45].

Сорт Ярина характеризується напівстиснутою формою куща, є високорослим (55-65 см), з слабким антоціановим забарвленням стебла,

листоків та прилистків, світлокоричневим забарвленням насіння, яке при зберіганні темніє. Сорт середньоранньостиглий з крупним насінням (маса 1000 насінин – 390–410 г), високоврожайний, потенціал – понад 5 т/га, середня врожайність – 2,7 – 3,2 т/га, вміст білків у насінні – 28 %, олії –18 %. Характеризується високою посухостійкістю (9 балів), стійкий до фузаріозу та аскохітозу. Рекомендований до вирощування для Степу, Лісостепу та Полісся [29, 34].

3.2.1. Фізіологія водного режиму рослин нуту звичайного за впливу мікробних препаратів

Параметри водообміну є важливими оскільки характеризують стан рослини залежно від чинників зовнішнього середовища. Вивчення показників водного режиму на різних рівнях організації і формування організму рослини за мінливих умов навколишнього середовища є актуальною проблемою в умовах аридизації клімату. У літературі наявні відомості про результати дослідження процесів зміни водного балансу рослин при дії на них недостачі або надлишку вологи і мінливих температурних умов вирощування [57], але обмежені стосовно впливу мікробних препаратів на зазначені вище процеси.

Важливим фізіологічним процесом, що суттєво впливає на життєздатність рослин, оскільки слугує верхнім рушієм води і поживних речовин є транспірація. Зміни інтенсивності випаровування води з поверхні рослини, що зумовлені абіотичними чинниками, позначаються на низці фізіологічних процесів, які є взаємопов'язаними між собою. Зокрема, процес транспірації з процесом фотосинтезу безпосередньо не пов'язані, але створює низку сприятливих передумов для його інтенсивнішого протікання: забезпечує надходження від коренів до листків необхідних мінеральних елементів; не допускає перегрівання листків і відповідно рослини в цілому; за рахунок відкритих продихових щілин сприяє кращому надходженню CO₂ в листки. Тому загальна продуктивність рослин і їхня стійкість до несприятливих умов докілька значною мірою пов'язані з процесом транспірації.

Дослідження показали, що приріст показника інтенсивності транспірації у фазі бутонізації порівняно з контролем за обробки насіння нуту звичайного сорту Ярина перед сівбою БС становив 2,1 % (табл. 3.2.1). Статистично вірогідної різниці за показником інтенсивності транспірації під час бутонізації рослин між контролем і дослідними варіантами не визначено. Дослідження проводили о 10.00 год., оскільки в цей час продиhi відкриті. Відомо, що для рослин характерних добовий хід руху продиhiв. З 6.00 год. ранку до 12.00 год. продиhi в більшості рослин є відкритими. З дванадцятої години до шістнадцятої – продиhi привідкриті або закриті і з 16.00 – продиhi знову відкриваються [57].

Під час цвітіння нуту звичайного сорту Ярина інтенсивність транспірації його листків суттєво знижувалася на 52,1 і 33,5 % за передпосівної обробки насіння БС та мікробним препаратом Ризогумін. За використання БС інтенсивність випаровування води з поверхні листків нуту звичайного порівняно з контролем знижувалась у 2,1 рази, Ризогуміну – 1,5 рази.

На початку утворення бобів рослинами нуту звичайного виявлено тенденцію до зниження інтенсивності транспірації за впливу БС та мікробного препарату Ризогумін. Зазначений показник знижувався порівняно з контролем на 9,6 % і 4,6 %, але ці зміни не були статистично вірогідними.

Таблиця 3.2.1 – Вплив біопрепаратів на інтенсивність транспірації листків нуту звичайного сорту Ярина

Варіант	Стадія росту і розвитку рослин					
	бутонізації		цвітіння		початок утворення бобів	
	г·м ² /год	% до контролю	г·м ² /год	% до контролю	г·м ² /год	% до контролю
Контроль	213,94 ± 12,62	100,0	454,97 ± 23,32	100,0	550,79 ± 25,88	100,0
БС	218,32 ± 13,47	102,1	217,73 ± 4,36*	47,9	497,69 ± 30,22	90,4
Ризогумін	202,17 ± 10,16	94,5	302,38 ± 12,61*	66,5	525,59 ± 22,89	95,4

Примітка: * – достовірна різниця з контролем при $p < 0,05$

Отже, за використання БС і Ризогуміну інтенсивність транспірації листків нуту звичайного сорту Ярина під час бутонізації і початку утворення бобів статистично вірогідно не відрізнялася від контролю. Під час цвітіння рослин зазначений вище показник суттєво знижувався.

Ще одним вагомим показником, що характеризує процеси водообміну в рослинах є водоутримуюча здатність їх тканин. Зазначений параметр характеризує процес втрати листками води від вихідної їх сирової маси під час в'янення через певний проміжок часу: 2, 4, 6, 24 год. Встановлено (табл. 3.2.2), що під час бутонізації втрата води листками нуту звичайного сорту Ярина за дії БС становила 38,6 % через 2 години, 59,7 % – через 4 години, 40,6 % – через 6 годин, 9,7% – через 24 години. За впливу комплексного мікробіологічного препарату Ризогумін водовтрати дещо менші: 20,5 % – через 2 години, 55,6 % – через 4 години, 34,7% – через 6 години і 9,73% – через 24 години. Визначені показники водоутримуючої здатності листків є статистично достовірними.

Отже, обробка насіння перед сівбою біопрепаратами БС і Ризогумін, у стадії бутонізації сприяла зменшенню водоутримуючої здатності листків нуту звичайного сорту Ярина. Очевидно, це пов'язано з тим, що у тканинах листків за впливу мікробних препаратів вищий вміст вільної води порівняно з контрольними.

Таблиця 3.2.2 – Вплив біопрепаратів на водоутримуючу здатність листків (кількість втраченої води у %) нуту звичайного сорту Ярина

Час через:	Стадія бутонізації		
	Контроль	БС	Ризогумін
2 год.	8,05 ± 0,39	11,16 ± 0,47*	9,70 ± 0,65*
% до контролю	100	138,6	120,5
4 год.	11,19 ± 0,49	17,87 ± 0,77*	17,41 ± 1,19*
% до контролю	100	159,7	155,6
6 год.	14,91 ± 0,62	19,95 ± 0,74*	20,08 ± 1,22*
% до контролю	100	140,6	134,7
24 год.	57,26 ± 0,95	62,80 ± 0,79*	62,83 ± 1,46*

Примітка: * – достовірна різниця з контролем при $p < 0,05$

Під час цвітіння рослин найнижче значення втрати води листками через 2 години становило 7,1 %, через 6 годин – 3,8 % за обробки насіння біопрепаратом Ризогумін; через 24 години – 2,1 % за обробки насіння БС, але зазначені показники не є статистично вірогідними (табл. 3.2.3). Як і в попередній фенологічній стадії росту і розвитку рослин виявлено суттєве збільшення показника кількості втраченої води листками нуту звичайного через 2, 4 та 6 год. за обробки насіння перед сівбою БС та за впливу комплексного препарату Ризогумін лише через 4 години після зривання листків.

Отже, композиційний мікробний препарат Ризогумін істотніше впливав на збільшення водоутримуючої здатності листків нуту звичайного сорту Ярина порівняно із застосуванням БС під час цвітіння рослин.

На початку утворення бобів (табл. 3.2.4) найнижче значення втрати води листками нуту звичайного через 2 години становило 8,1 % і зазначений показник є вірогідним, через 4 години – 3,4 %, через 6 год. – 0,7 % за обробки насіння перед сівбою БС; через 24 години – 6,2 % за обробки насіння перед сівбою мікробним препаратом Ризогумін, зазначена величина показника водовтрати є також достовірною.

Таблиця 4.2.3 – Вплив біопрепаратів на водоутримуючу здатність листків (кількість втраченої води у %) нуту звичайного сорту Ярина

Час через:	Стадія цвітіння		
	Контроль	БС	Ризогумін
2 год.	14,05 ± 0,71	16,87 ± 0,32*	13,05 ± 0,69
% до контролю	100	120,1	92,9
4 год.	23,56 ± 1,25	31,5 ± 1,16*	27,56 ± 1,27*
% до контролю	100	133,7	117,0
6 год.	34,20 ± 1,17	39,06 ± 1,17*	32,90 ± 0,67
% до контролю	100	114,2	96,2
24 год	63,71 ± 0,92	62,4 ± 1,82	64,69 ± 0,27
% до контролю	100	97,9	101,5

Примітка: * – достовірна різниця з контролем при $p < 0,05$

Таблиця 3.2.4 – Вплив біопрепаратів на водоутримуючу здатність листків (кількість втраченої води у %) нуту звичайного сорту Ярина

Час через:	Стадія початок утворення бобів		
	Контроль	БС	Ризогумін
2 год.	24,32 ± 0,79	22,35 ± 0,43*	23,64 ± 0,48
% до контролю	100	91,9	97,2
4 год.	27,06 ± 0,76	26,15 ± 0,25	27,03 ± 0,29
% до контролю	100	96,6	99,9
6 год.	30,56 ± 0,75	30,34 ± 0,41	30,96 ± 0,67
% до контролю	100	99,3	101,3
24 год.	54,81 ± 1,03	56,87 ± 0,59	51,42 ± 0,16*
% до контролю	100	103,8	93,8

Примітка: * – достовірна різниця з контролем при $p < 0,05$

Отже, мікробні препарати БС і Ризогумін на початку утворення бобів майже суттєво не впливали на показники водоутримуючої здатності листків нуту звичайного сорту Ярина. Виявлено тенденцію до збільшення водоутримуючої здатності колоїдів тканин листків рослин. Очевидно, це пов'язано з тим, що у генеративних стадіях росту і розвитку рослин знижується інтенсивність ростових процесів та, відповідно, вміст вільної води у листках нуту звичайного.

Ще одним фізіологічним показником, що характеризує процес водообміну в рослинах є водний дефіцит. Він виникає у рослин при значній посусі, призводить до низки порушень метаболізму. Зокрема, у клітинах рослинних тканин знижується вміст як вільної, так і зв'язаної води. При цьому збільшується концентрація клітинного соку у вакуолях. Оболонки гідратів, які характерні для білків, починають поступово руйнуватися, у результаті цього спостерігається денатурація протеїнів і втрати ними каталітичних властивостей. За порушення нативної структури молекули білків виникає ще одне негативне явище – змінюється нормальна структура біологічних мембран [57].

За результатами проведених досліджень (табл. 3.2.5) встановлено, що у стадії бутонізації у варіанті БС порівняно з контролем показник водного дефіциту листків нуту звичайного сорту Ярина знизився на 1,8 %, а у варіанті Ризогумін зріс на 0,6 %. Зазначені показники водного дефіциту листків

дослідних варіантів статистично вірогідно не відрізняються від аналогічних контрольного варіанту. Під час цвітіння у варіанті БС показник водного дефіциту листків нуту звичайного порівняно з контролем знизився на 16,7 %, у варіанті Ризогумін – на 31,6 %, зазначені величини статистично вірогідно відрізняються від контролю. На початку утворення бобів у варіанті БС показник водного дефіциту листків нуту звичайного сорту Ярина знизився на 5,0 %, у варіанті Ризогумін – на 40,4 %.

Таблиця 3.2.5 – Вплив біопрепаратів на показник водного дефіциту листків нуту звичайного сорту Ярина

Варіант	Стадія росту і розвитку рослин					
	бутонізації		цвітіння		початок утворення бобів	
	% води	% до контролю	% води	% до контролю	% води	% до контролю
Контроль	39,48 ± 2,90	100	38,43 ± 1,40	100	20,73 ± 2,31	100
Ризобофіт	38,77 ± 1,28	98,2	32 ± 1,78*	83,3	19,70 ± 0,81	95,0
Ризогумін	39,71 ± 1,93	100,6	26,28 ± 1,63*	68,4	12,36* ± 1,25	59,6

Примітка: * – достовірна різниця з контролем при $p < 0,05$

Отже, мікробіологічні препарати статистично вірогідно знижували водний дефіцит листків у стадіях цвітіння та початку утворення бобів. Біопрепарат Ризогумін істотніше впливав на зменшення параметра водного дефіциту листків нуту звичайного сорту Ярина порівняно із застосуванням БС.

Важливим показником, що характеризує водообмін рослин є кількість води у листках. Життєдіяльність структурних компонентів клітини, тканин і органів рослини обумовлена наявністю вільної та зв'язаної води. За результатами досліджень (табл. 3.2.6) встановлено, що у стадії бутонізації порівняно з контролем за впливу БС загальна кількість води у листках нуту звичайного сорту Ярина зросла на 5,41 %, а за впливу мікробного препарату Ризогумін – на 5,07 %, зазначені показники є статистично вірогідними.

Таблиця 3.2.6 – Вплив біопрепаратів на вміст води в листках нуту звичайного сорту Ярина

Варіант	Стадія росту і розвитку рослин					
	бутонізація		цвітіння		початок утворення бобів	
	% води	% до контролю	% води	% до контролю	% води	% до контролю
Контроль	59,28 ± 0,54	100	72,76 ± 0,43	100	71,32 ± 0,47	100
БС	62,49 ± 0,41*	105,41	72,12 ± 0,88	99,12	73,73 ± 0,17*	103,38
Ризогумін	62,29 ± 0,76*	105,07	71,76 ± 1,07	98,62	72,07 ± 0,31	101,05

Примітка: * – достовірна різниця з контролем при $p < 0,05$

Під час цвітіння рослин нуту звичайного сорту Ярина біопрепарати істотно не впливали на показник вмісту води у листках. Виявлено тенденцію до зниження вмісту води у листках рослин нуту звичайного.

Приріст показника вмісту води в листках рослин на початку утворення бобів за впливу БС становить 3,38%, Ризогуміну – 1,05%. Передпосівна обробка насіння БС істотно впливала на показник вмісту води у листках нуту звичайного сорту Ярина. За впливу композиційного мікробного препарату Ризогумін виявлено тенденцію до оводнення тканин листків рослин.

Отже, біопрепарати БС та Ризогумін сприяли збільшенню кількості води в листках нуту звичайного сорту Ярина, лише у фазі цвітіння мікробні препарати істотно не впливали на зазначений показник. Біопрепарат БС виявився більш ефективним порівняно з Ризогуміном щодо стимулювального впливу на показник вмісту води в листках дослідних рослин.

На основі проведених досліджень встановлено, що процеси водообміну рослин нуту звичайного сорту Ярина залежать від передпосівної обробки насіння мікробними препаратами БС та Ризогумін і фенологічної стадії росту і розвитку рослин.

3.2.2. Ефективність застосування мікробних препаратів БС та Ризогумін за показниками ростових процесів нуту звичайного сорту Ярина

Відомо [11, 67], що у колекційних форм нуту звичайного висота рослин коливається від 15 до 95 см. Встановлено позитивну кореляцію насінневої продуктивності з висотою рослин ($r=0,38-0,52$). Низькорослі форми, як правило, з коротким вегетаційним періодом, формують дрібне насіння, малопродуктивні, а під час посухи упродовж вегетаційного періоду їх висота знижується на 30-40 %, що може спричинити великі втрати врожаю під час збирання. Крім того, висота рослин позитивно корелює з тривалістю періоду цвітіння. Однак, за надмірного зволоження упродовж вегетації дуже високорослі сорти навіть при невеликому вітру можуть полягати, особливо це спостерігається у сортів з високим прикріпленням нижніх бобів. На основі багаторічних спостережень визначено оптимальну для умов півдня України висоту рослин – 50–60 см [53, 54, 67]. Однак, в умовах Західного Лісостепу України такі дослідження не виконувались, що і визначило актуальність одного із завдань наших досліджень.

Вплив біопрепаратів на ростові процеси нуту звичайного сорту Ярина на початку цвітіння представлено у таблиці 3.2.7.

Ознака «висота стебла» характеризує зразок не тільки за висотою, але й за придатністю до прямого механізованого збирання врожаю. За передпосівної обробки насіння нуту звичайного сорту Ярина БС та Ризогуміном приріст висоти стебла дослідних рослин порівняно з контролем становив 12,6 % і 0,5 %. Варто зазначити, що обробка насіння перед сівбою БС істотно збільшувала висоту стебла нуту звичайного, а за використання композиційного мікробного препарату Ризогумін травостій дослідних рослин не відрізнявся від контрольних.

Важливим показником, що характеризує ростові процеси рослин і впливає на продуктивність культури є її облиствлення. Встановлено, що на початку цвітіння приріст показника кількості листків у результаті обробки насіння нуту

БС становив 3%, але зазначена величина не є статистично вірогідною. Ризогумін також істотно не вплинув на зазначений вище показник.

Стебло нуту звичайного має здатність до галуження біля кореневої шийки. Встановлено статистично вірогідний приріст показника кількості бічних пагонів за дії БС та біопрепарату Ризогумін, який становив 34,5 % і 50,2 %.

Таблиця 3.2.7 – Вплив біопрепаратів на ростові процеси нуту звичайного

Варіант	Стадія початок цвітіння					
	Висота стебла, см	% до контролю	К-ть листків, шт.	% до контролю	К-ть бічних пагонів, шт.	% до контролю
Контроль	36,03 ± 1,77	100	54,21 ± 6,0	100	2,09 ± 0,74	100
БС	40,56 ± 1,60*	112,6	55,83 ± 6,72	103,0	2,81 ± 0,62*	134,5
Ризогумін	39,23 ± 1,98	100,5	48,2 ± 5,78	88,9	3,14 ± 0,73*	150,2

Примітка: * – достовірна різниця з контролем при $p < 0,05$

Отже, мікробний препарат БС стимулював ростові процеси стебла нуту звичайного сорту Ярина на початку цвітіння. Обидва біологічні препарати істотно впливали на наростання пагонів у кущі рослини.

Вплив біопрепаратів на ростові процеси нуту звичайного сорту Ярина у стадії цвітіння представлено у таблиці 3.2.8.

Таблиця 3.2.8 – Вплив біопрепаратів на ростові процеси нуту звичайного

Варіант	Стадія цвітіння					
	Висота стебла, см	% до контролю	К-ть листків, шт.	% до контролю	К-ть бічних пагонів, шт.	% до контролю
Контроль	51,23 ± 2,01	100	62,25 ± 5,95	100	2,27 ± 0,27	100
БС	49,31 ± 5,57	96,3	64,83 ± 2,61	104,1	2,91 ± 0,11*	128,2
Ризогумін	57,16* ± 1,25	111,6	64,38 ± 4,27	103,4	3,25 ± 0,14*	143,2

Примітка: * – достовірна різниця з контролем при $p < 0,05$

За результатами дослідження встановлено, що порівняно з контролем за впливу біопрепарату Ризогумін приріст висоти стебла дослідних рослин становив 11,6 %, БС істотно не вплинула на даний показник.

Передпосівна обробка насіння нуту звичайного сорту Ярина біопрепаратами БС і Ризогумін сприяла збільшенню кількості листків на

рослинці. Приріст зазначених показників становив 4,1 і 3,4 %, але він не був статистично вірогідним аналогічно стадії початок цвітіння. Встановлено, що упродовж цвітіння, порівняно з попередньою стадією, зберіглася тенденція стосовно галуження стебла нуту звичайного сорту Ярина. Під час масового цвітіння приріст показників кількості бічних пагонів за дії біопрепаратів БС та Ризогумін становив 28,2 % і 43,2 %, що статистично достовірно.

Отже, біопрепарати БС і Ризогумін у стадії цвітіння суттєво стимулювали лише галуження стебла нуту звичайного сорту Ярина.

Вплив біопрепаратів на ростові процеси нуту звичайного сорту Ярина у стадії утворення бобів представлено у таблиці 3.2.9.

Таблиця 3.2.9 – Вплив біопрепаратів на ростові процеси нуту звичайного

Варіант	Стадія утворення бобів					
	Висота стебла, см	% до контролю	К-ть листків, шт.	% до контролю	К-ть бічних пагонів, шт.	% до контролю
Контроль	93,40 ± 3,25	100	95 ± 7,59	100	6,10 ± 0,57	100
БС	89,8 ± 1,93	96,1	90,75 ± 6,77	95,5	6,00 ± 0,86	98,4
Ризогумін	86,90 ± 3,64	93,0	97,30 ± 6,73	102,4	6,78 ± 0,65	111,4

Примітка: * – достовірна різниця з контролем при $p < 0,05$

Біопрепарати БС та Ризогумін на стадії утворення бобів не стимулювали ростові процеси нуту звичайного сорту Ярина, що пояснюється фізіологією ростових процесів на етапі старіння рослин. Виявлено тенденцію до збільшення облиствлення рослин та галуження стебла за впливу Ризогуміну.

Важливими показниками, які також характеризують ростові процеси рослин є маса їх коренів та надземних органів. Встановлено, що біопрепарати впливали на показник маси надземної частини, сухої маси пагонів та маси коренів нуту звичайного сорту Ярина на початку утворення бобів (табл. 3.2.10).

Рослини нуту звичайного вступають у симбіоз із бульбочковими бактеріями виду *Mesorhizobium ciceri*, формують азотфіксувальні бульбочки і здатні засвоювати молекулярний нітроген з повітря [46, 48]. Багаті на азот кореневі залишки нуту, також солома добре розкладаються у поверхневому шарі ґрунту, збагачуючи його поживними речовинами, завдяки чому культура є

однією з кращих попередників для пшениці озимої та інших небобових рослин за умови ефективного симбіозу з бульбочковими бактеріями [65].

У ґрунтах України немає аборигенних популяцій бульбочкових бактерій нуту і лише в окремих регіонах, де раніше вирощували зазначену культуру, зустрічаються локальні популяції *Mesorhizobium ciceri*. Тому, для формування азотфіксувальної бобово-ризобіальної системи і забезпечення живлення рослин молекулярним нітрогеном повітря необхідна передпосівна обробка насіння біопрепаратами на основі бульбочкових бактерій [5, 7, 31, 45].

Мікробні препарати впливали на формування симбіотичної системи нуту звичайного сорту Ярина. Приріст показника маси бульбочок за дії БС та Ризогуміну становив 7,5 % і 33,6 %, а приріст показника кількості бульбочок спостерігався лише за дії Ризогуміну – 10,91 % (табл. 3.2.10). Бульбочки на кореневій системі нуту звичайного за обробки насіння перед сівбою мікробними препаратами були більшими, що відповідно вплинули на показник їх маси.

Таблиця 3.2.10 – Вплив біопрепаратів на вегетативну масу та симбіотичний апарат нуту звичайного сорту Ярина у стадії початок утворення бобів

Показник	Контроль	БС	Ризогумін
Сира маса надземної частини, г	27,51 ± 2,31	24,14 ± 1,97	26,99 ± 1,86
% до контролю	100	87,75	98,11
Суха маса надземної частини, г	7,30 ± 0,60	6,17 ± 0,71	7,17 ± 0,63
% до контролю	100	84,52	98,22
Маса коренів, г	4,60 ± 0,34	4,27 ± 0,22	4,30 ± 0,15
% до контролю	100	92,82	93,47
Маса бульбочок, г	1,34 ± 0,19	1,44 ± 0,17	1,79 ± 0,15
% до контролю	100	107,46	133,58
Кількість бульбочок, шт.	18,33 ± 2,76	17,22 ± 2,81	20,33 ± 1,75
% до контролю	100	93,94	110,91

Примітка: * – достовірна різниця з контролем при $p < 0,05$

Отже, ефективнішим біопрепаратом у стадії початок утворення бобів за показниками маси та кількості бульбочок (формування симбіотичної системи) на коренях нуту звичайного виявився Ризогумін.

Встановлено, що у стадії утворення бобів біопрепарати впливали на показник сирі маси надземних органів нуту звичайного сорту Ярина (табл. 3.2.11). За передпосівної обробки насіння нуту звичайного біопрепаратом Ризогумін приріст показників сирі та сухої маси надземних органів дослідних рослин у порівнянні з контролем становив 22,2 % та 22,9 %, маси коренів – 8,2 %, маси бульбочок – 48,9 %, кількості бульбочок – 83,3 %. БС істотно не впливав на зазначені вище показники. Варто зазначити, що у ґрунті ділянок агробіолабораторії ТНПУ наявні місцеві популяції бульбочкових бактерій нуту, які спонтанно інокулювали корені нуту звичайного контрольного варіанту.

За впливу зазначеного біопрепарату виявлено тенденцію до зростання перелічених вище показників. За застосування Ризобофіту та Ризогуміну краще розвивається коренева система, що відповідно поліпшує живлення рослин. Необхідно зазначити, що у фазі утворення бобів встановлено достовірний приріст показника 40,5 %).кількості бобів за дії Ризобофіту та Ризогуміну (37,6 % та

Таблиця 3.2.11 – Вплив біопрепаратів на вегетативну масу та симбіотичний апарат нуту звичайного сорту Ярина у фазі утворення бобів

Показник	Контроль	БС	Ризогумін
Сира маса надземних органів, г	51,52 ± 4,22	55,23 ± 4,28	59,61 ± 4,11*
% до контролю	100	107,20	115,70
Суха маса надземних органів, г	18,09 ± 1,83	17,94 ± 1,90	22,24 ± 1,10*
Маса коренів, г	4,75 ± 0,57	5,12 ± 0,50	5,14 ± 0,65
% до контролю	100	107,79	108,21
Маса бульбочок, г	0,47 ± 0,08	0,60 ± 0,09	0,70 ± 0,11*
% до контролю	100	127,66	148,93
Кількість бульбочок, шт.	3,0 ± 0,48	3,9 ± 0,73	5,5 ± 0,97*
% до контролю	100	130,00	183,33
Кількість бобів, шт.	13,60 ± 1,94	18,71 ± 1,93*	19,11 ± 1,10*
% до контролю	100	137,57	140,51

Примітка: * – достовірна різниця з контролем при $p < 0,05$

Отже, комплексний мікробіологічний препарат Ризогумін ефективніше впливав порівняно з БС на формування симбіотичної системи та збільшення вегетативної маси рослин нуту звичайного сорту Ярина у стадії утворення бобів.

4.2.3. Вплив мікробних препаратів БС та Ризогуміну на насіннєву продуктивність нуту звичайного

Вплив біопрепаратів на основні елементи продуктивності нуту звичайного сорту Ярина представлено у таблиці 3.2.12.

Таблиця 3.2.12 – Вплив біопрепаратів на основні елементи продуктивності нуту звичайного сорту Ярина

Показник	Контроль	Ризобофіт	Ризогумін
висота рослини, см	121,43 ± 15,24	120,66 ± 20,04	115,75 ± 14,81
% до контролю	100	99,36	95,32
висота кріплення нижніх бобів, см	41,77 ± 2,08	45,1 ± 1,92	51,56 ± 2,08*
% до контролю	100	107,97	123,44
кількість бобів на 1 рослині, шт.	12,75 ± 7,3	18,01 ± 7,45*	19,25 ± 5,91*
% до контролю	100	141,25	150,98
довжина бобів, см	2,11 ± 0,13	2,23 ± 0,15	2,06 ± 0,12
% до контролю	100	105,69	97,63
кількість насінин на 1 рослині, шт.	14,93 ± 0,81	18,73 ± 1,35*	19,88 ± 1,87*
% до контролю	100	125,45	133,15
маса насіння, г (з 1 м ²)	16,45 ± 0,22	20,48 ± 0,58*	20,87 ± 0,60*
% до контролю	100	124,50	126,87

Примітка: * – достовірна різниця з контролем при $p < 0,05$

Важливим показником, що необхідно враховувати при механізованому збиранні врожаю є висота прикріплення нижнього бобу на стеблі рослини [21, 26]. Зазначений показник залежить від двох ознак. Першої – довжини рослини до нижнього плодоносного бобу. Остання в свою чергу, тісно пов'язана з довжиною всього стебла. Другої – форми куща: чим компактніший кущ, тим вище знаходяться перші боби від поверхні ґрунту. Тому при обранні насіння варто надавати перевагу сортам із компактною або стоячою формою куща, щоб вберегти урожай. Встановлено, що в результаті обробки насіння БС та Ризогуміном приріст показника висоти кріплення нижніх бобів становив 8,0 % та 23,4 %. За впливу Ризогуміну виявлено статистично вірогідний зазначений вище показник.

Для формування врожаю сільськогосподарських культур велике значення має кількість бобів на рослині [41]. Мікробіологічні препарати БС та Ризогумін істотно впливали на формування бобів на рослинах нуту звичайного сорту Ярина. Приріст показників кількості бобів на одній рослині за передпосівної обробки насіння біопрепаратами становив відповідно 41,2 та 51,0 %. Мікробіологічні препарати суттєво не впливали на довжину бобу. Спостерігається лише тенденція до зростання зазначеного показника за впливу БС на 5,7 %.

Важливим показником, що характеризує насінневу продуктивність рослин є маса насіння з рослини [41]. Зазначений показник залежить суттєво від кількості бобів на рослині. Між цими параметрами існує пряма кореляційна залежність. Для нуту звичайного сорту Ярина характерні здебільшого однонасінні боби, рідше 2- і 3-насінні. Встановлено статистично вірогідний приріст показника маси насіння з рослини за впливу БС та Ризогуміну. Він становив 25,5 % та 33,2 %.

Ефективність елементів технології у посівах сільськогосподарських культур оцінюють за їх насінневою продуктивністю. У результаті проведених досліджень встановлено статистично вірогідне зростання урожайності нуту звичайного сорту Ярина за обробки насіння перед сівбою мікробними препаратами за вирощування у ґрунтово-кліматичних умовах Західного Лісостепу України (ТО). Приріст показника урожаю насіння становив 24,5 та 26,9 %. Комплексний препарат Ризогумін упродовж онтогенезу рослин істотніше активізував фізіологічні процеси порівняно з БС і відповідно ефективнішим виявився й за показником насінневої продуктивності нуту звичайного сорту Ярина.

Отже, застосування мікробних препаратів *Mesorhizobium ciceri* штаму ND-64 і Ризогуміну для передпосівної обробки насіння нуту звичайного сорту Ярина сприяло підвищенню насінневої продуктивності культури.

3.3. Вплив добрива ЕМ-1 на фізіологічні показники і продуктивність квасолі звичайної

Квасоля є цінною зернобобовою високобілковою харчовою культурою. Вміст білка в її зерні становить 28-30%, який за якістю наближається до білків м'яса і добре засвоюється організмом людини. Насіння квасолі містить також органічні і мінеральні речовини: вуглеводи – 45-52%, в тому числі цукор – 5,2%, жири – 1,8%, зольні елементи – 4,0%, а також вітаміни А, В₁, В₂ та ін. Зерно широко використовують для приготування різних поживних і смачних страв – супів, борщів, вінегретів, пирогів, пюре тощо, дієтичних страв для хворих під час захворювань печінки, сечового міхура, як сировину для консервної промисловості тощо. У харчуванні використовують також зелені боби (спаржеві сорти квасолі), які містять до 15,7% білка, до 2,0% цукру, багаті на суху речовину та вітамін С [26, 61, 27].

Як кормова культура квасоля майже не використовується, адже її зелена маса містить отруйні речовини і погано поїдається худобою. Солому їдять лише кози і вівці. Зернові відходи квасолі – поживний корм для тварин, тільки згодувати його треба після термічної обробки, яка руйнує отруйний глікозид фазеолунатин [60, 61].

Важливим є те, що квасоля вступає в симбіоз з бульбочковими бактеріями, що розглядається як важливий чинник зростання продуктивності самої культури та інших рослин сівозміни. Підвищення ефективності симбіотичної азотфіксації можна досягти за рахунок комплексу селекційних, агротехнічних та інших заходів, зокрема, застосуванням бактеріальних препаратів і біологічно активних речовин [1, 2, 7, 8, 12, 13, 38, 39].

На сьогодні велика увага приділяється альтернативним способам ведення сільського господарства, які б забезпечили максимальну урожайність та допомогли отримати екологічно чисту рослинну продукцію [48, 51].

Матеріалом досліджень була квасоля звичайна (*Phaseolus L.*) сорту Буковинка, яка занесена до реєстру сортів рослин, що придатні до поширення в Україні з 2004 року [19].

Сорт Буковинка має за формою кущове стебло, середньо розгалужене. Рослини за висотою сягають 50-55 см [50, 68].

Під час цвітіння утворюються білі квіти, які зібрані в китиці із 2-6 штук. Висота кріплення нижнього бобу 15-17 см. Боби характеризуються високою стійкістю до розтріскування. Насіння сорту біле, еліптичної форми з гладкою поверхнею та блискучим білим рубчиком. Маса 1000 насінин – 233-246 г та містить до 26% білка. Дуже добре розварюється [49].

Буковинка є технологічним сортом зернового напрямку з вегетаційним періодом 80-85 днів і середньою врожайністю 26,3-26,7 ц/га [49].

Вагомим чинником підвищення продуктивності агроєкосистем, потенціал яких у даний час використовується недостатньо, є активізація мікробно-рослинної взаємодії шляхом внесення біопрепаратів природного походження. Вони інтенсифікують фізіолого-біохімічні процеси у рослинах, підвищують їх стійкість до хвороб і позитивно впливають на мікроорганізми ґрунту. Так, через невикористання біопрепаратів азотфіксувальних мікроорганізмів для обробки насіння бобових культур, виробництво недобирає як мінімум 10-30% їх урожаю. Застосування симбіотичних азотфіксаторів збільшується вміст білків у насінні на 2-6%, навіть за наявності в ґрунті популяцій аборигенних ризобій [24, 38,48].

Серед мікробних добрив важливе місце у світовому землеробстві займають препарати серії ЕМ, зокрема ЕМ-1. Дуже широкий діапазон дії мікроорганізмів, які входять до складу ЕМ-препарату – є головною причиною його багатофункціональності. Мікроорганізми ЕМ-добрив сприяють росту і розвитку рослин, придушують шкідливі мікроорганізми, інтенсифікують азотфіксацію, вони запобігають зараженню ґрунту шкідливими комахами та личинками, підвищують родючість ґрунту тощо [14, 36, 37, 52, 82, 97, 98].

Мікробіологічне ЕМ-добриво позитивно впливає на ріст і розвиток рослин за рахунок стимулювання процесів ґрунтового живлення, інтенсивності проростання насіння, захисту від патогенів, оптимізації фітогормонального

статусу рослин тощо за рахунок наявних в препараті біологічно активних речовин та мікробіологічних процесів індукованих у ґрунті [52, 82, 97, 98].

Мікробіологічне добриво EM-1 у готовому для використання вигляді являє собою жовто-коричневу рідину з кефірно-силосним запахом і кислим смаком, *pH* середовища в межах 3,5, добре розчиняється у воді [82].

Препарат включає 86 видів різних анаеробних та аеробних мікроорганізмів. У домінуючу групу мікроорганізмів входять фотосинтезуючі та молочнокислі бактерії, дріжджі, актиноміцети, ферментуючі гриби тощо. Кожна група організмів по своєму корисна для рослин і ґрунту. Так, фотосинтезуючі бактерії є незалежними мікроорганізмами, що самопідтримуються. Ці бактерії синтезують корисні речовини (АК, НК, БАР, цукри) з корневих виділень рослин, органічних матеріалів і/або шкідливих газів (наприклад, сірководню), використовуючи сонячне світло та тепло ґрунту як джерело енергії. Ці метаболіти поглинаються рослинами безпосередньо і також діють як субстрати для інших бактерій [82, 98].

У цілому, основними діючими компонентами препарату EM-1 є живі культури *Lactobacillus plantarum* – $4,7 \times 10^5$ КУО/мл, *Rhodopseudomonas palustris* – 1×10^2 КУО/мл, *Saccharomyces cerevisiae* – $2,9 \times 10^5$ КУО/мл, *Azotobakter* – $4,0 \times 10^4$ КУО/мл [18].

Для досліджень використовували мікробіологічний препарат EM-1 виробництва польської фірми «Greenland technologia EM» [97].

EM-1 – це «сплячі мікроорганізми», які потрібно активувати за допомогою теплої води і меляси. Для малих об'ємів препарату змішують 20 мл EM-1 з 20 мл меляси і 0,5 л нехлорованої води. Після бродіння утворюється активний EM-препарат (EM-A) [97].

Вегетаційні досліді проводились у лабораторії фізіології рослин і мікробіології кафедри ботаніки та зоології Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка.

Насіння висівали у ростильні з ґрунтом, який мульчували піском та на перші 3 доби пророщування вкривали поліетиленовою плівкою для

зменшення втрат вологи. Вологість субстрату для пророщування підтримували ваговим методом на рівні 60% повної вологоємності. Ростильні поміщали у вентильований термостат за середньої температури 25 °С (соя) і 20 °С (квасоля).

Також рослини квасолі вирощувались у ґрунтовій вегетаційній культурі в пластикових горшках по 4 шт. Загальна маса посудини 4,195 кг за вологості субстрату 60% ПВ.

Польові досліді проводили за загальноприйнятою для Лісостепу України технологію вирощування сої і квасолі [61], але без застосування пестицидів і ґрунтового внесення добрив. Строк сівби – перша декада травня, спосіб – широкорядний з міжряддям 45 см, норма – 700 тис./га для сої і 400 тис./га – квасолі, попередник – кукурудза на зерно і картопля, відповідно.

Розміщення варіантів досліді послідовне із 4-разовим повторенням.

Мікробіологічне добриво застосовували для 1 годинного зволоження насіння сої і квасолі перед посівом, як у вегетаційних так і польових дослідіах. Концентрація розчину ЕМ-1 20% (варіант «ЕМ-1») чи у дистильованій воді (варіант «Контроль») у кількості 2% від маси насінневого матеріалу.

У польових умовах у фенологічні стадії росту «поява суцвіття – початок цвітіння» (ВВСН 51-61) сою двічі з інтервалом 10 діб обприскували розчином добрива Плантафол 10.54.10 концентрацією 3 г/л з розрахунку витрати робочого розчину 300 л/га. Рослини контрольного варіанту зволожували водою.

Дослідження проростання квасолі сорту Буковинка у ґрунтовій вегетаційній культурі виявило зростання лабораторної схожості насіння на 9,9% порівняно з контролем та відсутність стимулюючого впливу на ріст 10-ти добових проростків (табл. 3.3.1).

Таблиця 3.3.1 – Вплив мікробіологічного добрива ЕМ-1 на проростання і ріст проростків квасолі звичайної сорту Буковинка в лабораторних умовах

Показник	Контроль	ЕМ-1
лабораторна схожість, %	55,5±3,7	61,0±5,4
висота 10-добових проростків, см	6,6±0,09	6,6±0,08

У польових умовах виявлена тенденція впливу ЕМ-1 на проростання насіння була подібною. Так, польова схожість насіння квасолі сорту

Буковинка під впливом мікробіологічного добрива мала тенденцію до зростання – на 3,5% до контролю, а висота рослин у стадію появи перших справжніх листків була навіть на 2% нижчою (табл. 3.3.2).

Таблиця 3.3.2 – Вплив мікробіологічного добрива ЕМ-1 на проростання і ріст проростків квасолі звичайної сорту Буковинка в польових умовах

Показник	Контроль	ЕМ-1
польова схожість, %	90,6±1,6	93,8±1,3
висота 20-добових проростків, см	4,9±0,07	4,8±0,06

Зазначені зміни у проростанні насіння, на нашу думку, пояснюються захисними і стимулюючим впливом ЕМ-1 на проростання та недостатнім часом такої дії на молоді вегетуючі рослини, що проявляється також у піщаній культурі [33].

Аналогічно, у стадію бутонізації під впливом добрива маса сирих і сухих коренів та вміст у них води практично не змінювались (табл. 3.3.3). У стадію ж цвітіння дія мікробіологічного добрива на ростові процеси рослин квасолі проявилась у значній мірі.

Так, за дії ЕМ-1 у цей час на 22,1% до контролю зростала маса сирій надземної частини рослин за рахунок збільшення, переважно, маси і площі листкової поверхні на 30,0% і 24,3%, відповідно, та маси сухого стебла – на 18,0% (табл. 3.3.4).

За впливу передпосівного намочування біопрепаратом зростала також кількість листків на рослинах квасолі на 9,3%, їх висота – на 7,0% та діаметр стебла – на 3,7% до контролю та на 1,2% зменшувався вміст води в листках, що можна пояснити значнішим накопиченням у них сухих речовин (табл. 3.3.4).

Таблиця 3.3.3 – Маса й оводнення кореневої системи рослин квасолі сорту Буковинка за дії мікробіологічного добрива ЕМ-1 у стадію бутонізації

Показник	Контроль	ЕМ-1
маса сирих коренів, г/рослину	2,64±0,18	2,69±0,11
маса сухих коренів, мг/рослину	688,8±51,9	671,4±36,1
вміст води, %	74,0±0,5	75,0±1,0

Аналогічне зростання маси сирії та сухої надземної частини рослин квасолі під впливом мікробіологічного добрива ЕМ-1 було виявлено у цю ж стадію цвітіння в 2017 р. (табл. 3.3.5).

Таблиця 3.3.4 – Ростові процеси рослин квасолі звичайної сорту Буковинка за дії мікробіологічного добрива ЕМ-1 у стадію цвітіння

Показник	Контроль	ЕМ-1
маса сирії надземної частини, г	76,5±6,4	93,4±8,7
кількість листків на рослині, шт.	15,4±1,1	16,9±1,0
маса сирих листків, г	34,9±2,9	34,9±2,9*
площа листків, см ²	1760,7±160,4	2188,5±167,7
висота рослини, см	50,5±1,5	54,1±1,2
діаметр стебла біля кореневої шийки, см	0,57±0,02	0,59±0,02
маса сухого стебла без листків, г	7,2±0,94	8,5±0,73
вміст води в листках, %	74,5±0,4	73,6±0,4

Примітка: * – $p < 0,05$ різниця вірогідна порівняно з контролем

Таблиця 3.3.5 – Маса надземної частини рослин квасолі звичайної сорту Буковинка за дії мікробіологічного добрива ЕМ-1 у стадію цвітіння

Показник	Контроль	ЕМ-1
маса сирії надземної частини, г/рослину	77,5±3,7	96,9±6,4*
маса сухої надземної частини, г/рослину	12,2±0,6	15,2±1,1

Примітка: * – $p < 0,05$ різниця вірогідна порівняно з контролем

У стадію зеленого бобу вплив біодобрива ЕМ-1 на ростові процеси рослин квасолі сорту Буковинка був ще значніший, ніж у стадію цвітіння.

Зростання маси сирії надземної частини рослин квасолі становило 30,1% порівняно з контролем, що відбувалось за рахунок збільшення на 16,0% облиствленості пагонів, на 28,0% маси сирих листків, на 38,5% їх площі та більшої на 32,4% маси сухого стебла (табл. 3.3.6).

Отже, ріст є інтегральним показником, що обумовлює фізіологічний стан рослини, який може вказувати на ефективність бобово-ризобіального симбіозу [7, 24]. Ефективність утворення симбіозу прийнято оцінювати за кількістю і масою бульбочок, які, як правило, характеризується рясним утворенням і збільшеною величиною та рожевим кольором. За малоактивного симбіозу бульбочки дрібні, білого, жовтого або зеленого забарвлення [24].

Таблиця 3.3.6 – Ростові процеси рослин квасолі звичайної сорту Буковинка за дії мікробіологічного добрива ЕМ-1 у стадію зеленого бобу

Показник	Контроль	ЕМ-1
маса сирової надземної частини, г	119,7±11,4	155,7±8,3*
кількість листків на рослині, шт.	16,9±1,1	19,6±1,0
маса сирих листків, г	37,9±3,1	48,5±2,1*
площа листків, см ²	1275,9±104,5	1767,5±81,9*
маса сухого стебла з бобами без листків, г	14,8±1,6	19,6±1,3*

Примітка: * – $p < 0,05$ різниця вірогідна порівняно з контролем

Передпосівна обробка насінневого матеріалу мікробіологічним добривом сприяла утворенню симбіозу між рослинами досліджуваного сорту квасолі Буковинка і місцевими аборигенними штамми ризобій.

За дії ЕМ-1 на коренях квасолі у стадію бутонізації утворювалося на 40,1% більше активних бульбочок, ніж у контролі, які мали на 25,1% і 25,5% більшу масу у сирому і сухому станах, відповідно. Зазначене кількісне зростання утворів було на стільки вагомим, що навіть зменшення їх сухої маси на 10,5% не вплинуло на їх загальну масу (табл. 3.3.7).

Таблиця 3.3.7 – Бобово-ризобіальний симбіоз рослин квасолі звичайної сорту Буковинка за дії мікробіологічного добрива ЕМ-1 у стадію бутонізації

Показник	Контроль	ЕМ-1
кількість бульбочок, шт./рослину	16,0±1,2	22,4±1,6*
маса сирих бульбочок, мг/ рослину	369,3±13,0	461,8±15,9*
маса сухих бульбочок, мг/ рослину	90,6±3,3	113,7±4,2*
маса 1 сухої бульбочки, мг	5,86±0,26	5,25±0,13*

Примітка: * – $p < 0,05$ різниця вірогідна порівняно з контролем

Отже, ЕМ-1 позитивно впливає на утворення квасолево-ризобіального симбіозу на основі аборигенних популяцій *Rhizobium phaseoli*, що було відмічено і в інших дослідженнях із аналогічним мікробіологічним добривом «Байкал ЕМ-1У» [103] та, очевидно, стимулює їх нітрогеназну активність, як і в піщаній вегетаційній культурі із виробничим штамом 700 [39].

Серед шляхів підвищення продуктивності культурних рослин, великі перспективи має запровадження ЕМ-технології, яка за 3-5 років без застосування хімічних добрив і пестицидів, може повернути ґрунтам високу

природну родючість та дати зростання екологічно чистого врожаю [6, 37, 52, 82, 97, 98, 103].

Аналіз структури урожаю квасолі звичайної сорту Буковинка у 2016 році засвідчив, що передпосівне зволоження насіння розчином ЕМ-1 зумовило зростання біологічного урожаю надземної маси без листя культури на 16,4% та маси зерна на 23,0% за рахунок підвищення сукупності показників (табл. 3.3.8).

Зокрема, рослини дослідного варіанту мали вищу густоту стеблостою на 21,7% від контролю, що можна пояснити відомим захисним ефектом мікробіологічного добрива ЕМ-1 проти ґрунтових патогенних організмів, які пошкоджують насіння під час його проростання і рослини під час вегетації [14, 52, 82].

Передпосівна обробка квасолі ЕМ-добривом стимулювала ріст рослин у висоту – дослідні рослини під час збирання урожаю були вищими від контрольних на 10,0%.

Мікробіологічний препарат стимулював утворення генеративних органів на рослинах квасолі і, як наслідок, відбувалось утворення більшої на 4,7% кількості бобів на рослину (табл. 3.3.8).

Препарат також проявляв тенденцію підвищення на 1,1% росту бобів у довжину і на 1,5% їх озернення (табл. 4.3.8), що відповідає літературним даним про стабільність кількості насінин у плодах бобових, як генетично детермінованої дуже стабільної і важко змінюваної ознаки [24].

Мікробіологічне добриво на 6,3% до контролю підвищувало кількість насінин на рослину, перш за все, за рахунок зазначеного вище зростання на них кількості бобів, а не змін в їх озерненні.

За рахунок збільшення на 6,3% чисельності насінин на рослинах зростала і їх маса на 17,3% порівняно з контролем. Значніше підвищення маси насіння на рослинах, ніж їх кількості, можна пояснити зростанням маси 1000 насінин на 9,7% до контролю (табл. 3.3.8).

Важливим технологічним параметром, який впливає на якість збирання бобових культур є висота кріплення нижніх бобів [24].

Мікробіологічне добриво ЕМ-1 не виявляло значного впливу на показник висоти кріплення нижніх бобів квасолі звичайної сорту Буковинка, адже було виявлено невірогідне зменшення цього показника на 0,9% до контролю (табл. 3.3.8).

Таблиця 3.3.8 – Основні елементи продуктивності квасолі звичайної сорту Буковинка за дії мікробіологічного добрива ЕМ-1 (2016 р.)

Показник	Контроль	ЕМ-1
густота рослин, тис. шт./га	255,6±3,0	311,1±7,3*
висота рослин, см	56,1±1,9	61,7±1,5*
біологічний урожай надземної маси без листя, ц/га	38,0±1,5	44,2±1,4*
кількість бобів на 1 рослину, шт.	10,6±0,7	11,1±0,4
довжина бобів, см	9,0±0,07	9,1±0,06
висота кріплення нижніх бобів, см	11,5±0,5	11,4±0,5
кількість насінин на 1 рослину, шт.	41,6±2,8	44,2±1,9
маса насіння на 1 рослину, г	8,1±0,55	9,5±0,41*
кількість насінин в 1 бобові, шт.	3,95±0,10	4,01±0,09
маса 1000 насінин, г	195,6±2,8	214,5±2,3*
біологічний урожай зерна, ц/га	23,0±0,8	28,3±0,3*

Примітка: * – $p < 0,05$ різниця вірогідна порівняно з контролем

Аналіз структури урожаю квасолі звичайної сорту Буковинка у 2017 році показав, що передпосівне зволоження насіння розчином ЕМ-1 зумовило зростання біологічного урожаю надземної маси культури без листя на 13,7% та маси зерна на 15,2% за рахунок підвищення різних показників (табл. 4.3.9). Зокрема, рослини дослідного варіанту мали вищу густоту стеблостою на 4,5% від контролю та під час збирання урожаю були вищими від контрольних на 11,3% (табл. 3.3.9).

Мікробіологічний препарат стимулював утворення генеративних органів на рослинах квасолі і, як наслідок, відбувалось утворення більшої на 11,8% кількості бобів, підвищення на 4,4% їх довжини та на 2,6% озернення (табл. 3.3.9).

Мікробіологічне добриво на 18,1% до контролю підвищувало кількість насінин на рослину, завдяки чому зростала і їх маса на 19,5%. (табл. 3.3.9).

Вагомість насіння за дії ЕМ-1 фактично не змінювалась – зростання маси 1000 насінин лише на 0,1% до контролю.

Мікробіологічне добриво ЕМ-1, як і у попередній рік, не виявляло значного впливу на показник висоти кріплення нижніх бобів квасолі звичайної сорту Буковинка, адже було виявлено статистично невірогідне збільшення цього показника на 1,9% до контролю (табл. 3.3.9).

Таблиця 3.3.9 – Основні елементи продуктивності квасолі звичайної сорту Буковинка за дії мікробіологічного добрива ЕМ-1 (2017 р.)

Показник	Контроль	ЕМ-1
густота рослин, тис. шт./га	248,1±6,8	259,3±7,4
висота рослин, см	43,2±1,2	48,0±1,4*
біологічний урожай надземної маси без листя, ц/га	48,5±1,3	55,2±3,9
кількість бобів на 1 рослину, шт.	14,6±1,0	16,4±1,0
довжина бобів, см	9,3±0,02	9,7±0,06*
висота кріплення нижніх бобів, см	9,6±0,4	9,8±0,6
кількість насінин на 1 рослину, шт.	64,8±4,7	76,5±4,7*
маса насіння на 1 рослину, г	11,7±0,85	14,0±0,86*
кількість насінин в 1 бобові, шт.	4,58±0,16	4,70±0,11
маса 1000 насінин, г	181,2±3,5	181,3±5,0
біологічний урожай зерна, ц/га	29,3±1,1	33,8±1,4*

Примітка: * – $p < 0,05$ різниця вірогідна порівняно з контролем

У 2018 р., очевидно, через нестачу вологи у травні і частині червня, вплив ЕМ-1 на продуктивність квасолі був менш вираженим. Зростання біологічного урожаю зерна становило 3,8% до контролю і біологічного урожаю надземної маси 2,1% за рахунок вищої густоти рослин на 11,2% та більшої маси 1000 насінин на 9,6%, довших на 3,3% до контролю бобів (табл. 3.3.10).

Таблиця 3.3.10 – Основні елементи продуктивності квасолі звичайної сорту Буковинка за дії мікробіологічного добрива ЕМ-1 (2018 р.)

Показник	Контроль	ЕМ-1
густота рослин, тис. шт./га	296,3±4,7	329,6±10,6*
висота рослин, см	44,5±1,6	44,1±0,9
біологічний урожай надземної маси без листя, ц/га	38,5±1,0	39,3±1,6
кількість бобів на 1 рослину, шт.	10,0±0,5	10,3±0,3
довжина бобів, см	9,2±0,07	9,5±0,06*
висота кріплення нижніх бобів, см	11,0±0,3	11,1±0,4
кількість насінин на 1 рослину, шт.	36,8±2,4	36,5±1,5
маса насіння на 1 рослину, г	7,7±0,51	8,4±0,35
кількість насінин в 1 бобові, шт.	3,60±0,12	3,61±0,12
маса 1000 насінин, г	210,1±4,5	230,3±6,2*
біологічний урожай зерна, ц/га	26,2±1,6	27,2±0,9

Примітка: * – $p < 0,05$ різниця вірогідна порівняно з контролем

Отже, передпосівна обробка насіння біопрепаратом ЕМ-1 є ефективним елементом технології вирощування квасолі звичайної, який, у середньому за три роки досліджень, підвищував біологічний урожай насіння на 14,0% і надземної маси на 10,7% переважно за рахунок формування густішого на 12,5% і вищого на 6,8% стеблостою та зростання загальної кількості насіння на рослинах на 7,9%, їх маси – на 15,3% та величини (маса 1000 насінин) – на 6,5% до контролю (табл. 3.3.11).

Таблиця 3.3.11 – Основні елементи продуктивності квасолі звичайної сорту Буковинка за дії добрива ЕМ-1 (середнє за 2016-2018 р.), % до контролю

Показник	ЕМ-1
густота рослин, тис. шт./га	112,5
висота рослин, см	106,8
біологічний урожай надземної маси без листя, ц/га	110,7
кількість бобів на 1 рослину, шт.	106,5
довжина бобів, см	102,9
висота кріплення нижніх бобів, см	100,6
кількість насінин на 1 рослину, шт.	107,9
маса насіння на 1 рослину, г	115,3
кількість насінин в 1 бобові, шт.	101,5
маса 1000 насінин, г	106,5
біологічний урожай зерна, ц/га	114,0

3.4. Вплив добрива ЕМ-1 на фізіологічні показники і продуктивність сої культурної

Соя – найпоширеніша зернобобова культура, яку вирощують на площі понад 120 млн. га [91]. Стабільний інтерес до виробництва сої пояснюється її використанням як цінної технічної, продовольчої і кормової культури. Насіння є унікальним за вмістом мінеральних та органічних речовин. Воно містить у середньому 39% білків, 24% вуглеводів, 20% напіввисихаючої харчової олії, 5% зольних елементів (з переважним вмістом калію, фосфору і кальцію), вітаміни А, В, С, D, Е та ферменти. Білок зерна сої за амінокислотним складом наближається до білків тваринного походження, містить багато незамінних амінокислот – лізину, метіоніну, триптофану [9, 26, 61, 70].

Соя є важливою технічною культурою. Вона займає перше місце у світовому виробництві рослинної олії. У процесі технічної переробки із сої виготовляють фарби, лаки, клей, пластмасу, мило, волокна тощо. Соя – цінна кормова рослина. З неї одержують корми для тварин, зокрема макуху, соєвий шрот, дерть, соєве молоко, білкові концентрати, зелений корм, сіно, силос, соломку. Соя має важливе агротехнічне значення, оскільки вона засвоює азот з повітря, залишає після себе 60-90 кг/га біологічно фіксованого азоту, очищає поле від бур'янів, є добрим попередником для багатьох с.-г. культур [5, 26, 61].

Україна має природні ресурси, які відповідають біологічним вимогам до вирощування сої. На сьогодні понад 150 сортів сої занесених до Державного реєстру сортів рослин країни з потенціалом урожайності 2,5-3 т/га і більше. Нарощування виробництва сої в Україні здійснюється переважно за рахунок зростання посівних площ, проте врожайність перебуває на низькому рівні. Так, у 2016 році площі посівів зернобобових культур в Україні становили 7,2 млн. га, з них посіви сої – 1,86 млн. га, у 2017 році площа посів сої зросла до 1,88 млн. га за середньої врожайності 19,3 ц/га [19, 91].

Матеріалом дослідження була соя культурна (*Glycine max* Moench.) сорту Аннушка.

Сорт сої Аннушка належить до скоростиглих сортів із вегетацією 75-85 днів, має зерновий напрямок використання та високий потенціал продуктивності – до 42 ц/га і більше. В Україні є національним стандартом для скоростиглих сортів [59].

Сорт напівдетермінантного типу, кущ стиснений. Висота рослин 80-110 см, середня кількість вузлів на стеблі 10-15 шт., висота кріплення нижнього боба 12-15 см, забарвлення стебла і бобів темно-сіре, гіпокотиль з антоціаном. Колір квіток фіолетовий. Листок світло-зелений, пухирчастість помірна. Стебло за товщиною тонке (<7мм). Середній листочок ланцетний, за формою верхівки загострений, середній за розміром. Біб сірий, за довжиною середній (40,0-50,0 мм), вузький (<9,0 мм), овально-видовжений. Насіння овально-округле, жовте,

рубчик жовтий, лінійний з вічком. Час початку цвітіння (10% квіток розпустилося) від дуже раннього до раннього [30, 59].

Рослини сорту стійкі до посухи, вилягання, осипання, мають високу польову стійкість до хвороб. Сорт має підвищену кількість бобів на рослині та насінин в бобі (більше 20% 4-насінних бобів) порівняно з іншими сортами. Маса 1000 насінин – 110-115 г. Насіння придатне для харчової переробки, вміст білка у насінні – 40,0-43,2%, олії-18,0-21,0% [59].

Сорт Аннушка, дуже пластичний, рекомендований до поширення в усіх природно-кліматичних зонах. Норма висіву 700-900 тис. схожих насінин на гектар. Глибина загортання насіння – 3-6 см. Рекомендована ширина міжрядь 15-45 см [59, 61].

Важливим завданням сучасного аграрного виробництва є розробка шляхів підвищення продуктивності культурних рослин та родючості ґрунтів. Велика увага приділяється альтернативним способам ведення сільського господарства, які б забезпечили максимальну врожайність та допомогли отримати екологічно чисту рослинну продукцію. Найперспективнішим елементом екологічно безпечних технологій є запровадження багатофункціональної ЕМ-технології [14, 36, 37, 82, 97, 98].

Відомо, що мікробіологічне добриво ЕМ-1 позитивно впливає на проростання насіння та захищає проростки від патогенів [71, 82, 98].

Дослідження процесу проростання [22] сої культурної сорту Аннушка у ґрунтовій вегетаційній культурі виявило тенденцію до зниження лабораторної схожості насіння на 3,5% порівняно з контролем та збільшення на 6,5% висоти 7-ти добових проростків (табл. 3.4.1).

Таблиця 3.4.1 – Вплив мікробіологічного добрива ЕМ-1 на проростання і ріст рослин сої культурної сорту Аннушка у вегетаційних умовах

Показник	Контроль	ЕМ-1
лабораторна схожість, %	71,0±5,0	68,5±3,8
висота 7-добових проростків, см	12,4±0,2	13,3±0,2*

Примітка: * – $p < 0,05$ різниця вірогідна порівняно з контролем

У польових умовах ЕМ-1 виявляв стимулюючий вплив як на проростання сої так і на її ріст. Так, польова схожість насіння культури під впливом мікробіологічного добрива зростала – на 2,5% до контролю, а висота рослин у стадію появи перших справжніх листків була на 7,8% вищою (табл. 3.4.2).

Зазначені зміни у схожості насіння, на нашу думку, пояснюються захисним і стимулюючим впливом ЕМ-1 на проростання та специфікою лабораторного контрольованого експерименту.

Подальше дослідження морфогенезу рослин сої сорту Аннушка показало позитивний стимулюючий вплив мікробіологічного добрива ЕМ-1 на більшість із досліджуваних показників.

Таблиця 3.4.2 – Вплив мікробіологічного добрива ЕМ-1 на польову схожість і ріст рослин сої культурної сорту Аннушка (2018 р.)

Показник	Контроль	ЕМ-1
польова схожість, %	71,8 ±0,6	73,6±0,5*
висота 10-добових проростків, см	4,4±0,08	4,8±0,11*

Примітка: * – $p < 0,05$ різниця вірогідна порівняно з контролем

Так, коренева система рослин сої у стадію бутонізації, після передпосівної обробки насіння біопрепаратом, мала дещо вищий на 2,2% до контролю вміст води, на 5,1% більшу масу сирих коренів та на 2,0% їх масу в сухому стані (табл. 3.4.3).

У стадію цвітіння за дії ЕМ-1 виявлено зростання маси сирої наземної частини рослин на 18,3% порівняно з контролем, що можна пояснити підвищенням маси листків і стебла. У дослідних рослин вірогідно збільшувалась маса сирих листків на 21,0% до контролю за рахунок зростання їх кількості на 14,1% та площі – на 11,4%, а також підвищувалась на 3,6% маса сухого стебла без листків (табл. 3.4.4).

У цю стадію росту не виявлено значного впливу мікробіологічного добрива на показники висоти рослин та вмісту води в листках – недостовірне підвищення на 0,6 % та 0,9% порівняно з контролем, відповідно. Під впливом добрива у дослідних рослин відбувалось зростання діаметру стебла біля кореневої шийки на 5,9% порівняно з контрольними рослинами, що сприяє

посиленню його механічної міцності та запобігає виляганню рослин і створює технологічні переваги під час збирання урожаю (табл. 3.3.4).

Таблиця 3.4.3 – Маса і оводнення кореневої системи рослин сої культурної сорту Аннушка за дії мікробіологічного добрива ЕМ-1 у стадію бутонізації

Показник	Контроль	ЕМ-1
маса сирих коренів, г/рослину	1,17±0,05	1,23±0,10
маса сухих коренів, мг/рослину	404,4±13,6	405,2±15,0
вміст води, %	65,1±0,9	66,6±0,9

Таблиця 3.4.4 – Морфометричні показники рослин сої культурної сорту Аннушка за дії мікробіологічного добрива ЕМ-1 у стадію цвітіння

Показник	Контроль	ЕМ-1
маса сирій надземної частини, г	39,6±2,7	46,8±2,4
кількість листків на рослині, шт.	11,1±0,6	12,6±0,7
маса сирих листків, г	13,4±0,6	16,2±0,8*
площа листків, см ²	938,8±45,9	1046,3±51,3
висота рослини, см	87,9±2,2	88,4±1,5
діаметр стебла біля кореневої шийки, см	0,53±0,02	0,56±0,02
маса сухого стебла без листків, г	16,5±0,10	17,1±0,64
вміст води в листках, %	70,6±1,1	71,3±1,1

Примітка: * – $p < 0,05$ різниця вірогідна порівняно з контролем

У стадію зеленого бобу також виявлено позитивний вплив мікробіологічного добрива ЕМ-1 на формування надземної маси рослин сої – зростання на 12,2% до контролю. Необхідно відзначити, що досліджуване біодобриво сприяло суттєвому зростанню накопичення сухої біомаси у надземній частині рослин сої. Так, за дії ЕМ-1 маса сухої надземної частини дослідних рослин сої була вірогідно вищою на 24,1% порівняно з контрольними (табл. 3.4.5).

Таблиця 3.4.5 – Маса надземної частини рослин сої культурної сорту Аннушка за дії мікробіологічного добрива ЕМ-1 у стадію зеленого бобу

Показник	Контроль	ЕМ-1
маса сирій надземної частини, г/рослину	35,57±1,20	39,91±4,34
маса сухої надземної частини, г/рослину	6,43±0,25	7,99±0,57*

Примітка: * – $p < 0,05$ різниця вірогідна порівняно з контролем

Дослідження рослин сої у стадію цвітіння виявило значний стимулюючий ефект ЕМ-препарату на активізацію утворення соєво-ризобіального симбіозу на основі аборигенних популяцій *Bradyrhizobium japonicum*, що було відмічено і в інших дослідженнях [6, 103]. Передпосівна обробка насіння добривом підвищувала, порівняно з контролем, масу сирих на 8,3% і сухих на 11,4% бульбочок, за рахунок зростання їх кількості на 7,5% та розмірів на 2,7% (табл. 3.4.6)

Отже, в ґрунтово-кліматичних умовах ТО встановлено позитивний вплив передпосівної обробки насіння мікробіологічним добривом ЕМ-1 на морфометричні показники сої сорту Аннушка – збільшенням маси сирих листків на 21,0% за рахунок вищої на 14,1% облиствленості пагонів та більшої на 11,4% їх загальної площі, а також зростання загальної надземної маси на 18,3% (рис. 4.4.1) та інтенсифікувалось утворення бобово-ризобіального симбіозу між рослинами і місцевими аборигенними популяціями бульбочкових бактерій, що проявлялось у підвищенні загальної маси сирих і сухих бульбочок.

Таблиця 3.4.6 – Бобово-ризобіальний симбіоз рослин сої культурної сорту Аннушка за дії мікробіологічного добрива ЕМ-1 у стадію цвітіння

Показник	Контроль	ЕМ-1
кількість бульбочок, шт./рослину	26,5±1,7	28,5±1,7
маса сирих бульбочок, мг/ рослину	503,8±17,2	545,8±16,9
маса сухих бульбочок, мг/ рослину	167,2±6,0	186,2±3,5*
маса 1 сухої бульбочки, мг	6,62±0,42	6,80±0,17

Примітка: * – $p < 0,05$ різниця вірогідна порівняно з контролем

Основним результатом запровадження у рослинництво ЕМ-технології є підвищення продуктивності культурних рослин без застосування хімічних добрив і пестицидів та повернення ґрунтам високої природної родючості.

Аналіз структури урожаю сої культурної у 2016 р. засвідчив, що зростання біологічного урожаю надземної маси без листя на 11,4% та його господарсько найважливішої частини – маси зерна – на 10,3% відбувається за рахунок формування достовірно вищої густоти рослин на 7,1% до контролю (табл. 3.4.7).

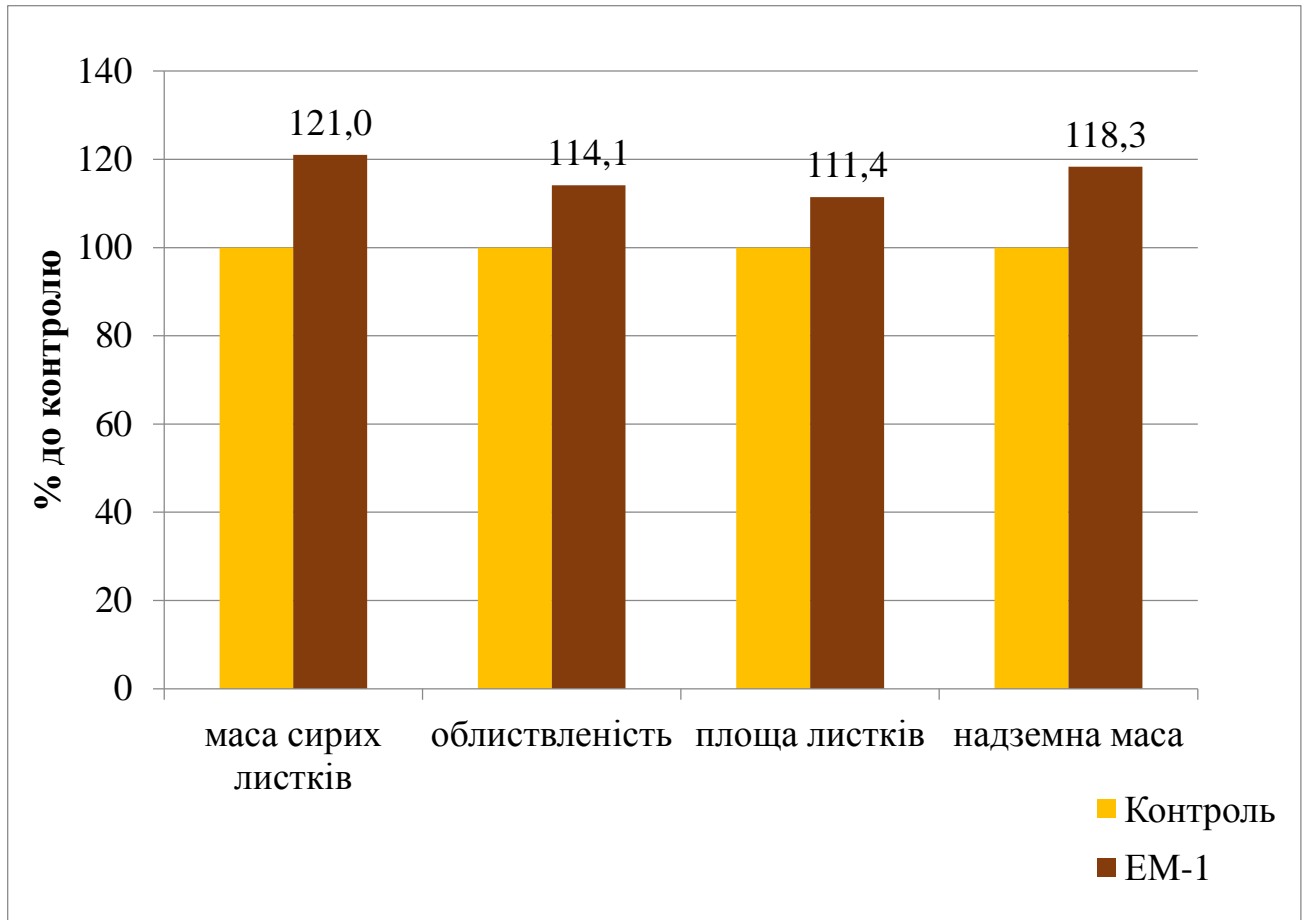


Рис. 3.4.1. Зростання основних морфометричних показників рослин сої культурної сорту Аннушка за дії мікробіологічного добрива ЕМ-1

Отримані результати вищої густоти рослин сої можна пояснити відомим захисним ефектом мікробіологічного добрива ЕМ-1 проти ґрунтових патогенних організмів, які пошкоджують насіння під час його проростання та рослини під час їх вегетації [52, 82].

Передпосівна обробка насіння сої ЕМ-добривом стимулювала ріст рослин у висоту. Так, дослідні рослини під час збирання урожаю були достовірно на 5,0% вищими порівняно з контрольними.

Мікробіологічний препарат стимулював утворення генеративних органів на рослинах сої і, як наслідок, відбувалось незначне зростання на 0,6% кількості бобів на рослину (табл. 3.4.7, рис. 3.4.2).

Препарат також вірогідно підвищував на 4,9% ріст бобів у довжину, але, разом з тим, слабо виявляв дію на зростання їх озернення – підвищення лише 2,5% (рис. 3.4.2), що відповідає літературним даним про стабільність кількості

насінин у плодах бобових як генетично детермінованої дуже стабільної ознаки [7, 47].

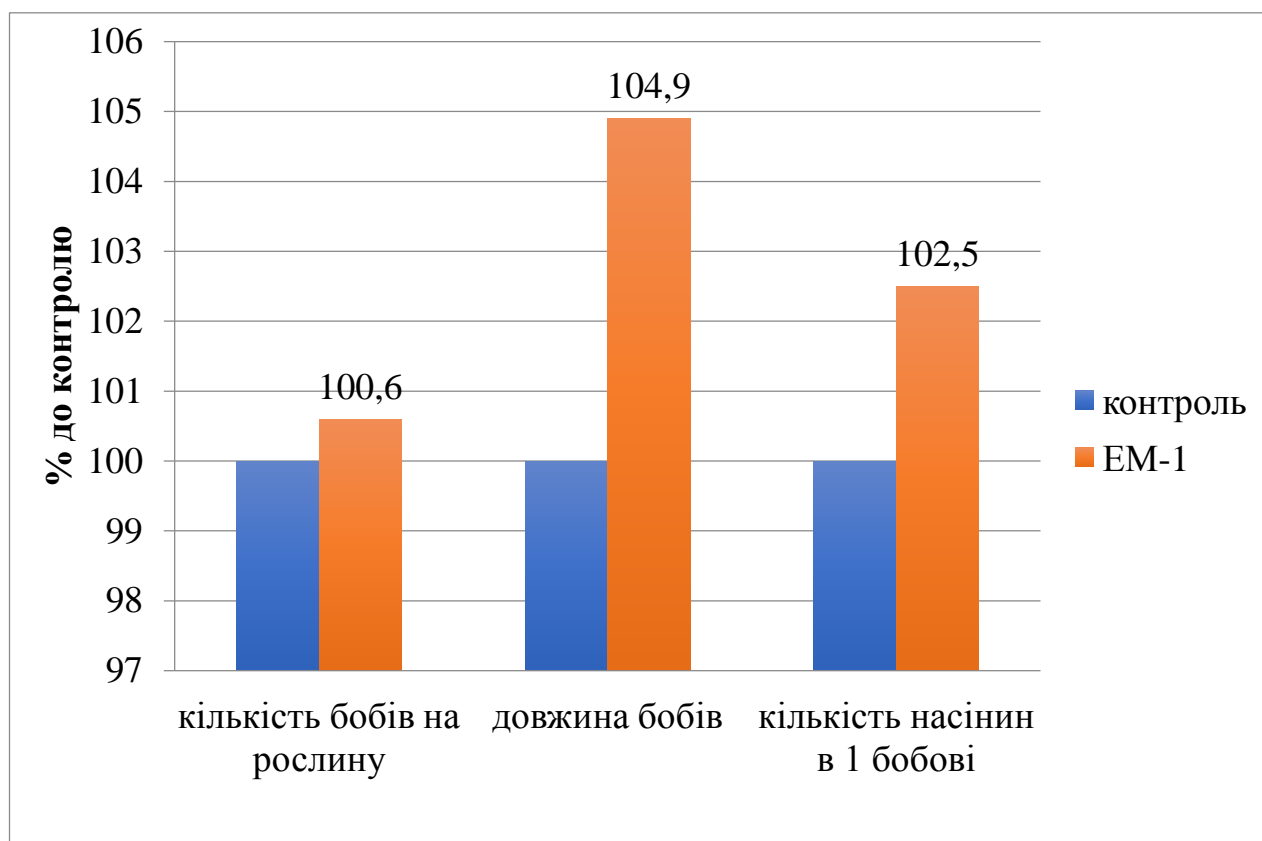


Рис. 3.4.2. Вплив біопрепарату ЕМ-1 на утворення генеративних органів сої культурної сорту Аннушка

Відповідно, відсутність знаного зростання кількості бобів на рослинах сої та їх озернення під впливом мікробіологічного добрива не виявляло значного впливу і на збільшення кількості насінин, порівняно з контролем даний показник зріс лише на 3,3%.

У зв'язку з незначним збільшенням чисельності насінин на рослинах, збільшення показника їх загальної маси становило лише 4,8% порівняно контролем. Низькі показники підвищення маси насіння на рослинах можна пояснити, поряд із незначним зростанням їх кількості, невисоким підвищенням маси 1000 насінин на 1,3% порівняно з контролем (табл. 3.4.7).

Важливим технологічним параметром, який впливає на якість збирання бобових культур є висота кріплення нижніх бобів [61].

Мікробіологічне добриво EM-1 виявило значний вплив на висоту кріплення нижніх бобів сої культурної сорту Аннушка – достовірне збільшення на 11,3% до контролю (табл. 3.4.7).

Таблиця 3.4.7 – Основні елементи продуктивності сої культурної сорту Аннушка за дії мікробіологічного добрива EM-1 (2016 р.)

Показник	Контроль	EM-1
густота рослин, тис. шт./га	539,7±9,3	577,8±9,7*
висота рослин, см	90,3±1,0	94,8±0,9*
біологічний урожай надземної маси без листя, ц/га	48,4±1,3	53,9±1,6*
кількість бобів на 1 рослину, шт.	16,7±0,4	16,8±0,4
довжина бобів, см	4,1±0,02	4,3±0,02*
висота кріплення нижніх бобів, см	14,2±0,3	15,8±0,5*
кількість насінин на 1 рослину, шт.	33,4±0,9	34,5±0,8
маса насіння на 1 рослину, г	4,2±0,11	4,4±0,11
кількість насінин в 1 бобові, шт.	2,02±0,03	2,07±0,02
маса 1000 насінин, г	125,6±0,9	127,2±1,9
біологічний урожай зерна, ц/га	22,3±0,7	24,6±0,9

Примітка: * – $p < 0,05$ різниця вірогідна порівняно з контролем

Під впливом добрива EM-1 у 2017 році відбулося зростання біологічного врожаю зерна сої з на 1,0 ц/га (4,6%) та зростання врожаю наземної маси без листя – на 0,7 ц/га (1,6%) порівняно з контролем (табл. 3.4.8).

Передпосівна обробка насінневого матеріалу мікробіологічним добривом стимулювала утворення генеративних органів, як наслідок показник кількості бобів на рослину зріс на 2,0%, показник кількості насінин на рослину – на 3,1% порівняно з контролем (табл. 3.4.8).

EM-добриво стимулювало на 2,4% ріст бобів у довжину, але, разом з тим, не виявляло дії на зростання їх озернення – підвищення лише на 0,5 %, що також відповідає літературним даним [47] (табл. 3.4.8).

Показник маси насіння на рослину зріс на 4,9 % порівняно контролем. Це можна пояснити зростанням маси 1000 насінин на 2,5% до контролю та незначним збільшенням чисельності насінин на рослинах (табл. 3.4.8).

Дослідження елементів продуктивності показало, що зазначене підвищення продуктивності сої культурної сорту Аннушка зумовлене формуванням вищої густоти рослин на 10,3% порівняно з контрольними

рослинами. Разом з тим, не встановлено значного впливу мікробіологічного добрива ЕМ-1 на показники висоти кріплення нижніх бобів та висоти самих рослин (табл. 3.4.8), яке було виявлено у попередній рік.

Таблиця 3.4.8 – Основні елементи продуктивності сої культурної сорту Аннушка за дії мікробіологічного добрива ЕМ-1 (2017 р.)

Показник	Контроль	ЕМ-1
густота рослин, тис. шт./га	540,7±19,6	596,3±19,4
висота рослин, см	67,5±0,7	67,9±0,8
біологічний урожай надземної маси без листя, ц/га	44,5±0,4	45,2±1,2
кількість бобів на 1 рослину, шт.	15,4±0,3	15,7±0,3
довжина бобів, см	4,1±0,02	4,2±0,02
висота кріплення нижніх бобів, см	15,2±0,3	15,9±0,4
кількість насінин на 1 рослину, шт.	28,9±0,6	29,8±0,7
маса насіння на 1 рослину, г	4,1±0,09	4,3±0,10
кількість насінин в 1 бобові, шт.	1,88±0,02	1,89±0,02
маса 1000 насінин, г	141,2±3,1	144,7±2,8
біологічний урожай зерна, ц/га	21,9±0,4	22,9±0,6

*Примітка: * – $p < 0,05$ різниця вірогідна порівняно з контролем*

У 2018 р. передпосівне зволоження насіння розчином ЕМ-1 зумовило зростання біологічного урожаю зерна на 11,3% до контролю і біологічного урожаю надземної маси 13,6% за рахунок вищої густоти рослин на 9,5%, вищих на 3,9% рослин, більшої маси 1000 насінин на 4,7%, та вищої маси насіння на рослинах на 11,9% до контролю (табл. 3.4.9).

Виявлена також позитивна тенденція до зростання на 9,6% кількості і на 2,5% довжини бобів, на 6,4% кількості насінин на рослинах та відсутність позитивних змін, як і у попередні роки, озернення бобів (табл. 3.4.9).

Таким чином, у середньому за 2016, 2017 і 2018 рр. досліджень, зволоження насіння сої культурної сорту Аннушка 20% розчином мікробіологічного добрива ЕМ-1 підвищувало її біологічний урожай насіння на 8,7% і надземної маси на 8,9% переважно за рахунок формування густішого на 9,0% і вищого на 3,2% стеблостою, зростання на 7,2% загальної маси насіння на рослинах, вагомості насіння на 2,8%, кількості на 4,1% і довжини на 3,3% бобів тощо. Стимулював зростання на 7,2% висоти кріплення нижніх бобів, що створює технологічні переваги під час збирання урожаю [61] (табл. 3.4.10).

Таблиця 3.4.9 – Основні елементи продуктивності сої культурної сорту Аннушка за дії мікробіологічного добрива EM-1 (2018 р.)

Показник	Контроль	EM-1
густота рослин, тис. шт./га	507,4±6,8	555,6±19,0*
висота рослин, см	75,1±0,9	78,0±1,1*
біологічний урожай надземної маси без листя, ц/га	51,5±0,8	58,5±1,1*
кількість бобів на 1 рослину, шт.	17,7±0,5	19,4±0,7
довжина бобів, см	4,0±0,07	4,1±0,02
висота кріплення нижніх бобів, см	14,0±0,3	14,8±0,3
кількість насінин на 1 рослину, шт.	32,8±1,0	34,9±1,4
маса насіння на 1 рослину, г	5,9±0,18	6,6±0,27*
кількість насінин в 1 бобові, шт.	1,86±0,02	1,81±0,02
маса 1000 насінин, г	180,6±3,2	189,1±2,7*
біологічний урожай зерна, ц/га	28,4±0,7	31,6±0,8*

Примітка: * – $p < 0,05$ різниця вірогідна порівняно з контролем

Таблиця 3.4.10 – Основні елементи продуктивності сої культурної сорту Аннушка за дії мікробіологічного добрива EM-1, % до контролю (середнє за 2016-2018 рр.)

Показник	EM-1
густота рослин, тис. шт./га	109,0
висота рослин, см	103,2
біологічний урожай надземної маси без листя, ц/га	108,9
кількість бобів на 1 рослину, шт.	104,1
довжина бобів, см	103,3
висота кріплення нижніх бобів, см	107,2
кількість насінин на 1 рослину, шт.	104,3
маса насіння на 1 рослину, г	107,2
кількість насінин в 1 бобові, шт.	100,1
маса 1000 насінин, г	102,8
біологічний урожай зерна, ц/га	108,7

3.5. Вплив позакореневого підживлення добривом Плантафол на деякі фізіологічні показники і продуктивність сої культурної

У світі важливою олійною і білковою культурою є соя. Саме цій рослині належать лідируючі позиції із виробництва харчової олії та забезпеченні людства високобілковими продуктами харчування. Частка соєвої олії у загальному світовому виробництві становить біля 30%. Олія сої належить до групи лінолево-олеїнових напіввисихаючих харчових олій, які необхідні для

людини, як джерело енергії, незамінних жирних кислот, жиророзчинних вітамінів тощо. За вмістом у насінні та якісним складом білки сої перевищують інші продовольчі та кормові сільськогосподарські культури. Вони включають усі незамінні амінокислоти і велику кількість біологічно активних сполук, що в цілому дуже наближує їх до тваринних білків [7, 66].

Унікальний хімічний склад сої, який поєднується із її властивістю до симбіотичної фіксації атмосферного азоту, спонукає все більше приділяти уваги вирощуванню цієї культури. Так, в Україні, як і всьому світі, спостерігається тенденція зростання валового виробництва сої. Якщо в Україні у 2000 р. було висіяно сою на площі 60,6 тис. га і зібрано 64,4 тис. т зерна, то у 2010 р. – 1,04 млн га і 1,68 млн т., 2017 р. – 1,98 млн га і 3,90 млн. т. Зростання виробництва відбувалось, перш за все, за рахунок розширення посівних площ та незначного зростання урожайності, яка у 2017 р. становила 19,7 ц/га, що далеко не вичерпує можливості сучасних сортів цієї культури [91].

Для досягнення високих показників продуктивності сої, як і всіх культурних рослин, необхідно оптимально поєднати процеси фотосинтезу, живлення і морфогенезу [16].

Фотосинтез є складним фізіологічним процесом утворення органічних речовин із мінеральних за участі енергії сонця, який лежить в основі накопичення біологічної маси рослинами, а отже і формування урожаю сільськогосподарськими культурами.

Адаптація рослин до умов навколишнього середовища, а відтак підтримка гомеостазу між вуглецевмісними (вуглеводи, ліпіди), азотовмісними сполуками (нуклеїнові кислоти, амінокислоти, білки) та вторинними метаболітами (терпени, алкалоїди, фенольні сполуки) відбувається через зміну засвоєння, розподілу вуглецю і поживних речовин. Такі зміни, у більшості випадків, підтримують ріст і розвиток рослин, впливають на стан фотосинтетичного апарату (ФА), зокрема, на перебіг первинних процесів фотосинтезу (ППФ). Останні, як правило, оцінюються через явище флуоресценції хлорофілу а та описуються біофізичними параметрами [15].

Відомо, що позакоренева обробка мікродобривами впливає на величину антени світлозбиральних комплексів (СЗК), на кількість активної форми хлорофілу в СЗК фотосистеми II (ФС II), Qb невідновлювальних комплексів та на квантову ефективність фотохімічного перетворення енергії (ФПСII) загалом. Існуючий зв'язок між ефективністю фотохімії ФС II та активністю рибулозобісфосфаткарбоксилази (РБФК), як ключового ферменту темної фази фотосинтезу, обумовлює зміни продуктивності фотосинтезу [10, 93].

Отже, фотосинтез залежить від багатьох чинників, у тому числі і від мінерального живлення, яке дає рослинам необхідні хімічні елементи, включає їх до обміну речовин та є одним із основних факторів регулювання їх росту, розвитку і продуктивності. Крім того, сам фотосинтез є необхідною умовою ефективного використання елементів мінерального живлення, адже постачає цьому процесу енергію [15, 16, 40, 88].

Соя, як квіткова рослина, переважну кількість мінеральних елементів живлення поглинає із ґрунту кореневою системою, а також здатна засвоювати їх надземними органами, тобто позакоренево. Тому, дуже часто для усунення недоліків ґрунтового живлення, застосовують швидко і дієво позакореневе підживлення, яке компенсує обмежене надходження мінеральних речовин з ґрунту через їх нестачу чи за зниженої активності кореневої системи рослин. Необхідно зазначити, що ефективність дії позакореневого підживлення залежить від багатьох чинників, таких як фенологічна стадія росту рослини, дефіцит певного елементу мінерального живлення у ґрунті, погодних умов тощо [10, 16, 122, 63, 75].

Сучасні добрива для позакореневого підживлення рослин виготовляються із хімічно чистої сировини з високим ступенем подрібнення, із низькою вологістю та включенням мікроелементів у хелатній формі з додаванням стабілізаторів, прилипачів тощо [10].

Мікроелементи у формі хелатів металів є найбільш доступними для сільськогосподарських культур. Відомий їх вплив на чисту продуктивність фотосинтезу, врожайність та якість насіннєвого матеріалу [10]. Через дію на

компоненти антиоксидантної системи рослин [127], а відтак на фотосинтетичну активність листкового апарату, вони здатні забезпечувати стійкість рослинного організму до хвороб та інших стресових факторів зовнішнього середовища.

Добриво Планатфол 10.54.10 (Plantafol 10.54.10) виробляється італійською фірмою Валагро (Valagro SpA) та поширюється в Україні ТОВ «АгріСол» [18]. Платафол 10.54.10 містить азоту – 10%, фосфору – 54%, калію – 10%, а також мікроелементи – бор 0,02% і хелати у формі EDTA: заліза – 0,01%, марганцю – 0,05%, цинку – 0,05%, міді – 0,005% [75].

Одним із ефективних шляхів виявлення раннього стресу в рослин є метод індукції флуоресценції хлорофілу (ІФХ). Аналіз даних ІФХ дає можливість оцінити критичні параметри та з'ясувати зміни у функціональній активності фотосинтетичного апарату за дії позакореневої обробки мікродобривами. Зміни флуоресценції хлорофілу є відображенням окисно-відновлювального стану реакційних центрів (РЦ) ФС II [93]. Дослідження реакції фотосинтетичної системи рослин сої на позакореневе підживлення Платафолом 10.54.10 виявило відсутність прямого впливу використаного мінерального добрива на квантовий вихід фотохімії ФС II (Φ_{PSII}). Водночас, відносний вміст хлорофілу (SPAD), який корелює із загальним вмістом азоту в листках рослин [108], статистично значимо зростав (табл. 3.5.1).

Таблиця 3.5.1 – Флуоресцентні параметри та відносний вміст хлорофілів у сої культурної сорту Аннушка за дії добрива Платафол 10.54.10, в.о., $M \pm SD$

Параметри	Контроль	Дослід
Φ_{PSII}	0,50±0,03	0,51±0,04
φNPQ	0,20±0,02	0,17±0,02*
φNO	0,30±0,02	0,32±0,02*
NPQt	0,68±0,07	0,60±0,06*
qL	0,33±0,04	0,34±0,05
LEF	114,57±21,64	110,22±18,87
SPAD	47,02±2,95	50,09±2,43*

Примітка: * – $p < 0,05$ різниця вірогідна порівняно з контролем; Φ_{PSII} – КВАНТОВА ЕФЕКТИВНІСТЬ ФС II, NPQt – нефотохімічне гасіння, оцінене без темної адаптації, φNPQ – квантовий вихід NPQ, φNO – частка світлової енергії, що поглинається ФС II ТА втрачається через нерегульовані процеси; qL – частка відкритих реакційних центрів ФС II, LEF – лінійний електронний транспорт, SPAD – відносний вміст хлорофілу.

Враховуючи те, що флуоресценція хлорофілу є обернено пропорційною до фотосинтетичної активності листків [93] та конкурує із фотохімічним (qP) та нефотохімічним гасінням хлорофілу (NPQ) [108, 102], спостерігається зниження рівня останнього у дослідному варіанті, що був оцінений за відсутності темної адаптації рослин (NPQt). Ймовірно, це може бути обумовлено не лише різними рівнями фотохімічного розділення зарядів у РЦ дослідних та контрольних рослин, а і різною інтенсивністю лінійного транспорту електронів (LEF). Однак, окисно-відновний стан Q_A (первинний хіноновий акцептор електронів ФС II), оцінка якого здійснювалась за показником qL (кількість відкритих РЦ у ФС II) [121] і лінійний електронний транспорт (LEF) контрольної та дослідної груп суттєво не відрізнялись (табл. 3.5.1).

Отже, застосоване комплексне добриво Плантафол знижує частку теплової дисипації надлишкової світлової енергії у РЦ ФС II, але статистично значимо не впливає на LEF. Раніше, у роботах [86], було продемонстровано, що швидка компонента нефотохімічного гасіння (qE), у порівнянні з LEF, є більш чутливою до зміни CO_2 та O_2 [86].

Відомо, що за умов, коли активність світлових реакцій значно перевищує інтенсивність ензиматичних процесів у циклі Кальвіна, який утилізує АТФ і НАДФН, відбувається зниження pH люмена тилакоїда [86]. Такий дисбаланс світлової і темної стадій фотосинтезу запускає ланцюг процесів, які призводять до виникнення теплової дисипації квантів. При цьому, основний внесок у процес нефотохімічного гасіння має qE [93], що залежить від трансмембранного градієнту протонів і ступеня деєпоксидзації пігментів ксантофілового циклу [86, 93].

Для аналізу стану підкислення просвіту тилакоїдів та активності АТФ-синтази, були використані параметри ECSt, g_{H^+} та v_{H^+} [86], що оцінюються через явище електрохромної зміни абсорбції хлоропластів у ділянці 520 нм [86, 130] та характеризують зміни pH люмена тилакоїда і відтік протонів через АТФ-синтазу відповідно [121, 129]. Зниження рівня ECSt, яке спостерігається

за умов позакореневої обробки рослин добривом Плантафол (табл. 3.5.2), обумовлювало зниження рівня NPQt та ϕ NPQ, що згідно літературних даних, є закономірним [86, 93, 102]. Відтак, тенденція до підкислення тилакоїдного простору, що наявна у контролі, обумовлює зростання швидкості відтоку протонів через АТФ-синтазу (g_{H^+}) (табл. 3.5.2). Остання, є критичною зв'язуючою ланкою між світловими та темновими реакціями фотосинтезу і метаболізмом рослинного організму загалом [86].

Таблиця 3.5.2 – Флуоресцентні параметри сої культурної сорту Аннушка за дії добрива Плантафол 10.54.10, у.о., $M \pm SD$

Параметри	Контроль	Дослід
$ECSt$	537 \pm 185	481 \pm 125
g_{H^+}	197 \pm 19,80	191 \pm 17,62
v_{H^+}	0,10 \pm 0,03	0,09 \pm 0,02
загальна к-ть активних центрів ФС I	1,94 \pm 0,38	2,19 \pm 0,32*
частка відкритих центрів ФС I	0,99 \pm 0,43	0,89 \pm 0,15
частка центрів ФС I в окисленому стані	0,33 \pm 0,20	0,25 \pm 0,12

Примітка: * – $p < 0,05$ різниця вірогідна порівняно з контролем; $ECSt$ – загальна величина затухання електрохромної зміни абсорбції хлоропластів, mAU ; g_{H^+} – стаціонарна швидкість потоку протонів крізь АТФ-синтазу хлоропласта; v_{H^+} – протонна провідність АТФ-синтази хлоропластів.

Отже, за дії Плантафолу на рослини сої, на фоні відсутності достовірної різниці у швидкості лінійного електронного транспорту порівняно з контрольною групою, зменшується рівень NPQt. Під час цього, зростає загальна кількість активних РЦ ФС I ($p < 0,05$), а відтак спостерігається тенденція до зменшення частки відкритих та окислених РЦ ФС I [86, 102], що, можливо, у кінцевому результаті призведе до збільшення рівня АТФ через циклічний транспорт електронів та кількості відновлених еквівалентів НАДФН.

Дослідження продуктивності сої культурної сорту Аннушка виявило, що позакореневе підживлення комплексним мінеральним добривом Плантафол підвищує врожай зерна культури на 4,9 ц/га (табл. 3.5.3).

Аналіз елементів продуктивності показав, що зростання урожаю відбувалось за рахунок формування на 15,0% вищої біологічної надземної маси із вищою на 8,0% густотою стеблостою та зростання насінневої продуктивності

переважно за рахунок підвищення загальної маси насіння на рослинах на 10,2% і його вагомості – на 7,9% порівняно з контролем. За дії Плантафолу відбувалось збільшення на 6,4% висоти кріплення нижніх бобів, а також виявлена тенденція до зростання на 5,7% кількості бобів і на 2,1% кількості насінин на рослинах (табл. 3.5.3).

Таблиця 3.5.3 – Основні елементи продуктивності сої культурної сорту Аннушка за дії добрива Плантафол 10.54.10

Показник	Контроль	Плантафол
густота рослин, тис. шт./га	507,4±6,8	548,1±15,9*
висота рослин, см	75,1±0,9	75,2±1,0
біологічний урожай надземної маси без листя, ц/га	51,5±0,8	59,2±2,0*
кількість бобів на 1 рослину, шт.	17,7±0,5	18,7±0,7
довжина бобів, см	4,0±0,07	3,9±0,03
висота кріплення нижніх бобів, см	14,0±0,3	14,9±0,4*
кількість насінин на 1 рослину, шт.	32,8±1,0	33,5±1,2
маса насіння на 1 рослину, г	5,9±0,18	6,5±0,23*
кількість насінин в 1 бобові, шт.	1,86±0,02	1,83±0,03
маса 1000 насінин (вагомість), г	180,6±3,2	194,9±2,6*
біологічний урожай зерна, ц/га	28,4±0,7	33,3±1,4*

Примітка: * – $p < 0,05$ різниця вірогідна порівняно з контролем

Отже, основними чинниками зростання продуктивності сої культурної за дії добрива Плантафол було підвищення надземної маси і густоти рослин під час збирання урожаю, збільшення загальної маси зерна на рослинах та його вагомості, що відповідає даним, щодо високої чутливості останнього показника на екзогенні впливи [7].

Підвищення зернової продуктивності сої сорту Аннушка на 17,3% під впливом позакореневого підживлення Плантафолом 10.54.10 відповідає літературним даним, щодо 15,0-18,0% зростання урожаю зерна соєю після передпосівної обробки насіння та дворазового позакореневого підживлення мікродобривами [69].

ЛІТЕРАТУРА ДО РОЗДІЛУ 3

1. Агроекологическая роль азотфиксирующих микроорганизмов в аллелопатии высших растений / В. Ф. Патыка и др.; под ред. В. Ф. Патыки. Киев : Основа, 2004. 320 с.

2. Анішин Л. А., Пономаренко С. П., Грицаєнко З. М. Регулятори росту рослин. Рекомендації по застосуванню. Київ: ДП МНТЦ «Агробіотех», 2011. 40 с.
3. Арсеньева Л. Ю., Бондар Н. П., Головченко О. В. Використання насіння люпину для виробництва високобілкових харчових продуктів. *Вісник ДонДУЕТ*, 2003. № 1 (17), С. 79 – 83.
4. Бабич А.О. Соя для здоров'я і життя на планеті Земля. Київ : Аграрна наука, 1998. 272 с.
5. Биологическая фиксация азота: в 4 т. Киев : Логос, 2010. Т. 1: Бобово-ризобиальный симбиоз / С. Я. Коць и др. 508 с.
6. Биологическая фиксация азота: в 4 т. Киев. : Логос, 2011. Т. 3: Генетика азотфиксации, генетическая инженерия штаммов / С. Я. Коць и др. 404 с.
7. Біологічний азот / Патица В. П. та ін. Київ : Світ, 2003. 424 с.
8. Біологічно активні речовини в рослинництві / Грицаєнко З. М. та ін. Київ : ЗАТ «Нічлава», 2008. 352 с.
9. Біологія та екологія сільськогосподарських рослин: підручник / В. Д. Паламарчук та ін. Вінниця, 2013. 713 с.
10. Богдан М. М. Фізіологічне обґрунтування застосування комплексних добрив у посівах пшениці озимої : автореф. дис. ... канд. с.-г. наук: 03.00.12. Умань, 2016. 23 с.
11. Бушулян О. В., Січкарь В. І. Нут. Генетика, селекція, насінництво, технологія вирощування: монографія. Одеса: СГІ-НЦНС, 2009. 246 с.
12. Векірчик К. М., Конончук О. Б. Стан і перспективи досліджень впливу обробки насіння БАР та інокуляції ризобіями на азотфіксацію, ріст, розвиток і продуктивність квасолі звичайної і сої культурної в умовах Тернопільської області. *Фізіологія рослин в Україні на межі тисячоліть*: в 2 т. / голов. ред. В. В. Моргун. Київ, 2001. Т. 1. С. 231–236.
13. Векірчик К. М., Пида С. В., Конончук О. Б. Деякі аспекти підвищення азотфіксувальної активності та продуктивності зернобобових культур в умовах Західного Поділля. *Наукові записки Тернопільського державного педагогічного університету ім. Володимира Гнатюка. Сер.: Біологія*. 2000. №1. С. 27–32.
14. Векірчик К., Конончук О., Троцька О. Земля просить допомоги : препарати ефективних мікроорганізмів (ЕМ) – найефективніші ліки Землі. *Освітянин*. 2006. № 4 (82). С. 37–40.
15. Герц А. І., Конончук О. Б. Зміна деяких фізіологічних показників рослин *Phaseolus vulgaris* L. за різної концентрації наномолібдену. *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Сер. Біологія*. 2017. № 1 (68). С. 106–115.
16. Городній М. М. Агрохімія : підруч. Київ : Арістей, 2008. 936 с.
17. Грицаєнко З. М. Грицаєнко А. О., Карпенко В. П. Методи біологічних та агрохімічних досліджень рослин і ґрунту. Київ : ЗАТ «Нічлава», 2003. 320 с.
18. Державний реєстр пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні за 2020 р. *Міністерство захисту довкілля та*

- природних ресурсів України*. URL: <https://mepr.gov.ua/content/derzhavniy-reestr-pesticidiv-i-agrohimiaktiv-dozvolenih-do-vikoristannya-v-ukraini-dopovnennya-z-01012017-zgidno-vimog-postanovi-kabinetu-ministriv-ukraini-vid-21112007--1328.html>.
19. Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні. URL: <https://minagro.gov.ua/file-storage/reustr-sortiv-roslin>
 20. Дудка В. Позакореневе підживлення рослин. Хибні теорії та практичні помилки. *Агроном*. 2010. URL: <https://agronom.com.ua/pozakoreneve-pidzhyvlennya-hybni-teoriyi-ta-praktychni-pomylky/>.
 21. Довідник з вирощування зернових та зернобобових культур / В.В. Лихочвор, Бомба М.І., Дубковецький С.В., Онищук Д.М., Ільницький М.В. Львів: Українські технології, 1999. 408 с.
 22. ДСТУ 4138-2002 Насіння сільськогосподарських культур. Методи визначення якості. [Чинний від 2004-01-11]. Вид. офіц. Київ: Держстандарт України, 2003. 173 с.
 23. Дубініна А. А., Попова Т. М., Ленерт С. О. Хімічний склад пшона із зерна проса різних сортів, районованих у Харківській області. *Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі*. 2013. вип. 2. С. 151 – 158.
 24. Екологія мікроорганізмів: посіб. для вузів / В. П. Патики та ін.; за ред. В. П. Патики. Київ: Основа, 2007. 192 с.
 25. Зернобобові культури в світі, Україні та на Одещині <https://oda.od.gov.ua/wp-content/uploads/2020/06/5ae1d9f849884.pdf>
 26. Зінченко О. І., Салатенко В. Н., Білоножко М. А. Рослинництво: підручник / за ред. О. І. Зінченка. Київ: Аграрна освіта, 2001. 592 с.
 27. Іванюк С. В., Лехман А. А., Овчарук О. В. Мінливість показників якості зерна сортів квасолі звичайної в умовах Лісостепу правобережного України. *Корми і кормовиробництво: міжвід. темат. наук. зб.* Вінниця, 2015. Вип. 80. С. 17–24.
 28. Іванюта С. П., Коломієць О. О., Малиновська О. А., Якушенко Л. М. Зміна клімату: наслідки та заходи адаптації: аналіт. доповідь / за ред. С. П. Іванюти. Київ: НІСД, 2020. 110 с. URL: https://niss.gov.ua/sites/default/files/2020-10/dop-climate-final-5_sait.pdf (дата звернення: 20.08.2023).
 29. Ідентифікація ознак зернобобових культур (квасоля, нут, сочевиця) / Кириченко В. В. та ін.; за ред. В. В. Кириченка. Харків: ІР ім. Юр'єва УААН, 2009. 118 с.
 30. Інформаційно-довідкова система «Сорт». *Український інститут експертизи сортів рослин*. URL: <http://sort.sops.gov.ua/search/search>.
 31. Каленська С., Охота О. Нут кращий за сою, але його потрібно вміти вирощувати. Пропозиція. 2013. №12. С. 82–86.
 32. Каталог сортів та гібридів селекційно-генетичного інституту національного центру насіннезнавства та сортовивчення. Одеса, 2023. 128 с.

33. Катренич О. В., Конончук О. Б., Пида С. В. Комбіноване застосування біодобрива «Байкал ЕМ-1 У» та інокуляції квасолі звичайної (*Phaseolus vulgaris* L.) в умовах піщаної культури. *Проблеми та перспективи наук в умовах глобалізації* : матер. VI Всеукр. наук. конф. (Тернопіль, 15 груд. 2010 р.) : у 2 ч. Тернопіль : ТНПУ імені Володимира Гнатюка, 2010. Ч. 2: Фізичне виховання, фізика, інформатика, математика, техніка, біологія, хімія. С. 76–80.
34. Колесніков М. О., Кадиров Т. Р. Рекомендації по вирощуванню нуту в умовах півдня України. Мелітополь: ТДАТУ. 2022. 44 с.
35. Конончук О. Б. Навчальна практика з основ сільського господарства: навч. посіб. 3-є вид., виправ., допов. Тернопіль : ФОП Осадца Ю. В., 2020. 136 с.
36. Конончук О. Б., Векірчик К. М. Результати застосування мікробіологічного біопрепарату «Байкал ЕМ-1 У» на квасолі і сої в умовах Тернопілля. *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Сер. Біологія*. 2009. № 1–2 (39). С. 48–55.
37. Конончук О. Б., Векірчик К. М., Троцька О. С. Вплив мікробіологічного препарату «Байкал ЕМ-1У» на деякі фізіолого-біохімічні показники і продуктивність квасолі звичайної (*Phaseolus vulgaris* L.). *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Сер. Біологія*. 2007. № 1 (31). С. 72–80.
38. Конончук О. Б., Пида С. В. Регуляція фізіолого-біохімічних процесів у квасолі звичайної застосуванням *Rhizobium phaseoli* і «Байкал ЕМ-1У». *Збірник наукових праць Уманського НУС*. 2012. Вип. 79. Ч. 1: Агроніомія. С. 56–64.
39. Конончук О. Б., Пида С. В., Григорюк І. П. Ефективність інокулюючої суміші «Байкал ЕМ-1У» – *Rhizobium phaseoli* на рослинах квасолі звичайної (*Phaseolus vulgaris* L.) сорту Надія. *Біоресурси і природокористування*. 2012. Т. 4, № 5–6. С. 24–31.
40. Коць С. Я., Петерсон Н. В. Мінеральні елементи і добрива в живленні рослин : навч. посіб. 2-е вид., переробл. і допов. Київ : Логос, 2009. 184 с.
41. Логоша О. В., Воробей Ю. О., Романова І. М., Усманова Т. О., Бушулян О. В. Новий штам *Mesorhizobium sp.* 1 та його вплив на структурні показники врожаю нуту сорту Скарб. *Сільськогосподарська мікробіологія*. 2018. Вип. 27. С. 40–44. Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/smik_2018_27_8.
42. Любич В. В. Сучасні досягнення круп'яного виробництва. *Вісник Уманського НУС*. 2021. №1. С. 78–82.
43. Любич В. В., Красноштан В. І., Войтовська В. І., Климович Н. М. Формування якості насіння різних сортів нуту. *Збірника наукових праць Уманського національного університету садівництва*. 2023. Випуск 102. Частина 1. С. 109 – 115. URL: <https://doi:10.32782/2415-8240-2023-102-1-109-115>

- 44.Мазур В. А., Панцирева Г. В., Дідур І. М., Прокопчук В. М. Люпин білий. Генетичний потенціал та його реалізація у сільськогосподарське виробництво: монографія. Вінниця: ТВОРИ, 2018. 231 с.
- 45.Мікробні препарати у землеробстві. Теорія і практика : [монографія] / [В.В. Волкогон, О.В. Надкернична, Т.М. Ковалевська, Л.М. Токмакова та ін.]; за ред. В.В. Волкогона. К. : Аграрна наука, 2006. 312 с.
46. Мойсієнко В. В. Наукове обґрунтування шляхів підвищення продуктивності нуту (*Cicer arietinum* L.) в Україні. *Вісник Житомирського національного агроекологічного університету*. 2017. № 2(1). С. 3-11. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vzhnau_2017_2%281%29_3.
- 47.Наукові основи ведення зернового господарства / Сайко В. Ф. та ін. Київ : Урожай, 1994. 336 с.
- 48.Наукові основи сучасних технологій вирощування високобілкових культур / Петриченко В. Ф. та ін. *Вісник аграрної науки*. 2003. С. 15–19.
- 49.Овчарук В. І., Овчарук О. В., Білик Т. Л. Фенологічні фази росту і розвитку рослин квасолі звичайної та їх тривалість в умовах західного Лісостепу. *Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва*. 2013. Вип. 83. С. 34–37.
- 50.Овчарук О. В. Характеристика сортів квасолі звичайної в умовах Лісостепу західного. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. 2013. Вип. 17(1). С. 236–239.
- 51.Основи органічного виробництва: навч. посіб. / Стецишин П. О. та ін. вид. 2-ге, змін. і доповн. Вінниця : Нова Книга, 2011. 552 с.
- 52.Пакулов К. Н., Элисеєв А. М., Гулей А. Б. ЭМ-технология в растениеводстве. Харьков : Лира, 2012. 20 с.
- 53.Пасічник С. М. Скринінг зразків нуту з комплексом цінних господарських ознак. *Селекція і насінництво*. 2018. Вип. 113. С. 125–135.
- 54.Пасічник С. М., Січкач В. І. Біохімічні та технологічні якості колекційних зразків нуту. *Селекція і насінництво*. 2016. Вип. 110. С. 162–170.
- 55.Пида С. В. Роль люпину в біологічному землеробстві. *Агроекологічний журнал*, 2002. №4, С. 39 – 45.
- 56.Пида С. В. Фізіологія симбіозу систем *Bradyrhizobium sp.* (*Lupinus*): алелопатичний аналіз. автореферат дис. , Умань, 2007. 44 с.
- 57.Пида С. В., Кобрин І. М., Вакуленко В. О., Москалюк Н. В. Процеси водообміну в люпину білого та люпину жовтого за впливу регуляторів росту рослин. Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія: Біологія. Тернопіль: ТНПУ ім. В. Гнатюка. 2017. № 2 (69). С. 100-104.
- 58.Підпалій І., Липовий В., Панцирева Г. Формування урожайності люпину білого залежно від технологічних прийомів вирощування в умовах Правобережного лісостепу України. *Аграрна економіка*, 2015. № (3-4), 8. С. 83 – 87.
- 59.ПП «Наукова селекційно-насінницька фірма «Соевий вік». URL: <http://www.soya-ua.biznes-pro.ua/?page=2&id=30420>.

60. Рослинництво : підруч. / Каленська С. М. та ін.; за ред. О. Я. Шевчука. Київ : НАУУ, 2005. 502 с.
61. Рослинництво. Технології вирощування сільськогосподарських культур / Лихочвор В. В. та ін.; за ред. Лихочвора В. В., Петриченка В. Ф. 3-є вид., виправ., допов. Львів : НВФ «Українські технології», 2010. 1088 с.
62. Сайт Інституту сільськогосподарської мікробіології НААНУ [Електронний ресурс]. Режим доступу : <http://ishm.org.ua>.
63. Санін Ю. В., Санін В. А. Особливості позакореневого підживлення сільськогосподарських культур мікроелементами. *Агрономія Сьогодні*. 2012. URL: <http://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/218-osoblyvosti-pozakorenevoho-pidzhyvlennia-silskohospodarskykh-kultur-mikroelementamy.html>.
64. Системи сучасних інтенсивних технологій у рослинництві. / Каленська С. М. та ін. Вінниця : Рогальська І. О., 2015. 448 с.
65. Січкач В. І. Пестициди та азотфіксація зернобобових культур. *Спецвипуск ж. Пропозиція. Сучасні агротехнології із застосування біопрепаратів та регуляторів росту*. 2015. С. 32–34.
66. Соя: промислова переробка, кормові добавки, продукти харчування / Адамень Ф. Ф. і др. 2-е изд. Київ : Нора-принт, 2003. 476 с.
67. Скитський В. Ю., Шевченко А. М., Степанова Т. Є. Аналіз зразків колекції нуту за продуктивністю та придатністю до використання в селекції на сході України. *Генетичні ресурси рослин*. Харків, 2009. №7. С. 134–139.
68. Створення нових сортів квасолі та їх впровадження у виробництво / М. Г. Голохоринська та ін. *Міжвід. темат. наук. зб. інституту рослинництва ім. Юр'єва УААН*. Харків, 2005. № 90. С. 149–152.
69. Тарасенко О. Листкове підживлення зернових мікроелементами. *Пропозиція*. 2017. URL: <https://propozitsiya.com/ua/listkove-pidzhyvlennya-mikroelementami-zernovih>.
70. Технології вирощування сої для умов різного фінансового стану товаровиробників / за ред. Д. І. Мазоренка, Г. Є. Мазнева. Харків : Майдан, 2008. 146 с.
71. ТОВ ЕМ Україна. URL: <https://www.embio.in.ua/>.
72. Терек О. І., Пацула О. І. Ріст і розвиток рослин : навч. посіб. Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2011. 328 с.
73. Черкашина А. В., Ковальов В. М., Ковальов С. В. Перспективи використання нуту звичайного. *Сьогодення та майбутнє фармації* : тези доп. Всеукр. Конгресу. (16 – 19 квітня 2008 року). Харків, 2008. С. 190
74. Чернік І. В., Тригуба О. В. Нут звичайний (*Cicer arietinum* L.) – перспективна бобова культура Західного Лісостепу України. Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету. Серія Біологія, 2023. Т. 83, № 3–4. С. 117–126.
75. 1AgriSol. URL: <http://agrisol.com.ua/index.php/katalog/mineralnye-udobreniya/plantafol/product/view/4/36>.

76. A multidisciplinary investigation on the bioavailability and activity of peptides from lupin protein. / Lammi C. et al. *Journal of Functional Foods*. 2016, vol. 2 – 4. P. 297 – 306. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2016.04.017>.
77. Abou Arab E. A., Helmy I. M. F., Barih G. F. Nutritional evaluation and functional properties of chickpea (*Cicer arietinum* L.) flour and the improvement of spaghetti produced from it. *Journal of American Science*. 2010. Vol. 6. P. 1055–1057.
78. Aguilera Y., Benitez V., Molia E., Esteban R. M., Martin-Cabrejas M. A. Influence of dehydration process in castellano chickpea: changes in bioactive carbohydrates and functional properties. *Plant Foods for Human Nutrition*. 2011. Vol. 66. P. 391–400.
79. Amal A., Laila M., Aladdin H., Abdelfattah B. Effects of γ -radiation on chickpea (*Cicer arietinum*) varieties and their tolerance to salinity stress. *Acta agriculturae Slovenica*. 2022. 118(2). P. 1–16. URL: <https://doi.org/10.14720/aas.2022.118.2.2538>.
80. Andrews P. K. How Foliar-Applied Nutrients Affect Stresses in Perennial Fruit Plants. *Acta Horticulturae*. 2002. Vol. 594. P. 49–55.
81. Arnoldi A., Boschin G., Zanoni C., Lammi C. () The health benefits of sweet lupin seed flours and isolated proteins. *Journal of Functional Foods*. 2015, vol. 18 (A). P. 550 – 563. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2015.08.012>.
82. Auerbach R. *Organic Agriculture A Handbook*. URL: <http://lindros.co.za/what-we-do/books/organic-agriculture-handbook/>.
83. Baptista A., Pinho O., Pinto E., Casal S., Mota C., Ferreira I. Characterization of protein and fat composition of seeds from common beans (*Phaseolus vulgaris* L.), cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp) and bambara groundnuts (*Vigna subterranea* L. Verdc) from Mozambique. *Food Measure*. 2017. Vol. 11. P. 442–450.
84. Bioaccessibility of defatted lupin seed phenolic compounds in a standardized static in vitro digestion system. / Czubinski J. et al. *Food Research International*. 2019, vol. 116. P. 1126 – 1134. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.09.057>.
85. Burstin J., Gallardo K., Mir R., Varshney R. K., Duc G. Improving protein content and nutrition quality. *Biology and breeding of food legumes*. CABI, Camlridge, USA. 2011. P. 314–328.
86. Chloroplast ATP Synthase Modulation of the Thylakoid Proton Motive Force: Implications for Photosystem I and Photosystem II Photoprotection / Atsuko Kanazawa et al. *Front. plant sci*. 2017. Vol. 8, № 719. URL: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpls.2017.00719/>. (Last accessed: 02.04.2019).
87. Cholesterol-lowering effect of whole lupin (*Lupinus albus*) seed and its protein isolate. / Fontanari G. G. et al. *Food Chemistry*. vol. 132 (3) P. 1521 – 1526. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.11.145>.
88. Epstein E. *Mineral Nutrition of Plants: Principles and Perspectives*. New York : Wiley, 1971. 412 p. URL: <https://archive.org/details/mineralnutrition00epst/page/n5>. (Last accessed: 14.01.2019).

89. Erbaş M., Certel M., Uslu M. K. Some chemical properties of white lupin seeds (*Lupinus albus* L.). *Food Chemistry*. 2005, vol. 89(3). P. 341 – 345. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.02.040>.
90. Food and agriculture organization of the United Nations. FAO. [Electronic resource]. URL: <http://faostat.fao.org/site/636/default.aspx#ancor> (дата звернення: 24.08.2023).
91. Food and Agriculture Organization of the United Nations. URL: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC/>.
92. French R. J. Lupin: Agronomy Encyclopedia of Food Grains (Second Edition). 2016, vol. 4. P. 231 – 239. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-394437-5.00194-7>.
93. Frequently asked questions about chlorophyll fluorescence, the sequel / Kalaji HM et al. *Photosynth Res*. 2017. Vol. 132, №1. URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27815801>
94. Gupta Y. P. Developmental allometry and plant type in chickpea. *Int. Chickpea Newslett*. 1981. № 4. P. 8–9.
95. Genetic diversity of rhizobia associated with root nodules of white lupin (*Lupinus albus* L.) in Tunisian calcareous soils. / Tounsi-Hammami S. et al. *Systematic and Applied Microbiology*. 2019. <https://doi.org/10.1016/j.syapm.2019.04.002>.
96. Giovanni De C., Pavan S., Taranto F., Rienzo Di V., Miazzi M. M., Marcotrigiano A. R., Mangini G., Montemurro C., Ricciardi L., Lotti C. Genetic variation of a global germplasm collection of chickpea (*Cicer arietinum* L.) including Italian accessions at risk of genetic erosion. *Physiol. Mol. Biol. Plants*. 2017. 23 (1.), P. 197–205. URL: <https://doi.org/10.1007/s12298-016-0397-4>
97. Greenland technologia EM. URL: <http://www.emgreen.pl/produkty/68-em1>.
98. Higa T. Effective Microorganisms in the context of Kyusei Nature Farming – A Technology for the Future. URL: http://websvr182-93-122-95.alpha-prm.jp/english/KNF_Data_Base_Web/PDF%20KNF%20Conf%20Data/C6-KA-213.pdf.
99. Iqbal R., Azhar I., Iqbal M. N., Hamid I., Zahoor M., Akhtar M. F., Mahmood Z. A., Ullah R., Alotaibi A. Chemical characterization, antioxidant and antidiabetic activities of a novel polyherbal formulation comprising of *Hordeum vulgare*, *Elettaria cardamomum* and *Cicer arietinum* extracts. *Heliyon*. 2023. 9 (9). P. e19292. URL: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e19292>.
100. Judith C. M. Wolkers-Rooijackers, Martha F. Endika, Eddy J. Smid Enhancing vitamin B12 in lupin tempeh by in situ fortification. *LWT*. 2018, vol. 96. P. 513 – 518. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.05.062>.
101. Jukanti A. K., Ismail M., Kucukoner E. Nutritional Quality and Health Benefits of Chickpea (*Cicer Arietinum* L.): A Review. *British Journal of Nutrition*. 2012. 108. P. 11–26. URL: <https://doi.org/10.1017/S0007114512000797>.

102. Kanazawa A., Kramer D. In vivo modulation of nonphotochemical exciton quenching (NPQ) by regulation of the chloroplast ATP synthase. *PNAS*. 2002. Vol. 99, № 20. URL: <https://www.pnas.org/content/99/20/12789>. (Last accessed: 02.02.2019).
103. Kononchuk O. B., Pyda S.V. The efficiency of combined use of inoculation and EM-technologies in the cultivation of legumes. *Development of natural sciences in countries of the European Union taking into account the challenges of XXI century: collective monograph*. Lublin, Poland : Izdewniciba «Baltija Publishing», 2018. C. 197–215.
104. Lupin seed hydrolysate promotes G-protein-coupled receptor, intracellular Ca²⁺ and enhanced glycolytic metabolism-mediated insulin secretion from BRIN-BD11 pancreatic beta cells. / Tapadia M. et al. *Molecular and Cellular Endocrinology*. 2019, vol. 480. P. 83 – 96. <https://doi.org/10.1016/j.mce.2018.10.015>.
105. Lupin seed γ -conglutin: Extraction and purification methods – A review. / Mane Sharmilee P. *Trends in Food Science & Technology*. 2018, vol. 73/ P. 1–11. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2017.12.008>.
106. Malviya R., Dey Sh., Pandey A., Gayen D. Genome-wide identification and expression pattern analysis of lipoxygenase genes of chickpea (*Cicer arietinum* L.) in response to accelerated aging. *Gene*. 2023. 874. P. 147482. URL: <https://doi.org/10.1016/j.gene.2023.147482>.
107. Mehrotra S. S., Dimkpa C. O., Goyal V. Survival mechanisms of chickpea (*Cicer arietinum*) under saline conditions. *Plant Physiology and Biochemistry*. 2023. 205. P. 108168. URL: <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2023.108168>.
108. MultispeQ Beta: a tool for large-scale plant phenotyping connected to the open PhotosynQ network / Sebastian Kuhlert et al. *R. Soc. open sci.* 2016. Vol. 3, №10. URL: <http://rsos.royalsocietypublishing.org/content/3/10/160592>.
109. Noort van de M. Chapter 10 - Lupin: An important protein and nutrient source. *Sustainable Protein Sources*, 2017. P. 165 – 183. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-802778-3.00010-X>.
110. Pandey A., Sharma P., Mishra D., Dey S., Malviya R., Gayen D. Genome-wide identification of the fibrillin gene family in chickpea (*Cicer arietinum* L.) and its response to drought stress. *International Journal of Biological Macromolecules*. 2023. 234. P. 123757. URL: <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2023.123757>
111. Petterson D. S. Lupin: Overview *Encyclopedia of Food Grains (Second Edition)*. 2016, vol. 1. P. 280-286. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-394437-5.00036-X>.
112. Physiological and transcriptomic data highlight common features between iron and phosphorus acquisition mechanisms in white lupin roots. / Venuti S. et al. *Plant Science*. 2019, vol. 285. P. 110 – 121. <https://doi.org/10.1016/j.plantsci.2019.04.026>.

113. Proteomics for exploiting diversity of lupin seed storage proteins and their use as nutraceuticals for health and welfare / Cabello-Hurtado F. et al. *Journal of Proteomics*. 2016, vol. 143. P. 57 – 68. <https://doi.org/10.1016/j.jprot.2016.03.026>.
114. Sbihi H. M., Nehdi I. A., Tan C. P., Al-Resayes S. I. Bitter and sweet lupin (*Lupinus albus* L.) seeds and seed oils: A comparison study of their compositions and physicochemical properties. *Industrial Crops and Products*. 2013, vol. 49. P. 573 – 579. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2013.05.020>.
115. Shifts in microbial community structure influence the availability of Fe and other micronutrients to lupin (*Lupinus albus* L.). / Ana de Santiago et al. / *Applied Soil Ecology*. 2019, vol. 144. P. 42 – 50. <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2019.06.018>.
116. Singh R. P., Singh B. D. Recovery of rare interspecific hybrids of gram *C.arietinum* L.x *C.cuneatum* L. through tissue culture. *Curr. Sci*. 1989. V. 58. P. 874–876.
117. Tabrett S., Blyth D., Bourne N., Glencross B. Digestibility of *Lupinus albus* lupin meals in barramundi (*Lates calcarifer*). *Aquaculture*. 2012, vol. 364-365. P. 1 – 5. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2012.07.024>.
118. The potential of Brassicaceae biofumigant crops to manage *Pleiochaeta setosa* in sustainable lupin cultivation. Dewitte K. et al. *Biological Control*. 2019, vol. 132. P. 161-168. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2019.02.020>.
119. The rotation of white lupin (*Lupinus albus* L.) with metal-accumulating plant crops: A strategy to increase the benefits of soil phytoremediation. / Fumagalli P. et al. *Journal of Environmental Management*. 2014, vol. 145. P. 35 – 42. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2014.06.001>.
120. The yield and chemical composition of winter oilseed rape seeds depending on different nitrogen fertilization rates and preceding crop. / Fordoński G. et al. *Journal of Elementology*. 2016, vol. 21(4). P. 1225 – 1234. <https://doi.org/10.5601/jelem.2016.21.2.1122>.
121. Trugo L. C, Baer von E., Baer von D. Lupin : Breeding. *Encyclopedia of Food Grains* (Second Edition). 2016, vol. 4. P. 325 – 332. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-394437-5.00211-4>.
122. Uzun B., Arslan C., Karhan M., Toker C. Fat and fatty acids of white lupin (*Lupinus albus* L.) in comparison to sesame (*Sesamum indicum* L.). *Food Chemistr*. 2007, vol. 102 (1). P. 45 – 49. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.03.059>
123. Zia-Ul-Haq M., Iqbal S., Ahmad S., Imran M., Niaz A., Bhangar M. I. Nutritional and compositional study of Desi chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars grown in Punjab, Pakistan. *Food Chemistry*. 2007. Vol. 105. P. 1357–1363.

РОЗДІД 4. ГЕНЕТИЧНІ АСПЕКТИ ДОСЛІДЖЕННЯ РОСЛИННИХ УГРУПОВАНЬ ЗАХІДНОГО ПОДІЛЛЯ

4.1. Вивчення дії іонізуючого випромінювання на сільськогосподарські культури

Проблема відповіді біологічних об'єктів на дію іонізуючого опромінення у малих дозах вивчається доволі давно. На сучасному етапі розвитку суспільства, при створенні новітніх технологій людина створює реальні небезпечні ситуації, які приводять до підвищення радіаційного фону оточуючого середовища. Природний радіаційний фон продовжує збільшуватись шляхом створення штучних джерел іонізуючого опромінення, подальшим розвитком атомної енергетики. Особливо під час атомних вибухів та радіаційних аваріях, у навколишнє середовище потрапляють природні та штучні радіоактивні речовини [14]. При радіоактивному забрудненні територій у першу чергу уражується сфера сільськогосподарської діяльності і саме продукція рослинництва, а разом з нею – кормовиробництва і, відповідно, тваринництва, стають основним джерелом формування дози опромінення населення у дальні після аварій періоди [2, 4, 22].

За рахунок споживання забруднених радіонуклідами продуктів харчування населення отримує додаткову дозу опромінення. У зв'язку з цим активно вивчаються наслідки впливу радіації, удосконалюються шляхи запобігання негативного впливу радіації на живі організми, а також здійснюється пошук механізмів захисту генетичного матеріалу всіх живих істот [8, 11, 13, 35].

Основним джерелом природніх змін організму є спонтанний мутагенез, частота якого незначна, а зміни часто залишаються непоміченими. Експериментальний мутагенез в сотні разів збільшує частоту мутацій, завдяки чому можна отримати широкий спектр різноманітних змін. З одного боку, мутації можуть привести до порушення нормального розвитку організму і спричинити появу різноманітних змін, вад, каліцтв, дефектів тощо. З іншого боку, мутації можуть розглядатися як рушійна сила еволюції, коли більш-менш

сприятливі мутації можуть накопичуватися і з часом стати постійними [6, 10, 29,]. Індуковані мутації збільшують потенціал генетичного різноманіття, та застосувати одержаних мутантів в якості вихідного матеріалу селекційного процесу [4, 31, 34].

Мета дослідження полягала у вивченні впливу різних доз іонізуючого опромінення на продуктивні якості окремих сільськогосподарських культур.

Дослідження проведені на території агробіологічної лабораторії Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Для дослідження відбирали по 200 насінин відповідних сільськогосподарських культур (кукурудза кремениста, горох посівний сорту Цетрис, пшениця м'яка яра сорту Печерянка). Відібране насіння замочувалося протягом 72 годин [16]. Вологе насіння розділяли на піддослідні групи, які відповідно до обраної культури та запланованих завдань, опромінювали різними дозами (1 – 20 Гр). Опромінення здійснювали на системі рентгенодіагностики HF – 51 у тубдиспансері м. Тернополя. Насіння контрольної групи опроміненню не підлягало.

В процесі дослідження проводили кількісний аналіз врожаю досліджених культур за такими характеристиками: довжина початку кукурудзи, довжина колосу пшениці та загальна кількість зерен у колосі, кількість бобів на рослині та кількість визрілих насінин гороху у бобі.

Середню довжину початку вимірювали лінійкою з точністю до 1 см. Довжина колоса у пшениці вимірювалась від основи нижнього колоска до основи верхнього колоска. Кількість зерен у колосі визначали після обмолоту шляхом підрахунку їх у розвинутій частині колоса. Середня кількість бобів на досліджуваних рослинах обчислюють шляхом підрахунку загальної кількості бобів на усіх рослинах поділивши на кількість рослин. Середню кількість насінин в бобі обчислюють шляхом ділення загальної кількості насінин з усієї рослини на кількість бобів. Визначення маси 1000 насінин здійснювали підрахунком двох проб по 500 насінин [15].

Статистичну обробку отриманих даних проводили з використанням пакету аналізу даних *MS Excel*.

Результати наукових досліджень показали, що при вивченні дії піддослідних доз іонізуючого опромінення на довжину качана у кукурудзи кременистої спостерігалась тенденцію до її зменшення (табл. 4.1.1). Так, у Досліді 1 вона менша на 1,9 см (16,0%), в Досліді 2 на 1,75 см (14,4%), Досліді 3 на 4,05 см (33,3%), Дослід 4 на 7,9 см (65,0%).

Таблиця 4.1.1 – Середня довжина качана кукурудзи кременистої

Показник	Контроль	Дослід 1 (5 Гр)	Дослід 2 (10 Гр)	Дослід 3 (15 Гр)	Дослід 4 (20 Гр)
$M \pm m_M$	12,1 \pm 0,3	10,2 \pm 0,2	10,7 \pm 0,2	8,1 \pm 0,4	4,2 \pm 0,3
t_d	–	5,1	3,4	8,1	18,3
P	–	>0,999	>0,99	>0,999	>0,999
% до контролю	–	16,04%	14,4%	33,3%	65,02%

Що свідчить про потужний вплив радіації дозою 15 та 20 Гр. Даний показник у всіх дослідних групах має високий рівень вірогідності прояву ознаки і підтвердження значенням критерію Стюдента.

Проводячи вимірювання довжини колоса у піддослідних рослин пшениці м'якої ярої, можна стверджувати, що дія іонізуючого викликала в основному позитивні зміни (табл.2).

Таблиця 4.1.2. – Середня довжина колосу пшениці

Показник	Контроль	Д- 1 (5 Гр)	Д- 2 (10 Гр)	Д- 3 (15 Гр)
$M \pm m_M$	71,80 \pm 0,9	74,53 \pm 0,96	73,0 \pm 1,73	66,93 \pm 3,26
t_d	–	2,08	0,75	1,44
P	–	> 0,95	< 0,95	< 0,95
% до контролю	–	+3,8	+1,7	-6,7

Так, опромінення насіння дозою 5Гр викликало збільшення довжини на 3,8% ($P > 0,95$), доза 10Гр викликала приріст на 1,7% ($P < 0,95$). Єдиний негативний вплив на даний показник було виявлено при дії опромінення дозою 15Гр, що викликала зміну довжини колоса на 4,8 мм і відповідало зменшенню

показника на 6,7%. Значення критерія Стьдента (1,44) не підтверджує достовірність ($P < 0,95$) данного показника.

На кожному колосі досліджуваних рослин пшениці підраховували кількість колосків та зерен у колоску. Результати загальної кількості зерен у колосі подані у таблиці 4.1.3.

Таблиця 4.1.3. – Показники загальної кількості зерен у колосі пшениці

Показник	Контроль	Д- 1 (5 Гр)	Д- 2 (10 Гр)	Д- 3 (15 Гр)
$M \pm m_M$	$35,2 \pm 7,44$	$42,6 \pm 13,16$	$37,6 \pm 8,08$	$35,8 \pm 8,09$
t_d	–	0,49	0,67	0,05
P	–	< 0,95	< 0,95	< 0,95
% до контролю	–	+21,0	+6,8	+1,7

Із отриманих результатів можна констатувати, що у рослин всіх дослідних групах під радіації спостерігалось збільшення кількості зерен у колосі. У рослин контрольної групи у середньому було 35,2 зернини у колосі. Іонізуюче опромінення дозою 5Гр збільшило кількість зерна на 21% і склало 42,6 шт. у групі Д-1. Збільшення дози опромінення до 10Гр виявило збільшення кількості зерна на 6,8% (37,6 зернин по групі Д-2). Доза 15Гр привела до незначного збільшення лише на 1,7%, при середній кількості зерна по групі Д-3 35,8 штук.

При вивченні врожайної характеристики гороху посівного сухі боби зривали з дослідних рослин і підраховувались. Результати подано у таблиці 4.1.4/

Таблиця 4.1.4. – Середня кількість бобів на рослині

Показники	Групи					
	К	ДГ-1 (1 Гр)	ДГ-2 (3 Гр)	ДГ-3 (5 Гр)	ДГ-4 (7 Гр)	ДГ-5 (10 Гр)
$M \pm m_M$	$13,95 \pm 0,99$	$14 \pm 0,55$	$17,4 \pm 0,97$	$17,35 \pm 1,11$	$17,4 \pm 1,06$	$13,55 \pm 0,93$
t_d	–	0,04	2,5	2,29	2,46	0,28
P	–	<0,95	>0,95	>0,95	>0,95	<0,95
% до контролю	–	+0,35	+24,7	+24,3	+24,7	-2,86

Аналіз одержаних даних свідчить про те, що опромінення ДГ-1 в дозі 1Гр не викликає зміни середньої кількості бобів на рослині. Критерії достовірності для даної групи ($P < 0,95$) не підтверджує вірогідність прояву ознаки. Середня кількість бобів на рослинах з ДГ-2 становила 17,4 шт., ДГ-3 – 17,35 шт., ДГ-4 – 17,4 шт., що у відсотковому співвідношенні до контрольної групи перевищує на 24,7%, 24,3%, 24,7% відповідно. Значення критерію Стюдента підтверджує вірогідність впливу іонізуючого опромінення у дозах 3 Гр, 5 Гр, 7 Гр на ДГ-2, ДГ-3 та ДГ-4 ($P > 0,95$). Методом підрахунку було виявлено, що найбільша кількість бобів з однієї рослини спостерігалась у ДГ-2, ДГ-3 і складала 32 боби, проти контрольної групи (22). За критерієм достовірності для ДГ-5 вірогідність прояву не підтверджується.

Підсумовуючи одержані результати наукових досліджень можна констатувати, що індуковані фізичні мутагени, впливаючи на живий організм, можуть викликати як пригнічення розвитку і негативний прояв біологічних ознак, так і стимулювати фізіолого-біохімічні процеси, що забезпечують покращення основних продуктивних характеристик. Окремі мутантні нащадки можуть залучатися у подальші експериментальні дослідження для генетичного закріплення змінної ознаки.

4.2. Вивчення генотоксичної дії хімічних мутагенів ароматизованих заправок електронних сигарет

В реальних умовах живі організми зазнають комплексного впливу чинників оточуючого середовища фізичної та хімічної природи, які можуть призводити до нових неочікуваних біологічних ефектів.

Одним із визначальних факторів, що впливають на здоров'я людини, є фактор харчування, оскільки серед компонентів їжі представлені не тільки пластичні й енергетичні матеріали, але й компоненти антропогенного походження, зокрема харчові добавки. Більшість харчових ароматизаторів є чужорідними для організму, шляхи їх метаболізму здебільшого невідомі, а отже, не виключено, що вони можуть бути небезпечними для нормального функціонування організму, в тому числі й чинити додаткове мутагенне

навантаження [1, 12, 35]. Натуральні ароматизатори безпечні для здоров'я людини. Однак в останні роки застосування цих ароматизаторів практично не можливо, у зв'язку з їх високою вартістю та недостатньою стійкістю компонентів. На заміну натуральним ароматизаторам харчова промисловість широко використовує ідентичні до натуральних та штучні ароматизатори, які за своєю будовою є синтетичними речовинами отримані шляхом хімічного синтезу [25]. Актуальним постає питання вивчити можливість використання синтетичних ароматизаторів у дозах безпечних для фізіологічного стану організму.

Всім добре відомо, що куріння є шкідливим для людського здоров'я, а наслідки такої звички можуть бути незворотними та навіть смертельними. Ось чому на початку нового тисячоліття набула популярності електронна сигарета, яка повільно, але впевнено стає заміником класичної [27]. Принцип дії е-сигарети дозволяє курцеві вдихати випаровувану рідину синтетичної заправки. Тобто людина замість диму вдихає пар, який нібито є більш безпечним та немає канцерогенних речовин, яких багато в тютюновому димі [20]. Таким чином саме від контейнеру з рідиною залежить аромат заправки і так звана «міцність» сигарети. Хоч е-сигарети набувають все більшої популярності, досліджень та вичерпних статистичних даних щодо впливу синтетичних ароматизованих заправок електронних сигарет налічується зовсім незначна кількість. А нові дослідження демонструють можливість виникнення у курців мутацій в структурі ДНК, що в свою чергу може спровокувати утворення ракових клітин [5, 17, 20, 24]. Ось чому актуальним постає питання вивчення генотоксичного впливу дії синтетичних ароматизованих заправок електронних сигарет на живі організми, які з кожним днем набувають все більшої популярності у молоді.

Мета дослідження полягала у виявленні наслідків генотоксичного впливу синтетичних ароматизованих заправок «Tabacco» та «Strawberry» у меристемних клітинах *Allium cepa* L.

A. сера в якості тест об'єкта широко застосовується для оцінки генетичного потенціалу хімічних сполук, природних і стічних вод [19, 23]. Для вивчення генотоксичного впливу ароматичних рідин електронних сигарет нами були використані синтетичні заправки фірми «Vape Line», яка широко представлена у більшості спеціалізованих точок продажу, торгових лавках та інтернет магазинах нашої країни. Бренд має широкий асортимент рідин для випаровування різноманітних ароматів та нікотинового вмісту. Для дослідження нами були обрані аромати «Табаско» та «Strawberry», які є досить популярними серед покупців та відрізняються за вмістом нікотину. До складу обраних нами синтетичних заправок входять: пропіленгліколь, рослинний гліцерин, дистильована вода, відповідні ароматизатори, нікотин (крім нульової міцності) [1, 27]. Ці рідини підходять для усіх типів електронних сигарет. Їх бленд становить 40VG/60PG.

Для вивчення генотоксичної дії синтетичних заправок електронних сигарет виготовлялись піддослідні розчини шляхом розведення ароматизованих заправок у наступних співвідношеннях: 1 мл ароматизатора на 100 мл дистильованої води (*TP1* і *SP1*), 1 мл ароматизатора на 50 мл дистильованої води (*TP2* і *SP2*), 1 мл ароматизатора на 25 мл дистильованої води (*TP3* і *SP3*). У мірний стаканчик з відповідним об'ємом дистильованої води додавали по 1 мл досліджуваної рідини. Скляною паличкою ретельно перемішували одержані розчини. Готові розчини зберігалися у скляних бюксах у холодильнику.

Насіння цибулі пророщували у чашках Петрі на фільтрувальному папері з 3 мл досліджуваного розчину. Проросле насіння (довжина корінців 5-9 мм) фіксували свіжим фіксатором (метанол-остова кислота у співвідношенні 1:3) на протязі 2 діб. Промивали у 96% спирті і зберігали у 70% спиртовому розчині в холодильнику. Фарбували корінці ацетоорсеїном і виготовляли тимчасові препарати [16].

Показник мітотичного індексу у клітинах *Allium cepa* L. проводили в декількох полях зору і визначали за загально прийнятою методикою [16].

Для визначення цитотоксичної дії піддослідних синтетичних ароматичних заправок «Табаско» та «Strawberry» обчислювали мітотичний індекс, які подані у таблицях 4.2.1 і 4.2.2.

Таблиця 4.2.1. – Облік МІ у меристемних клітинах А. сера під впливом синтетичної ароматизованої заправки «Тобаско»

Показник	Контроль	1:100 (TP1)	1:50 (TP2)	1:25 (TP3)
Загальна кількість клітин	3261	3010	2368	2581
ПК	77,6 ± 10,8	118,0 ± 32,99	167,6 ± 22,16	185,0 ± 19,40
МК	46,0 ± 8,29	81,2 ± 7,00	67,2 ± 10,45	80,8 ± 10,66
АК	223,2 ± 20,04	163,8 ± 22,11	120,4 ± 17,91	122,8 ± 7,45
ТК	26,8 ± 6,98	25,8 ± 2,28	60,8 ± 7,08	28,2 ± 1,52
МІ, ‰	114,57 ± 5,58	162,39 ± 6,72	175,68 ± 7,82	161,49 ± 7,24
% до контролю		+ 41,74	+ 53,34	+ 40,95
t	-	5,47	6,36	5,13
P	-	> 0,95	> 0,99	> 0,95

Вивчення мітотичної активності в меристемних клітинах цибулі городньої показало, що із загальної кількості клітин проаналізованих у контрольній групі на стадії профазі було виявлено 78 клітин, на стадії метафази 46, на стадії анафази 223 клітини та на стадії телофази 27 клітин. Величина МІ контрольної групи становила 114,57‰.

Одержані результати свідчать, що у TP1 кількість профазних клітин була 118, метафазних 81 клітин, анафазних 164 клітин і телофазних 26 клітин. Величина МІ становила 162,39‰, що перевищував контроль на 41,74% (P > 0,95). За використання TP2 кількість клітин у профазі становила 168 шт., у метафазі 67 шт., у анафазі 120 шт. та у телофазі 61 шт.

МІ дорівнював 175,68‰ і був на 53,34% (P > 0,99) вищим за контрольну групу. Під час аналізу TP3 на стадії профазі було виявлено 185,0 клітин, на стадії метафази 81, на стадії анафази 123 клітини та на стадії телофази 28 клітин. Показник МІ збільшився на 40,95% (P > 0,95) та складав 161,49‰.

Таблиця 4.2.2 – Облік МІ у меристемних клітинах *A. сера* під впливом синтетичної ароматизованої заправки «Strawberry»

Показник	Контроль	1:100 (SP1)	1:50 (SP2)	1:25 (SP3)
Загальна кількість клітин	3261	2778	3208	2466
ПК	77,6 ± 10,8	63,4 ± 7,21	107,0 ± 21,12	63,4 ± 11,89
МК	46,0 ± 8,29	48,8 ± 3,25	68,6 ± 19,52	59,0 ± 8,97
АК	223,2 ± 20,04	178,2 ± 16,85	131,2 ± 15,27	106,2 ± 8,26
ТК	26,8 ± 6,98	26,0 ± 2,48	56,0 ± 6,71	23,4 ± 3,40
МІ, ‰	114,57 ± 5,58	113,89 ± 6,03	113,09 ± 5,59	102,19 ± 6,10
% до контролю		- 0,59	- 1,25	- 10,81
t	-	0,09	0,19	1,50
P	-	< 0,95	< 0,95	< 0,95

Відповідно до отриманих даних можна стверджувати, що при використанні SP1 кількість профаз складала 63 клітин, метафаз 49 клітин, анафаз 178 клітин та телофаз 26 клітин. МІ складав 113,89‰, що менше від контролю на 0,59% ($P < 0,95$). Застосовуючи SP2 одержали 107,69,131 та 56 клітин на стадіях профазы, анафазы, метафазы та телофазы відповідно. Показник МІ був на 1,25% ($P < 0,95$) менший за контроль та становив 113,09‰. Досліджуючи SP3 було виявлено профазних клітин 63, метафазних клітин 59, анафазних клітин 106 та телофазних 23 клітини. Також слід зазначити, що відбулось досить різке зниження МІ на 10,81% ($P < 0,95$) відносно контролю, а саме 102,19‰.

Для визначення генотоксичної дії досліджуваного розчину аналізували хромосомні перебудови в клітинах, що знаходились на стадіях анафазы та телофазы. Підраховували окремо по корінцям кількість клітин з нормальними анафазами і телофазами та кількість клітин з порушеннями.

Клітини з абераціями класифікували за типами: клітини з одинарними фрагментами (-), з парними фрагментами (=), з одинарними мостами ([), з

подвійними мостами ([]). Клітини в яких не вдалось визначити тип аберації, відносили до класу клітин з невизначеними абераціями (інші).

Визначення частоти аберацій (ЧА) проводили за відповідними методиками [16].

Під час ана-телофазного аналізу на тест-об'єкті *A. сера*. виявлено різні типи порушень у правильному розходженні хромосом до полюсів веретина поділу – відставання хромосом, утворення одинарних і парних фрагментів та мостів, що може бути викликано делеціями і транслокаціями хромосом (табл. 4.2.3 та табл. 4.2.4)

Визначаючи рівень хромосомних аберацій у контрольній групі нами було проаналізовано 225 ана-телофаз, з яких аномальними виявились 10 (2 з одинарними фрагментами, 2 з парними фрагментами та 6 інших аномалій). Відсоток аномальних ана-телофаз складав 7,55%.

Таблиця 4.2.3 – Рівень хромосомних аберацій, індукованих розчинами синтетичної ароматизованої заправки «Табассо»

Розчин	Всього ана-телофаз	Кількість аномальних ана-телофаз						Відсоток аномальних ана-телофаз, %	% до контролю	t	P
		Загальна кількість ана-телофаз	-	=	[[]	інші				
Вода	225	10	2	2	-	-	6	7,55 ± 1,30	-	-	-
TP1	102	8	3	2	-	-	3	7,84 ± 1,86	+ 3,8	3,05	< 0,95
TP2	131	12	4	4	2	2	-	9,16 ± 2,75	+ 21,3	3,68	< 0,95
TP3	106	9	4	2	-	-	3	8,49 ± 2,69	+ 12,5	5,01	< 0,95

При дії TP1 з 102 проаналізованих ана-телофаз було виявлено 8 порушень (3 з одинарними фрагментами, 2 з парними фрагментами та 3 інших аномалій). Відсоток аномальних ана-телофаз складав 7,84% та мав незначне перевищення контролю на 3,8% (P < 0,95). За TP2 виявили 12 аномальних ана-телофаз (4 з одинарними фрагментами, 4 з парними фрагментами, 2 з одинарними мостами та 2 з подвійними мостами) з 131 проаналізованої. Відсоток аномальних ана-телофаз виявився 9,16%, тобто зріс на 21,3% (P < 0,95) відносно контролю.

Досліджуючи ТРЗ з 106 проаналізованих ана-телофаз 9 виявились з абераціями (4 з одинарними фрагментами, 2 з парними фрагментами та 3 інших аномалій). Також спостерігалось підвищення відсотку ана-телофаз, які містили порушення, та становив 8,49%, що на 12,5% ($P < 0,95$) вище контролю.

Таблиця 4.2.4 – Рівень хромосомних аберацій, індукованих розчинами синтетичної ароматизованої заправки «Strawberry»

Розчин	Всього ана-телофаз	Кількість аномальних ана-телофаз						Відсоток аномальних ана-телофаз, %	% до контролю	t	P
		Загальна кількість ана-телофаз	-	=	[]	інші				
Вода	225	10	2	2	-	-	6	$7,55 \pm 1,30$	-	-	-
SP1	163	8	4	-	1	-	3	$4,91 \pm 1,28$	- 35,0	2,78	$< 0,95$
SP2	120	16	4	3	1	5	3	$13,33 \pm 2,66$	+ 76,6	3,66	$< 0,95$
SP3	120	20	8	1	2	6	3	$16,67 \pm 3,05$	+ 120,8	3,34	$< 0,95$

Під впливом SP1 проаналізовано 163 ана-телофази та виявлено 8 порушень (4 з одинарним фрагментом, 1 з одинарним мостом та 3 не визначені аберації). Відсоток аномальних ана-телофаз складав 4,91% та був нижчим за контроль на 35,0% ($P < 0,95$). За дії SP2 з 120 ана-телофаз 16 були з аномаліями (4 з одинарними фрагментами, 3 з парними фрагментами, 1 з одинарним мостом, 5 з подвійними мостами та 3 інших порушення). Відсоток аномальних ана-телофаз складав 13,33% і на 77,6% ($P < 0,95$) перевищував контроль. Аналіз впливу SP3 показав, що з 120 ана-телофаз виявлено 20 фаз з абераціями (8 з одинарними фрагментами, 1 з парним фрагментом, 2 з одинарними мостами, 6 з подвійними мостами та 3 інших аномалій). Відсоток аномальних ана-телофаз складав 16,67%, що вище за показник контролю на 120,8% ($P < 0,95$).

Підсумовуючи одержані результати варто зазначити, що синтетична проматична заправка «Табассо» у досліджуваних розчинах незначно провокує підвищення кількості хромосомних аберацій меристемних клітин цибулі городньої. Найчастіше спостерігається виникнення одинарних фрагментів та незначна кількість подвійних мостів. Аналізуючи результати отримані під час застосування ароматизатора «Strawberry» при SP1 відбулось зменшення

кількості хромосомних порушень. Натомість SP2 та SP3 сприяли збільшенню хромосомних перебудов у вигляді поодиноких фрагментів, подвійних фрагментів та подвійних мостів. Таким чином, можна зробити висновок, що застосування синтетичних ароматичних заправок спричиняють підвищення генотоксичного впливу на живі організми до 120%.

4.3. Вивчення внутрішньовидового поліморфізму в популяціях конюшини повзучої (*Trifolium repens* L.)

Генетична структура популяції визначається мінливістю і різноманітністю генотипів, частотами варіацій окремих генів - алелей, а також поділом популяції на групи генетично близьких особин. Популяцію складають особини одного виду, які мають однаковий набір генів (генетична однорідність), але будь-який ген може бути представлений різними алелями, кількість яких буває значною (генетична різноманітність). Проявом генетичної гетерогенності і однією з важливих особливостей генетичної структури природних популяцій є внутрішньопопуляційний поліморфізм, тобто тривале співіснування в популяції двох або більше генетично різних форм [16, 32]. Механізм підтримки поліморфізму обумавлений адаптивним ефектом наддомінування, коли різні алелі зберігаються у популяції завдяки балансуєчому добору який надає перевагу гетерозиготним особинам [30].

Одним із прикладів спадкового поліморфізму моногенного успадкування є наявність-відсутність «сивого» малюнка на листочках конюшини повзучої.

Конюшина біла, або повзуча (*Trifolium repens* L.) - багаторічна трав'яниста рослина, що належить до родини бобові. Даний вид поширений на луках і полях, а також зустрічається у водойм і вздовж доріг, на пасовищах, поруч з житловими будівлями. Вважається бур'яном, так як засмічує посіви культурних рослин. Конюшина добре розвивається на різних ґрунтах, не вимоглива до їх складу. Є світлолюбною, вологолюбною і морозостійкою рослиною [28].

Зображення «сивого» малюнка (плями) у *T. repens* на листовій пластинці може відрізнитися розташуванням, інтенсивністю прояву, розміром. Доведено, що наявність сивої плями на листку та її різноманітність – ознака домінантна і

визначається серією множинних алелей гена *V*. Члени серії знаходяться в різних відносинах один з одним по мірі домінування. Алель *v* (відсутність плями) рецесивна по відношенню до всіх інших алелей: *V*, *V^H*, *V^B*, *V^{Bh}*, *V^P*, *V^F* і *V^S*. Всі без виключення алелі гена *V* порушують нормальний розвиток хлорофілу в палісадних клітинах світлої зони листка, призводять до скорочення в них кількості хлоропластів аж до їх повної відсутності, сприяють скорочення обсягів палісадних клітин і збільшення простору між ними, більш ранньої загибелі клітин [16]. Спадковий характер такого порушення для конюшини був доведений на молекулярно-генетичному рівні із застосуванням методів полімеразно-ланцюгової реакції [33].

Зміни, які відбуваються у навколишньому природному середовищі найбільш гостро відображаються на біотичних компонентах, в першу чергу на рослинному світі [7, 9]. Типова для середовища існування, пов'язаних з діяльністю людини, *T. repens*. використовується в якості біоіндикатора забруднення повітря і ґрунтів, що дозволяє оцінити ступінь антропогенного навантаження. Доведено, що в більш сприятливих умовах середовища відзначається переважання генотипів *vv* і *VV*, а в місцях, які зазнали значного антропогенного навантаження, спостерігається велика різноманітність [3, 18, 26].

Мета дослідження полягала у вивченні внутрішньовидового поліморфізму в популяціях конюшини повзучої (*Trifolium repens* L.), що росте в різних умовах навколишнього середовища м. Тернопіль та м. Ланівці.

На території міста Тернополя зразки рослин конюшини білої збиралися в популяціях, які зростають у житловому масиві мікрорайону Канада м. Тернопіль, у зоні пляжу «Циганка» та на узбіччі вздовж автодороги поблизу Тернопільського озера.

На території міста Ланівці Лановецького району Тернопільської області зразки рослин конюшини білої збиралися в популяціях, які зростають на пасовищі, у центральній частині міста та на ділянці поблизу автодороги Ланівці - Тернопіль.

Листочки конюшини збирались у період масового цвітіння (липень-серпень). Всього було опрацьовано 2400 екземплярів рослинного матеріалу. Для ідентифікації малюнків «сивої» плями використовували методику П. Я. Шварцмана, для встановлення генотипу порівнювали малюнки плям на зібраних листках із малюнками, зображеними у табл. Дж. Л. Брюбейкера [16]. Найважливішим показником біорізноманітності є фенотипічна різноманітність популяцій, яка вивчалась за допомогою показників запропонованих Л.А. Животовським [16].

Зростання антропогенного навантаження призводить до негативних змін генетичної структури популяції. Під дією антропогенних факторів частота зустрічі специфічних фенотипів збільшується, що призводить до зростання індексу співвідношення фенів (ІСФ). На чистих територіях величина ІСФ не перевищує 45%, а на забруднених може сягати 70-80% [7].

В ході збору матеріалу на досліджених територіях з різним рівнем антропогенного навантаження було виявлено наступні фенотипічні класи: пляма відсутня – О, повна пляма – А, повна висока пляма – А^H, пляма з розривом – В, висока пляма з розривом – В^H, пляма в центрі – С, суцільно забарвлена велика трикутна пляма в основі – D, суцільно забарвлена невелика трикутна пляма в основі – Е. Встановленим фенотипічним класам відповідають генотипи: пляма відсутня – vv , повна пляма – VV , повна висока пляма – $V^H V^H$, пляма з розривом – $V^B V^B$, висока пляма з розривом – $V^{Bh} V^{Bh}$, пляма в центрі – $V^P V^P$, суцільно забарвлена велика трикутна пляма в основі – $V^F V^F$, суцільно забарвлена невелика трикутна пляма в основі – $V^S V^S$. Також були виявлені гетерозиготи: Vv , $V^P V^{Bh}$, $V^P V^H$, $V^H V^B$.

Вивчення внутрішньовидового поліморфізму у популяціях конюшини повзучої м. Ланівці та його околицях показало, що на пасовищній ділянці було виявлено 4 фенотипа, серед яких переважали рецесивні гомозиготні (vv) - рослини без «сивої» плями з високою частотою зустрічі (51-57%). Рослини з генотипом VV коливались в межах 17-35%, $V^H V^H$ – 9-21%. Дана популяція характеризується однорідним генетичним складом. На ділянці центральної

частини м. Ланівці виявлено 9 генотипів, серед яких спостерігалось значне зменшення рецесивних гомозигот – 2-22%. Найбільш представленими є генотипи VV – 31-47%, $V^H V^H$ – 17-49%. На долю інших генотипів ($V^B V^B$; $V^P V^P$, $V^S V^S$, $V^P V^{Bh}$, $V^P V^H$, Vv) припадало 1-16%. Одержані результати вказують на підвищення ступеня генетичного різноманіття. Ділянка поблизу автодороги Тернопіль – Ланівці продемонструвала наявність 6 генотипів, з яких рецесивних гомозигот було – 35-43%. Інші генотипи зустрічалися з наступною частотою: VV – 28-34%; $V^H V^H$ – 16-21%; $V^P V^P$ – 3-10%; $V^F V^F$ – 1%; $V^S V^S$ – 1-2%. Збільшення внутрішньопопуляційного різноманіття досягається за рахунок збільшення рівня забруднення навколишнього середовища.

Житловий масив мікрорайону Канада м. Тернопіль нараховує 6 генотипів і характеризується високою частотою рослин з генотипом vv – 29-50% та VV – 15-60%. На долю $V^H V^H$ припадало 10-22%, на $V^B V^B$ – 5-8%, на $V^{Bh} V^{Bh}$ – 3-5%, на $V^H V^B$ – 1%. У популяції конюшини повзучої, що росли на ділянці зони пляжу «Циганка» виявлено 6 генотипів, серед яких 44-51% припадав на рецесивні гомозиготи. Генотипи VV , $V^H V^H$ зустрічалися з частотою 19-24%, 22-32% відповідно. Решта генотипів коливалися в межах $V^B V^B$ – 3-6%; $V^{Bh} V^{Bh}$ – 1-5%; $V^P V^P$ – 2%. Ділянка узбіччя вздовж автодороги поблизу Тернопільського озера нараховувала 7 фенотипів, яким відповідає 6 гомозиготних фенотипів, частка яких коливається у межах: vv – 22-27%, VV – 34-42%; $V^H V^H$ – 20-35%; $V^P V^P$ – 4-9%; $V^F V^F$ – 2%; $V^S V^S$ – 1-4%, і одна гетерозиготна рослина з частотою генотипу $V^H V^B$ – 2%.

У таблиці 4.3.1 представлені дані, що характеризують фенотипічну різноманітність популяцій конюшини повзучої м. Ланівці та м. Тернопіль.

Дослідженням з'ясовано, що показник внутрішньопопуляційної різноманітності на дослідних ділянках м. Ланівці був найвищим у центральній частині міста і становив – 5,87, а частка рідкісних – 0,16. На ділянці пасовища і поблизу автодороги Тернопіль – Ланівці він складав 3,38 і 4,57, а частка рідкісних фенів – 0,15 та 0,24 відповідно. На досліджених територіях м. Тернопіль показник внутрішньопопуляційної різноманітності становив: у

житловому масиві мікрорайону Канада 2,96, у зоні пляжу «Циганка» – 3,56, ділянці узбіччя вздовж автодороги поблизу озера – 4,43, а частка рідкісних фенів коливалася в межах 0,11-0,26.

Таблиця 4.3.1 – Характеристика різноманітності фенотипів *Trifolium repens* L. на досліджуваних ділянках м. Ланівці та м. Тернопіль

Територія популяції	Показник внутрішньо-популяційної різноманітності, μ	Частка рідкісних фенотипів, h	Найбільше число фенотипів у популяції, m
м. Ланівці			
Пасовище	$3,38 \pm 0,14$	$0,15 \pm 0,036$	4
Ділянка поблизу автодороги Ланівці - Тернопіль	$4,57 \pm 0,25$	$0,24 \pm 0,042$	6
Центральна частина м. Ланівці	$5,87 \pm 0,25$	$0,16 \pm 0,036$	7
м. Тернопіль			
Житловий масив мікрорайону Канада	$2,96 \pm 0,17$	$0,25 \pm 0,043$	4
Зона пляжу «Циганка»	$3,56 \pm 0,12$	$0,11 \pm 0,031$	4
Узбіччя автодороги поблизу Тернопільського озера	$4,43 \pm 0,26$	$0,26 \pm 0,043$	6

Проводячи узагальнюючий характер досліджуваних територій необхідно зазначити, що найменшою стійкою морфогенетичною структурою (4 фенотипу) володіють популяції: пасовища, житлового масиву мікрорайону Канада, зона пляжу «Циганка» (рис. 4.3.1), де найбільший відсоток займали рослини, на листочках яких сива пляма відсутня, а гетерозиготи Vv не перевищували 3%.

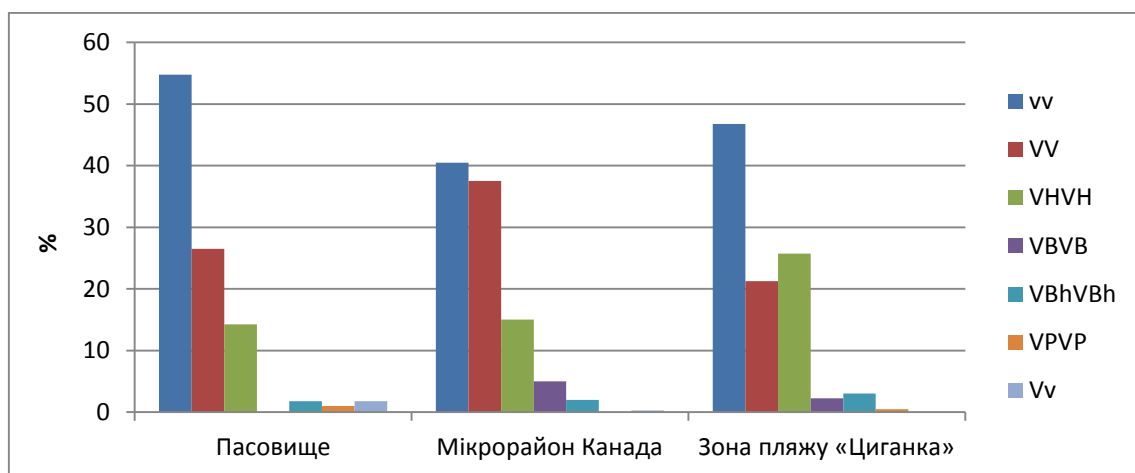


Рис. 4.3.1 – Середня частота зустрічі генотипів в популяціях *Trifolium repens* на дослідних ділянках м. Тернопіль та м. Ланівці

Інші досліджувані популяції (Рис. 4.3.2.) характеризуються збільшенням фенотипічної мінливості (до 6-7 класів), що досягається за рахунок наявності у генетичній структурі популяції гетерозиготних генотипів, а саме Vv (0-4%), $V^P V^H$ (0-3%) (лише у центральній частині м. Ланівці), $V^P V^{Bh}$ (0-5%) (лише у центральній частині м. Ланівці), $V^H V^B$ (0-2%) (на узбіччі вздовж автодороги поблизу Тернопільського озера).

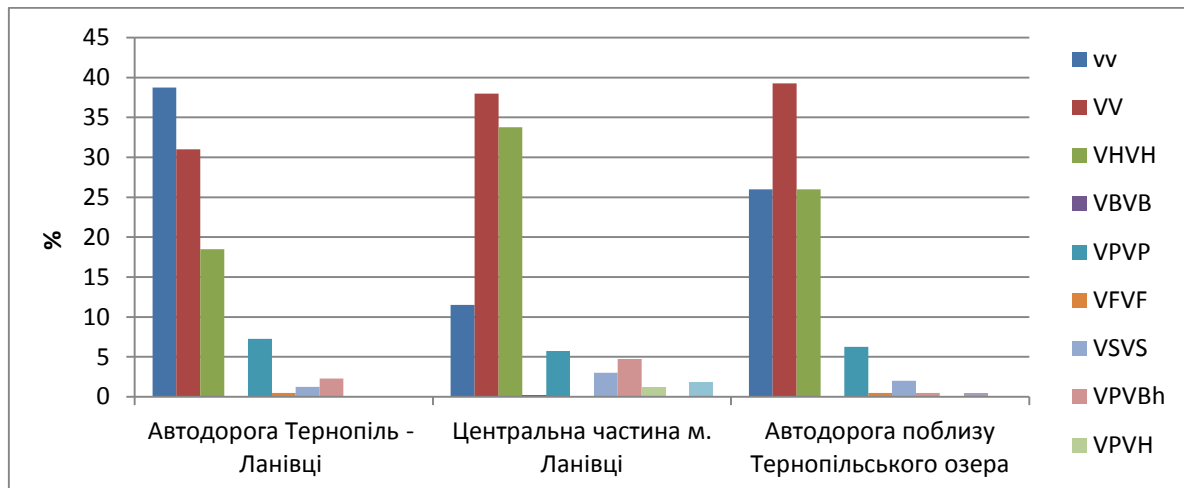


Рис. 4.3.2. Середня частота зустрічі генотипів в популяціях *Trifolium repens* на дослідних ділянках м. Тернопіль та м. Ланівці

У результаті дослідження встановлено: ІСФ в зоні пасовища околиць м. Ланівці становить 45% (чиста територія); на ділянці поблизу автодороги Тернопіль – Ланівці – 61,25% (забруднена територія); в центральній частині м. Ланівці – 88,5% (територія є дуже забрудненою); у житловому масиві мікрорайону Канада м. Тернопіль – 59,75% (забруднена територія), у зоні пляжу «Циганка» м. Тернопіль – 52,75% (забруднена територія), на узбіччі вздовж автодороги поблизу Тернопільського озера – 74,25% (дуже забруднена територія) (рис.4.3.3). Найбільше антропогенне навантаження відчувають центральна частина м. Ланівці та узбіччя вздовж автодороги поблизу Тернопільського озера. Тільки одна дослідна територія виявилась чистою - зона пасовища околиць м. Ланівці, інші – забруднені.

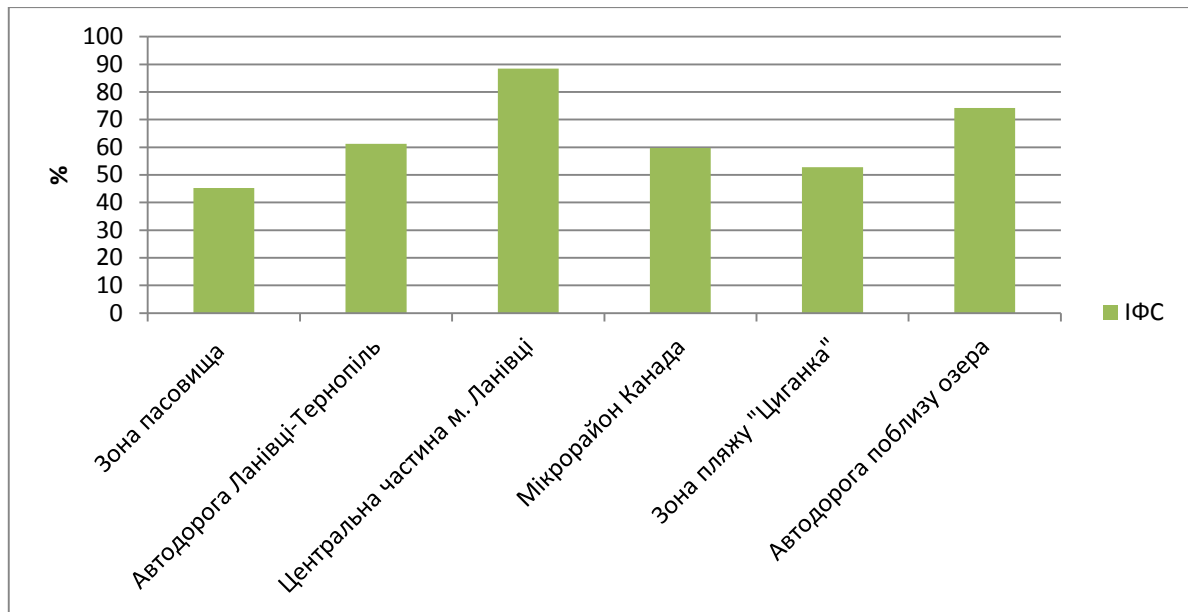


Рис. 4.3.3 – Індекс співвідношення фенів (ІФ) на дослідних територіях м. Тернопіль та м. Ланівці (2019 - 2020 рр.)

Таким чином, популяції конюшини повзучої у природних біоценозах характеризуються більшою морфогенетичною однорідністю, а в міських екосистемах – більшим фенетичним поліморфізмом який досягається за рахунок появи рідко зустрічаючихся генотипів. Найбільше антропогенне навантаження відчувають центральна частина м. Ланівці та узбіччя вздовж автодороги поблизу Тернопільського озера. І лише одна дослідна територія - зона пасовища околиць м. Ланівці виявилась чистою.

ЛІТЕРАТУРА ДО РОЗДІЛУ 4

1. Бабюк А. В. Використання харчових добавок в Україні *Безпека життєдіяльності*. 2015. № 1. С. 28–30.
2. Басенко А. Радіація і сільське господарство *Сільський час*. 2004. № 10 (489). С. 4-6.
3. Біда Т. М., Торяник В. М. Особливості фенотипічного поліморфізму *Trifolium repens* L. за рисунком сивої плями на листку у фітоценозах пасовищ з різним екологічним режимом *Актуальні проблеми дослідження довкілля: матеріали ІХ міжнар. наук.-конф., м. Суми, 25–27 трав. 2021 р. Суми, 2021. С. 207–209.*
4. Бутенко Р.О. Вплив різних доз і концентрацій мутагенів на частоту мутацій озимої пшениці *Физиология и биохимия культ. растений*. 2007. Т.39, №4. С. 326–333.
5. Бучковська О.І., Крижановська М. А. Вплив ароматизованих нікотиновмісних рідин електронних сигарет на виникнення доміантних летальних мутацій у *Drosophila melanogaster*. Тернопільські біологічні

- читання – Ternopil Bioscience – 2022 : матеріали міжнародної конференції (Тернопіль, 4–5 листопада 2022 р.). Тернопіль : Вектор, 2022. С. 30–34
6. Васько Л. М., Почерняєва В. Ф., Баштан В. П. Засоби захисту організму від дії іонізуючого випромінювання : навч. посіб. К. : ВСВ "Медицина". 2019. 112 с.
 7. Глухов О.З., Сафонов, Н. А. Фітоіндикація металопресингу в антропогенно трансформованому середовищі. Донецьк : Норд-Пресс, 2006. 360 с.
 8. Григор'єва Л.І., Томілі Ю.А., Рожков І.М. Іонізуюче випромінювання та його вплив на людину: навч. посіб. Миколаїв : МДГУ ім. Петра Могили, 2008. 208 с.
 9. Грицак Л., Барна І., Кодлюк І., Сельська І., Сплавінська Ю., Сукар Х., Барна С. Біоіндикаційні методи для потреб системного аналізу якості довкілля Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія : Географія. № 2. 2017. С. 153–165.
 10. Гродзинський Д.М., Шиліна Ю.В., Куцокінь Н.К. Застосування рослинних тест-систем для оцінки комбінованої дії факторів різної природи (метод. рек. по. оцінці допустимих рівнів радіонуклідного та хімічного забруднення за їх комбінованої дії) К.: Фітосоціоцентр, 2006. 60 с.
 11. Дружина М. Радіаційні ураження і радіопротектори. *Вісник НАН України*. 2005.-№4. С.17-24
 12. Катаєва С. Е. Безпечність застосування синтетичних добавок у харчових продуктах для дітей. *Безпека життєдіяльності*. 2012. № 8. С. 35–40.
 13. Ковальський, О. В., Мечев Д. С., Данилевич В. П. Радіологія. Променева терапія. Променева діагностика : навч. посіб. Вінниця : Нова Книга, 2017. 512 с.
 14. Козаченко М. Р. Експериментальний мутагенез в селекції ячменю: монографія. Харків, 2010. 296 с.
 15. Конончук О.Б. Практикум з агрохімії та основ землеробства для студентів біологічного напрямку підготовки: навчальний посібник. Тернопіль: ТНПУ імені Володимира Гнатюка, 2013. 73 с.
 16. Крижановська М. А. Генетика. Навчальна практика : навчальний посібник. Тернопіль : ФОП Осадца Ю.В., 2021. 71 с.
 17. Крижановська М. А. Вивчення дії ароматизованих заправок електронних сигарет на порушення ембріонального розвитку у *Drosophila melanogaster*. *Біологічні дослідження – 2019* : зб. наук. праць X Всеукр. наук.-практ. конф. (Житомир, 16–18 берез. 2019 р.). Житомир : «Полісся», 2019. С. 52–52.
 18. Крижановська М.А., Голуб Н.Я., Прокоп'як М.З., Голіней Г.М. Вивчення внутрішньопопуляційного поліморфізму *Trifolium repens* L. м. Ланівці в умовах антропогенного навантаження різної інтенсивності. Фактори експериментальної еволюції організмів: Фактори експериментальної еволюції організмів : зб. наук. пр. Київ : Укр. т-во генетиків і селекціонерів ім. М. І. Вавилова, 2021. Т. 29. С. 185–190.

19. Куцоконь Н. Рослинні тест-системи для визначення генотоксичності *Вісник НАН України*. 2010. № 4. С. 48-52.
20. Реальність чи вигадка – побічні ефекти від електронної сигарети URL: <https://octolab.com.ua/blog/realnist-chi-vigadka-pobichni-efekti-vid-elektronnoi-sigareti>
21. Проніна О.В., Рушковський С.Р., Александрова О.І., Лазаренко Л.М., Козерецька І.А. Методичні вказівки до спецпрактикуму «Експериментальний мутагенез» для студентів біологічного факультету. Київ: «Фітосоціоцентр», 2002. 24с.
22. Свидерська С.М. Екологічні основи землеробства та сільськогосподарська радіоекологія: конспект лекцій. Одеса, 2013. 216 с.
23. Сидорович М.М., Кундельчук О.П., Баканча М.П. Активна біоіндикація біотичних чинників довкілля за допомогою *Allium test* *Актуальні питання природничих наук та методика їх викладання*: зб. тез доп. всеукр. конф., м.Ніжин, 22-23 лютого 2012р. Ніжин: Видавництво НДУ імені Миколи Гоголя, 2012. С.113-114.
24. Смоляр В.І. Токсичні ефекти харчових добавок *Проблеми харчування*. 2005. №1. С. 5–15.
25. Солов'янчик І. Натуральні добавки, ароматизатори. *Харчова і переробна промисловість*. 2002. №8. С.22-23.
26. Торяник В.М., Міронець Л.П. Морфогенетичний поліморфізм *Trifolium repens* за малюнком на різних територіях м. Суми з різним антропогенним навантаженням Фактори експериментальної еволюції організмів: зб. наук. пр. Київ : Укр. т-во генетиків і селекціонерів ім. М. І. Вавилова, 2019. Т. 25. С. 92–96.
27. Шкідливість електронних сигарет та вейпінгу: що потрібно знати URL: <https://novoarhangelska-gromada.gov.ua/news/1682336814/>
28. Якубенко Б.Є., Григора І.М. Польовий практикум з ботаніки. Київ: Арістей, 2008. – 260 с
29. Banks G. R., Mutagenesis: a review of some molecular aspects, «Science Progress», 1971, v. 59, № 236/ pp. 475-503 URL: <https://www.jstor.org/stable/43420107>
30. Dobzhansky Th. Genetics of the evolutionary process. Colum. Univ. Press. N.J. 1970.
31. Griffiths A. J. F., Doebley J., Peichel C., Wassarman D. A. Introduction to genetic analysis N.Y. : W. H. Freeman and Company, 2020. 819 p.
32. Hall J. L., Williams L. E. Transition metal transporters in plants. *Ibid*, 2003, vol. 54, no 393, pp. 26101-26113
33. Hamilton R.S., Cresswel IA. *Iger Innovations*, 1999.C.12-15.
34. Hardy Serge, Legagneux Vincent, Audic Yann, Paillard Luc Reverse genetics in eukaryotes *Biology of the Cell* . 2010. V.10. 539-580 p. DOI: <https://doi.org/10.1042/BC20100038>.
35. Strachan T. Human molecular genetics. Read - Boca Raton : CRC Press, 2019. 785 p.

РОЗДІЛ 5. ФІТОПАТОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ДОСЛІДЖЕННЯ РОСЛИННИХ УГРУПОВАНЬ ЗАХІДНОГО ПОДІЛЛЯ

Однією з причин низької врожайності сільськогосподарських культур є втрата потенційної продуктивності рослин унаслідок ураження їх шкідливими організмами та хворобами. За даними Food and Agriculture Organization of the United Nations (ФАО), світові втрати урожаю, наприклад, картоплі щорічно сягають 11,6% валового збору, що в два рази більше, ніж втрати зернових, овочів і цукрових буряків разом взятих. У роки сильних спалахів хвороб зниження врожаю бульб може становити 30-50% і більше [6].

Великі недобори і втрати врожаю картоплі спричиняються багатьма грибними, бактеріальними, вірусними і непаразитарними хворобами. В агроценозах найбільш поширеними стали інфекції, що викликаються грибами, а саме фітофтороз та альтернаріоз, або суха плямистість. За сприятливих погодних умов ураження цими хворобами носить масовий або епіфітотійний характер, що вимагає ефективного та надійного захисту посівів з використанням сучасних засобів захисту – фунгіцидів [15, 22, 36].

У системі догляду за посівами зернових культур, крім агротехнічних методів, широко застосовують хімічні засоби захисту рослин, серед яких важливу роль відіграють фунгіциди, як засоби обмеження шкодочинної дії хвороб [9, 15, 22, 32, 36, 37].

Відомо, що захист озимих зернових від хвороб буде успішним лише за умов, коли заходи восени будуть спрямовані передусім на радикальне обмеження або знищення джерел інфекції, блокування або уповільнення шляхів поширення інфекції у період початку вегетації рослин [19].

У сівозмінах насичення колосовими культурами не повинно перевищувати 40-50%, частка колосових у структурі попередників озимих – до 10-15%. Наприклад, озимий ячмінь доцільно розміщувати після зайнятих і сидеральних парів, зернобобових культур, багаторічних трав [15].

У сівозмінах не можна допускати близького розташування посівів зернових культур, щоб не сприяти швидкому переносу інфекції збудників

хвороб. Насіннєві ділянки необхідно розташовувати на віддалі не менше 1 км від товарних посівів. Чим менше насичення сівозміни однією культурою, тим більше просторова ізоляція між рослиною-живителем, джерелом інфекції патогенна [19].

Важливими агротехнічними заходами для знищення запасу інфекції борошнистої роси, іржастих хвороб, септоріозу, корневих гнилей, бактеріальних і вірусних захворювань та обмеження їх поширення на сходи зернових культур є такі заходи, як лушення стерні та культивуація і боронування полів за появи сходів падалиці й бур'янів [15, 20, 36].

Безполицевий і плоскорізний обробітки ґрунту під озимі культури дозволяють зберігати вологу, знижувати витрати, підвищувати урожайність культури, але залишають на поверхні рослинні рештки від попередньої культури разом із збудниками хвороб, що сприяє накопиченню інфекції. Зяблевий обробіток ґрунту відчутно знижує запас патогенів у ґрунті, хоч є вартісним заходом [15, 36].

Внесення органічних і мінеральних добрив, а також мікроелементів повинно відповідати хімічному складу ґрунту. Правильне внесення добрив сприяє підвищенню стійкості до хвороб і загальної життєздатності рослин. Калійні добрива, особливо у суміші з фосфорними, підвищують, а лише азотні – знижують, стійкість рослин до хвороб [15, 26, 36].

Для обмеження розвитку хвороб велике значення має своєчасне знищення бур'янів – резерваторів і переносників патогенів [15, 26, 36].

Своєчасне збирання урожаю в стислі строки і без втрат, запобігає розвитку і накопиченню багатьох патогенів. Щоб попередити перезараження насіннєвого матеріалу під час зберігання фузаріозом, пліснявими і бактеріальними хворобами, проводять очищення та просушування зерна до 13-14% вологості та розміщення його окремими партіями [26, 36].

Тому перспективним напрямком досліджень є вивчення ефективності застосування різних фунгіцидів на посівах сільськогосподарських культур у конкретних ґрунтово-кліматичних умовах з метою пошуку оптимальних рішень

їх захисту від хвороб [15, 26, 30-33, 36].

5.1. Вплив попередників і фунгіциду Абакус на поширення хвороб та продуктивність жита посівного

Жито посівне є важливою продовольчою, кормовою і технічною культурою сільського господарства України. Із зерна жита отримують борошно, що містить значну кількість білків – 9-17 %, легкозасвоюваних вуглеводів – до 80 %, ненасичених жирних кислот, вітамінів А, В₁ В₂, В₆, Е, РР, С, флавоноїдів, антоціанів, феноламідів, лігнінів тощо, а у складі хліба зумовлює його високу калорійність та особливий присмак і аромат [30, 32, 33].

Жито, як кормова культура, у тваринництві використовується у вигляді зеленої маси. Зерно жита, як і ячменю, кукурудзи, пшениці, тритикале тощо, входить до складу комбікормів, зокрема, для відгодівлі молодняку свиней, але його кількість повинна бути обмежена через гіркі речовини [11, 32, 41].

У польових сівоzmінах жито відіграє важливе агротехнічне значення, як зелене сидеральне добриво та хороший попередник для інших культур. Наприклад, після збирання на зелений корм, воно рано навесні звільняє площі і після нього ще можна успішно вирощувати пізні ярі культури – кукурудзу, просо, гречку та ін. Посіви жита відзначаються швидким ростом, що ефективно пригнічують бур'яни та володіють цінними фітосанітарними властивостями щодо пригнічення розвитку у ґрунті шкідливих патогенів – нематод і тому є добрим попередником для картоплі, буряків та інших культур. Для повної реалізації потенційних можливостей самого жита посівного, його необхідно висівати у Лісостепу після кращих попередників – багаторічних трав, озимих та кукурудзи на зелений корм, вико-вівсяних сумішок, гороху, бобів, вики, допускається вирощування після вівса і гречки, а також таких нетрадиційних попередників, як озимий ріпак, ярий ячмінь та соя [5, 17, 32]. Підбір кращих попередників дозволяє підвищити продуктивність жита на 6-40% [33].

Як технічну культуру, житнє зерно використовують для виробництва високоякісного спирту, солому – для виготовлення паперу, матів, кошиків, целюлози, оцту та інших продуктів [32, 33].

На території України вирощують переважно озиму форму жита посівного, якій притаманні висока продуктивність та специфічні біологічні особливості, такі як висока морозостійкість, пристосованість до кислої реакції ґрунтів, значна засвоювальна здатність мінеральних елементів живлення, високий потенціал кушення, стійкість до весняної посухи тощо [25, 32].

Однак, не зважаючи на цінність і затребуваність, посівні площі жита в Україні скорочуються, а його врожайність не відповідає біологічним можливостям культури. Зокрема, у 2007 р. площа вирощування жита становила 337,4 тис. га із урожайністю зерна 16,7 ц/га, у 2017 р. – 171,0 і 29,7, у 2018 р. – 148,4 і 26,5, відповідно [42].

Збільшити виробництво жита в сучасних умовах за рахунок розширення посівних площ залишається проблематичним завданням, через домінування і високу затребуваність на внутрішньому і зовнішніх ринках, у першу чергу, зерна пшениці і кукурудзи. Отож, зростання валового збору зерна жита в Україні доцільно пов'язувати із підвищенням його продуктивності через підбір високоурожайних сортів і гібридів, кращих попередників у сівозмінах, дотриманням оптимальних строків і способів сівби, внесенням мінеральних добрив, ефективною системою догляду, яка б зменшувала пошкодження культури шкідниками і хворобами тощо [12, 19, 25, 32, 44].

Наприклад, на території України у посівах жита виявлені сажкові й іржасті хвороби, кореневі гnilі, ріжки, плямистості, бактеріальні та вірусні захворювання, які можуть бути причиною недобору урожаю культури у 10-20%. За умов інтенсифікації вирощування жита, як і інших зернових культур, втрати від хвороб можуть сягати більше 50% [20, 37].

У зв'язку з цим, одним із важливих напрямків досліджень для зменшення втрат від хвороб і підвищення продуктивності жита є вивчення впливу на культуру різних попередників та ефективності застосування фунгіцидів у конкретних ґрунтово-кліматичних умовах [5, 15, 17, 20, 26].

Обстеження посівів жита сорту Харківське 98 [8] показало, що в умовах вегетаційного сезону 2018-2019 рр. надземні органи культури вражалась

борошнистою росою, бурою іржею та септоріозом листків.

Поширення борошнистої роси на житі посівному, яке висівалось після квасолі становило 5,3%, а після сої – 5,0% (контрольні варіанти). Застосування фунгіциду Абакус [7] статистично вірогідно знижувало розповсюдження хвороби на 2,7% і 3,0% (дослідні варіанти), відповідно (табл. 6.1.1).

Незначне поширення борошнистої роси у досліджуваний період (стадія вихід у трубку) можна пояснити жаркими погодними умовами і дещо зрідженим станом стеблостою, адже активний розвиток патогена спостерігається на затінених рослинах. Затримує розвиток хвороби висока температура повітря (понад 30°C) [26, 36].

Бура іржа вражала 5,9% рослин жита, яке висівалось після квасолі та 6,9% після попередника – сої. Дворазове обприскування фунгіцидом зменшило поширення хвороби до рівня 3,0% і 3,7% уражених рослин, відповідно (табл. 5.1.1).

Інфекція брурої іржі на житі, як і пшениці, поширюється урединіоспорами за допомогою вітру, дощу із решток стерні чи падалиці, але літом за умов підвищеної вологості й тепла спори зберігають свою життєздатність недовго [36], що на нашу думку і пояснює незначне поширення хвороби. Крім того, відносно стійкими до брурої іржі є сорти жита селекції Інституту рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААНУ (м. Харків) [10], до яких і належить досліджуваний сорт Харківське 98.

Дещо вищу шкодочинність для жита виявляв септоріоз листя. Розповсюдження хвороби у культурі, яка висівалась після квасолі становило 8,7%, після сої – 10,1% (табл.5.1.1). Таке незначне поширення хвороби можна пояснити сухою і жаркою погодою 2019 р., коли проводились дослідження, адже септоріоз особливо сильно розвивається у роки з підвищеною кількістю опадів і температурою 20-20°C [26]. За підвищеної температури і сухості повітря життєздатність пікноспор зберігається лише біля трьох місяців [37].

Застосування фунгіциду Абакус знизило поширення септоріозу листя жита сорту Харківське 98 на 6,0% після розміщення за квасолею і 7,1% – соєю

(табл. 6.1.1).

Розрахунок технічної ефективності дії фунгіциду Абакус показав його високу дієвість, що до борошнистої роси, бурої іржі і септоріозу листя жита посівного не залежно від попередників культури.

Так, технічна ефективність пестициду проти борошнистої роси на житі, що висівалось після квасолі становила 50,2% та після сої – 58,7%, проти бурої іржі – 49,2% і 46,9%, відповідно. Вищу дієвість фунгіцид Абакус виявляв у боротьбі із септоріозом листків – технічна ефективність 69,5% і 70,5%, після розміщення жита за попередниками – квасолею і соєю, відповідно (табл. 5.1.1).

Таблиця 6.1.1 – Розповсюдження хвороб і технічна ефективність фунгіциду Абакус залежно від попередника у посіві жита посівного озимого сорту Харківське 98, %

Хвороба	Попередник квасоля		Попередник соя	
	контроль	дослід	контроль	дослід
борошниста роса	5,3±0,5	2,6±0,3*	5,0±0,3	2,0±0,2*
<i>технічна ефективність</i>	–	50,2	–	58,7
бура іржа	5,9±0,2	3,0±0,4*	6,9±0,5	3,7±0,3*
<i>технічна ефективність</i>	–	49,2	–	46,9
септоріоз листя	8,7±0,8	2,7±0,3*	10,1±0,8	3,0±0,2*
<i>технічна ефективність</i>	–	69,5	–	70,5

Примітка: * – $p < 0,05$ різниця вірогідна порівняно з контролем

Отже, поширення хвороб у посіві жита посівного сорту Харківське 98 – борошнистої роси, бурої іржі та септоріозу листків у досліджуваній вегетаційний сезон не залежало від попередників – квасолі чи сої, як і висока технічна ефективність застосування фунгіциду Абакус у боротьбі з ними.

Визначення величини та елементів структури урожаю жита посівного сорту Харківське 98 виявило високий вплив попередника та значну дієвість фунгіциду Абакус за більшістю із досліджуваних показників (табл. 5.1.2).

Так, густина рослин жита, яке висівалось після попередника квасоля, була вищою на 101,0 рослину/м² у контрольних варіантах і на 71,3 – за обробки пестицидом. Аналогічно зростала загальна густина стебел – на 32,2%, порівняно із попередником – соя, за відсутності обробки, та на 21,7% – за обприскування фунгіцидом, а також їх продуктивна кількість – на 20,0% і 17,6%, відповідно

(табл. 5.1.2).

Зазначені зміни у кількості рослин і їх стебел на одиницю площі поля, залежно від попередника, вплинули на здатність рослин кущитись. За середньої загальної кущистості у контрольному і дослідному варіантах культури, яка висівалась після квасолі – 1,5 шт., рослини за висіву після сої кущились інтенсивніше – 2,0 шт. Аналогічні зміни відбувались і з продуктивною кущистістю – 1,3 шт. після розміщення за квасолею і 1,75 шт. – за соєю. Зазначені зміни значнішої інтенсивності кушення рослин жита за висіву після сої, необхідно пов'язувати із їх нижчою густрою, яка стимулює цей процес [25].

Обприскування пестицидом культури, яка висівалась після квасолі, незначно вплинуло на зміну густоти рослин – підвищення 2,8% до контролю та істотно зросло на 26,9% – після сої. Фунгіцид Абакус статистично вірогідно підвищував загальну і продуктивну густоту стеблостою та загальну кущистість культури, як за вирощування після квасолі – на 25,3, 18,6 і 14,3% так і після сої – на 36,1, 21,1 і 22,2%, відповідно. Виявлена тенденція до зростання на 5,9% до контролю продуктивної кущистості жита після сої та відсутність змін – після квасолі (табл. 5.1.2).

Вищі показники зростання за дії фунгіциду Абакус кількості рослин і стебел жита, яке висівалось після сої, на нашу думку, пов'язані із його меншою густрою [25], що дозволяло рослинам значніше реагувати на дію препарату, адже оптимальна густина продуктивного стеблостою для озимого жита становить 450-500 шт./м² [32].

На вищу цінність квасолі, як попередника для жита, вказує більша середня висота рослин, як за обробки фунгіцидом так і без неї – на 6,0%, порівняно із рослинами, що росли після сої – 169,3±0,9 см (табл. 6.1.2).

За дії фунгіциду Абакус рослини жита були вищими на 8,1% до контролю за вирощування після квасолі і на 2,4% – сої (табл. 6.1.2), що можна пов'язувати із відомим AgCelence[®]-ефектом препарату, який активує у рослинах фізіологічні процеси [1].

Визначення довжина колоса, кількості колосків у суцвітті, кількості і маси зерен у колосі показало, що зазначені елементи продуктивності мало залежали від розміщення жита у сівозміні після квасолі чи сої. Маса 1000 насінини культури у контрольному варіанті після розміщення за соєю була статистично вищою на 3,7%, порівняно із вагомістю насіння аналогічного варіанту, який висівали після квасолі, що пов'язано із меншою густотою рослин [25]. Застосування фунгіциду Абакус у дослідних варіантах нівелювало вплив попередника на зазначений показник – тенденція вищої вагомості насіння після сої збереглася, але вона вже не була статистично вірогідною порівняно із величиною насіння жита, що висівалось за квасолею (табл. 5.1.2).

Фунгіцид Абакус у більшій мірі впливав на формування колосся жита, яке мало на 4,6% більшу кількість зерен за вирощування після квасолі і на 13,2% – після сої, маса 1000 зерен зростала на 4,7% і 4,6%, відповідно, що сприяло підвищенню маси зерна у колосі на 9,5% і 19,1% у зазначених варіантах. Суттєвих змін у довжині колоса і кількості в ньому колосків за дії препарату, як і попередника, не було встановлено (табл. 5.1.2).

Зазначене зростання кількості і маси зернівок у колосі жита та його величини (маси 1000 насінин) під впливом фунгіциду Абакус можна пояснити відомим стимулювальним впливом препарату на вуглецевий цикл, засвоєння і використання азоту тощо за рахунок вищої здатності рослин накопичувати в листках більше азотистих сполук і вуглеводів та транспортувати їх у зернівки [1], а також, очевидно, із зростанням фертильності пилку і зменшенням абортивності квіток колоса [25].

Відомо, що на формування маси зернівки хлібних злаків впливає чимало факторів, зокрема, розмір і тривалість активної роботи асиміляційного апарату верхньої частини рослин, тривалість формування зернівки, умови живлення рослин під час дозрівання урожаю, ураження рослин хворобами тощо [25] на які також активно впливав досліджуваний фунгіцид Абакус.

У результаті збирання урожаю жита посівного сорту Харківське 98 виявлено, що продуктивність культури залежала від попередника. Так, середній

біологічний урожай надземної маси рослин жита у контрольному і дослідному варіантах після висіву за квасолею (283,6 ц/га) був на 83,5 ц/га більшим, порівняно із попередником – соя. Аналогічно зростав на 6,6 ц/га середній біологічний урожай зерна і на 77,8 ц/га – соломи (табл. 5.1.2), що вказує на вищу цінність квасолі, як попередника для жита посівного озимого, порівняно із соєю.

Квасоля у більшій мірі, порівняно із соєю, стимулювала наростання вегетативної маси рослин жита, ніж урожаю зерна, адже середній вихід зерна у рослин контрольного і дослідного варіантів, які висівались після неї, становив 22,9%, а після сої – 29,7%.

Визначення продуктивності жита, яке вирощувалося після квасолі, виявило, що дворазове обприскування культури пестицидом статистично вірогідно підвищувало на 30,4% до контролю біологічний урожай надземної маси рослин та його складових частини – на 30,6% соломи і на 29,4% або 16,6 ц/га зерна (табл. 5.1.2).

Значнішим був стимулюючий вплив фунгіциду на жито після попередника – соя, адже зростання біологічного урожаю надземної маси рослин становило 38,4%, урожаю соломи – 36,8% і зерна – 43,1% до контролю.

Одночасна активізація фунгіцидом формування урожаю зерна і ростових процесів у вегетативних органах рослин, що проявлялась у зростанні біологічного урожаю соломи, стала причиною незначних змін у виході зерна дослідних варіантів: після вирощування культури за квасолею – тенденція до зниження на 1,3%, після сої – неістотне зростання на 3,8% (табл. 5.1.2).

Не зважаючи на те, що реакція рослин жита на застосування фунгіциду Абакус була значнішою після попередника соя культурна за багатьма досліджуваними елементами продуктивності, урожай, зокрема, зерна був на 8,6 ц/га у контрольному і на 4,6 ц/га у дослідному варіантах нижчим, ніж після висіву культури за квасолею звичайною. Це вказує на вищу цінність квасолі як попередника для жита в місцевих ґрунтово-кліматичних умовах.

Так, за відсутності обробки фунгіцидом у контролі, жито, яке висівалось після квасолі, відзначалось статистично вірогідним зростанням на 75,8% густоти рослин, 32,2% загальної густоти стебел, 20,0% густоти продуктивних стебел, порівняно з аналогічними показниками за попередника соя. Зазначене збільшення показників густоти рослин та дещо менше зростання густоти загального і продуктивного стеблостою зумовили тенденцію до зниження інтенсивності кущення. Вимірювання довжини колоса, підрахунок кількості колосків і зерен у суцвіттях та зважування маси зерна у колосах, показали незначний вплив попередників на ці показники. Величина ж насіння була статистично вищою на 3,5% у рослин, які висівались після сої культурної, що в цілому не вплинуло на переважання квасолі, як попередника, адже біологічний урожай надземної маси жита, що висівалось після неї був на 46,6% вищим, порівняно із попередником соя, біологічний урожай зерна – на 18,0% і біологічний урожай соломи – на 56,1% (рис. 6.1а).

Таблиця 5.1.2 – Вплив попередника і фунгіциду Абакус на продуктивність жита посівного сорту Харківське 98

Показник	Попередник квасоля		Попередник соя	
	контроль	дослід	контроль	дослід
густина рослин, шт./м ²	236,0±10,8	242,6±12,8	135,0±5,0	171,3±2,1*
густина стебел загальна, шт./м ²	316,2±4,6	396,1±4,9*	239,2±16,1	325,5±2,5*
густина стебел продуктивних, шт./м ²	270,0±3,5	320,2±1,6*	225,0±6,9	272,4±4,9*
кущистість загальна, шт.	1,4±0,20	1,6±0,10*	1,8±0,17	2,2±0,04*
кущистість продуктивна, шт.	1,3±0,11	1,3±0,01	1,7±0,15	1,8±0,05
висота рослин, см	172,5±1,5	186,4±1,9*	167,3±1,1	171,3±0,7*
довжина колоса, см	10,9±0,32	11,0±0,17	11,7±0,16	11,6±0,22
кількість колосків у колосі, шт.	34,4±0,7	33,8±0,3	33,1±0,8	33,1±0,8
кількість зерен у колосі, шт.	54,6±0,9	57,1±0,5*	53,6±0,8	60,8±1,0*
маса зерна у колосі, г	2,1±0,05	2,3±0,03*	2,1±0,03	2,5±0,03*
маса 1000 зерен, г	38,2±0,3	40,0±0,3*	39,6±0,2	41,4±0,5*
біологічний урожай надзем. маси, ц/га	246,2±13,6	321,0±4,5*	167,9±12,6	232,3±14,6*
біологічний урожай зерна, ц/га	56,4±2,0	73,0±0,5*	47,8±2,2	68,4±1,4*
біологічний урожай соломи, ц/га	197,2±11,9	257,5±4,2*	126,3±9,2	172,8±8,7*
вихід зерна,%	23,0±0,5	22,7±0,2	29,1±1,6	30,2±3,9

Примітка: * – $p < 0,05$ різниця вірогідна порівняно з контролем

Значніше зростання показників маси соломи (56,1%), порівняно із 18,0% збільшенням урожаю зерна у жита, що висівалось після квасолі, порівняно з

попередником соя, а також зменшення на 6,1% виходу зерна, вказує на значніший стимулюючий вплив попередника квасоля саме на ріст вегетативних органів рослин та менш виражену дію на формування генеративних органів. Зазначені зміни, очевидно, пояснюються нижчим вмістом у ґрунті доступних форм азоту після сої та вищим – після квасолі.

Обприскування посівів жита фунгіцидом Абакус, дещо зменшило переважання попередника квасоля, порівняно із соєю, на формування продуктивності жита та її елементів (рис. 5.1б).

Так, за обробки фунгіцидом, жито, що висівалось після попередника квасоля, характеризувалося зростанням густоти рослин на 41,6%, загальної густоти стебел – 21,7%, густоти продуктивних стебел – 17,5% та показника висоти стебла – 8,8%, порівняно із рослинами, що розміщувалися за соєю. Зазначене збільшення густоти рослин та менше зростання густоти загального і продуктивного стеблостою зумовило зниження показників загального і продуктивного кущення рослин на 27,3% і 27,8%, відповідно. Вимірювання довжини колоса, підрахунок кількості колосків у суцвіттях та визначення маси 1000 насінин виявили незначний вплив попередників на ці показники. Кількість і маса зерен у колосі рослин, які висівались після сої, були вищими на 6,1% і 8,0%, відповідно, що в цілому підтвердило попередні результати стосовно квасолі, як попередника, адже біологічний урожай надземної маси рослин жита після квасолі зростав на 38,2%, зерна – на 6,7% і соломи – на 49,0%, порівняно із попередником соя, зберігаючи аналогічну тенденцію до зниження виходу зерна у культурі на 7,5% через значніше наростання вегетативної маси та обмежений вплив попередників на генеративну сферу рослин (рис. 5.1б).

Таким чином, зростання густоти і висоти рослин та кількості стебел на одиниці площі були визначальними у формуванні вищого біологічного урожаю зерна і соломи жита посівного сорту Харківське 98 після його розміщення у сівозміні за квасолею, порівняно із попередником соя, хоч і застосування гербіциду Абакус зменшувало цю різницю.

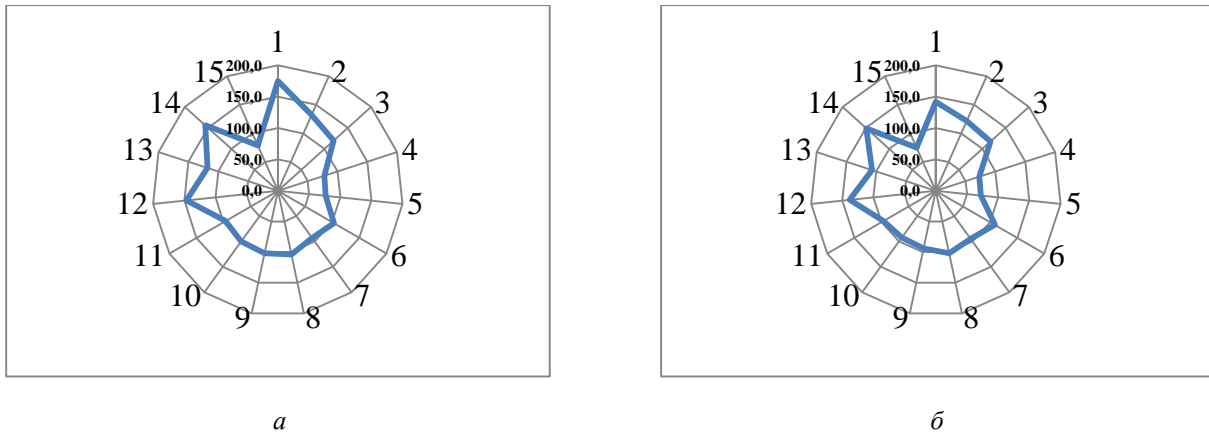


Рис. 5.1. Вплив попередника квасоля на продуктивність жита посівного сорту Харківське 98 за відсутності (а) та після обприскування фунгіцидом Абакус (б), % до попередника соя.

Умовні позначення: 1 – густина рослин, 2 – густина стебел загальна, 3 – густина стебел продуктивних, 4 – куцистість загальна, 5 – куцистість продуктивна, 6 – висота рослин, 7 – довжина колоса, 8 – кількість колосків у колосі, 9 – кількість зерен у колосі, 10 – маса зерна у колосі, 11 – маса 1000 зерен, 12 – біологічний урожай надземної маси, 13 – біологічний урожай зерна, 14 – біологічний урожай соломи, 15 – вихід зерна.

За результатами досліджень встановлено, що фунгіцид Абакус у ґрунтово-кліматичних умовах Тернопільської області зменшує поширення борошнистої роси, після попередників – квасоля і соя, на 2,7 і 3,0%, бурої іржі – 2,9 і 3,2%, септоріозу листків – 6,0 і 7,1% у посіві жита сорту Харківське 98. Він проявляє високу технічну ефективність застосування проти зазначених вище хвороб, зокрема, 50,2 і 58,7%, 49,2 і 46,9%, 69,5 і 70,5%, відповідно. На ступінь ураження рослин жита зернобобові попередники не впливали.

Пестицид значніше підвищує на 20,6 ц/га зернову продуктивність жита, яке висівається після сої, і на 16,6 ц/га – після квасолі. Такі результати зростання урожаю зерна жита після попередника соя за дії фунгіциду пов'язані, перш за все, із значнішим формуванням густоти рослин і стеблостою, збільшенням кількості і маси зернівок у колосі та значнішого приросту біологічного врожаю надземної маси.

Не зважаючи на вищу ефективність фунгіциду Абакус у посіві жита після сої, доцільнішим попередником для культури в місцевих ґрунтово-кліматичних умовах є квасоля, на що вказує вищий урожай зерна, як під час застосування фунгіциду Абакус – на 4,6 ц/га, так і за його відсутності – на 8,6 ц/га.

Аналіз елементів продуктивності виявив, що вища цінність квасолі, як попередника жита, порівняно із соєю реалізується за рахунок, не залежно від застосування пестициду, вищої на 41,6-74,8% густоти рослин, 21,7-32,2% загальної густота стебел і 17,5-20,0% густоти продуктивних стебел, а також збільшення на 3,1-8,8% висоти стебла, що зумовлює зростання загального біологічного урожаю рослин на 38,2-46,6% та його складової – маси соломи на 49,0-56,1%.

Зважаючи на вищу цінність квасолі, порівняно із соєю, як попередника жита за його продуктивністю та відсутність значного впливу на поширення хвороб, а також високу ефективність фунгіциду Абакус, одержані дані дозволяють рекомендувати у сівозмінах розміщувати жито після квасолі та застосовувати пестицид, як дієві елементи технології вирощування культури в місцевих ґрунтово-кліматичних умовах.

5.2. Вплив попередників і фунгіциду Амістар Екстра на поширення хвороб та продуктивність ячменю звичайного

В Україні ячмінь є провідною зерновою культурою, яка за площею висіву – близько 2,5 млн. га, займає третє місце, поступаючись озимій пшениці і кукурудзі [42].

Значні площі вирощування ячменю зумовлені його універсальним використанням. Так, із зерна виготовляють крупи, борошно, сурогат кави тощо, а також отримують солод для пивоваріння. Найбільша кількість зерна ячменю використовується для годівлі тварин у вигляді дертей і складової комбікормів [2, 30-32, 39].

Необхідно зазначити, що не дивлячись на важливість ячменю, останнім часом в Україні спостерігається тенденція до скорочення посівних площ порівняно із попередніми роками (2000-2010 рр. висівалось 4,4 млн. га), а також проявляється нестабільність валового виробництва зерна зумовлена, перш за все, коливаннями його врожайності. Особливо це стосується культивування озимого ячменю, який у зимовий період додатково зазнає негативного впливу

низьких температур та біогенних пошкоджуючих чинників – хвороб, шкідників, бур'янів [19, 21, 30-32].

Однією з основних причин скорочення виробництва культури є недотримання засад сівозмінного вирощування, неякісний обробіток і удобрення ґрунту, недосконала система хімічного захисту рослин, неправильний підбір сортів тощо [24, 30, 32].

Важливим напрямком досліджень, який покликаний підвищити виробництво ячменю в Україні, є вивчення впливу фунгіцидів для боротьби з хворобами у конкретних ґрунтово-кліматичних умовах, адже у посівах культури виявлено понад 20 хвороб – сажкові (тверда, летюча, чорна сажки), іржасті (лінійна, жовта та карликова іржа), плямистості (темно-бура, смугаста, сітчаста, облямівкова (ринхоспоріоз), септоріоз тощо), кореневі гнилі, борошниста роса, снігова пліснява, фузаріоз колоса, бактеріози та мозаїки, які є однією з причин недобору урожаю [13-15, 19, 21, 23, 26, 36].

У 2019-2020 рр. на досліджуваному полі ячменю звичайного сорту Борисфен [8] агробіолабораторії ТНПУ імені Володимира Гнатюка було виявлено три хвороби – летюча сажка, темно-бура плямистість і септоріоз листя.

Поширення летючої сажки на ячмені, який висівався після квасолі і сої було близьким – 1,3% і 1,4%, а після обробки фунгіцидом Амістар Екстра [7] цей показник мав тенденцію до зниження на 0,2% і 0,3%, відповідно (табл. 5.2.1).

Таблиця 5.2.1 – Вплив фунгіциду Амістар Екстра і попередника на поширення хвороб у посіві ячменю звичайного сорту Борисфен, %

Хвороба	Попередник квасоля		Попередник соя	
	контроль	дослід	контроль	дослід
летюча сажка	1,3±0,1	1,1±0,1	1,4±0,2	1,1±0,1
темно-бура плямистість	6,7±0,3	3,2±0,2*	7,9±0,6	3,5±0,3*
септоріоз листя	4,8±0,3	2,1±0,2*	5,7±0,4	2,0±0,2*

Примітка: * – зміни порівняно з контролем вірогідні ($P < 0,05$)

Таке незначне пригнічення пестицидом поширення сажки – технічна ефективність 15,4% і 21,4% (табл. 6.2.2) за висіву після квасолі і сої, відповідно, можна пов'язати із тим, що хоч хвороба проявляється під час стадії появи суцвіть і колосіння, але основний розвиток збудника-гриба *Ustilago nuda* Rostrup. і його негативний вплив розпочинається від стадії проростання зараженого насіння [26], а обробка препаратом здійснювалась у стадію подовження стебла (ВВСН 32, 39 [43]).

Темно-бура плямистість уражала 6,7% рослин ячменю сорту Борисфен, які висівались після квасолі та значніше – 7,9% після попередника соя. Обприскування фунгіцидом Амістар Екстра зменшувало поширення хвороби до рівня 3,2% і 3,5% (табл. 5.2.1), після досліджуваних попередників, виявляючи високу технічну ефективність застосування – 52,2% і 55,7%, відповідно (табл. 6.2.2).

Дещо нижчу шкодочинність для ячменю сорту Борисфен виявляв септоріоз листя. Поширення хвороби у посіві культури після квасолі становило 4,8%, після сої – зростало до 5,7% та після дворазового застосування фунгіциду знижувалося на 2,7% і 3,7%, відповідно, (табл. 5.2.1) показуючи найвищу технічну ефективність застосування – 56,3% і 64,9% (табл. 6.2.2).

Таблиця 5.2.2 – Технічна ефективність дії фунгіциду Амістар Екстра на ячмінь звичайний сорту Борисфен залежно від попередника, %

Хвороба	Технічна ефективність, %	
	попередник квасоля	попередник соя
летюча сажка	15,4	21,4
темно-бура плямистість	52,2	55,7
септоріоз листя	56,3	64,9

До сильного ураження посівів септоріозом призводять тривала волога і тепла вітряна погода, опади, особливо у стадіях колосіння – цвітіння, а також зріджені посіви [36].

Таким чином, одержані дані вказують, що поширення темно-бурої плямистості і септоріозу листя в посівах ячменю сорту Борисфен, який не оброблявся хімічними засобами захисту від хвороб, значніше після його

розміщення у сівозміні за попередником – соя і нижча – після квасолі. Поширення летючої сажки не залежало від попередників (рис. 5.2.1).

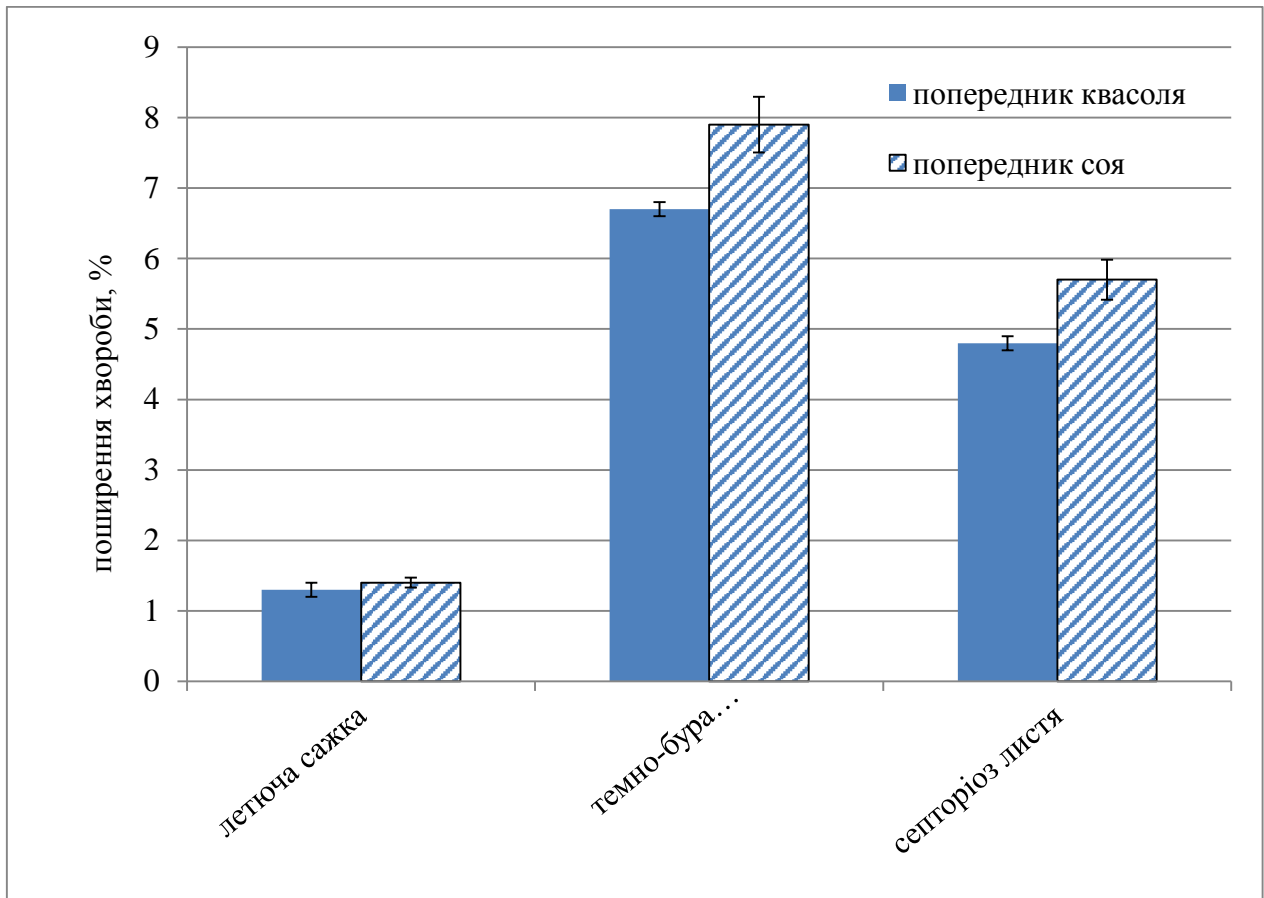


Рис. 5.2.1. Поширення хвороб у посіві ячменю звичайний сорту Борисфен залежно від попередника, %

Фунгіцид Амістар Екстра має високу ефективність у боротьбі із темно-бурою плямистістю і септоріозом листя ячменю та незначний вплив на летючу сажку.

Пестицид проявляє вищу на 3,5-8,6% технічну ефективність у боротьбі із виявленими хворобами під час застосування на посівах ячменю, який розміщується у сівозміні після сої, ніж за квасолею у місцевих ґрунтово-кліматичних умовах (рис. 5.2.2).

Зернові сільськогосподарські культури можуть втрачати від хвороб 10-20% і більше потенційно можливого урожаю, а за інтенсифікації рослинницької галузі – понад 50% [9, 37].

Польовий дослід 2020 р. показав, що величина та структура урожаю ячменю звичайного озимого сорту Борисфен позитивно реагують на

обприскування фунгіцидом Амістар Екстра.

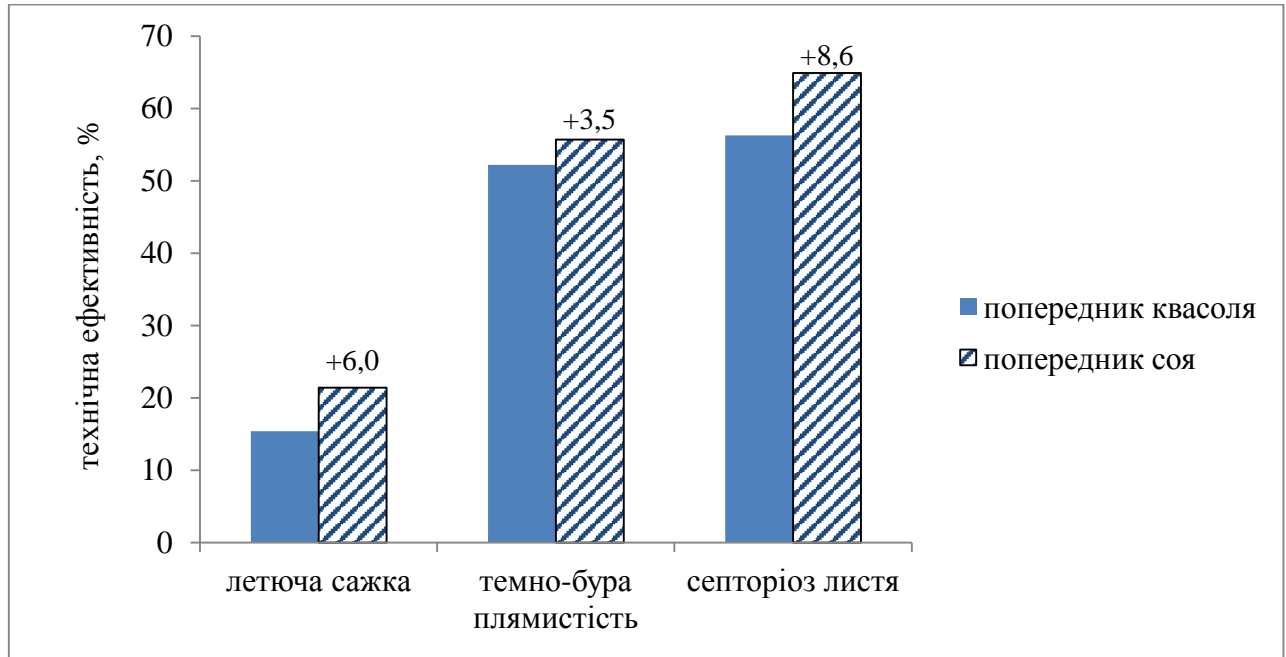


Рис. 5.2.2. Технічна ефективність дії фунгіциду Амістар Екстра на ячмінь звичайний сорту Борисфен залежно від попередника, %

Так, застосування пестициду на культурі, яка висівалась після квасолі, незначно вплинуло на зміну густоти рослин – підвищення 0,8% до контролю та не виявило впливу після сої – зменшення на 2,0%.

Необхідно зазначити, що досліджуване поле було дещо зріджене, особливо після – сої культурної, що можна пояснити різною цінністю попередників, важкістю дотримання норми висіву за ручного висівання та умовами перезимівлі. Оптимальна густина продуктивного стеблостою ячменю озимого складає 650 шт./м² [32].

Фунгіцид Амістар Екстра проявляв тенденцію підвищення загальної і продуктивної густоти стеблостою, як під час вирощування ячменю після квасолі – на 2,6%, 10,9% так і після сої – на 2,2 і 5,5%, відповідно, що і зумовило тенденцію до зростання на 1,9% і 10,2% до контролю загальної і продуктивної кущистості посіву після квасолі та на 4,2% і 7,8% – після сої, що можна пов'язати із зменшенням негативного впливу на цей процес темно-бурої плямистості [36] (табл. 6.2.3).

Фунгіцид Амістар Екстра виявляв статистично вірогідний стимулюючий ефект на ростові процеси ячменю, що проявлялось у вищих рослинах культури на 14,3% до контролю під час вирощування після квасолі та на 16,9% – сої (табл. 5.2.3), що можна пояснити відомою стимулюючою дією препарату на ріст рослин [45].

Таблиця 5.2.3 – Вплив фунгіциду Амістар Екстра і попередника на формування стеблостою ячменю звичайного сорту Борисфен

Показник	Попередник квасоля		Попередник соя	
	контроль	дослід	контроль	дослід
густота рослин, шт./м ²	416,1±28,1	419,2±12,2	336,4±17,6	329,8±22,1
густота стебел загальна, шт./м ²	675,3±31,2	692,5±28,4	477,2±20,2	487,9±30,4
густота стебел продуктивних, шт./м ²	528,3±31,6	586,2±27,1	390,7±23,3	412,2±17,6
кущистість загальна, шт.	1,62±0,07	1,65±0,08	1,42±0,09	1,48±0,11
кущистість продуктивна, шт.	1,27±0,06	1,40±0,07	1,16±0,09	1,25±0,09
висота рослин, см	88,3±2,4	100,9±2,9*	66,9±3,1	78,2±2,1*

Примітка: * – $p < 0,05$ різниця вірогідна порівняно з контролем

Отже, Амістар Екстра сприяє збереженню генетично запрограмованим показникам структури врожаю – кількості продуктивних стебел, кількості зерен у колосі, маси 1000 зерен [45].

Під впливом фунгіциду Амістар Екстра дослідні рослини ячменю звичайного сорту Борисфен формували колосся, яке було на 13,6% довшим від контролю під час вирощування культури після квасолі і на 13,0% – після сої, а також колосся проявляло тенденцію до зростання кількості колосків – на 10,0% і 15,3%, відповідно (табл. 5.2.4).

Суцвіття ячменю за дії Амістара Екстра мали на 15,1% вищу кількість зерен під час вирощування після квасолі і на 19,6% – після сої. Маса 1000 зерен статистично достовірно зростала на 7,9% і 12,0%, відповідно. Зазначені зміни кількості і величини насіння, зумовили підвищення маси зерна у колосі ячменю дослідних варіантів на 11,6% за висіву після квасолі та 14,8% – за соєю (табл. 5.2.4).

Зазначене зростання маси зернівок у колосі ячменю за рахунок збільшення їх кількості та вагомості можна пояснити, перш за все, зростання

маси 1000 насінин під впливом пестициду, який має стимулюючий ефект на розмір і тривалість активності асиміляційного апарату рослин, зменшує поширення і ступінь ураження хворобами рослин тощо [25]. Збільшення кількості зернівок у колосі пов'язано, очевидно, із зростанням життєздатності пилку та зменшенням неплідних квіток через зменшення ураження збудниками хвороб [26, 36].

Таблиця 5.2.4 – Вплив фунгіциду Амістар Екстра і попередника на ріст колоса і зерна ячменю звичайного сорту Борисфен

Показник	Попередник квасоля		Попередник соя	
	контроль	дослід	контроль	дослід
довжина колоса, см	5,9±0,3	6,7±0,2*	5,4±0,2	6,1±0,3*
кількість колосків у колосі, шт.	44,2±2,2	48,6±2,1	38,7±2,3	44,6±2,6
кількість зерен у колосі, шт.	36,6±1,9	42,1±1,5*	31,1±1,6	37,2±1,9*
маса зерна у колосі, г	1,15±0,04	1,28±0,05*	1,08±0,05	1,24±0,06*
маса 1000 зерен, г	48,2±0,9	52,0±0,4*	38,2±0,8	42,8±1,3*

Примітка: * – $p < 0,05$ різниця вірогідна порівняно з контролем

Зростання маси зерна в колосах ячменю перевищувало його оптимальні показники – 0,8-1,0 г у колосі [32], що вказує на значний стимулюючий ефект фунгіциду Амістар Екстра та частково компенсувало низьку густоту стеблостою для формування урожаю.

Збирання й аналіз елементів урожаю ячменю звичайного сорту Борисфен, який вирощувався після попередника квасоля, виявили, що дворазове обприскування культури фунгіцидом Амістар Екстра підвищує на 10,9% до контролю біологічний урожай надземної маси рослин та його складових частини – на 11,5% або 6,5 ц/га зерна та на 8,1% – соломи (табл. 5.2.5).

Аналогічний стимулюючий вплив пестициду на посів ячменю був після попередника – соя. Зростання біологічного урожаю надземної маси рослин було на рівні 12,4%, урожаю зерна на 13,7% або 5,5 ц/га і соломи – 14,4% до контролю (табл. 5.2.5).

Не зважаючи на те, що реакція рослин ячменю на застосування фунгіциду Амістар Екстра була значнішою за показниками захворюваності під час вирощування після сої, ніж після квасолі, а також деякими досліджуваними

елементами продуктивності (висота рослин, кількість колосків, зерен та їх масою у колосі, вагомистю насіння), зростання урожаю зерна в абсолютних величинах – на 6,5 ц/га після квасолі і 5,5 ц/га – сої, вказує на домінування ще одного досліджуваного чинника – попередника.

Таблиця 5.2.5 – Вплив фунгіциду Амістар Екстра і попередника на продуктивність ячменю звичайного сорту Борисфен

Показник	Попередник квасоля		Попередник соя	
	контроль	дослід	контроль	дослід
біологічний урожай надземної маси, ц/га	119,4±4,6	132,4±3,7	84,2±2,3	94,6±2,9*
біологічний урожай зерна, ц/га	56,7±2,0	63,2±2,5	40,2±1,4	45,7±2,4
біологічний урожай соломи, ц/га	67,1±2,9	72,5±3,2	43,9±2,2	50,2±2,7

Примітка: * – $p < 0,05$ різниця вірогідна порівняно з контролем

Так, фунгіцид Амістар Екстра дійсно підвищує біологічний урожай зерна ячменю звичайного озимого сорту Борисфен після обох попередників – квасолі і сої, однак, доцільнішим попередником для культури є квасоля, на що вказує вища зернова продуктивність, як в контрольних варіантах на 16,5 ц/га, так і дослідних – 17,5 ц/га (рис. 5.2.3).

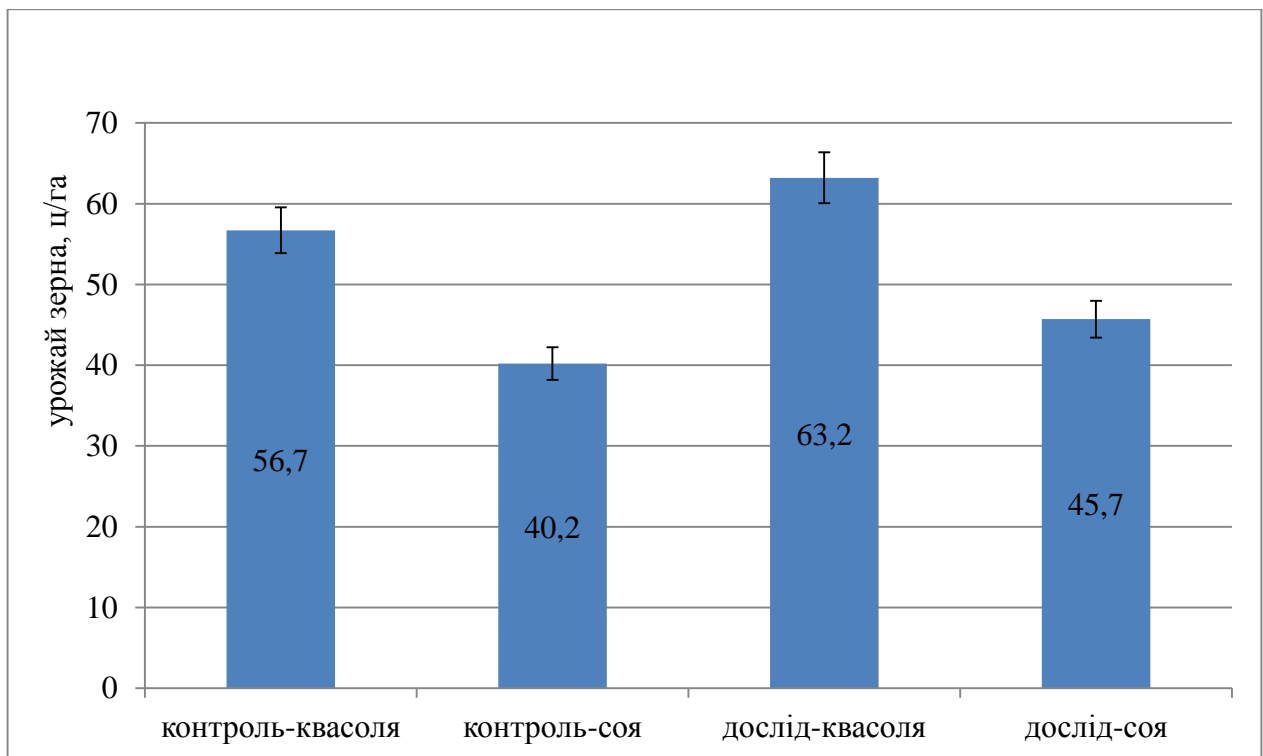


Рис. 5.2.3. Вплив попередника і фунгіциду Амістар Екстра на врожай ячменю звичайного сорту Борисфен

Встановлене зростання врожайності ячменю під впливом препарату Амістар Екстра реалізується, не тільки за рахунок зменшення втрат від хвороб, а й шляхом активізації біологічних резервів рослини – зростання ефективності використання вологи, призупинення старіння рослини за рахунок пролонгації фотосинтезу («ефект озеленення») та покращення азотного обміну [45].

Зазначена тенденція зростання урожаю зерна вказує на вищу цінність квасолі як попередника для ячменю озимого в місцевих ґрунтово-кліматичних умовах і можливу різну ефективність впливу передпопередників – картоплі, яка передувала квасолі і кукурудзи, що вирощувалась перед соєю. Аналогічні результати були встановлені і для жита посівного озимого, що описані вище.

Отже, фунгіцид Амістар Екстра у ґрунтово-кліматичних умовах Тернопільської області проявляє тенденцію значнішого стимулювання деяких елементів продуктивності ячменю, який висівався після сої, перш за все, за рахунок значнішого, відносно контролю, стимулювання висоти рослин, кількості колосків, зерен та їх маси у колосі, маси 1000 насінин та значнішого приросту біологічного врожаю надземної маси та зерна і соломи. Однак, кращим попередником для ячменю є квасоля звичайна, на що вказують абсолютні величини урожаю зерна, соломи і в цілому надземної маси культури та відповідає літературним даним про меншу цінність сої, як бобового попередника для деяких зернових культур [12, 16, 32].

Таким чином, польові дослідження дозволили встановити, що у посіві ячменю звичайного сорту Борисфен, за відсутності обробки хімічними засобами захисту від хвороб, поширення летючої сажки не залежало від попередників, а розповсюдження темно-бурої плямистості і септоріозу листя було значнішим на 1,2% і 0,9%, відповідно, після розміщення у сівозміні після сої, ніж – квасолі.

Фунгіцид Амістар Екстра, не залежно від попередника – квасоля чи соя, володіє високою технічною ефективністю у боротьбі із темно-бурою

плямистістю (52,2% і 55,7%) і септоріозом листя (56,3% і 64,9%) та має незначний вплив на летючу сажку (15,4% і 21,4%) ячменю, відповідно.

Пестицид проявляє вищу на 3,5-8,6% технічну ефективність у боротьбі із виявленими хворобами під час застосування на посівах ячменю, який розміщується у сівозміні після сої, ніж за квасолею.

Фунгіцид Амістар Екстра підвищує біологічний урожай зерна ячменю звичайного озимого сорту Борисфен на 11,5%, який висівається після квасолі, і на 13,7% – після сої, однак, кращим попередником для культури є квасоля, на що вказує вища зернова продуктивність, як в контрольних варіантах на 16,5 ц/га, так і дослідних – 17,5 ц/га.

Не зважаючи на вищу цінність квасолі як попередника для озимого ячменю, порівняно із соєю, за продуктивністю і поширенням хвороб, фунгіцид Амістар Екстра виявляє високу ефективність впливу на темно-буру плямистість і септоріоз листя, що дозволяє рекомендувати пестицид до застосування в місцевих ґрунтово-кліматичних умовах для боротьби із зазначеними хворобами та підвищення урожаю культури.

5.3. Вплив фунгіцидів Дітан і Квадріс на поширення хвороб та продуктивність картоплі

Картопля є важливою продовольчою, кормовою й технічною культурою. Продовольча цінність бульб картоплі визначається її високими смаковими якостями та сприятливим для здоров'я людини хімічним складом, зокрема, крохмаль легко засвоюється організмом, білки за біологічною цінністю переважають білки інших культур, містять вітаміни групи В, РР, С, каротиноїди. Для годівлі тварин широко використовуються бульби картоплі у сирому й запареному вигляді, а також відходи переробки – барда, жмаки та ін. У промисловому виробництві картопля є цінною сировиною для виробництва спирту, крохмалю, глюкози, декстрину й іншої важливої продукції [2, 9, 28, 32-34, 38].

В Україні у середньому за 2010-2020 рр. картопля висаджувалась на площі 1,35 млн. га, що за середньої врожайності 16,16 т/га забезпечувало виробництво біля 22,0 млн. т. бульб [42].

Такий стан виробництва не може задовольняти навіть потреби внутрішнього ринку і резерви криються перш за все, у підвищенні врожайності культури, адже в країнах-лідерах за урожайністю картоплі – Бельгії і Нідерландах її продуктивність сягає 44,07 і 43,72 т/га, відповідно [4, 42].

Однією з причин низької врожайності культури є втрата потенційної продуктивності рослин унаслідок ураження їх шкідливими організмами та хворобами. За даними ФАО, світові втрати урожаю картоплі щорічно сягають 11,6% валового збору, а в роки сильних спалахів хвороб зниження врожаю бульб може становити 30-50% і більше [6, 35].

Великі недобори і втрати врожаю картоплі спричиняються багатьма грибними, бактеріальними, вірусними і непаразитарними хворобами. В агроценозах найбільш поширеними стали інфекції, що викликаються грибами, а саме фітофтороз та альтернаріоз. Ураження цими хворобами може носити масовий або епіфітотійний характер, що вимагає ефективного та надійного захисту посівів з використанням сучасних засобів захисту – фунгіцидів Дітан М-45, Інфініто 61 SC, Квадріс 250 SC, Консенто 450 SC, Косайд 2000, Натіво 75 WG, Ридоміл Голд МЦ 68 WG, Ширлан 500 SC та ін. [3, 18, 22, 27, 35].

Тому перспективним напрямком досліджень є вивчення ефективності застосування різних фунгіцидів на посівах картоплі в конкретних ґрунтово-кліматичних умовах з метою пошуку оптимальних заходів її захисту від хвороб [4, 6, 27, 35].

Виявлено, що у 2019 р., який відзначався дощовою погодою у травні і червні, а далі посушливими умовами, на досліджуваному полі картоплі сорту Беллароза [8] значного розповсюдження набули дві хвороби – альтернаріоз або рання суха плямистість і фітофтороз.

Серед рослин контрольного варіанту розповсюдження альтернаріозу становило 20,5%, а після 4-разового застосування Дітану М-45 [7] – 6,1% та

триразового обприскування Квадрісом 250 SC [7] – 4,6% (табл. 6.3.1).

Відсоток уражених рослин фітофторозом у контролі був нижчим, ніж альтернаріозом і становив 12,8% та знижувався після застосування Дітану М-45 до 4,6% і Квадрісу 250 SC – 3,1% (табл. 5.3.1).

Таблиця 5.3.1 – Вплив фунгіцидів Дітан і Квадріс на розповсюдження хвороб картоплі сорту Беллароза, %

Показник	Контроль	Дітан	Квадріс
альтернаріоз	20,5±1,5	6,1±0,8*	4,6±0,5*
фітофтороз	12,8±1,5	4,6±0,5*	3,1±0,6*

Примітка: * – $p < 0,05$ різниця вірогідна порівняно з контролем

Кількісним показником ефективності дії фунгіцидів на перебіг патологічного процесу у рослин є їх технічна ефективність, яка показує на скільки відсотків пестицид знижує поширення або розвиток хвороби порівняно з контролем [29].

Так, застосування фунгіциду Дітан М-45 значно знизило розповсюдження альтернаріозу – технічна ефективність 70,3% та в меншій мірі – фітофторозу – 64,3%. Квадріс 250 SC відзначився однаково високим ефектом, як у боротьбі з альтернаріозом – технічна ефективність 77,6% так і фітофторозом – 76,0% (табл. 5.3.2).

Таблиця 5.3.2 – Технічна ефективність дії фунгіцидів Дітан М-45 і Квадріс 250 SC на картоплі сорту Беллароза, %

Показник	Дітан	Квадріс
альтернаріоз	70,3	77,6
фітофтороз	64,3	76,0

Таким чином, ефективність фунгіциду системної дії Квадрісу 250 SC у цілому вища, порівняно з фунгіцидом контактної дії – Дітаном М-45 (рис. 5.3.1).

Встановлено, що Квадріс 250 SC ефективно захищає рослини картоплі як від альтернаріозу, так і від фітофторозу, а Дітан М-45 забезпечує більш високий захисний ефект проти альтернаріозу, що узгоджується з даними літератури [35].

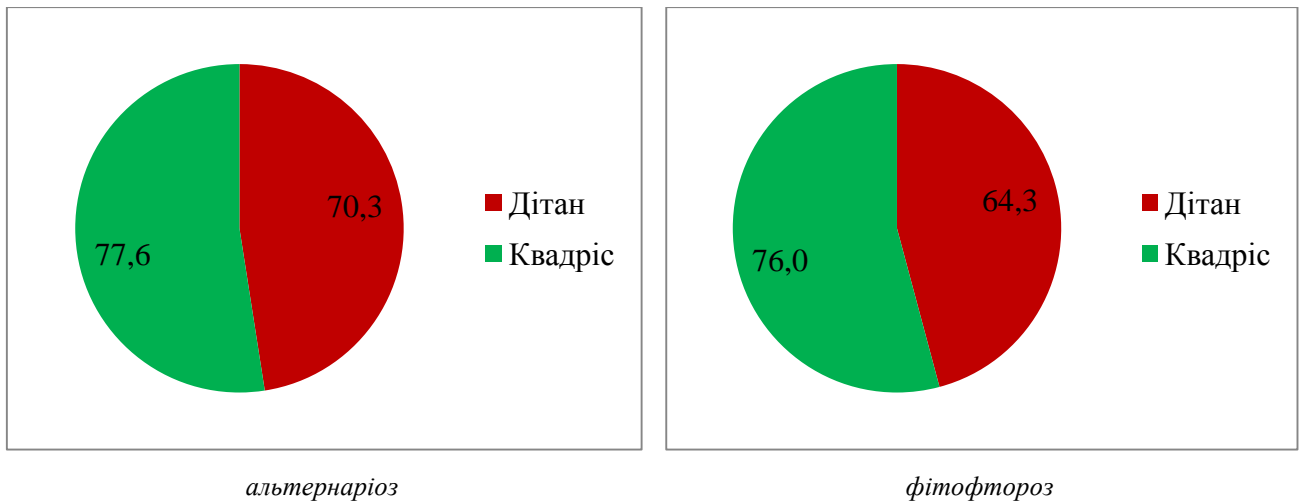


Рис. 5.3.1. Технічна ефективність дії фунгіцидів Дітан М-45 і Квадріс 250 SC щодо хвороб картоплі сорту Беллароза, %

Фунгіциди для обробки рослин у період вегетації поділяють на захисні (профілактичні) та лікувальні (терапевтичні, викорінюючі). Захисні фунгіциди використовують з метою профілактики захворювань, а лікувальні пригнічують розвиток патогена після проникнення його в рослину. Системні фунгіциди проявляють захисну і лікувальну дії, тоді як контактні – лише захисну. Фунгіциди системної дії швидко (протягом 1-2 годин) поглинаються рослинами, тому обприскування ними майже не залежить від погоди. Системні фунгіциди здатні рухатись судинами рослини та захищати новий приріст, що з'явився після обробки, тому вони мають набагато триваліший період захисної дії порівняно з контактними [35].

Особливої уваги щодо застосування заслуговує нове покоління фунгіцидів – стробілуринів (Квадріс 250 SC), які виявляють високу ефективність проти чотирьох класів грибних патогенів – *Ascomycetes*, *Basidiomycetes*, *Deuteromycetes*, *Oomycetes* і захищають рослини від більшості хвороб [45].

Застосування фунгіцидів позитивно вплинуло на формування урожаю картоплі досліджуваного сорту. Так, приріст урожаю бульб за 4-разового обприскування надземної маси Дітаном М-45 становив 12,7% або 5,6 т/га порівняно з контролем, а після 3-разового Квадрісом 250 SC – 19,7% або 8,7

т/га (табл. 5.3.3).

Таблиця 5.3.3 – Вплив фунгіцидів Дітан М-45 і Квадріс 250 SC на врожай бульб картоплі сорту Беллароза

Показник	Контроль	Дітан	Квадріс
кількість бульб в одному кущі, шт.	7,3±0,5	7,5±0,3	7,5±0,4
маса бульб в одному кущі, г	957,7±22,3	1104,6±44,6*	1135,3±42,1*
середня маса однієї бульби, г	148,1±4,3	167,0±4,1*	178,7±6,8*
урожай бульб, т/га	44,2±1,2	49,8±1,6*	52,9±1,2*

Примітка: * – $p < 0,05$ різниця вірогідна порівняно з контролем

Аналіз елементів продуктивності картоплі показав, що більший приріст урожаю бульб картоплі сорту Беллароза за дії фунгіциду Квадріс 250 SC, порівняно із пестицидом Дітан М-45, формувався за рахунок вищих на 18,5% до контролю маси бульб в одному кущі і на 20,7% середньої маси однієї бульби. Дітан М-45 забезпечував приріст маси бульб в одному кущі 15,3% і зростання середньої маси однієї бульби 12,8% до контролю. Обидва препарати не виявляли значного впливу на формування кількості бульб в одному кущі – невірогідне зростання 2,7% (рис. 5.3.2).

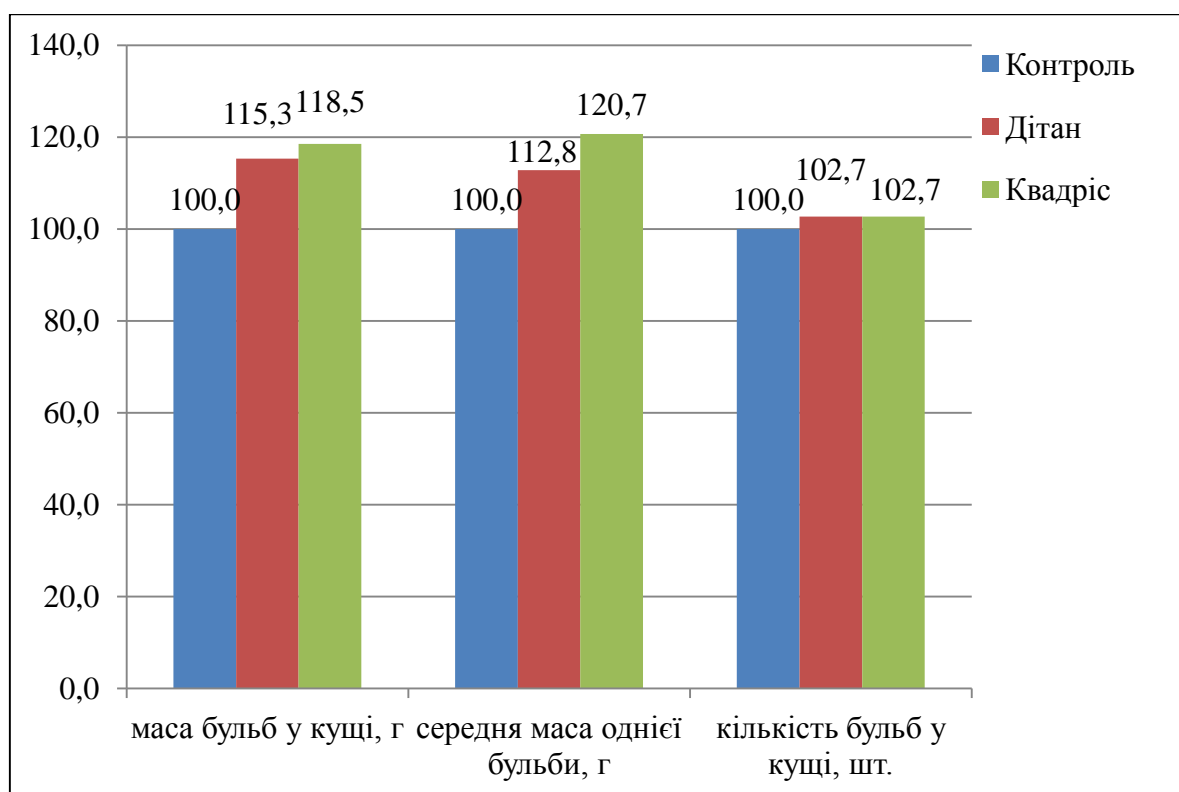


Рис. 5.3.2. Вплив фунгіцидів Дітан М-45 і Квадріс 250 SC на масу і кількість бульб у кущі картоплі сорту Беллароза, % до контролю

Фенологічні спостереження виявили, що картопля, яка була оброблена системним фунгіцидом Квадріс 250 SC залишалась зеленою і продовжувала активну вегетацію на 10-14 днів довше, порівняно з контрольними і обприсканими Дітаном М-45 рослинами, що узгоджується з даними виробника [45].

Фунгіциди Дітан М-45 і Квадріс 250 SC зумовлювали вірогідне зростання вмісту крохмалю в бульбах картоплі сорту Беллароза на 1,1% і 1,0%, або 8,2% і 7,4% до контролю, відповідно (табл. 5.3.4).

Таблиця 5.3.4 – Вплив фунгіцидів Дітан М-45 і Квадріс 250 SC на вміст крохмалю в бульбах картоплі сорту Беллароза, %

Показник	Контроль	Дітан	Квадріс
вміст крохмалю	13,5±0,3	14,6±0,3*	14,5±0,2*
% до контролю	-	108,2	107,4

Примітка: * – $p < 0,05$ різниця вірогідна порівняно з контролем

Таким чином, одержані дані застосування фунгіцидів Квадріс 250 SC і Дітан М-45 виявили значний стимулюючий ефект на формування урожаю бульб картоплі сорту Беллароза – приріст за дії Квадріс 250 SC – 8,7 т/га, після обприскування Дітаном М-45 – 5,6 т/га, що вказує на доцільність і перспективність їх використання. Ефективнішим пестицидом під час вирощування картоплі сорту Беллароза в ґрунтово-кліматичних умовах Тернопільської області виявився фунгіцид системного впливу Квадріс 250 SC.

Вищу ефективність фунгіциду Квадріс 250 SC можна пояснити притаманною для системних препаратів не тільки захисною, а і лікувальною дією, низькою залежністю від метеоумов та здатністю продовжувати на 2-3 тижні вегетацію культур [45]. Для контактних фунгіцидів (Дітан М-45) властивий лише захисний вплив на рослини і значна чутливість до погодних умов під час застосування [35] та незначне стимулювання фотосинтезу наявними у препараті Mn і Zn [40].

Польовими дослідженнями встановлено, що фунгіцид Квадріс 250 SC високоефективний у боротьбі із альтернаріозом і фітофторозом листків

картоплі сорту Беллароза – технічна ефективність 77,6% 76,0%, відповідно.

Фунгіцид Дітан М-45 високодієвий проти альтернаріозу картоплі – технічна ефективність 70,3% і менш ефективний проти фітофторозу – 64,3%.

Досліджувані хімічні засоби захисту рослин виявлять значний стимулюючий ефект на формування урожаю бульб картоплі – приріст за дії Квадрісу – 8,7 т/га, після обприскування Дітаном – 5,6 т/га, за рахунок збільшення на 15,3-18,5% загальної маси бульб у кущах і середньої маси однієї бульби – 12,8-20,7%, що вказує на доцільність їх використання.

Ефективнішим пестицидом за показниками обмеження поширення альтернаріозу і фітофторозу та зростанням продуктивності картоплі сорту Беллароза в ґрунтово-кліматичних умовах Тернопільської області є фунгіцид системного впливу Квадріс 250 SC.

ЛІТЕРАТУРА ДО РОЗДІЛУ 5

1. Абакус®. Все працює на максимальний урожай. *BASF*. URL: <https://www.agro.basf.ua.uk>.
2. Аграрії разом. URL: <https://agrarii-razom.com.ua>.
3. Бондар О. М. Інтегрована система захисту картоплі. *Syngenta Україна*. URL: <https://www.syngenta.ua/news/kartoplya/integrovana-sistema-zahistu-kartopli>. (дата звернення: 12.02.2024).
4. Бондарчук А. А. Перспективи розвитку картоплярства в Україні. *Вісник аграрної науки*. 2009. № 4. С. 21–23.
5. Вплив попередників і фунгіциду Абакус на поширення хвороб та продуктивність жита посівного (*Secale cereale* L.) в умовах Тернопільської області / О. Б. Конончук та ін. *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Сер. Біологія*. Тернопіль, 2020. № 3-4 (80). С. 104-114.
6. Деревенко О. С., Мельник П. О. Основні елементи комплексної системи підвищення ефективності картопляного поля. *Агроном*. 2005. № 2. С. 88-89.
7. Державний реєстр пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні за 2020 р. *Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України*. URL: <https://mepr.gov.ua/content/derzhavniy-reestr-pesticidiv-i-agrohimiaktiv-dozvolenih-do-vikoristannya-v-ukraini-dopovnennya-z-01012017-zgidno-vimog-postanovi-kabinetu-ministriv-ukraini-vid-21112007--1328.html>.
8. Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні на 2020 рік. *Український інститут експертизи сортів рослин*. URL: <https://sops.gov.ua/reestr-sortiv-roslin>. (дата звернення 15.02.2021).
9. Зінченко О. І., Салатенко В. Н., Білоножко М. А. Рослинництво : підручник / за ред. О. І. Зінченка. Київ : Аграрна освіта, 2001. 592 с.

10. Інститут рослинництва ім. В. Я. Юр'єва Національної академії аграрних наук України. URL: <http://www.yuriev.com.ua>. (дата звернення: 17.02.2024).
11. Конончук О. Б. Практикум з основ сільського господарства : навч. посіб. 2-е вид., перероб. і доп. Тернопіль : Вектор, 2017. 148 с.
12. Конончук О. Б., Давосир О. І. Продуктивність жита посівного (*Secale cereale* L.) за дії фунгіциду Абакус і різних попередників в умовах Тернопільської області. *Perspectives of science and education: proceedings of the 12th International youth conference* (New York, USA, September 27, 2019). New York, USA : SLOVO\WORD, 2019. P. 382–388.
13. Конончук О. Б., Філянс Н. С. Вплив фунгіциду Абакус на врожай ячменю в умовах Тернопільської області. *ADVANCES OF SCIENCE : Proceedings of articles the international scientific conference* (Czech Republic, Karlovy Vary – Ukraine, Kyiv, 28 September 2018) / Editors prof. L. N. Katjuhin, I. A. Salov, I. S. Danilova, N. S. Burina. Czech Republic, Karlovy Vary : Skleněný Můstek – Ukraine, Kyiv : MCNIP, 2018. – P. 627–631.
14. Конончук О. Б., Юрчишин Т. В. Ефективність застосування фунгіциду Амістар Екстра проти хвороб ячменю звичайного озимого залежно від попередника. *Сучасний рух науки: тези доп. XI Міжнар. наук.-практ. конф.* (м. Дніпро, 8–9 жовт. 2020 р.). Дніпро, 2020. Т. 1. С. 328–329.
15. Косилович Г. О., Коханець О. М. Інтегрований захист рослин : навч. посіб. Львів : Львівський національний аграрний університет, 2010. 165 с.
16. Кравченко М. С., Злобін, О. М., Царенко Ю. А. Землеробство. Київ : Либідь, 2002. 494 с.
17. Манько К., Музафаров Н. Вплив нетрадиційних попередників на сучасні сорти і гібриди жита озимого. *Агроном.* 2012. № 3. С. 86–91. URL: <https://agronom.com.ua/vplyv-netradytsijnyh-poperednykiv-na/>.
18. Марков І. Л. Грибні хвороби картоплі. *Агробізнес сьогодні.* 2015. № 12. С. 20–24. URL.: <http://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/574-hrybni-khvoroby-kartopli.html>.
19. Марков І. Л. Захищаємо озимі культури від хвороб. *Агробізнес сьогодні.* 2017. № 22. URL: <http://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/9394-zakhyshchajemo-ozymi-kultury-vid-khvorob.html>.
20. Марков І. Л. Основні хвороби жита озимого та заходи щодо їх контролю. *Агроном.* 2016. № 4 (54). С. 68–72. URL: <https://agronom.com.ua/osnovni-hvoroby-zhyta-ozymogo-ta-zahody-shhodo-yih-kontrolyu/>.
21. Марков І. Хвороби ячменю. *Агробізнес сьогодні.* 2011. URL: <http://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/90-khvoroby-iachmeniu.html>.
22. Марков І. Щоб картопля не пошкоджувалась. *Агрономія сьогодні.* 2018. 3 груд. URL: <http://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/12271-shchob-kartoplia-ne-poshkodzhuvalas.html>.
23. Мокрицький В. Є., Конончук О. Б., Пίδα С. В. Ефективність фунгіциду Абакус на посівах ячменю звичайного озимого в умовах Тернопільської області. *Шлях в науку: перші кроки : Всеукр. наук.-практ. конф.* (м. Тернопіль, 27 трав. 2020 р.). Тернопіль : Вектор, 2020. С. 67–69.

24. Моргун В. В., Швартау В. В., Кірізій Д. А. Фізіологічні основи формування високої продуктивності зернових злаків. *Фізіологія рослин : проблеми та перспективи розвитку*. Київ : Логос, 2009. Том 1. С. 11–42.
25. Наукові основи ведення зернового господарства / Сайко В. Ф. та ін. Київ : Урожай, 1994. 336 с.
26. Пересипкін В. Ф. Сільськогосподарська фітопатологія. Київ : Аграрна освіта, 2000. 416 с.
27. Пида С. В., Конончук О. Б., Крук І. П. Ефективність фунгіцидів Дітан М-45 і Квадріс проти хвороб та їх вплив на урожай картоплі. *Сучасний рух науки: тези доп. VIII Міжнар. наук.-практ. інтернет-конф. (м. Дніпро, 3–4 жовт. 2019 р.)*. Дніпро, 2019. Т. 3. С. 28–32.
28. Практичний порадник картопляра: метод. рекомендації / Брощак І. С., Пида С. В., Гуйван М. Д., Хом'як І. В. 2-ге вид., допов. та доопрац. Чернівці, 2018. 70 с.
29. Реєстраційні випробування фунгіцидів у сільському господарстві / Ретьман С. В. та ін. Київ : Колобіг, 2013. 296 с.
30. Рослинництво : підруч. / Влох В. Г. та ін. ; за ред. В. Г. Влоха. Київ : Вища школа, 2005. 384 с.
31. Рослинництво : підруч. / Каленська С. М. та ін.; за ред. О. Я. Шевчука. Київ : НАУУ, 2005. 502 с.
32. Рослинництво. Технології вирощування сільськогосподарських культур / Лихочвор В. В. та ін.; за ред. Лихочвора В. В., Петриченка В. Ф. 3-є вид., виправ., допов. Львів : НВФ «Українські технології», 2010. 1088 с.
33. Рослинництво: підручник / Базалій В. В. та ін. Херсон : ОЛДИ-ПЛЮС, 2019. 520 с.
34. Свояченко М. І. Картопля : історія, події, факти. *Вісник аграрної науки*. 2008. № 7. С. 81–85.
35. Сергієнко В. Ефективність фунгіцидів проти хвороб картоплі. *Агрономія сьогодні*. 2015. № 12. С. 35–36. URL.: <http://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/572-efektyvnist-funhitsydiv-proty-khvorob-kartopli.html>.
36. Сільськогосподарська фітопатологія: підручник / Марков І. Л. та ін.; за ред. І. Л. Маркова. Київ : Інтерсервіс, 2017. 574 с.
37. AgroScience. URL: <http://agrosience.com.ua/plant>.
38. Ames Mercedes, Spooner David M. DNA from herbarium specimens settles a controversy about origins of the European potato. *American Journal of Botany*. 2008. Vol. 95(2). P. 252–257. DOI: 10.3732/ajb.95.2.252.
39. Barley. *Grains Research and Development Corporation*. 2017. June. URL: https://grdc.com.au/__data/assets/pdf_file/0033/246678/GRDC-GrowNotes-Barley-Western.pdf/.
40. Dow AgroScience. URL: <https://www.dowagro.com/uk-ua/ukraine/products/fungicides/dithane.html>.
41. Flavonoids, anthocyanins, phenolamides, benzoxazinoids, lignans and alkylresorcinols in rye (*Secale cereale*) and some rye products / Pihlava Juha-

- Matti et al. *Journal of Cereal Science*. 2018. Vol. 79. P. 183–192. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2017.09.009>. (Last accessed: 12.03.2024).
42. Food and Agriculture Organization of the United Nations. URL: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC/>
 43. Growth stages of mono- and dicotyledonous plants: BBCH Monograph / Edited by Uwe Meier; Federal Biological Research Centre for Agriculture and Forestry. 2 Edition. Berlin; Boston: Blackwell Wissenschafts-Verlag, 2001. 158 p.
 44. Jouve N., McIntyre C. L., Gustafson J. P. Chromosome preparations from protoplasts: in situ hybridization banding pattern of a dispersed DNA sequence in rye (*Secale cereale* L.). *Genome*. 1991, Vol. 34(4). P. 524–527. DOI: <https://doi.org/10.1139/g91-080>. (Last accessed: 10.02.2024).
 45. Syngenta Україна. URL: <https://www.syngenta.ua/>.

ДОДАТКИ

ДОДАТОК 1

АНОТОВАНИЙ СПИСОК ФЛОРИ

Перелік або анотований список видового складу флори заказника наведено відповідно до філогенетичної системи Покритонасінних або Квіткових рослин *Magnoliophyta (Anthophyta)*, запропонованої у 1987 р. А. Л. Тахтаджяном [46] із конкретизацією ступеня їхнього поширення на території району дослідження.

Зазначимо, що *ступінь поширення* виду або його *рясність* визначалася нами з використанням методу прямого окомірного обліку впродовж двох останніх років. Даний метод використовують у процесі здійснення маршрутних флористичних досліджень, коли основна мета не полягає у отриманні надто точних результатів. Такий облік здійснюють, використовуючи бальну градацію чисельності певного виду у фітоценозі, яку запропонував німецький ботанік Оскар Друде у 1913 р. Зокрема, оцінка рясності (ступеня поширення) виду відповідно з цією шкалою здійснюється із використанням наступної градації:

- ✓ *Soc (socialis)* – рослини змикаються своїми надземними частинами;
- ✓ *Cop³ (copiosae)* – рослини дуже рясні;
- ✓ *Cop²* – рослини рясні;
- ✓ *Cop¹* – рослини досить рясні;
- ✓ *Sp (sparsae)* – рослини трапляються зрідка;
- ✓ *Sol (solitariae)* – рослини поширені поодинокі;
- ✓ *Un (unicum)* – одна рослина на досліджуваній території [49].

Після зазначення ступеня поширення виду у дужках наводимо результати його належності до структури домінуючого флороцено типу (еколого-ценотичний аналіз).

Для цього нами використовувалася наступна система умовних позначень:

- ✓ (MH) – *Mesopojon holarcticum* або лучний;
- ✓ (ThN) – *Therodrymion nemorale* або лісовий (неморальний);
- ✓ (XE) – *Xeropojon eurosibiricum* або степовий;

- ✓ (*Sn*) – *Synantrophyton* або бур'яновий;
- ✓ (*Ps*) – *Psammophyton* або піщаний (псамофільний);
- ✓ (*Pt*) – *Petrophyton* або кам'яний (петрофільний);

ВІДДІЛ 1. ХВОЩЕПОДІБНІ – *EQUISETOPHYTA*

КЛАС 1. ХВОЩЕПОДІБНІ – *EQUISETOPSIDA*

ПОРЯДОК 1. ХВОЩЕВИ – *EQUISETALES*

РОДИНА 1. ХВОЩЕВИ – *EQUISETACEAE*

Рід 1. *Equisetum* L. – хвощ

- 1) *sylvaticum* L. (лісовий) – *Cop*¹: зрідка серед заростей чагарників та у тінистих місцях (*ThN*);

ВІДДІЛ 2. ПАПОРОТЕПОДІБНІ – *POLYPODIOPHYTA*

КЛАС 2. ПАПОРОТЕПОДІБНІ – *POLYPODIOPSIDA*

ПОРЯДОК 2. БАГАТОНІЖКИ – *POLYPODIALES*

РОДИНА 2. ЩИТНИКОВІ – *ASPIDIACEAE*

Рід 2. *Dryopteris* Adans. – щитник або чоловіча папороть

- 2) *filix-mas* (L.) Schott (чоловічий) – *Cop*¹: зрідка серед затінених деревочагарникових ділянок (*ThN*);

ВІДДІЛ 3. ПОКРИТОНАСІННІ або МАГНОЛІОФІТИ або КВІТКОВІ –

ANGIOSPERMAE* або *MAGNOLIOPHYTA* або *ANTHOPHYTA

КЛАС 3. ДВОДОЛЬНІ – *DICOTYLEDONES* або *MAGNOLIOPSIDA*

ПОРЯДОК 3. ЖОВТЕЦЕВОЦВІТІ – *RANUNCULALES*

РОДИНА 3. ЖОВТЕЦЕВИ – *RANUNCULACEAE*

Рід 3. *Actaea* L. – воронець

- 3) *spicata* L. (колосистий) – *Sr*: розсіяно серед заростей чагарників (*ThN*);

Рід 4. *Anemone* L. – анемона або вітеринка

- 4) *ranunculoides* L. (жовтецева) – *Cop*²: часто серед затінених деревочагарникових ділянок (*ThN*);
- 5) *sylvestris* L. (лісова) – *Cop*²: досить часто на трав'яних схилах та степових ділянках, переважно у південно-східній частині заказника та його верхній частині (*MH*);

Рід 5. *Pulsatilla* Mill. – сон

- 8) *patens* (L.) Mill. s. l. (розкритий) – *Cop*²: доволі чисельними та повночленними популяціями на лучних та лучно-степових трав'яних схилах по усій території заказника, переважно у його південній та південно-західній частинах (*MH*);

Рід 6. *Clematis* L. – ломиніс

- 7) *recta* L. (прямий) – *Cop*¹: спорадично серед заростей чагарників та на лучних трав'яних схилах (*ThN*);

Рід 7. *Ranunculus* L. – жовтець

- 8) *cassubicus* L. (кашубський) – *Cop*¹: розсіяно серед дерево- чагарникових ділянок (*ThN*);
- 9) *acris* L. (їдкий) – *Cop*²: досить часто на луках, трав'яних схилах та галявинах (*MH*);

Рід 8. *Thalictrum* L. – рутвиця

- 10) *minus* L. (мала) – *Cop*¹: спорадично на лучних та степових ділянках (*MH*);

Рід 9. *Adonis* L. – горицвіт

- 11) *vernalis* L. (весняний) – *Cop*²: доволі чисельними популяціями (іноді щільністю до 10–12 особин на 1 м²) на лучно-степових ділянках, переважно у південній та південно-східній частинах заказника (*XE*);

ПОРЯДОК 4. МАКОЦВІТІ – *PAPAVERALES***РОДИНА 4. МАКОВІ – *PAPAVERACEAE*****Рід 10. *Papaver* L. – мак**

- 12) *rhoeas* L. (дикий) – *Cop*¹: зрідка, переважно біля північно-східного підніжжя гори, куди потрапляє як бур'ян з полів (*Sn*);

ПОРЯДОК 5. БУКОЦВІТІ – *FAGALES***РОДИНА 5. БУКОВІ – *FAGACEAE*****Рід 11. *Quercus* L. – дуб**

- 13) *robur* L. (звичайний) – *Cop*¹: розсіяно, переважно поодинокими екземплярами на трав'яних схилах у північній та західній частинах заказника (*ThN*);

ПОРЯДОК 6. БЕРЕЗОЦВІТІ – BETULALES**РОДИНА 6. БЕРЕЗОВІ – BETULACEAE****Рід 12. *Betula* L. – береза**

14) *pendula* Roth. (повисла або бородавчаста) – *Cop*¹: спорадично у дерево-чагарникових масивах заказника (*ThN*);

РОДИНА 7. ЛІЩИНОВІ – CORYLACEAE**Рід 13. *Carpinus* L. – граб**

15) *betulus* L. (звичайний) – *Cop*²: часто у дерево-чагарникових масивах заказника (*ThN*);

ПОРЯДОК 7. ГВОЗДИКОЦВІТІ – CARYOPHYLLALES**РОДИНА 8. ГВОЗДИЧНІ – CARYOPHYLLACEAE****Рід 14. *Silene* L. – смілка**

16) *nutans* L. (поникла) – *Cop*¹: розсіяно на трав'яних схилах та галявинах (*MH*);

Рід 15. *Dianthus* L. – гвоздика

17) *carthusianorum* L. (картузіанська) – *Cop*¹: спорадично на луках, галявинах та серед заростей чагарників, переважно у північній та східній частинах заказника (*MH*);

ПОРЯДОК 8. ГРЕЧКОЦВІТІ – POLYGONALES**РОДИНА 9. ГРЕЧКОВІ – POLYGONACEAE****Рід 16. *Rumex* L. – щавель**

18) *confertus* Willd. (кінський) – *Cop*¹: спорадично на луках, трав'яних схилах, вологих галявинах (*MH*);

ПОРЯДОК 9. ЧАЙОЦВІТІ – THEALES**РОДИНА 10. ЗВІРОБІЙНІ – HYPERICACEAE****Рід 17. *Hypericum* L. – звіробій**

19) *perforatum* L. (звичайний) – *Cop*²: досить часто на сухих луках, трав'яних схилах та серед чагарників (*MH*);

ПОРЯДОК 10. ФІАЛКОЦВІТІ – VIOLALES**РОДИНА 11. ФІАЛКОВІ – VIOLACEAE**

Рід 18. *Viola* L. – фіалка

- 20) *odorata* L. (запашна) – *Cop*²: досить часто серед заростей чагарників та на трав'яних лучних схилах (*ThN*);

РОДИНА 12. ЧИСТОВІ – *CISTACEAE*

Рід 19. *Helianthemum* Adans. – сонцепвіт або сонянка

- 21) *ovatum* (Viv.) Dun. (яйцеподібний) – *Cop*²: розсіяно на луках, степових схилах та галявинах переважно у центральній та північно-східній частинах заказника (*MH*);

ПОРЯДОК 11. ВЕРБОЦВІТІ – *SALICALES*

РОДИНА 13. ВЕРБОВІ – *SALICACEAE*

Рід 20. *Salix* L. – верба

- 22) *caprea* L. (козяча) – *Cop*¹: спорадично серед дерево-чагарникових масивів заказника (*ThN*);

Рід 21. *Populus* L. – тополя

- 23) *tremula* L. (осика) – *Sp*: дуже рідко (популяція нараховує 3 особини) у південно-західній частині заказника (*ThN*);

ПОРЯДОК 12. ПЕРВОЦВІТІ – *PRIMULALES*

РОДИНА 14. ПЕРВОЦВІТІ – *PRIMULACEAE*

Рід 22. *Primula* L. – первоцвіт

- 24) *veris* L. (весняний) – *Cop*²: дуже часто на луках, галявинах та трав'яних схилах (*MH*);
- 25) *elatior* (L.) Hill (високий) – *Cop*¹: спорадично на узліссях та серед заростей чагарників (*ThN*);

ПОРЯДОК 13. МАЛЬВОЦВІТІ – *MALVALES*

РОДИНА 15. ЛИПОВІ – *TILIACEAE*

Рід 23. *Tilia* L. – липа

- 26) *cordata* Mill. (серцелиста) – *Cop*¹: розсіяно серед дерево-чагарникових масивів заказника (*ThN*);

ПОРЯДОК 14. МОЛОЧАСЦВІТІ – *EUPHORBIALES*

РОДИНА 16. МОЛОЧАЙНІ – *EUPHORBIACEAE*

Рід 24. *Euphorbia* L. – молочай

- 27) *helioscopia* L. (соняшний) – *Cop*²: часто біля підніжжя гори, куди поширюється як бур'ян із прилеглих полів (*Sn*);
- 28) *amygdaloides* L. (мигдалеподібний) – *Cop*²: досить часто на луках, галявинах та серед заростей чагарників (*MH*);
- 29) *cyparissias* L. (кипарисоподібний) – *Cop*²: досить часто на відкритих піщаних місцях та лучно-степових схилах (*Ps*);

ПОРЯДОК 15. РОЗОЦВІТІ – *ROSALES*

РОДИНА 17. РОЗОВІ – *ROSACEAE*

Рід 25. *Crataegus* L. – глід

- 30) *curvisepala* Lindm. (кривочашечковий) – *Cop*¹: спорадично на трав'яних схилах та серед дерево-чагарникових масивів заказника (*ThN*);

Рід 26. *Fragaria* L. – суниця

- 31) *vesca* L. (лісові) – *Cop*²: часто на трав'яних схилах та галявинах (*MH*);

Рід 27. *Filipendula* Mill. – гадючник

- 32) *vulgaris* Moench (звичайний) – *Cop*³: дуже часто на луках, трав'яних схилах, узліссях, переважно у центральній, східній та північно-західній частинах заказника (*MH*);

Рід 28. *Agrimonia* L. – парило

- 33) *eupatoria* L. (звичайне) – *Cop*²: досить часто на луках, трав'яних схилах та узліссях (*MH*);

Рід 29. *Sanguisorba* L. – родовик

- 34) *officinalis* L. (лікарський) – *Sp*: зрідка у північно-західній частині заказника (*MH*);

ПОРЯДОК 16. БОБОЦВІТІ – *FABALES*

РОДИНА 18. БОБОВІ – *FABACEAE*

Рід 30. *Chamaecytisus* Link – зіновать або рокитник

- 35) *ruthenicus* (Fisch. ex Woloszcz.) Klaskova (руська) – *Cop*²: досить часто на лучно-степових ділянках та трав'яних схилах (*XE*);

Рід 31. *Lembotropis* Griseb. – лемботропіс

36) *nigricans* (L.) Griseb. (чорніючий) – *Cop*²: часто на сухих лучних ділянках та серед заростей чагарників по всій території заказника (МН);

Рід 32. *Medicago* L. – люцерна

37) *procumbent* Bess. (лежача) – *Cop*²: досить часто на луках, по трав'яних схилах та на галявинах (МН);

38) *sativa* L. (посівна) – *Cop*¹: спорадично на лучних ділянках біля підніжжя гори, переважно з північно-західної сторони заказника (МН);

Рід 33. *Trifolium* L. – конюшина

39) *montanum* L. (гірська) – *Cop*²: досить часто на сухих луках, узліссях та серед заростей чагарників по всій території заказника (МН);

40) *repens* L. (повзуча або біла) – *Cop*²: часто на лучних ділянках та трав'яних схилах (МН);

41) *pratense* L. (лучна) – *Cop*³: дуже часто на луках та перезволожених центральних ділянках заказника (МН);

Рід 34. *Anthyllis* L. – заяча конюшина

42) *macrocephala* Wend. (багатолиста) – *Cop*¹: спорадично на луках, лучних степах та серед заростей чагарників (МН);

Рід 35. *Lotus* L. – лядвенець

43) *ucrainicus* Клок. (український) – *Cop*²: часто на луках та трав'яних схилах (МН);

Рід 36. *Coronilla* L. – в'язіль

44) *varia* L. (барвистий) – *Cop*³: дуже часто на луках та серед заростей чагарників (МН);

Рід 37. *Hippocrepis* L. – гіпокрепіс або підковка

45) *comosa* L. (чубатий) – *Cop*¹: спорадично на сухих луках та вапнякових схилах у центральній та північно-західній частинах заказника (виявлено 4 популяції, незначні за площею та чисельністю (щільність до 20 особин)) (Pt);

Рід 38. *Onobrychis* Mill. – еспарцет

46) *viciifolia* Scop. (виколистий) – *Cop*²: досить часто на луках та трав'яних схилах (МН);

Рід 39. *Vicia* L. – горошок

47) *cracca* L. (мишачий) – *Cop*²: досить часто на луках, трав'яних схилах, серед заростей чагарників та на галявинах (МН);

Рід 40. *Lathyrus* L. – чина

48) *tuberosus* L. (бульбиста) – *Sp*: розсіяно на лучно-степових ділянках та трав'яних схилах (ХЕ);

ПОРЯДОК 17. САПІНДОЦВІТІ – *SAPINDALES*

РОДИНА 19. КЛЕНОВІ – *ACERACEAE*

Рід 41. *Acer* L. – клен

49) *platanoides* L. (гостролистий або звичайний) – *Cop*¹: спорадично серед дерево-чагарникових масивів заказника (ТhN);

ПОРЯДОК 18. ГЕРАНІЄЦВІТІ – *GERANIALES*

РОДИНА 20. ГЕРАНІЄВІ – *GERANIACEAE*

Рід 42. *Geranium* L. – герань або журавець

50) *sanguineum* L. (криваво-червона) – *Cop*²: досить часто на луках, трав'яних схилах та серед заростей чагарників по всій території заказника (МН);

ПОРЯДОК 19. АРАЛІЄЦВІТІ – *ARALIALES*

РОДИНА 21. ЗОНТИЧНІ – *APIACEAE*

Рід 43. *Peucedanum* L. – смовдь

51) *cervaria* (L.) Lareur (оленяча) – *Cop*¹: розсіяно на галявинах та серед заростей чагарників (МН);

Рід 44. *Laserpitium* L. – стародуб

52) *latifolium* L. (широколистий) – *Cop*¹: спорадично на лучно-степових ділянках заказника у його північній та західній частинах (МН);

ПОРЯДОК 20. ДЕРЕНОЦВІТІ – *CORNALES*

РОДИНА 22. ДЕРЕНОВІ – *CORNACEAE*

Рід 45. *Swida* Opiz – свидина

53) *sanguinea* (L.) Oriz (кров'яна) – *Cop*¹: розсіяно серед дерево-чагарникових масивів заказника (*ThN*);

ПОРЯДОК 21. САНТАЛОЦВІТІ – *SANTALALES*

РОДИНА 23. САНТАЛОВІ – *SANTALACEAE*

Рід 46. *Thesium* L. – льонолижник

54) *linophyllum* L. (льонолистий) – *Cop*²: часто на луках і трав'яних схилах (*MH*);

ПОРЯДОК 22. ЧЕРСАКОЦВІТІ – *DIPSACALES*

РОДИНА 24. ВАЛЕРІАНОВІ – *VALERIANACEAE*

Рід 47. *Valeriana* L. – валеріана

55) *stolonifera* Czern. (пагононосна) – *Cop*¹: спорадично на сухих луках, трав'яних схилах, узліссях та галявинах у північно-східній частині заказника (*MH*);

РОДИНА 25. ЧЕРСАКОВІ – *DIPSACACEAE*

Рід 48. *Succisa* Hall. – комонник

56) *pratensis* Moench (лучний) – *Cop*²: часто на луках, серед заростей чагарників та на галявинах (*MH*);

Рід 49. *Scabiosa* L. – скабіоза

57) *ochroleuca* L. (блідо-жовта) – *Cop*²: часто на степових ділянках, сухих схилах та степових луках (*XE*);

58) *columbaria* L. (голубина) – *Cop*¹: зрідка на луках, трав'яних схилах, галявинах та узліссях (*MH*);

ПОРЯДОК 23. ТИРЛИЧЕЦВІТІ – *GENTIANALES*

РОДИНА 26. МАРЕНОВІ – *RUBIACEAE*

Рід 50. *Asperula* L. – маренка

59) *synanchica* L. (рожева) – *Cop*²: досить часто на степових ділянках, сухих луках та узліссях (*XE*);

Рід 51. *Galium* L. – підмаренник

60) *verum* L. (справжній) – *Cop*²: досить часто на степових ділянках, сухих схилах, суходільних луках (*XE*);

- 61) *mollugo* L. (м'який) – *Cop*¹: спорадично на луках та трав'яних схилах (*MH*);
 62) *octonarium* (Клок.) Soo (восьмилистковий) – *Cop*¹: розсіяно на степових ділянках сухих луках та галявинах (*XE*);

Рід 52. *Cruciata* Mill. – круціата

- 63) *glabra* (L.) Ehrend. (гола) – *Cop*²: досить часто на луках та трав'яних схилах (*Pt*);

ПОРЯДОК 24. СИНЮХОЦВІТІ – *POLEMONIALES*

РОДИНА 27. ШОРСТКОЛИСТІ – *BORAGINACEAE*

Рід 53. *Echium* L. – синяк

- 64) *vulgare* L. (звичайний) – *Cop*²: досить часто на сухих лучних ділянках та сухих степових схилах (*XE*);

Рід 54. *Anchusa* L. – воловик

- 65) *officinalis* L. (лікарський) – *Cop*¹: розсіяно на лучних ділянках біля північного підніжжя заказника (*Sn*);

Рід 55. *Symphytum* L. – живокіст

- 66) *officinale* L. (лікарський) – *Cop*¹: розсіяно на лучно-степових ділянках та трав'яних схилах (*MH*);
 67) *besseri* Zaverucha (Бессера) – *Sp*: зрідка серед дерево-чагарникових заростей у південно-західній частині заказника (*ThN*);

ПОРЯДОК 25. РАННИКОЦВІТІ – *SCROPHULARIALES*

РОДИНА 28. РАННИКОВІ – *SCROPHULARIACEAE*

Рід 56. *Scrophularia* L. – ранник

- 68) *nodosa* L. (вузлуватий) – *Cop*¹: спорадично на галявинах та серед заростей чагарників (*ThN*);

Рід 57. *Veronica* L. – вероніка

- 69) *spicata* L. (колосиста) – *Cop*¹: спорадично на луках, трав'яних схилах та галявинах по всій території заказника (*XE*);
 70) *chamaedrys* L. (дібровна) – *Cop*²: часто на відкритих місцях, галявинах та серед заростей чагарників (*MH*);

Рід 58. *Melampyrum* L. – перестріч

71) *arvense* L. (польовий) – *Cop*²: досить часто на луках, узліссях та галявинах (MH);

Рід 59. *Rhinanthus* L. – дзвінець

72) *minor* L. (малий) – *Cop*²: часто на луках та трав'яних схилах (MH);

РОДИНА 29. ПОДОРОЖНИКОВІ (*PLANTAGINACEAE*)

Рід 60. *Plantago* L. – подорожник

73) *media* L. (середній) – *Cop*²: досить часто на луках та трав'яних схилах (MH);

ПОРЯДОК 26. ГУБОЦВІТІ – *LAMIALES*

РОДИНА 30. ГУБОЦВІТІ – *LAMIACEAE*

Рід 61. *Ajuga* L. – горлянка

74) *reptans* L. (повзуча) – *Cop*¹: спорадично серед заростей чагарників, на вологих лучних ділянках та трав'яних схилах (ThN);

Рід 62. *Teucrium* L. – самосил

75) *chamaedrys* L. (гайовий) – *Cop*²: часто на сухих луках та трав'яних схилах, серед заростей чагарників (Pt);

Рід 63. *Glechoma* L. – розхідник

76) *hederacea* L. (звичайний) – *Cop*²: досить часто на луках, галявинах та серед заростей чагарників (MH);

Рід 64. *Prunella* L. – суховершки

77) *vulgaris* L. (звичайні) – *Cop*²: часто на луках та трав'яних схилах (MH);

78) *grandiflora* (L.) Scholl. – *Cop*²: досить часто на луках, галявинах та степових схилах (MH);

Рід 65. *Lamium* L. – глуха кропива

79) *album* L. (біла) – *Cop*¹: розсіяно на галявинах, узліссях та серед заростей чагарників (Sn);

Рід 66. *Stachys* L. – чистець

80) *recta* L. (прямий) – *Cop*²: досить часто на лучно-степових трав'яних схилах, галявинах, узліссях (XE);

Рід 67. *Betonica* L. – буквиця

81) *officinalis* L. s. 1. (лікарська) – *Cop*¹: розсіяно на луках, галявинах та серед заростей чагарників по всій території заказника (*MH*);

Рід 68. *Salvia* L. – шавлія

82) *verticillata* L. (кільчаста) – *Cop*²: часто на луках та по трав'яних схилах (*MH*);

83) *pratensis* L. (лучна) – *Cop*²: досить часто на сухих лучно-степових ділянках, галявинах та серед заростей чагарників (*MH*);

Рід 69. *Thymus* L. – чебрець

84) *marschallianus* Willd. (Маршаллів) – *Cop*²: досить часто на остепнених ділянках та сухих трав'яних схилах, переважно у верхній частині заказника (*XE*);

ПОРЯДОК 27. ДЗВОНИКОЦВІТІ – *CAMPANULALES*

РОДИНА 31. ДЗВОНИКОВІ – *CAMPANULACEAE*

Рід 70. *Campanula* L. – дзвоники

85) *sibirica* L. s. 1. (сибірські) – *Cop*²: досить часто на луках, трав'яних схилах та серед заростей чагарників (*MH*);

86) *glomerata* L. s. 1. (скупчені) – *Cop*¹: розсіяно на узліссях, серед заростей чагарників, на суходільних луках та трав'яних схилах (*ThN*);

87) *trachelium* L. (кропиволисті) – *Cop*¹: спорадично серед заростей дерево-чагарникової рослинності (*ThN*);

ПОРЯДОК 28. АЙСТРОЦВІТІ – *ASTERALES*

РОДИНА 32. АЙСТРОВІ або СКЛАДНОЦВІТІ – *ASTERACEAE* або *COMPOSITAE*

Рід 71. *Bellis* L. – стокротки

88) *perennis* L. (багаторічні) – *Cop*³: дуже часто на луках, трав'яних схилах, галявинах (*MH*);

Рід 72. *Stenactis* Cass. – стенактис

89) *annua* (L.) Nees (однорічний) – *Cop*²: часто на луках та трав'яних схилах у південній та південно-східній частинах заказника, куди потрапляє як бур'ян з полів (*Sn*);

Рід 73. *Inula* L. – оман

- 90) *brinannica* L. (британський) – *Cop*¹: розсіяно на луках та трав'яних схилах (МН);

Рід 74. *Anthemis* L. – роман

- 91) *subtinctoria* Dobrocz. (напівфарбувальний) – *Cop*¹: спорадично на лучно-степових схилах (ХЕ);

Рід 75. *Achillea* L. – деревій

- 92) *submillefolium* Klok. et Krytzka (майже звичайний) – *Cop*²: досить часто на луках, галявинах (МН);

Рід 76. *Leucanthemum* Mill. – королиця

- 93) *vulgare* Lam. (звичайна) – *Cop*²: часто на луках, галявинах, серед заростей чагарників (МН);

Рід 77. *Pyrethrum* Zinn – маруна

- 94) *corymbosum* (L.) Scop. (щиткова) – *Cop*¹: розсіяно сухих луках, галявинах та серед заростей чагарників (МН);

Рід 78. *Artemisia* L. – полин

- 95) *vulgaris* L. (звичайний) – *Cop*¹: спорадично на луках, відкритих трав'яних схилах біля підніжжя гори (МН);

Рід 79. *Senecio* L. – жовтозілля

- 96) *besseranus* Minder. (Бессера) – *Sp*: зрідка на луках і трав'яних схилах (локальними малочисельними популяціями (до 5 особин) або поодинокі поширений у місцях виходу на поверхню вапняку) (МН);
- 97) *jacobaea* L. (лучне або Якова) – *Cop*¹: розсіяно на сухих луках, трав'яних схилах, галявинах та серед заростей чагарників (МН);

Рід 80. *Carlina* L. – відкасник

- 98) *cirsioides* Klok. (осотоподібний) – *Sp*: зрідка на сухих луках та степових схилах (популяція досить малочисельна й нараховує 11 особин, котрі зростають переважно у північно-західній частині заказника) (ХЕ);

Рід 81. *Carduus* L. – будяк

99) *acanthoides* L. (акантоподібний) – *Cop*¹: іноді на відкритих луках та сухих трав'яних схилах у північній та південно-східній частинах заказника, куди проникає з полів як бур'ян (*Sn*);

Рід 82. *Centaurea* L. – волошка

100) *ternopoliensis* Dobrocz. (тернопільська) – *Cop*²: часто на сухих луках та трав'яних схилах по всій території заказника (*MH*);

101) *scabiosa* L. (скабіозоподібна) – *Cop*¹: розсіяно на луках та сухих трав'яних схилах (*MH*);

Рід 83. *Cichorium* L. – цикорій

102) *intybus* L. (дикий або петрові батоги) – *Cop*¹: розсіяно на луках та трав'яних схилах (*MH*);

Рід 84. *Taraxacum* Wigg. – кульбаба

103) *officinale* Webb. ex Wigg. (лікарська) – *Cop*²: досить часто на лучних ділянках у нижній частині заказника (*MH*);

Рід 85. *Sonchus* L. – жовтий осот

104) *arvensis* L. (польовий) – *Cop*¹: іноді як бур'ян на луках, особливо коло підніжжя гори, куди потрапляє із сусідніх полів (*Sn*);

Рід 86. *Hieracium* L. – нечуйвітер

105) *pilosella* L. (волохатенький) – *Cop*²: досить часто на сухих ділянках, особливо на піщаному субстраті (*Ps*);

Рід 87. *Tanacetum* L. – пижмо

106) *vulgare* L. (звичайне) – *Cop*¹: спорадично на луках, галявинах та серед заростей чагарників (*MH*);

КЛАС 4. ОДНОДОЛЬНІ – MONOCOTYLEDONES або LILIOPSIDA

ПОРЯДОК 29. ЛІЛІЄЦВІТІ – LILIALES

РОДИНА 33. ЛІЛІЙНІ – LILIACEAE

Рід 88. *Anthericum* L. – віхалка

107) *ramosum* L. (гілляста) – *Cop*²: часто на луках, трав'яних схилах по всій території заказника (*MH*);

ПОРЯДОК 30. ПІВНИКОЦВІТІ – IRIDALES

РОДИНА 34. ПІВНИКОВІ – IRIDACEAE**Рід 89. *Iris* L. – півники**

108) *hungarica* Waldst. et Kit. (угорські) – *Cop*¹: спорадично на луках, трав'яних схилах та галявинах, переважно у верхній центральній та західній частинах заказника (*MH*);

ПОРЯДОК 31. ЗОЗУЛИНЦЕЦВІТІ – ORCHIDALES**РОДИНА 35. ЗОЗУЛИНЦЕВІ – ORCHIDACEAE****Рід 90. *Neottia* Guett. – гніздівка**

109) *nidus-avis* (L.) Rich. (звичайна) – *Sp*: зрідка у тінистих дерево-чагарникових масивах заказника в його північній частині (виявлено дві популяції чисельністю 3 та 5 особин, котрі зростають у розрідженому трав'яному підліску) (*ThN*);

Рід 91. *Gymnadenia* R. Br. – билинець

110) *conopsea* (L.) R. Br. (комарниковий або довгорогий) – *Cop*²: часто на лучно-степових ділянках, трав'яних схилах та серед заростей чагарників у нижній північній частині заказника (популяції доволі чисельні (щільність іноді сягає понад 50 особин), повночленні, із домінуванням генеративних особин) (*MH*);

Рід 92. *Orchis* L. (*Anacamptis*) – зозулинець або плодоріжка

111) *militaris* L. (шоломоносний) – *Sp*: зрідка на вологих луках та серед заростей чагарників (локальна популяція нараховує 7 особин) у південно-західній частині заказника (*Pt*);

ПОРЯДОК 32. ОСОКОЦВІТІ – CYPERALES**РОДИНА 36. ОСОКОВІ – CYPERACEAE****Рід 93. *Carex* L. – осока**

112) *humilis* Leys. (низька) – *Cop*¹: спорадично на кам'янистих відслоненнях та по лучних степах у південно-східній частині заказника (*Pt*);

113) *sylvatica* Huds. (лісова) – *Cop*²: часто серед дерево-чагарникових масивів заказника (*ThN*);

ПОРЯДОК 33. ТОНКОНОГОЦВІТІ – POALES

РОДИНА 37. ЗЛАКОВІ – POACEAE або GRAMINEAE**Рід 94. *Phleum* L. – тимофіївка**

114) *pratense* L. (лучна) – *Cop*²: часто на луках, галявинах, серед заростей чагарників, на степових та кам'янистих схилах (МН);

Рід 95. *Poa* L. – тонконіг

115) *pratensis* L. (лучний) – *Cop*³: дуже часто на луках, лісових галявинах, трав'яних схилах (МН);

Рід 96. *Dactylis* L. – грястиця

116) *glomerata* L. (збірна або звичайна) – *Cop*²: досить часто на луках, галявинах й узліссях та серед заростей чагарників (МН);

Рід 97. *Briza* L. – трясучка

117) *media* L. (середня) – *Cop*¹: спорадично на луках, галявинах та серед заростей чагарників (МН).

ФОТОІЛЮСТРАЦІЇ ЧЕРВОНОКНИЖНИХ ВИДІВ ФЛОРИ ЗАКАЗНИКА



Фото 1

Гніздівка звичайна (*Neottia nidus-avis* (L.) Rich.)

зрідка у тінистих дерево-чагарникових масивах заказника у його північній частині (виявлено дві популяції чисельністю 3 та 5 особин, котрі зростають у розрідженому трав'яному підліску)



Фото 2

Билинець довгорогий (*Gymnadenia conopsea* (L.) R. Br.)

часто на лучно-степових ділянках, трав'яних схилах та серед заростей чагарників у нижній північній частині заказника (популяції доволі чисельні (щільність іноді сягає понад 50 особин), повночленні, із домінуванням генеративних особин)



Фото 3

Зозулинець шоломоносний (*Orchis militaris* L.)

зрідка на вологих луках та серед заростей чагарників (локальна популяція нараховує 7 особин) у південно-західній частині заказника

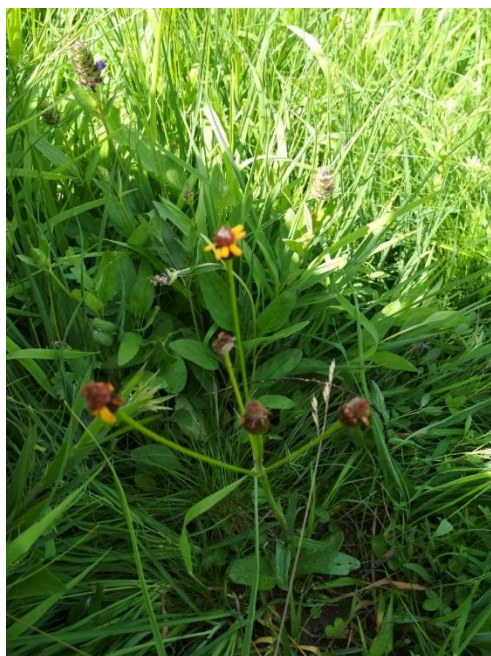


Фото 4

Жовтозілля Бессера (*Senecio besserianus* Minder.)

зрідка на луках і трав'яних схилах (локальними малочисельними популяціями (до 5 особин) або поодинокі поширений у місцях виходу на поверхню вапняку)



Фото 5

Відкасник осотоподібний (*Carlina cirsioides* Klokov)

зрідка на сухих луках та степових схилах (популяція досить малочисельна й нараховує 11 особин, котрі зростають переважно у північно-західній частині заказника)



Фото 6

Сон розкритий (*Pulsatilla patens* (L.) Mill. s. l.)

доволі чисельними та повночленними популяціями на лучних та лучно-степових трав'яних схилах по усій території заказника, переважно у його південній та південно-західній частинах



Фото 7

Горицвіт весняний (*Adonis vernalis* L.)

доволі чисельними популяціями (іноді щільністю до 10–12 особин на 1 м²) на лучно-степових ділянках, переважно у південній та південно-східній частинах заказника



Фото 8

Підковка чубата (гіпокрепіс чубатий) (*Hippocrepis comosa* L.)

спорадично на сухих луках та вапнякових схилах у центральній та північно-західній частинах заказника (виявлено 4 популяції, незначні за площею та чисельністю (щільність до 20 особин))