НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА
КАРПАТСЬКОГО РЕГІОНУ

ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ: ГРУНТОЗНАВСТВО, ЗЕМЛЕРОБСТВО РОСЛИННИЦТВО

Монографія

За науковою редакцією
доктора сільськогосподарських наук Стасіва О. Ф.

Видавництво
Інституту сільського господарства
Карпатського регіону НААН
Оброшине, 2022

УДК 631.582:631.81:633.1:633.367

Рекомендовано до друку рішенням вченої ради
Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН
(протокол № 8 від 19 вересня 2022 р.)

Авторський колектив:
Олег Стасів, Юрій Оліфір, Оксана Качмар, Оксана Вавринович,
Олександр Дубицький, Ангеліна Дубицька, Роман Ільчук, Антін Шувар,
Наталія Рудавська, Ігор Волощук, Григорій Коник,
Олександра Волощук, Валентина Глива

Рецензенти:
Лихочвор В. В., д. с.-г. н., проф., член-кор. НААН
Панахид Г. Я., д. с.-г. н., с. н. с.,
Лис Н. М, к. с.-г. н., с. н. с.

Інноваційні технології: агрохімія, землеробство, рослинництво: Монографія / За наук. редакцією д.с.-г.н. Стасіва О. / [О. Стасів, Ю. Оліфір, О. Качмар, О. Вавринович, О. Дубицький, А. Дубицька, Р. Ільчук, А. Шувар, Н. Рудавська, І. Волощук, Г. Коник, О. Волощук, В. Глива]. Оброшине: Видавництво Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН, 2022. 252 с.

ISBN 978-617-95252-1-6

У монографії наведено теоретичне узагальнення та нове вирішення наукових завдань, які виявляються у встановленні закономірностей зміни добової, сезонної динаміки виділення діоксиду вуглецю та окисно-відновного потенціалу під культурами сівозміни за тривалого застосування різних систем удобрення та вапнування ясно сірого лісового поверхнево оглеєного ґрунту; у вивченні впливу інтенсивних та екологізованих систем удобрення на формування врожаю та якості продукції; визначеннні закономірностей між урожайністю сільськогосподарських культур та температурним режимом, рівнем зволоження; становленні найбільш екологічно-пластичних сортів екотипів рослин для вирощування у Західному Лісостепу.

© Олег Стасів, Юрій Оліфір, Оксана Качмар Оксана Вавринович,
Олександр Дубицький,, Ангеліна Дубицька, Роман Ільчук,
Антін Шувар, Наталія Рудавська, Ігор Волощук,
Григорій Коник, Олександра Волощук, Валентина Глива, 2022
© Видавництво Інституту сільського господарства
Карпатського регіону НААН, 2022

ЗМІСТ

ВСТУП

ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ: ГРУНТОЗНАВСТВО, ЗЕМЛЕРОБСТВО ТА РОСЛИННИЦТВО…… 6

Олег Стасів *(д. с.-г. н., доц., Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН, ORCID ID: 0000-0003-3737-739X)*

ОСОБЛИВОСТІ ВИДІЛЕННЯ ДІОКСИДУ ВУГЛЕЦЮ ТА ЗМІНИ ОКИСНО-ВІДНОВНОГО ПОТЕНЦІАЛУ ЯСНО-СІРОГО ЛІСОВОГО ПОВЕРХНЕВО ОГЛЕЄНОГО ҐРУНТУ ЗА ТРИВАЛИХ АНТРОПОГЕННИХ НАВАНТАЖЕНЬ…… 9

Юрій Оліфір, *(к. с.-г. н., с.н.с., Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН, ORCID ID: 0000-0002-7920-1854)*

Інтенсивність виділення діоксиду вуглецю ясно-сірим лісовим поверхнево оглеєним ґрунтом за різних систем удобрення і вапнування…….. 10

Зміна окисно-відновного потенціалу ясно-сірого лісового поверхнево оглеєного ґрунту за період вегетації культур сівозміни…… 19

ФОРМУВАННЯ РОДЮЧОСТІ СІРОГО ЛІСОВОГО ҐРУНТУ В КОРОТКОРОТАЦІЙНИХ СІВОЗМІНАХ ПІД ВПЛИВОМ ОРГАНО-МІНЕРАЛЬНИХ СИСТЕМ УДОБРЕННЯ……. 36

Оксана Качмар *(к. с.-г. н., с.н.с., Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН, ORCID ID: 0000-0002-0382-6030)*

Динаміка лабільного й водорозчинного гумусу протягом вегетації сільськогосподарських культур залежно від систем удобрення…….. 39

Формування поживного режиму ґрунту в короткоротаційних сівозмінах…… 47

Вплив систем удобрення й попередників на зміни агрофізичних властивостей сірого лісового ґрунту ……. 53

ТЕОРЕТИЧНІ ПІДХОДИ УПРАВЛІННЯ ЗАБУР'ЯНЕНІСТЮ ПОСІВІВ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР…… 71

Оксана Вавринович *(к. с.-г. н., с.н.с., Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН, ORCID ID: 0000-0003-3466-1432)*

Біологічні особливості бур'янів…….. 72

Видовий склад сегетальної рослинності за різними класифікаціями…….. 75

Фактори впливу на забур'яненість посівів……. 81

Потенційна забур'яненість ґрунту в короткоротаційних сівозмінах……. 82

Актуальна забур'яненість посівів сільськогосподарських культур……. 87

Конкурентоздатність сільськогосподарських культур до бур'янів у сівозмінах…… 93

Винос поживних речовин бур'янами в посівах сільськогосподарських культур……. 97

Шкодочинність бур'янів в посівах сільськогосподарських культур…….. 101

ВПЛИВ ЕКОЛОГІЗОВАНИХ СИСТЕМ УДОБРЕННЯ НА ФОРМУВАННЯ ВРОЖАЮ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ ТА ЙОГО ЯКІСНОЇ ХАРАКТЕРИСТИКИ…….. 111

Олександр Дубицький *(к. с.-г. н., с.н.с., Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН, ORCID ID: 0000-0002-8293-4119)*

Оксана Качмар *(к. с.-г. н., с.н.с. Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН, ORCID ID: 0000-0002-0382-6030)*

Ангеліна Дубицька *(к. с.-г. н. Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН, ORCID ID:* 0000-0002-5685-0237 *)*

Формування врожаю пшениці озимої……. 115

Якість зерна пшениці озимої за екологізованих систем удобрення…….. 117

ІННОВАЦІЙНІ ПІДХОДИ ДО ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ КАРТОПЛІ В УМОВАХ КАРПАТСЬКОГО РЕГІОНУ…… 124

Роман Ільчук (*д. с.-г. н., с.н.с., Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН, ORCID ID: 0000-0002-3524-4844)*

Елементи ресурсо-ощадної технології для підвищення потенціалу урожайності ранньостиглих сортів картоплі…….. 135
Елементи еколого-безпечної технології для підвищення потенціалу урожайності картоплі в умовах Карпатського регіону…… 152

ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ЛЬОНУ-ДОВГУНЦЮ В ЗОНАХ ЛІСОСТЕПУ ЗАХІДНОГО ТА ПОЛІССЯ УМОВАХ ЗМІНИ КЛІМАТУ…… 174
Антін Шувар *(д. с.-г. н., с.н.с., Західноукраїнський національний університет, ORCID ID: 0000-0002-6016-0896)*
Наталія Рудавська *(к. с.-г. н., Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН, ORCID ID: 0000-0002-4443-5319)*
Вплив метеорологічних чинників на формування врожаю льону-довгунцю в умовах Лісостепу Західного та Полісся….. 176
Прояв несприятливих погодних умов та суттєвість їх відхилень за вегетаційний період льону-довгунцю…….. 179

ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ І ВТРАТ ВРОЖАЮ СОРТАМИ ОЗИМИХ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР В ЗАХІДНОМУ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ…… 192
Ігор Волощук *(д. с.-г. н., с.н.с. Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН, ORCID ID: 0000-0002-2944-8656)*
Григорій Коник (*д. с.-г. н., професор, Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН, ORCID ID: 0000-0003-2841-2982)*
Погодні умови за роки досліджень……. 194
Польова схожість насіння озимих зернових та розвиток рослин на час припинення осінньої вегетації…… 197
Перезимівля рослин сортів озимих зернових культур…….. 202
Формування листкової поверхні та чиста продуктивність фотосинтезу …….. 206
Стійкість сортів до ураження хворобами колосу…….. 209
Зернова й насіннєва продуктивність сортів озимих зернових культур……... 212
Стікання зерна……... 215
Економічна ефективність вирощування зернових культур….. 223

ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ СТИМУЛЯТОРА РОСТУ Й МІКРОЕЛЕМЕНТІВ У ПЕРЕДПОСІВНІЙ ОБРОБЦІ НАСІННЯ РІПАКУ ОЗИМОГО……. 228

Олександра Волощук (*д. с.-г. н., с.н.с., Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН, ORCID ID: 0000-0002-2509-9452)*

Валентина Глива *(к. с.-г. н., Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН, ORCID ID: 0000-0002-9033-6549)*

Олег Стасів *(д. с.-г. н., доц., Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН, ORCID ID: 0000-0003-3737-739X)*

Стимулювання процесу проростання насіння ріпаку озимого 229

Особливості росту й розвитку рослин у осінній період…… 234

Вміст цукрів у кореневій шийці та перезимівля рослин…….. 236

Розвиток хвороб рослин ріпаку озимого…… 242

Урожайність насіння…… 243

Посівні якості зібраного насіння……. 245

ВСТУП
ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ: ГРУНТОЗНАВСТВО, ЗЕМЛЕРОБСТВО ТА РОСЛИННИЦТВО

У структурі земельного фонду України значні площі займають ґрунти підвищеної кислотності, ефективне використання яких вимагає еколого-економічного виваженого меліоративного втручання. Однак, суцільно-розкидна технологія вапнування за величиною прихованої (гідролітичної) кислотності, як показали дослідження інтенсивності виділення діоксиду вуглецю, призводить до надмірної мінералізації органічних речовин та нітрифікації, вимивання кальцію і продуктів мінералізації. Все це негативно відбивається на екології ґрунтів. Тому перед проведенням чергового туру вапнування ми включили варіанти внесення дози вапна розрахованої за кислотно-основною буферністю.

Головне завдання сучасного сільськогосподарського виробництва є забезпечення сталого землеробства, підвищення його продуктивності не допускаючи від'ємного балансу біогенних елементів в агроекосистемах та підтримуючи в них оптимальний стан біологічного колообігу речовин.

Отримання достовірних оцінок вуглецевого режиму та колообігу вуглецю за різних систем удобрення і вапнування на основі виділення діоксиду вуглецю, коефіцієнтів гуміфікації-мінералізації є особливо актуальним для ясно-сірих лісових ґрунтів і є вихідними показниками для балансових розрахунків, що характеризуватиме кількісні зміни гумусу та дасть змогу оцінювати вплив різних агротехнічних заходів на гумусний стан і попереджувати негативні наслідки дегуміфікації.

В сучасних умовах ведення сільськогосподарського виробництва об'єктивною необхідністю, базовою основою впровадження будь-якої системи землеробства має бути збереження та відтворення родючості ґрунту, в більшості випадків – розширене. Пріоритетною складовою, визначальним чинником при цьому виступає розробка ґрунтозахисних, екологостабілізуючих систем обробітку ґрунту, адаптованих до конкретних ґрунтово-кліматичних умов. Ефективний вплив механічної дії на ґрунт посилюється за умови коли глибина, способи і заходи обробітку здійснюються в науково обґрунтованій послідовності й тісній взаємодії з усіма ланками землеробства. Нераціональне технологічне навантаження на ґрунтові системи може

призвести до розвитку деградаційних процесів, збільшення додаткових енергетичних та трудових витрат на його виконання.

Проведені дослідження українських та закордонних вчених показують, що в сучасних умовах при розробці систем обробітку ґрунту актуальним залишається цілий спектр дискусійних питань, зокрема щодо способів загортання добрив і рослинних решток, досягнення ґрунтозахисного ефекту при технологічних операціях; триває пошук ефективних ґрунтоохоронних технологій обробітку для максимальної секвестрації діоксиду карбону атмосфери в органічній речовині ґрунту.

Ґрунтово-кліматичні умови зони Західного Лісостепу дозволяють вирощувати зернові, круп'яні і зернобобові культури для різних напрямів використання. Однак впродовж останніх років спостерігається зниження потенціалу використання урожайності новостворених сортів цих культур, який в основному не перевищує 30-40 %. В країнах з високоінтенсивним веденням сільського господарства даний показник становить понад 50-70 %.

Одночасно з невисокими показниками врожайності і якості зерна, спостерігається тенденція зниження родючості ґрунту, його підкислення, поширення в агрофітоценозах паразитичної мікрофлори. Пояснюється це переважно одностороннім підходом до даної проблеми. Високопродуктивні посіви можна створити при комплексному підході до розробки технологій. Підбір сортів буде основою створених технологій, бо рівень урожайності, її стабільність і якість значною мірою зумовлені їх біологічними особливостями.

В умовах сучасності при насиченні аграрного ринку новими технологічними засобами, широкому асортименті агрохімікатів, новітніх сортів та гібридів рослин з високим потенціалом біопродуктивності, завданням сільськогосподарської науки є розробка ефективних конкурентоспроможних екологостабілізуючих ґрунтоохоронних моделей обробітку ґрунту за різних систем удобрення у сівозмінах з включенням бобових, сидеральних культур, використанням побічної продукції. Вони повинні сприяти формуванню й отриманню стабільно високої врожайності с.-г. культур та якості продукції, збереженню родючості ґрунтів, її розширеному відтворенню, збалансованому природокористуванню.

ОСОБЛИВОСТІ ВИДІЛЕННЯ ДІОКСИДУ ВУГЛЕЦЮ ТА ЗМІНИ ОКИСНО-ВІДНОВНОГО ПОТЕНЦІАЛУ ЯСНО-СІРОГО ЛІСОВОГО ПОВЕРХНЕВО ОГЛЕЄНОГО ҐРУНТУ ЗА ТРИВАЛИХ АНТРОПОГЕННИХ НАВАНТАЖЕНЬ

Під впливом антропогенних навантажень в трансформованих екосистемах та окремих її компонентах відбуваються суттєві зміни основних властивостей і режимів. Гостра необхідність ранньої діагностики цих змін змушує інтенсифікувати пошук нових видів індикаторів, що об'єктивно відображають агроекологічний стан ґрунту. В якості чутливого індикаційного тесту, який миттєво реагує на наявність порушень врівноважених природних циклів кругообігу речовин, зокрема вуглецю, є накопичення вуглекислого газу в ґрунтовому повітрі та інтенсивність його емісії з ґрунту в атмосферу [1].

Водночас, високочутливим індикатором якості ґрунту, який визначає процес саморегулювання, дає можливість швидко в польових умовах моніторити кризові ситуації та реально здійснити експрес-оцінку динамічної якості ґрунту є окисно-відновний потенціал. На величину ОВП, що відображає переважання процесів окиснення чи відновлення в першу чергу впливають порушення кислотного режиму ґрунту та напрям біотичних процесів [2].

Найбільш достовірну та об'єктивну інформацію щодо оцінки тривалого впливу агротехнічних факторів та технологічних заходів на інтенсивність виділення діоксиду вуглецю, зміну окисно-відновного потенціалу під різними культурами сівозміни, можна отримати лише у базових стаціонарних дослідах. Адже відомо, що тривалі досліди несуть величезну інформацію не тільки щодо рівня продуктивності і якості продукції, але й стану ґрунтової родючості, впливу різної інтенсивності використання засобів хімізації на основні компоненти агроекосистем і суміжних середовищ в різні історичні відрізки часу.

[1] Демиденко О. В., Величко В. А. (2014) Управління обігом вуглецю в агроценозах під впливом низьковуглецевих агротехнологій. Вісник аграрної науки, № 11, с. 46–52. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/vaan_2014_11_10

[2] Оліфір Ю. М., Гавришко О. С., Партика Т. В. (2019) Вплив тривалого удобрення і періодичного вапнування на динаміку окисно-відновного потенціалу ясно-сірого лісового поверхнево оглеєного ґрунту під кукурудзою. Вісник Львівського національного аграрного університету : Агрономія, № 23(2), с. 253–256. DOI: 10.31734/agronomy2019.01.253

Мета досліджень – встановити в умовах довготривалого стаціонарного досліду добову та сезонну динаміку продукування діоксиду вуглецю, інтенсивність зміни окисно-відновного потенціалу під культурами сівозміни і за різних систем удобрення і вапнування ясно сірого лісового поверхнево оглеєного ґрунту.

Інтенсивність виділення діоксиду вуглецю ясно-сірим лісовим поверхнево оглеєним ґрунтом за різних систем удобрення і вапнування

Науково-дослідна робота виконувалася у класичному стаціонарному досліді Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН закладеному в 1965 р. та занесеному у реєстр довгострокових стаціонарних польових дослідів НААН (атестат реєстрації НААН № 29) протягом IX-X ротації сівозміни.

Стаціонарний дослід розміщений у просторі на трьох полях, кожне з яких включає 18 варіантів, що знаходяться у триразовому повторенні. Розташування варіантів одноярусне, послідовне. Загальна площа ділянки становить168 м^2, облікова – 100 м^2. Сівозміна чотирипільна із наступним чергуванням культур: кукурудза на силос, ячмінь ярий з підсівом конюшини лучної, конюшина лучна, пшениця озима. Агротехніка вирощування культур загальноприйнята для зони Лісостепу Західного.

Дослідження динаміки виділення CO_2 та зміни окисно-відновного потенціалу проводили під час вегетації кукурудзи на силос, пшениці озимої, ячменю ярого у варіантах: абсолютного контролю (без внесення добрив, №1), органо-мінеральної системи удобрення (10 т/га сівозмінної площі гною + $N_{65}P_{68}K_{68}$) на фоні періодичного вапнування 1,0 н $CaCO_3$ за Нг (6,0 т/га вапнякового борошна, №7) та аналогічної системи удобрення на фоні внесення оптимальної дози вапна, розрахованої за кислотно-основною буферністю (2,5 т/га, №8); мінеральної системи удобрення ($N_{105}P_{101}K_{101}$) на фоні вапнування 1,5 н $CaCO_3$ за Нг (9,0 т/га, №17) і на фоні внесення $CaCO_3$ за кислотно-основною буферністю (2,5 т/га, № 18); лише мінеральної ($N_{65}P_{68}K_{68}$, №15) системи удобрення.

Ґрунт дослідної ділянки – ясно-сірий лісовий поверхнево оглеєний грубопилувато-легкосуглинковий. Орний (0–20 см) шар характеризується наступними усередненими вихідними показниками родючості: pH_{KCl} 4,2, гідролітична кислотність (за Каппеном) 4,5,

обмінна – (за Соколовим) 0,6 мг-екв/100 г ґрунту, вміст рухомого алюмінію (за Соколовим) 60,0 мг/кг, доступного фосфору (за Кірсановим) і обмінного калію (за Масловою) відповідно 36,0 і 50,0 мг/кг ґрунту.

Вміст CO_2 в ґрунтовому повітрі визначали на двоканальному інфрачервоному газовому аналізаторі CO_2-метрі К-30 Probe та відповідного програмного забезпечення (DAS 100). Окисно-відновний потенціал (Eh) вимірювали потенціометрично за допомогою платинового і хлорсрібного електроду порівняння в польових умовах (ДСТУ ISO 11271:2004). Визначення pH сольової витяжки проводили потенціометричним методом згідно ДСТУ ISO 10390-2001.

Статистичну обробку отриманих результатів досліджень здійснювали з використанням програмного забезпечення OriginPro 2019b (OriginLab Corporation, USA, 2019).

Головним завданням сучасного землеробства є розробка ефективних заходів окультурення ґрунтів в процесі їх сільськогосподарського використання на принципах охорони природних ресурсів, посилення процесів саморегуляції, відновлення сталого функціонування агроекосистем та збереження високого рівня ресурсозбереження [3].

Показники родючості ґрунту безпосереднім чином пов’язані зі складом ґрунтового повітря, так званим «диханням землі», що відіграє важливу роль у живленні рослин та є індикатором біохімічних і біологічних процесів, які відбуваються в ґрунті [4].

Тому на сьогодні найважливішим науково-практичним завданням є моніторинг накопичення в атмосфері парникових газів. Відомо, що сумарний річний потік CO_2 з ґрунтів планети в атмосферу становить приблизно 90% і оцінюється у 50–77 Гт С за рік [5, 6] . Також слід зазначити, що останніми роками через відчутні зміни клімату

[3] Балюк С. А., Трускавецький Р. С., Ромащенко М. І. (2010) Меліорація ґрунтів в Україні: стан, проблеми, перспективи. Агрохімія і ґрунтознавство : спецвипуск до VIII з’їзду УТГА, кн. 1, с. 20–38.

[4] Ромась А. А., Гуцол М. А., Нагірняк С. В., Донцова Т. А. (2020) Перспективи використання сенсорного методу для визначення якості ґрунтів. Вісник Черкаського державного технологічного університету : технічні науки, № 2, с. 114–122. DOI: 10.24025/2306-4412.2.2020.195836

[5] Houghton R. A., Woodwell G. M. (1989) Global climatic change. Sci. Am., vol. 260, pp. 36–44. DOI:10.1038/scientificamerican0489-36

[6] Bouwman A. F., Germon J. C. (1998) Special issue: Soils and climate change. Introduction. Biol. Fert. Soils, vol, 27, p. 219.

відзначається зростання середньої глобальної концентрації парникових газів у тому числі діоксиду вуглецю в атмосфері [7, 8].

Викид CO_2 з ґрунту в атмосферу, або дихання ґрунту, є важливим компонентом кругообігу вуглецю в наземних екосистемах [9]. Однак потоки виділення вуглецю є одними з найменш відомих компонентів наземного циклу карбону та залежать від багатьох факторів і суттєво змінюються в часі та просторі [10]. Тому надзвичайно актуальним і важливим моментом є глибоке дослідження факторів і процесів, які відбуваються у ґрунті під впливом антропогенних чинників та мають прямий вплив на зростання виділення CO_2 [11].

Емісія діоксиду вуглецю також тісно пов'язана із напрямом господарського використання земель, залежить від гідротермічних умов території, характеру рослинності та є важливим фактором, що регулює ріст і розвиток рослин, життєдіяльність ґрунтової біоти, процеси міграції та акумуляції багатьох хімічних сполук [12]. Також на інтенсивність виділення CO_2 впливає показник кислотності ґрунту. Отже, змінюючи реакцію ґрунтового середовища шляхом проведення вапнування кислих ґрунтів відбувається вплив на викиди діоксиду вуглецю з ґрунту і додатковий карбонат може виділятися у вигляді CO_2 [13].

Покращення практики ведення сільського господарства може привести до зменшення вмісту вуглекислого газу в атмосфері, що спричинений господарською діяльністю людини. Основою для цього є збільшення рослинної маси. У майбутньому технології

---

[7] Бедернічек Т. Ю. (2017) Резервуари і потоки карбону у наземних екосистемах України (за матеріалами наукового повідомлення на засіданні Президії НАН України 9 листопада 2016 р.). Вісник Національної академії наук України, № 1, с. 98–106. DOI: https://doi.org/10.15407/visn2017.01.098

[8] Green, J. K., Seneviratne, S. I., Berg, A. M., Findell, K. L., Hagemann, S., Lawrence, D. M., Gentine, P. (2019) Large influence of soil moisture on longterm terrestrial carbon uptake. Nature, №565, pp. 476–479. DOI: 10.1038/s41586-018-0848-x

[9] Bradford, J. B., Ryan, M. G. (2008) Quantifying soil respiration at landscape scales, In: Hoover C. M. (ed.). Field Measurements for Forest Carbon Monitoring: A Landscape-Scale Approach, Springer, Dordrecht, pp. 143–162. DOI: 10.1007/978-1-4020-8506-2_11

[10] Sha Z., Bai Y., Li R., Lan H., Zhang X., Li J., Liu X., Chang S., Xie Y. (2022) The global carbon sink potential of terrestrial vegetation can be increased substantially by optimal land management. Commun Earth Environ, 3 (8), pp. 1–10. https://doi.org/10.1038/s43247-021-00333-1

[11] Smith P. (2016) Soil carbon sequestration and biochar as negative emission technologies. Global Change Biology, № 22(3), pp. 1315–1324. DOI: 10.1111/gcb.13178

[12] Мірошниченко М. М. , Шимель В. В., Сябрук О. П. (2011) Динаміка емісії CO_2 за різних способів обробітку ґрунту. Агрохімія і ґрунтознавство, вип. 74, с. 11–14.

[13] Snyder C. S., Bruulsema,T. W., Jensen T. L., Fixen P. E. (2009) Review of greenhouse gas emissions from crop production systems and fertilizer management effects. Agriculture, Ecosystems & Environment, № 133(3–4), pp. 247–266. DOI: 10.1016/j.agee.2009.04.021

вирощування сільськогосподарських культур будуть відігравати важливу роль, оскільки вуглекислий газ в атмосфері таким способом можна перетворити у рослинну біомасу, яка переважно складається з вуглецю [14].

Під час вегетації сільськогосподарських культур дані про емісію CO_2 з ґрунтів необхідно розглядати у якості невід'ємних компонентів оцінки рівня їх родючості. А величини обсягів емісії CO_2 ґрунтами разом з їх здатністю до секвестрації органічного вуглецю в умовах кліматичних змін можуть складати критеріально-базову основу сталого землекористування [15].

Добова динаміка виділення діоксиду вуглецю визначається добовим ходом атмосферного тиску, температури, освітлення, зміною швидкості фотосинтезу. Ці параметри контролюють інтенсивність дифузії, дихання коренів, мікробіологічної активності, інтенсивність сорбції й десорбції, розчинності й дегазації. Сезонна (річна) динаміка визначається річним ходом атмосферного тиску, температур та опадів і тісно зв'язаними з ними вегетаційними ритмами розвитку рослинності та мікробіологічної діяльності[16].

Найбільше вуглекислого газу виділяється з ґрунту у період інтенсивного росту кореневої і вегетативної маси рослин при сприятливих умовах вологості й температури. Значний вплив на вміст CO_2 у ґрунтовому повітрі має дихання кореневої системи рослин, зумовлене біологічними процесами та окиснення органічної речовини. Повернення рослинних залишків є перспективним варіантом збільшення органічного карбону ґрунту, яке спричинює зростання врожаю сільськогосподарських культур за умов екологічно стійкого землеробства та сприяє пом'якшенню негативних факторів в умовах зміни клімату [17].

---

[14] Галицька М. А., Писаренко П. В., Кулик М. І (2018) Гуміфікаційно-мінералізаційні процеси як показник акумуляції карбону в ґрунтах. Таврійський науковий вісник : сільськогосподарські науки., вип. 102, с. 130–136. URL: http://dspace.pdaa.edu.ua:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/6222/22.pdf?sequence=1&isAllowed=y

[15] Трофименко П. І., Трофименко Н. В. (2018) Інтенсивність емісії CO2 з ґрунтів Полісся під час вегетації культур та домінантність зумовлюючих її чинників. Меліорація і водне господарство, № 1 (107), с. 47–54. DOI:10.31073/mivg201801-120

[16] Андрійченко Л. В. Плоскіра О. М. (2008) Вплив мінеральних добрив на поживний режим ґрунту при вирощуванні ярої пшениці. Наукові праці: Екологія, т. 81, вип. 68, с. 61–63. URL: https://lib.chmnu.edu.ua/pdf/naukpraci/ecology/2008/68-81-1.pdf

[17] Wang X., He C., Liu B., Zhao X., Liu Y., Wang Q., Zhang H. (2020) Effects of Residue Returning on Soil Organic Carbon Storage and Sequestration Rate in China's Croplands: A Meta-Analysis. Agronomy, № 10(5), p. 691. DOI: 10.3390/agronomy10050691

Восени продукування CO_2 ґрунтом зменшується порівняно з літнім періодом у дослідженнях Попірного та ін. Саме в осінній період, у місячний термін після проведення основного обробітку ґрунту виміри показали максимальну різницю між різними способами. На більш ущільненій ділянці з прямим посівом концентрація CO_2 у повітрі над поверхнею ґрунту була істотно вища, оскільки дифузійні процеси проходять значно повільніше, ніж на розораній ділянці. Таким чином, спостереження показали, що інтенсивність виділення CO_2 з поверхні ґрунту значною мірою визначається такими фізичними умовами, як вологість та температура ґрунту, які в певних межах можна регулювати за допомогою основного обробітку ґрунту [18].

В умовах Північного Лісостепу на сірих лісових ґрунтах активність продукування CO_2 також залежала від способів обробітку ґрунту[19], на чорноземі типовому малогумусному – від систем удобрення та застосування ґрунтозахисних технологій[20]. У дослідженнях Л.Ю. Симочко на дерново-підзолистому ґрунті рівень продуктивності CO_2 безпосередньо залежав від інтенсивності антропогенного впливу [21].

Оскільки серед потоків CO_2, що надходять в атмосферу, емісія з поверхні ґрунтів є одним із найпотужніших, незначні порушення ґрунтового дихання в глобальному масштабі можуть призвести до серйозних змін концентрації цього газу. Відомо, що зміни органічного вуглецю в ґрунті в першу чергу пов’язані із його лабільними формами [22]. Власне вуглець лабільної органічної речовини ґрунту є важливий компонент кругообігу через його динамічність, однак не встановлено як трансформуються процеси

[18] Попірний М. А., Сябрук О. П., Акімова Р. В., Шевченко М. В. (2020) Новітні інтегративні методи досліідження стабілізації органічного вуглецю за різного обробітку ґрунту. Агрохімія і ґрунтознавство, № 90, с. 13–28. DOI: https://doi.org/10. 31073/acss90-02.

[19] Красюк Л. М. (2011) Продуктивність сої залежно від способів основного обробітку грунту та догляду за посівами в умовах північного Лісостепу. Автореф. дис... канд. с.-г. наук: 06.01.01 «Загальне землеробство», Київ, 23 с.

[20] Богданович Р. П., Предляк М. О. (2009) Біологічна активність чорнозему типового за різних варіантів удобрення та обробітку ґрунту. Вісник ХНАУ : Ґрунтознавство, №3, с. 73–78.

[21] Симочко Л. Ю. (2008) Біологічна активність ґрунту природних та антропогенних екосистем в умовах низинної частини Закарпаття. Науковий вісник Ужгородського університету: біологія, вип. 22, с. 152–154. URL: https://dspace.uzhnu.edu.ua/jspui/handle/lib/15553

[22] He Y., Trumbore, S. E., Torn M. S., Harden J. W., Vaughn L. J. S., Allison S. D., Randerson, J. T. (2016) Radiocarbon constraints imply reduced carbon uptake by soils during the 21st century. Science, №353(6306), pp. 1419–1424. DOI: 10.1126/science.aad4273

мінералізації карбону органічної речовини та виділення CO_2 у відповідь на кліматичні зміни [23].

В дослідженнях (Zhao et al.) безперервне довготривале внесення гною ефективно підвищує вміст органічного вуглецю ґрунту та його активних фракцій, сприяючи родючості ґрунтів та секвестрації вуглецю в системах землеробства [24]. Втручанням людини потрібно прагнути досягнути балансу між емісією діоксиду карбону і його поглинанням за рахунок як зменшення обсягів антропогенних викидів, так і збільшення розмірів біотичного стоку і поповнення запасів ґрунтового органічного вуглецю, що вважається головним напрямком у стратегії мінімізації порушень кліматичної системи [25].

Оскільки антропогенний вплив призводить до розбалансування циклу вуглецю в агроценозах, важливо встановити рівень продукування CO_2 залежно від особливостей використання ґрунту. Тому дослідження функціонального стану екосистеми, який обумовлює той чи інший рівень продукування діоксиду вуглецю, спричинюючи тим самим втрати чи акумуляцію органічної речовини та водночас сприятиме застосуванню практичних заходів спрямованих на секвестрацію вуглецю у ґрунті та екологічну стабільність довкілля є вельми актуальним.

Проведені дослідження показали, що протягом весни інтенсивність виділення CO_2 в полі пшениці озимої була не високою і становила на контролі без добрив 7,3–13,5 ppm/хв.; у варіанті органо-мінеральної системи удобрення на фоні вапнування 1,0 н $CaCCO_3$ за Нг 10,5–14,7 ppm/хв. та незначно перевищувала варіант аналогічної системи удобрення на фоні внесення вапна за кислотно-основною буферністю (9,8–13,7 ppm/хв.). У варіанті мінеральної системи удобрення інтенсивність виділення становила 8,7–13,0 ppm/хв.

У літній період спостережень інтенсивність виділення CO_2 зростала у всіх варіантах і становила 20,5 ppm/хв. на контролі та у варіанті мінерального живлення. У варіантах органо-мінеральної системи удобрення на фоні вапнування 1,0 на $CaCO_3$ за Нг становила

23 Дмитрук Ю. М., Демид І. Е. (2019) Оцінка профільного розподілу вуглецю лабільної та водорозчинної форм органічної речовини ґрунтів. Агрохімія і ґрунтознавство, вип. 88, с. 40–47. DOI: https://doi.org/10.31073/acss88-05

24 Zhao D. D., Wang J., F, X. (2017) Effect of long-term fertilization on soil organic carbon and its fractions under Dryland farming system. Agricultural Research in the Arid Areas, №35, pp. 97–102. URL: http://en.cnki.com.cn/Article_en/CJFDTotal-GHDQ201701016.htm

25 Minasny B., Malone B. P., Mcbratney A. B., Angers D. A., Arrouays D. et al. (2017) Soil carbon 4 per mille. Geoderma, № 292 (292), pp. 59–86. DOI: 10.1016/j.geoderma2017.01.002

18,7 проти 14,5 ppm/хв. аналогічної системи удобрення на фоні вапнування дозою $CaCO_3$ розрахованою за кислотно-основною буферністю. За мінеральної системи удобрення на фоні вапнування 1,5 н $CaCO_3$ за Нг інтенсивність виділення CO_2 так само перевищувала варіант аналогічної системи удобрення на фоні внесення вапна за кислотно-основною буферністю і становила відповідно 17,2 і 13,5 ppm/хв. (рис. 1).

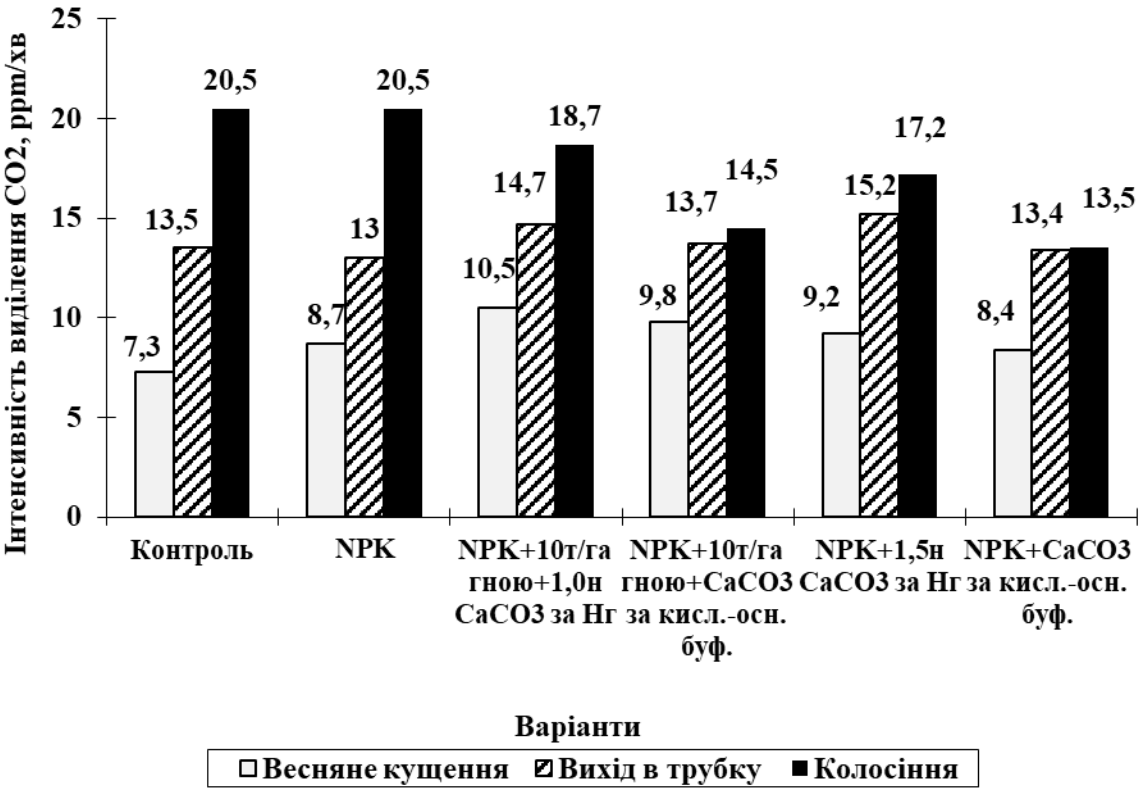


Рис. 1. Інтенсивність виділення CO_2 під пшеницею озимою в період інтенсивного росту та розвитку, кінець IX ротації

Кількість CO_2, що продукується ґрунтом, визначається як біологічними чинниками (темпом росту та розвитку рослин і мікроорганізмів, диханням коренів), так і фізичними умовами навколишнього середовища (температура та вологість повітря та ґрунту та ін.). У зв'язку з цим емісія CO_2 з поверхні ґрунту має досить чітку добову та сезонну динаміку [26].

У наших дослідженнях восени після зяблевої оранки динаміка інтенсивності виділення діоксиду вуглецю протягом трьох днів

[26] Сябрук О. П., Найдьонова О. Є., Гетьман Я. В. (2021) Вплив біопрепаратів на емісію CO_2 та мікрофлору у прикореневій зоні кукурудзи. Вісник аграрної науки Причорномор'я, вип. 2, с. 63–70. DOI: 10.31521/2313-092X/2021-2(110)

досліджень, коли температура повітря різко знижувалася від 19°С (6.10) до 8°С (7.10) та 5°С (8.10) у варіанті органо-мінеральної системи удобрення на фоні вапнування 1,0 н $CaCO_3$ становила, відповідно, 14,9–12,3–6,7 ppm/хв., що в черговий раз підкреслює суттєвий вплив температурного фактора на газовий режим ясно-сірого лісового поверхнево оглеєного ґрунту.

Таким чином, динаміка виділення CO_2 в полі пшениці озимої в період росту і розвитку рослин підтверджує, що внесення високих доз вапна, розрахованих за гідролітичною кислотністю супроводжується не тільки значними матеріальними витратами, але й екологічними проблемами, підвищуючи концентрацію вуглекислого газу в агроекосистемах.

Динаміка виділення діоксиду вуглецю в полі кукурудзи на силос, якою розпочинається X ротація сівозміни, мала свої особливості, які зумовлені не тільки впливом різних систем удобрення, але й тривалістю післядії доз внесення вапна, зокрема поступовим зниженням протягом чотирьох років попередньої ротації ефективності внесення 2,5 т $CaCO_3$ розрахованих за кислотно-основною буферністю порівняно із 6,0 і 9,0 т/га $CaCO_3$, розрахованих за гідролітичною кислотністю. Тому прослідковується пряма залежність між величиною кислотності (pH_{KCl}) та інтенсивністю виділення CO_2.

Під час сходів та у фазі 5-6 листочків інтенсивність виділення CO_2 у полі кукурудзи на силос була найвищою на контролі та у варіанті мінеральної системи удобрення і становила відповідно 13,3–6,0 і 9,7–5,6 ppm/хв. при pH_{KCl} 4,22 і 4,03. У варіантах органо-мінеральної та мінеральної систем удобрення на фоні вапнування 1,0 н $CaCO_3$ за Нг інтенсивність виділення CO_2 становила 4,7–6,5 проти 6,5–7,7 ppm/хв. в аналогічній системі удобрення на фоні вапнування дозою $CaCO_3$ розрахованою за кислотно-основною буферністю (рис 2).

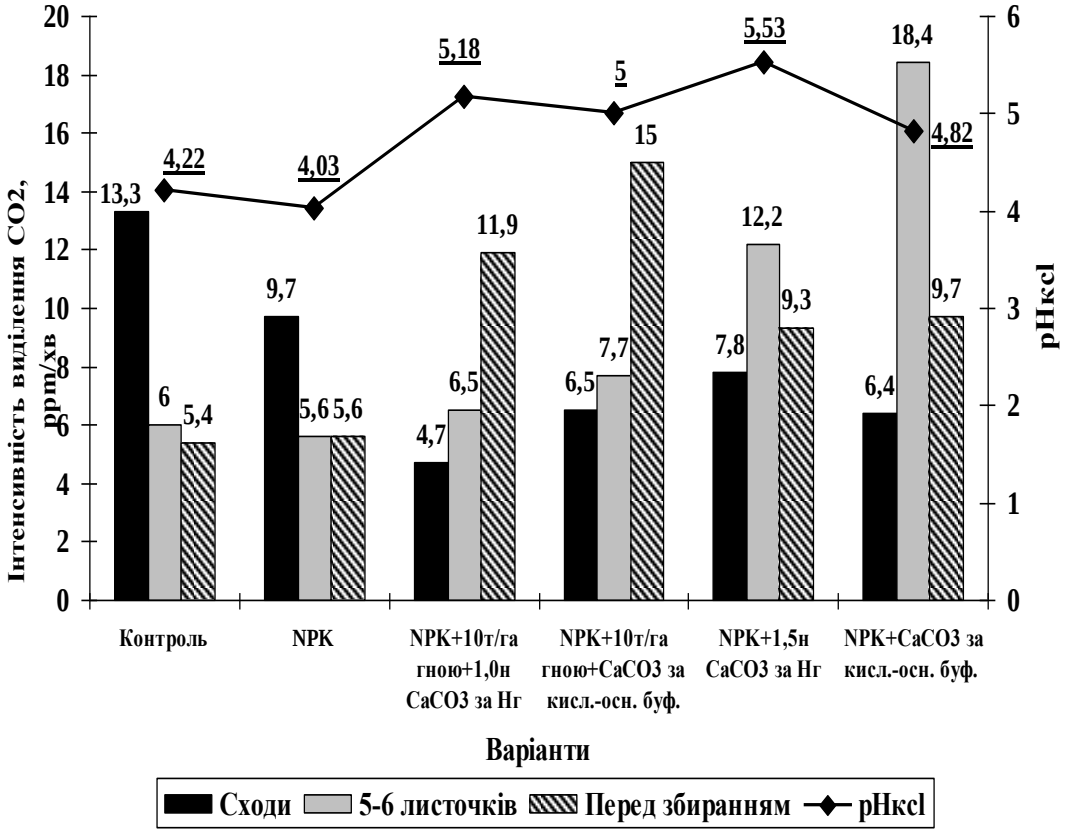


Рис. 2. Динаміка виділення CO_2 під кукурудзою на силос та обмінна кислотність у X ротації

Вказана вище наведена залежність зберігається протягом всього періоду росту і розвитку, дещо згладжується перед збиранням врожаю і становить у варіантх органо-мінеральної та мінеральної систем удобрення на фоні 1,0 і 1,5 н $CaCO_3$ за Нг 11,9–9,3 ppm/хв. при pH_{KCl} 5,18 і 5,53 проти 15,0–9,7 ppm/хв. вказаних систем удобрення фоні вапнування оптимальною дозою $CaCO_3$ за кислотно-основною буферністю при pH_{KCl} відповідно 5,00 і 4,82 і вказує на доцільність повторного вапнування (після чотирьох років IX ротації) оптимальною дозою $CaCO_3$ розраховною за кислотно-основною буферністю перед початком кожної з наступних ротацій.

Таким чином, зростання кислотності ґрунтового розчину підвищує рівень продукування ґрунтом діоксиду вуглецю. Попередні дослідження гумусного стану ясно-сірого лісового поверхнево оглеєного ґрунту показали, що за зростання кислотності у гумусі підвищується вміст рухомих фульвокислот, що здатні як до швидкої мінералізації, так і вимивання в умовах промивного водного режиму [27].

[27] Снітинський В. В., Габриєль А. Й., Оліфір Ю. М., Германович О. М. (2015) Гумусний стан та емісія діоксиду вуглецю в агроекосистемах. Агроекологічний журнал, № 1, с. 53–58.

Зміна окисно-відновного потенціалу ясно-сірого лісового поверхнево оглеєного ґрунту за період вегетації культур сівозміни

В сучасних умовах підвищеної актуальності набуває окисно-відновний стан (потенціал) ґрунту, який виражає кількісну характеристику окисно-відновних реакцій, що протікають у ґрунтовому середовищі, їх направленість, інтенсивність і являє собою різницю потенціалів між ґрунтовим розчином та електродом. ОВП ґрунту є мірою напруженості окисно-відновних процесів, а його рівень відображає переважання процесів окиснення чи відновлення, що проходять у ґрунті [28].

Окисно-відновний стан ґрунту впливає на ґрунтоутворення, регулюючи процес деструкції органічних залишків, темпи накопичення і характер гумусових речовин а також рухомість і біологічну доступність речовин у системах: ґрунт – рослина, ґрунт – мікроорганізми, ґрунт – атмосфера, ґрунт – природні води, що визначає напрям основних геохімічних потоків, які формують хімічний баланс природного середовища [29].

Головними умовами, які визначають інтенсивність і спрямованість окисно-відновних процесів, є стан зволоження і аерації ґрунтів, вміст у них органічної речовини, температура, при якій відбуваються біохімічні реакції [30].

Окисно-відновні реакції пов’язані з процесами трансформації органічних решток, утворенням органо-мінеральних сполук і їх комплексів. Окисно-відновні умови впливають на ступінь доступності окремих елементів живлення та забезпечують для рослин їх більш сприятливе співвідношення у ґрунтових розчинах протягом вегетаційного періоду культур [31].

Відомо, що окисно-відновні процеси відіграють важливу роль у формуванні біохімічного стану ґрунту. Трансформація органічної речовини в ґрунті тісно пов’язана з окислювальними процесами, що

---

[28] Чешко Н. Ф., Цапко Ю. Л. (2012) Термодинамічний підхід до оцінки значності окремих фізико-хімічних процесів для функціонування буферних властивостей ґрунтів. Біологічні системи, т. 4, вип. 2, с. 224–227. URL: http://ibhb.chnu.edu.ua/uploads/files/vb/BS_T4_V2_2012/4_C_224-227_Cheshko.pdf

29 Кирильчук А. А., Бонішко О. С. (2011) Хімія ґрунтів. Основи теорії і практикум: навч. посіб. Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 354 с.

[30] Позняк С.П. (2010) Ґрунтознавство і географія ґрунтів. Львів : ЛНУ імені Івана Франка, ч. 1, 270 с.

[31] Євпак І. В. (2010) Фізико-хімічні та агрохімічні властивості чорнозему типового Правобережного Лісостепу за мінімізації обробітку ґрунту і біологізації землеробства : автореф. дис. ... канд. с.-г. наук : 06.01.03 «Агроґрунтознавство і агрофізика», Київ, 20 с.

характеризуються показниками окисно-відновного потенціалу, який відображує сумарний ефект окисно-відновних систем у ґрунті і їхній напрямок у даний момент.

Рівень окисно-відновної рівноваги в ґрунтах формується під впливом великої кількості біогенних та абіогенних чинників, багато з яких мають надекосистемний характер. Тому часто зовнішній вплив змінює в першу чергу окисно-відновний режим ґрунтів, а вже потім ці зміни певним чином впливають на окремі компоненти біогеоценозу [32].

Окисно-відновний потенціал разом із pH ґрунту є одними з основних факторів, що регулюють швидкість та інтенсивність процесів гуміфікації. Швидкість розкладання органічної речовини є найшвидшою в умовах окислення, у присутності вільного кисню. За відсутності його і при наявності неорганічних окислювачів відбуваються процеси бродіння, в яких органічні молекули використовуються як акцептори електронів [33,34].

Також, окисно-відновний потенціал і pH ґрунту є окремо та разом основними рушійними силами системи ґрунт–рослина–мікроорганізми [35].

Разом з тим параметри показників окисно-відновного потенціалу і pH є генетично обумовленими і характерними для кожного конкретного різновиду ґрунту, але сучасні кліматичні зміни вносять суттєві корективи в установлену закономірність [36]. Внаслідок чого окисно-відновні процеси у ґрунтовому середовищі є досить мінливими, тому об’єктивна оцінка ОВ-стану ґрунту можлива лише за умов режимних досліджень протягом тривалого періоду.

Проведені результати вимірювань окисно-відновного-потенціалу у польових умовах на ясно-сірих лісових поверхнево оглеєних

[32] Дронь Ю. С. (2007) Екологічні чинники формування відновних умов та їх роль у генезисі бурувато-підзолистих оглеєних ґрунтів Передкарпаття. Автореф. дис... канд. біол. наук: 03.00.16 «Екологія» Чернівці, 20 с.

[33] Macias F., Camps Arbestain M. (2010) Soil carbon sequestration in a changing global environment. Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change, Springer, vol. 15, pp. 511–529. DOI: 10.1007/s11027-010-9231-4

[34] Ugwuegbu B.U., Prasher S.O., Ahmad D., Dutilleul P. (2001) Bioremediation of residual fertilizer nitrate: II. Soil redox potential and soluble iron as indicators of soil health during treatment. J. Environ. Qual. № 30, pp. 11–18. DOI: 10.2134/jeq2001.30111x

[35] Husson O. (2013) Redox potential (Eh) and pH as drivers of soil/plant/microorganism systems: a transdisciplinary overview pointing to integrative opportunities for agronomy. Plant Soil, № 362, pp. 389–417. https://doi.org/10.1007/s11104-012-1429-7

[36] Трускавецький Р. С., Цапко Ю. Л. (2016) Основи управління родючістю ґрунтів. Харків : ФОП Бровін О. В., 388 с.

ґрунтах свідчать про значну його варіабельність за варіантами досліду залежно від температури та вологості, рівня та виду удобрення, а також від доз внесених вапнякових добрив як в полі пшениці озимої, ячменю ярого, так і кукурудзи на силос.

Дослідженнями встановлено, що у полі пшениці озимої після конюшини лучної, якою закінчується IX ротація сівозміни, найнижчі значення окисно-відновного потенціалу у фазі весняного кущіння (466 мВ) було отримано на варіанті абсолютного контролю при t 11,0°С, вологості ґрунту 30,0%. На всіх досліджуваних системах удобрення у весняний період відзначено зростання окисно-відновного потенціалу порівняно з контролем без добрив. Так, за органо-мінеральної системи удобрення на фоні внесення вапна за гідролітичною кислотністю показник ОВП зростає до 564 мВ при температурі 12,5°С та вологості 29,5%. При мінеральних системах удобрення як на фоні вапнування, так і без нього величина Eh зростає до 558–586 мВ (рис. 3, табл. 1).

У фазу виходу в трубку пшениці озимої спостерігається підвищення значень ОВП на усіх досліджуваних варіантах. Так, на контролі без добрив та за мінеральної системи удобрення було отримано найвищі значення ОВП відповідно 626 та 629 мВ за температури повітря 20,0°С та вологості 22,7–25,4%.

У варіантах органо-мінеральної системи удобрення на фоні вапнування, як дозою $CaCO_3$ розрахованою за гідролітичною кислотністю, так і за pH-буферністю показники ОВП були меншими і становили відповідно 603 і 586 мВ при t 21,0°С та вологості 26,0%.

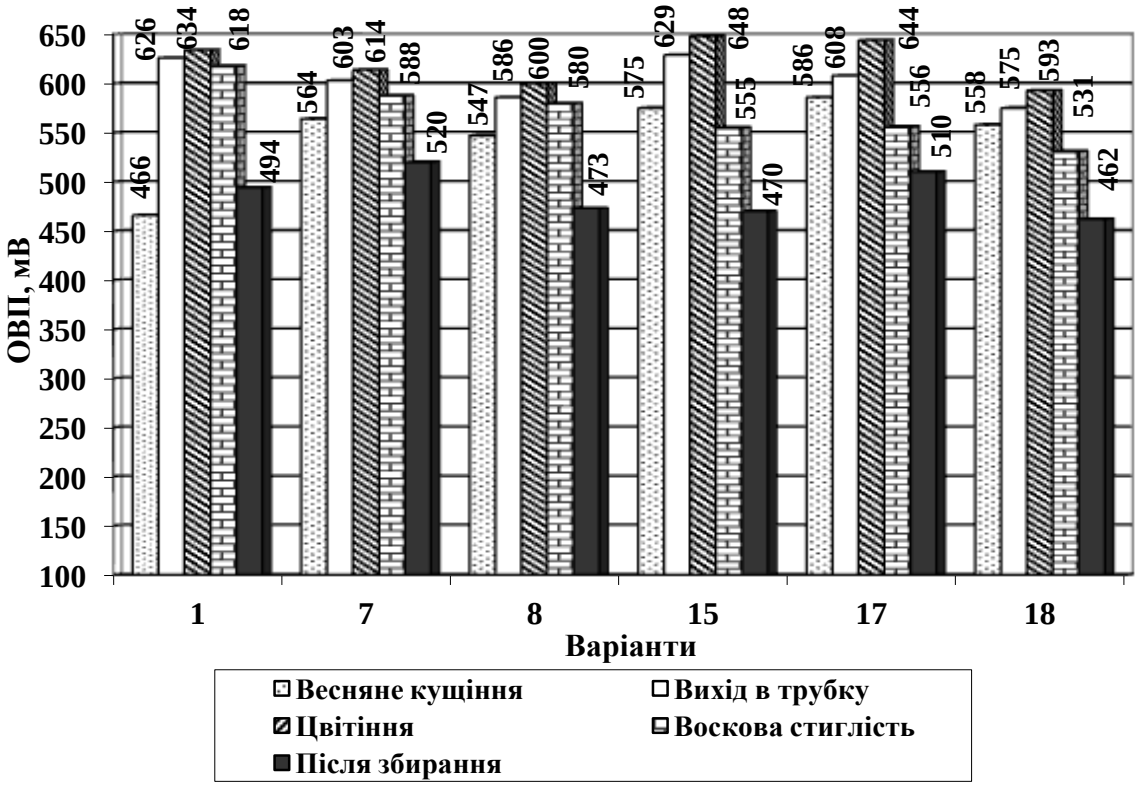


Рис. 3. Динаміка зміни ОВП під пшеницею озимою протягом вегетації (IX ротація)

Визначення окисно-відновного потенціалу у фазу цвітіння пшениці озимої показало зростання його показників із збереженням встановлених закономірностей. Так, найвищі значення ОВП 634 і 648 мВ було отримано відповідно на варіанті без добрив та за мінеральної системи удобрення за температури 23,0ºС та вологості 15,7–16,8%. При застосуванні органо-мінеральних систем удобрення на фоні внесення вапна як за Нг, так і за кислотно-основною буферністю при вологості 17,7–19,5% показники ОВП незначно відрізнялися між собою і становили відповідно 614–600 мВ (табл. 1).

Таблиця 1

Вплив тривалого удобрення і періодичного вапнування на зміну ОВП під пшеницею озимою, IX ротація

№ вар.	Зміст варіанту	Весняне кущення			Вихід в трубку			Цвітіння			Воскова стиглість			Після збирання		
		ОВП, мВ	t, °C	Вологість, %	ОВП, мВ	t, °C	Вологість, %	ОВП, мВ	t, °C	Вологість, %	ОВП, мВ	t, °C	Вологість, %	ОВП, мВ	t, °C	Вологість, %
1.	Контроль (без добрив)	466	11,0	30,0	626	20,0	25,4	634	23,0	16,8	618	27,0	11,6	494	22,0	17,7
7.	Гній, 10 т/га + $N_{65}P_{68}K_{68}$ + $CaCO_3$ 1,0 н за Нг	564	12,5	29,5	603	21,0	26,0	614	20,3	19,5	588	28,3	9,5	520	22,4	19,2
8.	Гній, 10 т/га + $N_{65}P_{68}K_{68}$ + $CaCO_3$ опт.	547	13,0	29,2	586	21,0	25,7	600	19,5	17,7	580	27,5	10,2	473	22,0	18,1
15.	$N_{65}P_{68}K_{68}$	575	13,0	29,0	629	20,0	22,7	648	23,0	15,7	555	25,2	10,5	470	21,0	17,1
17.	$N_{105}P_{101}K_{101}$ + $CaCO_3$ 1,5 н за Нг	586	14,0	29,7	608	19,0	24,5	644	18,0	14,7	556	24,8	10,0	510	21,0	16,4
18.	$N_{105}P_{101}K_{101}$ + $CaCO_3$ опт.	558	14,0	29,5	575	19,0	23,4	593	17,8	16,2	531	23,0	9,1	462	20,5	16,6
	НІР$_{05}$	*7,7*			*8,3*			*9,4*			*8,7*			*7,9*		

У варіантах внесення високих доз мінеральних добрив і вапнування дозою $CaCO_3$ розрахованою за Нг значення Eh у фазу виходу в трубку та цвітіння пшениці озимої складали 608 і 644 мВ проти аналогічної системи удобрення з внесенням дози вапна, розрахованої за кислотно-основною буферністю (575 і 595 мВ), що свідчить про створення інтенсивно окисних умов та зростання мінералізаційних процесів при застосуванні мінеральної системи удобрення на фоні високих доз вапна.

У фазу воскової стиглості пшениці озимої спостерігалося зменшення величини окисно-відновного потенціалу на досліджуваних варіантах внаслідок поступового зниження інтенсивності мікробіологічних процесів. Найнижчі значення ОВП було отримано на всіх досліджуваних варіантах крім контролю без добрив після збирання пшениці озимої. Так за органо-мінеральної системи удобрення як на фоні внесення вапна за Нг так і за кислотно-основною буферністю показники Eh становили відповідно 520 і 473 мВ. При мінеральних системах удобрення значення окисно-відновного потенціалу були ще нижчі та становили при внесені вапна за Нг 510 мВ, а за кислотно-основною буферністю 462 мВ.

Показники зміни окисно-відновного потенціалу після посіву та у фазу сходів кукурудзи на зелену масу, якою розпочинається X ротація сівозміни, у варіанті застосування органо-мінеральної системи удобрення на фоні внесення вапна за Нг становили відповідно 585 і 571 мВ при температурі 17–19°С і вологості 22,3–20,8%. Дана система удобрення, але на фоні внесення оптимальної норми вапна за кислотно-основною буферністю, сприяла зростанню значень ОВП до 605 і 617 мВ при тих самих температурах повітря і вологості ґрунту (рис. 4, табл. 2).

Отримані результати досліджень свідчать про те, що у варіантах контролю та мінерального удобрення спостерігається підвищення значень ОВП від весни (після посіву 635 і 599 мВ та під час сходів кукурудзи 641 і 622 мВ) до середини вегетаційного періоду та поступове зниження до осені, як в полі кукурудзи на зелену масу, так і пшениці озимої. Очевидно, це можна пояснити тим, що на напруженість ОВП-процесів мають значний вплив ризосфера рослин і ризосферні мікроорганізми. За умов, коли рослинність пригнічена через високу кислотність ґрунтового розчину, а біогенність ґрунту є слабкою, виділення CO_2 низьким, утилізація кисню теж незначна у варіантах контролю та мінерального удобрення, то цілком можливим

є формування у вказаних варіантах окисної ситуації в період активного росту та розвитку рослин.

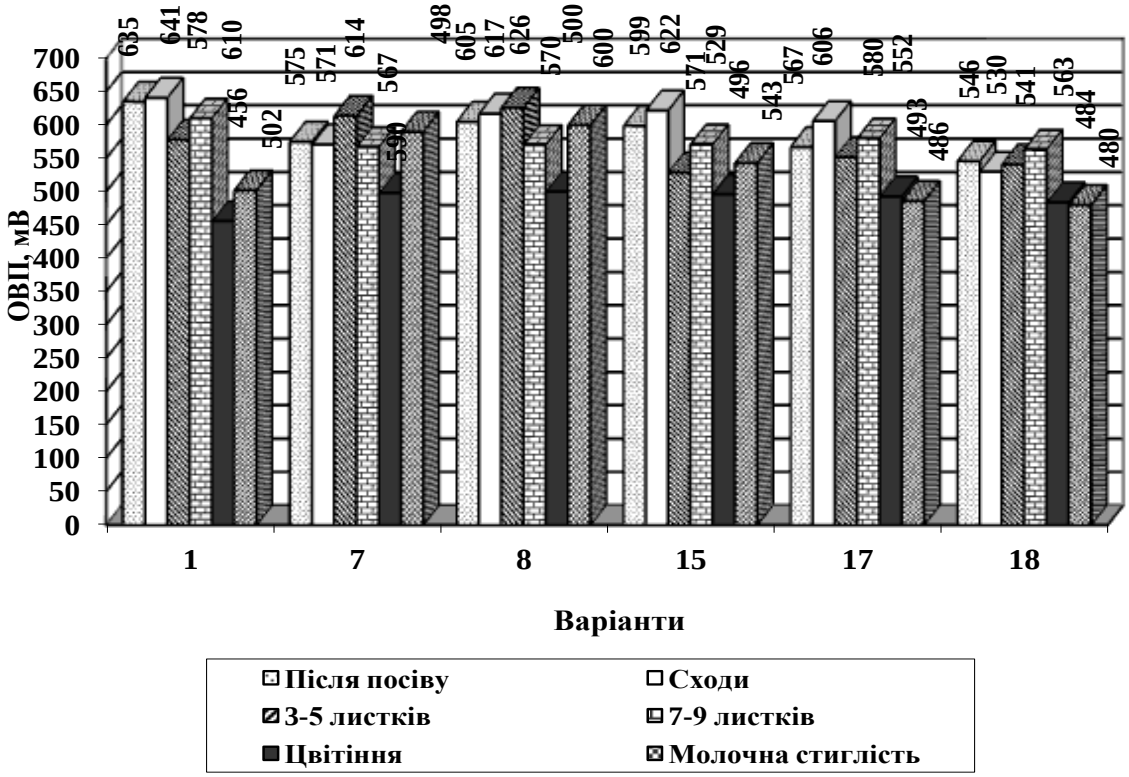


Рис. 4. Динаміка зміни ОВП під кукурудзою протягом вегетації (Х ротація) за варіантами досліду

У варіантах сумісного внесення добрив і вапна порівняно з контролем без добрив та мінеральної системи удобрення окисно-відновний потенціал знижується в період активного росту і розвитку рослин на фоні вищої мікробіологічної активності та зростання інтенсивності виділення діоксиду вуглецю.

Таблиця 2

Вплив тривалого удобрення і періодичного вапнування на зміну ОВП під кукурудзою на силос, Х ротація

№ вар.	Після посіву			Сходи			3-5 листків			7-9 листків			Цвітіння			Молочна стиглість		
	ОВП мВ	t, °С	Вологість, %	ОВП мВ	t, °С	Вологість, %	ОВП мВ	t, °С	Вологість, %	ОВП, мВ	t, °С	Вологість, %	ОВПм В	t, °С	Вологість, %	ОВПм В	t, °С	Вологість, %
1.	635	17,0	21,6	641	23,0	20,0	578	22,0	15,7	610	25,8	11,8	456	19,5	7,8	502	17,0	9,11
7.	575	17,8	22,3	571	26,5	19,0	614	20,8	15,1	567	23,0	14,3	498	20,0	7,6	600	16,0	12,3
8.	605	17,0	23,3	617	24,9	19,5	626	21,5	16,9	570	22,0	14,6	500	19,0	6,7	590	16,0	9,0
15.	599	16,5	24,1	622	27,9	20,5	529	22,3	14,1	571	28,0	11,8	496	19,0	8,4	543	16,0	10,2
17.	567	16,0	21,8	606	23,5	21,5	552	25,0	12,4	580	26,7	14,1	493	18,0	9,1	486	15,0	11,7
18.	546	16,0	21,9	530	22,5	20,5	541	26,0	13,3	563	27,4	18,4	484	17,0	7,5	480	16,0	9,2
$НІР_{05}$	*8,4*			*9,4*			*7,7*			*8,6*			*7,9*			*7,2*		

Динаміка окисно-відновного потенціалу в полі ячменю ярого з підсівом конюшини лучної, другої культури X ротації сівозміни, мала свої особливості, які зумовлені не тільки впливом різних систем удобрення, але й тривалістю післядії доз внесення вапна, зокрема, поступовим зниженням протягом п'яти років ефективності внесення 2,5 т $CaCO_3$ розрахованих за кислотно-основною буферністю порівняно із 9,0 т/га $CaCO_3$ за Нг (рис. 5, табл. 3).

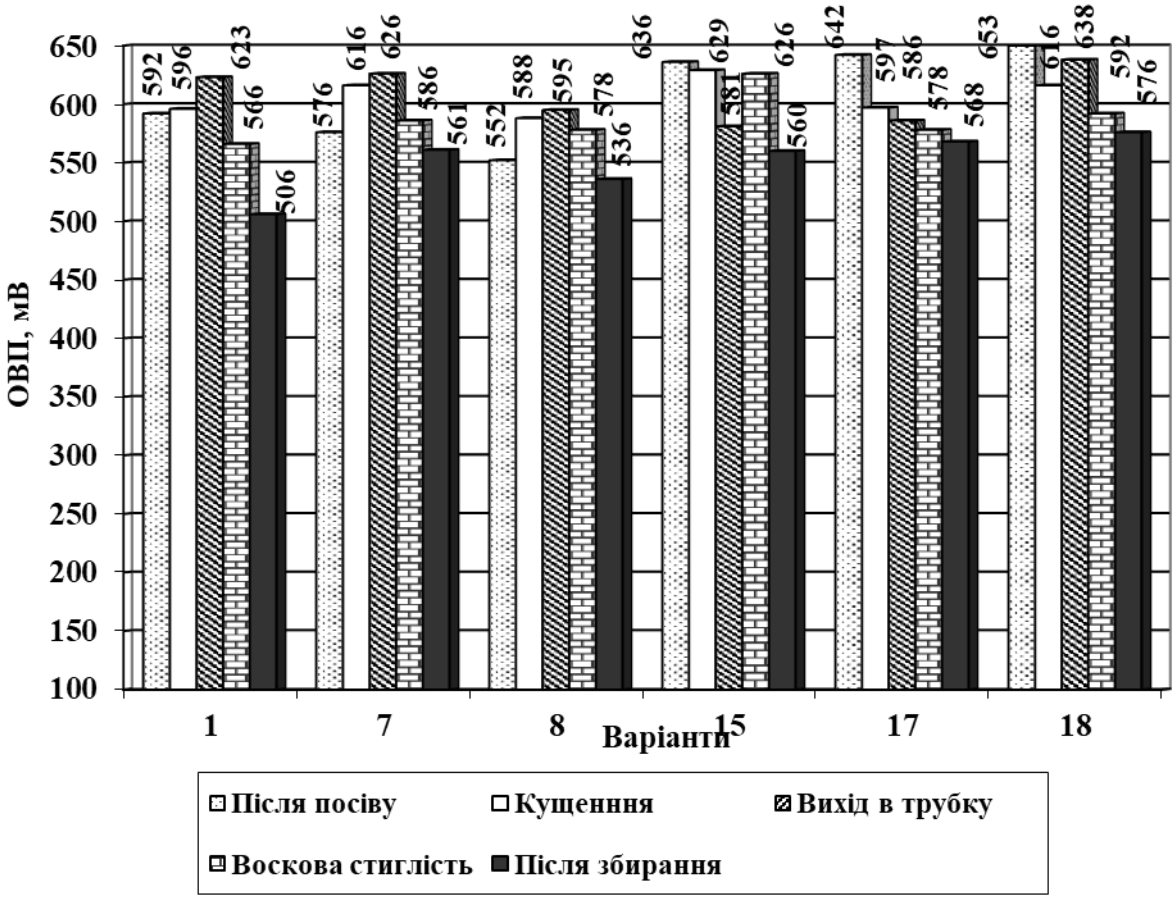


Рис. 5. Динаміка зміни ОВП під ячменем ярим протягом вегетації (X ротація)

Тому можна стверджувати, що на напруженість окисно-відновних процесів істотно впливає реакція середовища, з якою тісно пов'язані мікробіологічна діяльність і розчинність деяких компонентів, що беруть участь в окисно-відновних реакціях. Існує загальна закономірність: чим вищий показник pH ґрунту, тим менше у ньому міститься відновних форм сполук різних елементів. Підкислення ґрунту, навпаки, викликає зворотню реакцію – нагромадження закисних сполук.

Проведені дослідження показали, що при мінеральній системі удобрення на фоні внесення оптимальних норм вапна разом із зниженням pH_{KCl} до 4,82 відзначено зростання показників окисно-відновного потенціалу під ячменем ярим на протязі всього вегетаційного періоду до 653 мВ після посіву, 638 мВ у фазу виходу в трубку та 576 мВ після збирання врожаю. За даної системи удобрення, але на фоні внесення $CaCO_3$ за Нг (pH_{KCl} рівне 5,53) величини ОВП протягом вегетації ячменю ярого за тих самих температур повітря і вологості були нижчими і становили відповідно: після посіву 642 мВ, у фазу виходу в трубку 586 та після збирання 568 мВ. У цьому випадку також прослідковується пряма залежність між величиною кислотності (pH_{KCl}) та окисно-відновним потенціалом.

Відомо, що реакція ґрунтового розчину суттєво впливає на характер і інтенсивність мікробіологічних процесів, а також на перехід у ґрунтовий розчин багатьох компонентів окисно-відновних систем ґрунту.

Таким чином отримані значення Eh у полі ячменю ярого у варіанті застосування мінеральної системи удобрення та внесення вапна за кислотно-основною буферністю разом із показниками pH_{KCl} та гідролітичної кислотності вказують на доцільність проведення чергового туру вапнування ясно-сірих лісових поверхнево оглеєних ґрунтів перед початком кожної з наступних чотирипільних ротацій оптимальною дозою $CaCO_3$ розрахованою за pH-буферністю (рис. 5, табл. 3).

У варіанті застосування органо-мінеральної системи удобрення з внесенням на гектар сівозмінної площі $N_{65}P_{68}K_{68}$, 10 т/га гною на фоні вапнування за кислотно-основною буферністю (2,5 т/га $CaCO_3$) відзначено також зниження значень окисно-відновного потенціалу під ячменем ярим по фазах вегетації (після посіву 552 мВ, кущення 588 мВ, виходу в трубку 595 мВ та воскової стиглості 578 мВ) порівняно з даною системою удобрення на фоні вапнування за Нг.

Таблиця 3

Вплив тривалого удобрення і періодичного вапнування на зміну ОВП під ячменем ярим, X ротація

№ вар.	Зміст варіанту	Після посіву			Кущення			Вихід в трубку			Воскова стиглість			Після збирання		
		ОВП, мВ	t, °C	Вологість, %	ОВП, мВ	t, °C	Вологість, %	ОВП, мВ	t, °C	Вологість, %	ОВП, мВ	t, °C	Вологість, %	ОВП, мВ	t, °C	Вологість, %
1.	Контроль (без добрив)	592	10,2	18,0	596	15,5	22,0	623	21,0	20,4	566	21,9	15,1	506	15,0	15,7
7.	Гній, 10 т/га + $N_{65}P_{68}K_{68}$ + $CaCO_3$ 1,0 н за Нг	576	11,0	23,0	616	15,8	23,1	626	19,5	20,2	586	20,0	18,4	561	15,0	14,7
8.	Гній, 10 т/га + $N_{65}P_{68}K_{68}$ + $CaCO_3$ опт.	552	11,0	22,0	588	16,0	22,7	595	20	17,8	578	21,0	11,0	536	15,0	16,1
15.	$N_{65}P_{68}K_{68}$	636	11,0	21,2	629	16,0	22,3	581	20,0	22,2	626	19,0	16,8	560	15,0	16,5
17.	$N_{105}P_{101}K_{101}$ + $CaCO_3$ 1,5 н за Нг	642	11,1	21,1	597	17,0	21,7	586	20,5	21,1	578	21,2	15,7	568	15,0	17,0
18.	$N_{105}P_{101}K_{101}$ + $CaCO_3$ опт.	653	11,2	19,6	616	17,1	22,6	638	21,0	22,1	592	23,0	14,0	576	15,0	12,1
	HIP_{05}	*7,6*			*8,0*			*8,8*			*8,4*			*7,2*		

Величини окисно-відновного потенціалу на контролі без добрив протягом весни (після посіву та у фазу кущення) були дещо нижчими і становили 592-596 мВ. На початку літа (фаза виходу в трубку) відзначено зростання величини окисно-відновного потенціалу на контрольному варіанті до 623 мВ, а в середині літа, у фазу воскової стиглості та після збирання ячменю ярого, значення ОВП знижувалися відповідно до 566 і 506 мВ.

При тривалому використанні лише мінеральної системи удобрення на ясно-сірих лісових ґрунтах, що спричинило зниження актуальної кислотності ґрунту до 4,03 одиниць pH_{KCl} та зростання Нг до 5,11 мг-екв/100 г грунту, відзначено досить високі значення ОВП практично протягом усього вегетаційного періоду ячменю ярого, які становлять: весною 636 і 629 мВ, в середині літа 626 і 560 мВ, що свідчить про інтенсивно окисні умови, які негативно впливають на засвоєння поживних речовин. Попередні дослідження гумусного стану показали, що за зростання кислотності у гумусі підвищується вміст рухомих фульвокислот, що здатні як до швидкої мінералізації, так і вимивання в умовах промивного водного режиму. Таким чином, підвищення величини ОВП ясно-сірого лісового поверхнево оглеєного ґрунту може свідчити про збільшення інтенсивності мінералізаційних процесів та втрату рухомих сполук гумусу.

ВИСНОВКИ

На основі проведених досліджень у довготривалому стаціонарному досліді встановлено, що при застосуванні у чотирипільній сівозміні в умовах кислих ясно-сірих лісових поверхнево оглеєних ґрунтів органо-мінеральної системи удобрення з внесенням на гектар сівозмінної площі однієї норми мінеральних добрив ($N_{65}P_{68}K_{68}$), 10 т гною на фоні вапнування як 1,0 н $CaCO_3$ за Нг, (6,0 т/га), так і дозою розрахованою за кислотно-основною буферністю (2,5 т/га $CaCO_3$) в найбільшій мірі оптимізуються процеси виділення діоксиду вуглецю та формуються оптимальні величини окисно-відновного потенціалу під культурами сівозміни.

Однак, внесення оптимальної дози вапна, розрахованої за кислотно-основною буферністю вже на п’ятий рік післядії супроводжується підвищенням кислотності, і як наслідок, зростанням інтенсивності виділення CO_2, одностороннім підвищенням процесів окиснення та додатковою мінералізацією гумусу із зростанням вмісту його лабільних сполук за рахунок нагромадження рухомих

фульвокислот. Це вказує на необхідність повторного вапнування оптимальною дозою $CaCO_3$ розрахованою за pH-буферністю перед кожною з наступних чотирипільних ротацій.

Включення досліджуваного ґрунту в систему землеробства без добрив або за використання самих мінеральних добрив супроводжується односпрямованими змінами мінералізаційних процесів із зростанням виділення CO_2, зниженням окисно-відновного потенціалу, що зумовлене порушенням газообміну ґрунтового повітря з атмосферним та в кінцевому рахунку супроводжується отриманням низьких врожаїв вирощуваних культур сівозміни.

АНОТАЦІЯ

В результаті дослідження в умовах класичного стаціонарного досліду встановлено закономірності зміни добової, сезонної динаміки виділення діоксиду вуглецю та окисно-відновного потенціалу під культурами сівозміни за тривалого застосування різних систем удобрення та вапнування ясно сірого лісового поверхнево оглеєного ґрунту. Отримані показники на основі теоретичних узагальнень дають можливість розробити екологічно-безпечні заходи відтворення та збереження родючості кислих ґрунтів Карпатського регіону, що дозволить отримувати високі врожаї вирощуваних культур та продуктивність сівозміни в цілому.

Таким чином, для збереження та підвищення родючості гідроморфних, перезволожених ясно-сірих лісових поверхнево оглеєних ґрунтів, створення оптимальних екологічних умов для росту і розвитку сільськогосподарських культур в якості експрес оцінки змін основних властивостей і режимів доцільно в систему оціночних показників включити окисно-відновний потенціал, який виступає високочутливим індикатором кризових ситуацій, зумовлених нераціональним антропогенним втручанням.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

Андрійченко Л. В. Плоскіра О. М. (2008) Вплив мінеральних добрив на поживний режим ґрунту при вирощуванні ярої пшениці. Наукові праці: Екологія, т. 81, вип. 68, с. 61–63. URL: https://lib.chmnu.edu.ua/pdf/naukpraci/ecology/2008/68-81-1.pdf

Балюк С. А., Трускавецький Р. С., Ромащенко М. І. (2010) Меліорація ґрунтів в Україні: стан, проблеми, перспективи. Агрохімія і ґрунтознавство : спецвипуск до VIII з'їзду УТГА, кн. 1, с. 20–38.

Бедернічек Т. Ю. (2017) Резервуари і потоки карбону у наземних екосистемах України (за матеріалами наукового повідомлення на засіданні Президії НАН України 9 листопада 2016 р.). Вісник Національної академії наук України, № 1, с. 98–106. DOI: https://doi.org/10.15407/visn2017.01.098

Богданович Р. П., Предляк М. О. (2009) Біологічна активність чорнозему типового за різних варіантів удобрення та обробітку ґрунту. Вісник ХНАУ : Ґрунтознавство, № 3, с. 73–78.

Галицька М. А., Писаренко П. В., Кулик М. І (2018) Гуміфікаційно-мінералізаційні процеси як показник акумуляції карбону в ґрунтах. Таврійський науковий вісник : сільськогосподарські науки, вип. 102, с. 130–136. URL: http://dspace.pdaa.edu.ua:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/6222/22.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Демиденко О. В., Величко В. А. (2014) Управління обігом вуглецю в агроценозах під впливом низьковуглецевих агротехнологій. Вісник аграрної науки, № 11, с. 46–52. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/vaan_2014_11_10

Дмитрук Ю. М., Демид І. Е. (2019) Оцінка профільного розподілу вуглецю лабільної та водорозчинної форм органічної речовини ґрунтів Агрохімія і ґрунтознавство, вип. 88, с. 40–47. DOI: https://doi.org/10.31073/acss88-05

Дронь Ю. С. (2007) Екологічні чинники формування відновних умов та їх роль у генезисі бурувато-підзолистих оглеєних ґрунтів Передкарпаття. Автореф. дис... канд. біол. наук: 03.00.16 «Екологія» Чернівці, 20 с.

Євпак І. В. (2010) Фізико-хімічні та агрохімічні властивості чорнозему типового Правобережного Лісостепу за мінімізації обробітку ґрунту і біологізації землеробства : автореф. дис. ... канд. с.-г. наук : 06.01.03 «Агроґрунтознавство і агрофізика», Київ, 20 с.

Кирильчук А. А., Бонішко О. С. (2011) Хімія ґрунтів. Основи теорії і практикум: навч. посіб. Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 354 с.

Красюк Л. М. (2011) Продуктивність сої залежно від способів основного обробітку грунту та догляду за посівами в умовах північного Лісостепу. Автореф. дис... канд. с.-г. наук: 06.01.01 «Загальне землеробство», Київ, 23 с.

Мірошниченко М. М. , Шимель В. В., Сябрук О. П. (2011) Динаміка емісії CO_2 за різних способів обробітку ґрунту. Агрохімія і ґрунтознавство, вип. 74, с. 11–14.

Оліфір Ю. М., Гавришко О. С., Партика Т. В. (2019) Вплив тривалого удобрення і періодичного вапнування на динаміку окисно-відновного потенціалу ясно-сірого лісового поверхнево оглеєного ґрунту під кукурудзою. Вісник Львівського національного аграрного університету : Агрономія, № 23(2), с. 253–256. DOI: 10.31734/agronomy2019.01.253

Позняк С.П. (2010) Ґрунтознавство і географія ґрунтів. Львів : ЛНУ імені Івана Франка, ч. 1, 270 с.

Попірний М. А., Сябрук О. П., Акімова Р. В., Шевченко М. В. (2020) Новітні інтегративні методи дослідження стабілізації органічного вуглецю за різного обробітку ґрунту. Агрохімія і ґрунтознавство, № 90, с. 13–28. DOI: https://doi.org/10. 31073/acss90-02.

Ромась А. А., Гуцол М. А., Нагірняк С. В., Донцова Т. А. (2020) Перспективи використання сенсорного методу для визначення якості ґрунтів. Вісник Черкаського державного технологічного університету : технічні науки, № 2, с. 114–122. DOI: 10.24025/2306-4412.2.2020.195836

Симочко Л. Ю. (2008) Біологічна активність ґрунту природних та антропогенних екосистем в умовах низинної частини Закарпаття. Науковий вісник Ужгородського університету: біологія, вип. 22, с. 152–154. URL: https://dspace.uzhnu.edu.ua/jspui/handle/lib/15553

Снітинський В. В., Габриєль А. Й., Оліфір Ю. М., Германович О. М. (2015) Гумусний стан та емісія діоксиду вуглецю в агроекосистемах. Агроекологічний журнал, № 1, с. 53–58.

Сябрук О. П., Найдьонова О. Є., Гетьман Я. В. (2021) Вплив біопрепаратів на емісію CO_2 та мікрофлору у прикореневій зоні кукурудзи. Вісник аграрної науки Причорномор'я, вип. 2, с. 63–70. DOI: 10.31521/2313-092X/2021-2(110)

Трофименко П. І., Трофименко Н. В. (2018) Інтенсивність емісії CO2 з ґрунтів Полісся під час вегетації культур та домінантність зумовлюючих її чинників. Меліорація і водне господарство, № 1 (107), с. 47–54. DOI:10.31073/mivg201801-120

Трускавецький Р. С., Цапко Ю. Л. (2016) Основи управління родючістю ґрунтів. Харків : ФОП Бровін О. В., 388 с.

Чешко Н. Ф., Цапко Ю. Л. (2012) Термодинамічний підхід до оцінки значності окремих фізико-хімічних процесів для функціонування

буферних властивостей ґрунтів. Біологічні системи, т. 4, вип. 2, с. 224–227. URL: http://ibhb.chnu.edu.ua/uploads/files/vb/BS_T4_V2_2012/4_C_224-227_Cheshko.pdf

Bouwman A. F., Germon J. C. (1998) Special issue: Soils and climate change. Introduction. Biol. Fert. Soils, vol, 27, p. 219.

Bradford, J. B., Ryan, M. G. (2008) Quantifying soil respiration at landscape scales, In: Hoover C. M. (ed.). Field Measurements for Forest Carbon Monitoring: A Landscape-Scale Approach, Springer, Dordrecht, pp. 143–162. DOI: 10.1007/978-1-4020-8506-2_11

Green, J. K., Seneviratne, S. I., Berg, A. M., Findell, K. L., Hagemann, S., Lawrence, D. M., Gentine, P. (2019) Large influence of soil moisture on longterm terrestrial carbon uptake. Nature, №565, pp. 476–479. DOI: 10.1038/s41586-018-0848-x

He Y., Trumbore, S. E., Torn M. S., Harden J. W., Vaughn L. J. S., Allison S. D., Randerson, J. T. (2016) Radiocarbon constraints imply reduced carbon uptake by soils during the 21st century. Science, №353(6306), pp. 1419–1424. DOI: 10.1126/science.aad4273

Houghton R. A., Woodwell G. M. (1989) Global climatic change. Sci. Am., vol. 260, pp. 36–44. DOI:10.1038/scientificamerican0489-36

Husson O. (2013) Redox potential (Eh) and pH as drivers of soil/plant/microorganism systems: a transdisciplinary overview pointing to integrative opportunities for agronomy. Plant Soil, № 362, pp. 389–417. https://doi.org/10.1007/s11104-012-1429-7

Macias F., Camps Arbestain M. (2010) Soil carbon sequestration in a changing global environment. Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change, Springer, vol. 15, pp. 511–529. DOI: 10.1007/s11027-010-9231-4

Minasny B., Malone B. P., Mcbratney A. B., Angers D. A., Arrouays D. et al. (2017) Soil carbon 4 per mille. Geoderma, № 292 (292), pp. 59–86. DOI: 10.1016/j.geoderma2017.01.002

Sha Z., Bai Y., Li R., Lan H., Zhang X., Li J., Liu X., Chang S., Xie Y. (2022) The global carbon sink potential of terrestrial vegetation can be increased substantially by optimal land management. Commun Earth Environ 3 (8), pp. 1–10. https://doi.org/10.1038/s43247-021-00333-1

Smith P. (2016) Soil carbon sequestration and biochar as negative emission technologies. Global Change Biology. № 22(3), pp. 1315–1324. DOI: 10.1111/gcb.13178

Snyder C. S., Bruulsema,T. W., Jensen T. L., Fixen P. E. (2009) Review of greenhouse gas emissions from crop production systems and fertilizer management effects. Agriculture, Ecosystems & Environment, № 133(3–4), pp. 247–266. DOI: 10.1016/j.agee.2009.04.021

Ugwuegbu B.U., Prasher S.O., Ahmad D., Dutilleul P. (2001) Bioremediation of residual fertilizer nitrate: II. Soil redox potential and soluble iron as indicators of soil health during treatment. J. Environ. Qual. № 30, pp. 11–18. DOI: 10.2134/jeq2001.30111x

Wang X., He C., Liu B., Zhao X., Liu Y., Wang Q., Zhang H. (2020) Effects of Residue Returning on Soil Organic Carbon Storage and Sequestration Rate in China's Croplands: A Meta-Analysis. Agronomy, № 10(5), p. 691. DOI: 10.3390/agronomy10050691

Zhao D. D., Wang J., F, X. (2017) Effect of long-term fertilization on soil organic carbon and its fractions under Dryland farming system. Agricultural Research in the Arid Areas, №35, pp. 97–102. URL: http://en.cnki.com.cn/Article_en/CJFDTotal-GHDQ201701016.htm

ФОРМУВАННЯ РОДЮЧОСТІ СІРОГО ЛІСОВОГО ҐРУНТУ В КОРОТКОРОТАЦІЙНИХ СІВОЗМІНАХ ПІД ВПЛИВОМ ОРГАНО-МІНЕРАЛЬНИХ СИСТЕМ УДОБРЕННЯ

Ефективне управління родючістю та біопродуктивністю ґрунтів забезпечує сталий розвиток суспільства, сприяє вирішенню проблем продовольчої безпеки держави, запобігає реальним та потенційним загрозам національним інтересам

Стабілізація земельного потенціалу, зниження його деградаційної вразливості, підвищення сталості й послідовного нарощування можливе лише на основі запровадження високоефективних екологобезпечних систем землеробства, базовою складовою яких є науково обґрунтовані сівозміни зі спектром культур, адаптованих до зональних ґрунтово-кліматичних, соціальних і господарських умов та раціональні системи удобрення.

Науково обґрунтовані сівозміни являють собою полікультурні комплекси рослин, скомпоновані у часовому й просторовому вимірі таким способом, який дозволяє найбільш ефективно використовувати їх біологічний потенціал продуктивності та сприяти оптимізації гумусотвірних процесів, забезпечувати отримання бездефіцитного балансу гумусу й поживних речовин.

Визначальною умовою нарощування продуктивності сівозмін з одночасним збереженням і відтворенням родючості ґрунтів, є комплексне використання органічних і мінеральних добрив. Органо-мінеральні системи удобрення забезпечують надходження елементів живлення рослин в ґрунтову систему ззовні, сприяють оптимізації показників поживного режиму та агрофізичних властивостей ґрунтів, сприяють підвищенню рівня урожайності вирощуваних культур.

Функціональним індикатором оцінки безпечності систем землеробства є показники гумусного стану ґрунтового покриву. Гумусний комплекс, будучи інтегрованим показником родючості ґрунту, уособлює його енергетичний потенціал, поживні можливості, безпосередньо впливає на агрофізичні, агрохімічні та фізико-хімічні властивості, мікробіологічну активність, ерозійну стійкість. Величина накопичення гумусу залежить від співвідношення між процесами мінералізації та гуміфікації органічних речовин. Первинними продуктами гумусотвірних процесів є рухомі (нестабільні) органічні сполуки (водорозчинний і лабільний гумус), які є хімічно нестійкими і за певних умов, зокрема при активізації ферментних систем і

посиленні окисних процесів можуть мінералізуватися як до проміжних, так і кінцевих продуктів розпаду, поповнювати ґрунтові запаси доступними формами елементів живлення рослин і використовуватись ними для росту, розвитку й біопродукування. Частина рухомих органічних сполук залучається до подальших процесів синтезу з утворенням стабільного гумусу. Кількість водорозчинних і лабільних гумусових речовин змінюється впродовж вегетаційного періоду сільськогосподарських культур [1, 2, 3, 4.]

Синергетичний ефект на процеси формування рухомих форм гумусу забезпечується комплексним поєднання впливу на ґрунтове середовище вирощуваних у сівозміні культур та збалансованим удобренням, яке включає як органічні, так і мінеральні складові [5, 6, 7, 8, 9.]

В раціональних сівозмінах разом з високим рівнем урожайності культур спостерігається вагомі значення надходження в ґрунт рослинної органіки. Науковими дослідженнями встановлено, що з кореневими та післязбиральними рештками вирощуваних сільськогосподарських культур у ґрунтове середовище надходить більше органічних речовин, ніж з органічними добривами. Часткове

[1] Haynes, R.J. Labile Organic Matter Fractions as Central Components of the Quality of Agricultural Soils: An Overview. Adv. Agron. 2005, 85, 221–268.

[2] Rumpel, C.; Kögel-Knabner, I. Deep soil organic matter-a key but poorly understood component of terrestrial C cycle. Plant Soil 2011, 338, 143–158

[3] Kopecký, M.; Kolář, L.; Perná, K.; Váchalová, R.; Mráz, P.; Konvalina, P.; Murindangabo, Y.T.; Ghorbani, M.; Menšík, L.; Dumbrovský, M. Fractionation of Soil Organic Matter into Labile and Stable Fractions. Agronomy 2022, 12, 73 https://doi.org/10.3390/agronomy12010073

[4] Bongiorno, G.; Bünemann, E.K.; Oguejiofor, C.U.; Meier, J.; Gort, G.; Comans, R.; Mäder, P.; Brussaard, L.; de Goede, R. Sensitivity of labile carbon fractions to tillage and organic matter management and their potential as comprehensive soil quality indicators across pedoclimatic conditions in Europe. Ecol. Indic. 2019, 99, 38–50. https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2018.12.008

[5] Tian, J.; Lou, Y.; Gao, Y.; Fang, H.; Liu, S.; Xu, M.; Blagodatskaya, E.; Kuzyakov, Y. Response of soil organic matter fractions and composition of the microbial community to long-term organic and mineral fertilization. Biol. Fertil. Soils 2017, 53, 523–532.

[6] Kopecký, M.; Peterka, J.; Kolář, L.; Konvalina, P.; Maroušek, J.; Váchalová, R.; Herout, M.; Strunecký, O.; Batt, J.; Tran, D.K. Influence of selected maize cultivation technologies on changes in the labile fraction of soil organic matter sandy-loam cambisol soil structure. Soil Tillage Res. 2021, 207, 104865. https://doi.org/10.1016/j.still.2020.104865

[7] Bongiorno, G.; Bünemann, E.K.; Oguejiofor, C.U.; Meier, J.; Gort, G.; Comans, R.; Mäder, P.; Brussaard, L.; de Goede, R. Sensitivity of labile carbon fractions to tillage and organic matter management and their potential as comprehensive soil quality indicators across pedoclimatic conditions in Europe. Ecol. Indic. 2019, 99, 38–50. https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2018.12.008

[8] Дегодюк С., Літвінова О., Боднар Ю. Вплив тривалого застосування добрив на гумусний режим сірого лісового ґрунту. Вісник Львівського національного аграрного університету : агрономія. 2011. № 15 (2). С. 88–94.

[9] Вплив систем удобрення на динаміку нестабільних гумусових речовин в короткоротаційних сівозмінах / О. Качмар, О. Вавринович, А. Дубицька, О. Дубицький, М. Щерба. Вісник Львівського національного аграрного університету : агрономія. 2019. С. 234–237.

нагромадження органічної речовини в ґрунті проходить навіть в період активного розвитку рослин у весняно-літній період за рахунок регенерації кореневої системи, кореневих виділень та мікробіологічної активності [10], [11], [12], [13], [14].

В сучасних умовах, при недостатніх кількостях традиційних органічних добрив важливим є пошук альтернативних джерел поповнення органічних речовин у ґрунті з використанням побічної продукції рослинництва, зеленої маси сидеральних культур (редька олійна, гірчиця біла, перко, люпин жовтий, ріпак озимий) [15], [16].

Дослідження процесів формування родючості сірого лісового ґрунту в короткоротаційних сівозмінах під впливом органо-мінеральних добрив проводили протягом 2016-2020 рр. в експериментальному полігоні Інституту сільського господарства Карпатського регіону в умовах двохфакторного стаціонарного досліду, який має статус довготривалого і внесений до Реєстру стаціонарних дослідів України (номер атестата - 053). Дослід закладено в 2001 році на сірому лісовому поверхнево оглеєному ґрунті. Кількість досліджуваних факторів – 2 (ділянки першого порядку – системи короткоротаційних сівозмін, другого – системи удобрення).

У досліді вивчаються 9 польових різноротаційних сівозмін (3-4-5-пільні) із насиченням зерновими культурами на варіантах застосування традиційних (поєднання мінеральних добрив і гною) та альтернативних (компонування мінеральних добрив, соломи,

[10] King, A.E.; Blesh, J. Crop rotations for increased soil carbon: Perenniality as a guiding principle. Ecol. Appl. 2017, 28, 249–261. https://doi.org/10.1002/eap.1648.

[11] Campbell, C.; Zentner, R.; Selles, F.; Biederbeck, V.; McConkey, B.; Blomert, B.; Jefferson, P. Quantifying short-term effects of crop rotations on soil organic carbon in southwestern Saskatchewan. Can. J. Soil Sci. 2000, 80, 193–202

[12] McDaniel, M.D.; Grandy, A.S.; Tiemann, L.K.; Weintraub, M.N. Crop rotation complexity regulates the decomposition of high and low quality residues. Soil Biol. Biochem. 2014, 78, 243–254. https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2014.07.027

[13] N'Dayegamiye, A.; Nyiraneza, J.; Grenier, M.; Bipfubusa, M.; Drapeau, A. The benefits of crop rotation including cereals and green manures on potato yield and nitrogen nutrition and soil properties. Adv. Crop Sci. Technol. 2017, 5, 279

[14] Van Eerd, L.L.; Congreves, K.A.; Hayes, A.; Verhallen, A.; Hooker, D.C. Long-term tillage and crop rotation effects on soil quality, organic carbon, and total nitrogen. Can. J. Soil Sci. 2014, 94, 303–315.

[15] Triberti, L.; Nastri, A.; Baldoni, G. Long-term effects of crop rotation, manure and mineral fertilisation on carbon sequestration and soil fertility. Eur. J. Agron. 2016, 74, 47–55. https://doi.org/10.1016/j.eja.2015.11.024

[16] Bronick, C.J.; Lal, R. Manuring and rotation effects on soil organic carbon concentration for different aggregate size fractions on two soils in northeastern Ohio, USA. J. Soil Tillage Res. 2005, 81, 239–252. https://doi.org/10.1016/j.still.2004.09.011

пожнивних сидератів) органо-мінеральних систем удобрення і без внесення добрив (контроль).

Динаміка лабільного й водорозчинного гумусу протягом вегетації сільськогосподарських культур залежно від систем удобрення

Вивчення перерозподілу рухомих органічних речовин в ґрунті під пшеницею озимою проводили у п'яти короткоротаційних сівозмінах з різними попередниками культури і традиційними й альтернативними системами удобрення.

Дослідженнями встановлено, що на накопичення лабільних форм гумусу значний вплив проявляли попередники. Аналіз ґрунтових зразків на варіантах без удобрення (контроль) показав вищий рівень значень лабільних органічних сполук після конюшини лучної в плодозмінній сівозміні й після гороху у зерновій. На час сходів пшениці озимої за сівозмінами вони складали 359,59 й 341,88 мг/кг ґрунту. Попередники пшениця озима (зерно-трав'яна сівозміна) і гречка (зерно-просапна) забезпечували утворення 330,54 і 312,54 мг/кг ґрунту лабільних форм гумусу. Найнижчі їх значення формувались після кукурудзи на зерно і складали 290,40 мг/кг ґрунту. Такий вплив попередників можна пояснити їх біологічними особливостями, зокрема кількістю залишених у ґрунті органічних решток, здатністю накопичення симбіотичного азоту у бобових культур. Важливим є і тривалість періоду між збиранням врожаю попередника та посівом пшениці озимої. Дослідженнями [17] встановлено, що чим він більший, тим глибшою є величина протікання мінералізаційних процесів органічних речовин, які надійшли в ґрунтове середовище та іммобілізації утворених сполук у лабільні форми гумусу (табл. 1).

Застосування у сівозмінах органо-мінеральних систем удобрення проявляло значний вплив на формування лабільних форм гумусу.

Комплексне внесення безпосередньо під пшеницю озиму $N_{60}P_{90}K_{90}$ та 40 т/га гною у традиційній системі удобрення зерно-трав'яної сівозміни сприяло утворенню 529,07 мг/кг ґрунту досліджуваних органічних речовин. За внесення під культуру цього ж рівня мінерального живлення рослин, а органічної складової – під

[17] Вплив систем удобрення на формування родючості сірого лісового ґрунту в короткоротаційних сівозмінах під ячменем ярим / О. Й. Качмар, О. В. Вавринович, А. О. Дубицька, О. Л. Дубицький, М. М. Щерба.Зернові культури. 2020.Том 4. № 1. 2020. С. 167–173

попередники, вищі значення лабільних гумусових сполук (478,64 мг/кг ґрунту) формувалися в плодозмінній сівозміні після конюшини лучної.

Таблиця 1

Зміна лабільного й водорозчинного гумусу під пшеницею озимою, мг/кг ґрунту

Удобрення / сівозміна	Форми гумусу					
	лабільний			водорозчинний		
	фази розвитку рослин					
	сходи	колосіння	повна стиглість	сходи	колосіння	повна стиглість
плодозмінна, попередник конюшина лучна						
контроль	359,59	318,17	326,37	11,69	10,24	10,65
$N_{60}P_{90}K_{90}$	478,64	435,59	449,76	18,97	16,74	17,00
$N_{30}P_{45}K_{45}$	417,88	377,69	388,26	14,93	12,90	13,24
зернова, попередник - горох						
контроль	341,88	289,31	307,00	11,53	10,23	10,36
$N_{60}P_{90}K_{90}$	459,17	418,94	432,55	18,06	15,36	15,58
$N_{30}P_{45}K_{45}$+ п.п.	393,46	337,20	347,11	14,59	12,49	12,73
зерно-просапна, попередник гречка						
контроль	312,26	269,97	276,44	11,20	9,99	10,14
$N_{60}P_{90}K_{90}$	438,32	394,66	405,96	16,81	15,22	15,51
$N_{30}P_{45}K_{45}$ + п.п.	362,63	328,49	337,56	14,43	12,18	12,4
зерно-трав’яна, попередник пшениця озима						
контроль	330,54	287,62	293,59	11,30	9,72	9,9
гній, 40 т/га + $N_{60}P_{90}K_{90}$	529,07	492,23	509,92	20,85	18,31	18,74
сидерат + $N_{60}P_{90}K_{90}$ + п.п.	486,21	449,9	465,26	20,10	16,95	17,19
зерно-просапна, попередник кукурудза						
контроль	290,4	247,17	251,32	10,96	9,77	9,93
$N_{60}P_{90}K_{90}$	467,16	429,40	442,61	18,72	16,58	16,9
$N_{30}P_{45}K_{45}$	439,92	405,77	416,04	14,95	12,72	12,9

Примітка: п.п. – побічна продукція

Сумісне поєднання зеленої маси редьки олійної, вирощеної в післяжнивних посівах на фоні задискованої соломи пшениці озимої з внесенням $N_{60}P_{90}K_{90}$ в альтернативній системі удобрення зерно-трав’яної сівозміни сприяло утворенню 486,21 мг/кг ґрунту лабільних форм гумусу. Поєднання половинних доз мінеральних добрив й післяжнивної продукції (соломи) гороху в зерновій сівозміні та гречки в зерно-просапній забезпечило величини досліджуваних

показників на рівні 417,88 й 393,46 мг/кг ґрунту. Найнижчі значення лабільних форм гумусу формувались під посівами пшениці озимої в зерно-просапній сівозміні після кукурудзи на зерно за альтернативної системи удобрення при внесенні половинних доз мінеральних добрив і складали 369,63 мг/кг ґрунту.

Аналіз динаміки лабільних форм гумусу впродовж вегетації пшениці озимої показав зниження їх значень при колосінні культури у всіх сівозмінах як на неудобрених варіантах, так і за обома досліджуваними органо-мінеральними системами удобрення. Це пояснюється активізацією мінералізаційних процесів внаслідок надходження достатньої кількості тепла в ґрунт у цей період розвитку пшениці озимої та підвищеним споживанням вивільнених поживних елементів рослинами для формування врожаю. Нашими дослідженнями встановлено, що на удобрених ділянках кількість лабільних сполук гумусу знизилась на 9,0 – 7,8 % у плодозмінній сівозміні, на 8,8-9,6 % у зерновій, на 9,9-14,3 % у зерно-просапній з попередником культури гречка, на 7,0-7,5 % у зерно-трав'яній, на 8,1-11,1 % у зерно-просапній з попередником кукурудза сівозмінах.

До кінця вегетації пшениці озимої спостерігалось зростання кількості лабільного гумусу за всіма досліджуваними варіантами. Очевидно, це пов'язане зі зниженням потреб культури в поживних елементах, зміщенням хімічних рівноваг «синтез – розпад» рухомих гумусових речовин в напрямку їх іммобілізації та залученням в мінералізаційні процеси органіки, яка поступила в ґрунтове середовище з органічним опадом. У фазі повної стиглості культури найбільша кількість лабільних гумусових речовин була на удобрених варіантах зерно-трав'яної сівозміни і складала 465,26-509,92 мг/кг ґрунту. Найнижчий рівень накопичення лабільного гумусу на органо-мінеральних фонах спостерігали в зерно-просапних сівозмінах. В умовах традиційної системи за безпосереднього внесення під культуру $N_{60}P_{90}K_{90}$ після попередника гречка їх кількість складала 405,96 мг/кг ґрунту, за альтернативної системи із застосуванням $N_{30}P_{45}K_{45}$ після кукурудзи – 337,56 мг/кг ґрунту.

Дослідження змін водорозчинних форм гумусу під пшеницею озимою показали, що їх кількість залежала від систем удобрення, попередника культури у сівозміні та фази її вегетації (табл. 1). Встановлено, що на контрольних варіантах вищі значення цього показника спостерігались після конюшини лучної в плодозмінній сівозміні. На час сходів культури вони були на рівні 11,69, у фазі

колосіння – 10,24, за повної стиглості – 10,65 мг/кг ґрунту. Аналізом впливу систем удобрення на гумусотвірні процеси виявлено переваги безпосереднього внесення під пшеницю озиму комплексу органічних і мінеральних складових. Так, сумісне застосування 40 т/га гною та $N_{60}P_{90}K_{90}$ в зерно-трав'яній сівозміні забезпечувало накопичення у фазі сходів культури 20,20 мг/кг ґрунту водорозчинних сполук гумусу. Комплексне внесення зеленої маси післяжнивної редьки олійної, соломи пшениці озимої та $N_{60}P_{90}K_{90}$ у цій же сівозміні сприяло формуванню їх кількості на рівні 18,40 мг/кг г ґрунту.

Спостереження за динамікою водорозчинних гумусових речовин впродовж вегетації культури показали, що у всіх сівозмінах найвищі їх значення були на час сходів пшениці озимої, знижувались до фази колосіння внаслідок активного споживання продуктів розкладу рослинами та зростали до повної стиглості у зв'язку з переважанням іммобілізаційних процесів над мінералізаційними.

Результати досліджень, проведені на різних удобрюваних фонах під ячменем ярим показали, що протягом вегетації культури вищі значення рухомих гумусових речовин формувались в зерно-кормовій сівозміні на варіантах інтенсивної системи удобрення. Так, за внесення безпосередньо під культуру $N_{60}P_{60}K_{60}$ на час сходів вміст лабільного гумусу був 463,11, водорозчинного – 18,59 мг/кг ґрунту (табл. 2). Половинні дози мінеральних добрив ($N_{30}P_{30}K_{30}$) на фоні побічної продукції – соломи пшениці озимої в альтернативній системі удобрення формували ці показники на рівні 412,99 й 16,18 мг/кг ґрунту. В плодозмінній сівозміні на зазначених варіантах удобрення нестабільні гумусові речовини набували значень: 398,97 і 18,20та 344,12 і 15,36 мг/кг ґрунту.

До настання фази колосіння ячменю ярого на всіх варіантах досліду проходило зниження рухомих гумусових речовин, що пояснюється високою активністю мінералізаційних процесів в ґрунті на цей період та значним рівнем споживання продуктів іммобілізації рослинами для свого росту й розвитку. У час повної стиглості культури гумусомобілізаційні процеси почали переважати над мінералізаційними й відбувалось підвищення вмісту як лабільного, так і водорозчинного гумусу.

На період збирання ячменю ярого в обидвох сівозмінах ці показники були в межах 359,13-430,21 мг/кг ґрунту лабільного й 14,29–15,19 мг/кг ґрунту водорозчинного гумусу за інтенсивної та

306,72–372,05 й 12,59–13,26 мг/кг ґрунту відповідно лабільного та водорозчинного гумусу за альтернативної систем удобрення.

Таблиця 2

Динаміка змін нестабільних гумусових речовин впродовж вегетації ячменю ярого, мг/кг грунту

Удобрення / сівозміна	Форми гумусу					
	лабільний			водорозчинний		
	фази розвитку рослин					
	сходи	колосіння	повна стиглість	сходи	колосіння	повна стиглість
зерно-кормова, попередник пшениця озима						
контроль	346,88	303,91	312,39	11,91	10,68	10,72
$N_{60}P_{60}K_{60}$	463,11	424,03	430,21	18,59	15,19	15,29
$N_{30}P_{30}K_{30}$ + п. п.	412,99	362,97	372,05	16,18	13,26	13,31
плодозмінна, попередник картопля						
контроль	307,72	292,31	304,27	11,57	10,32	10,41
$N_{60}P_{60}K_{60}$	398,97	354,07	359,13	18,20	14,29	14,37
$N_{30}P_{30}K_{30}$	344,12	298,39	306,72	15,36	12,59	12,71

Вивчення змін рухомих форм гумусу під кукурудзою (просапною культурою) проводили в одній (зерновій) сівозміні. Попередником була пшениця озима. Досліджувались варіанти без внесення добрив та з комплексним застосуванням 40 т/га гною й $N_{120}P_{100}K_{100}$ в традиційній системі удобрення і цього ж рівня мінерального живлення рослин на фоні побічної продукції (соломи) пшениці озимої та зеленої маси редьки олійної в альтернативній системі.

Встановлено, що на час сходів кукурудзи на контрольних варіантах вміст лабільного гумусу складав 319,63, водорозчинного 11,42 мг/кг ґрунту. Органо-мінеральні системи удобрення забезпечували значне підвищення цих показників. На варіантах альтернативного удобрення величини лабільного гумусу складали 475,44, водорозчинного – 20,30 мг/кг ґрунту, за традиційного їх значення були вищими і становили 567,42 і 22,55 мг/кг ґрунту. У наступні фази вегетації культури вміст досліджуваних органічних сполук в ґрунтовому середовищі знижувався і найменших величин набував за повної стиглості кукурудзи. У порівнянні до фази сходів це зниження за показниками лабільного й водорозчинного гумусу

складало відповідно 24,0 % й 8,5 % на контрольних варіантах, 16,1 й 26,0 % за внесення 40,0 т/га гною і $N_{120}P_{100}K_{100}$ мінеральних добрив, 13,6 й 24,8 % за компонування зеленої маси редьки олійної, побічної продукції пшениці озимої і $N_{120}P_{100}K_{100}$ мінеральних добрив (табл. 3).

Порівняльний аналіз динаміки змін рухомих форм гумусу під пшеницею озимою й кукурудзою показав відмінності у перерозподілі гумусових речовин на завершальних фазах вегетації. Це можна пояснити різницею у термінах достигання, які припадають у зернової культури на кінець липня за високої мікробіологічної активності ґрунту й серединою вересня - у просапної, коли спостерігаються зниження цих процесів у зв'язку зі змінами у тепловому й водному режимах ґрунтового середовища.

Таблиця 3

Зміни вмісту лабільного і водорозчинного гумусу під кукурудзою на зерно під впливом удобрення, мг/кг ґрунту

Удобрення / сівозміна	Форми гумусу					
	лабільний			водорозчинний		
	фази розвитку рослин					
	сходи	вики-дання волотей	повна стиг-лість	сходи	вики-дання волотей	повна стиг-лість
зернова, попередник пшениця озима						
контроль	319,63	265,4	243,03	11,4	10,43	10,21
гній, 40 т/га + $N_{120}P_{100}K_{100}$	567,4	499,3	476,1	22,55	18,5	16,68
сидерат + $N_{120}P_{100}K_{100}$ + п. п.	475,44	430,9	410,5	20,3	17,26	15,27

У плодозмінній сівозміні проводили спостереження за змінами нестабільних форм гумусу під просапною культурою картоплею, попередником якої також була пшениця озима (табл. 4).

Вивчались варіанти без внесення добрив та з комплексним застосуванням в традиційній системі удобрення 40 т/га гною й $N_{90}P_{90}K_{90}$ і цього ж рівня мінерального живлення рослин на фоні побічної продукції (соломи) пшениці озимої та зеленої маси редьки олійної в альтернативній системі.

Встановлено, що динаміка досліджуваних органічних речовин за варіантами удобрення і фазами вегетації культури була подібна до тієї, яку спостерігали під посівами кукурудзи. Вищий рівень

накопичення лабільних (543,66-460,60 мг/кг ґрунту) і водорозчинних (21,75-19,57 мг/кг ґрунту) сполук відмічено на час сходів культури на органо-мінеральних фонах. До кінця вегетації їх кількість знижувалась і на час повної стиглості складала 460,81-394,48 мг/кг ґрунту лабільного і 15,88-14,45 мг/кг ґрунту водорозчинного гумусу.

Таблиця 4

Вплив удобрення на зміни вмісту лабільного і водорозчинного гумусу під картоплею, мг/кг ґрунту

Удобрення / сівозміна	Форми гумусу					
	лабільний			водорозчинний		
	фази розвитку рослин					
	сходи	цвітіння	повна стиглість	сходи	цвітіння	повна стиглість
плодозмінна, попередник – пшениця озима						
контроль	312,0	259,1	243,4	11,44	10,3	10,15
гній, 40 т/га + $N_{90}P_{90}K_{90}$	543,6	480,2	460,8	21,75	17,69	15,88
сидерат + $N_{90}P_{90}K_{90}$ + п. п.	460,6	413,6	399,4	19,57	16,2	14,45

З метою оцінки кількості органічних речовин, які потрапляють у ґрунтове середовище з післяжнивними та кореневими рештками вирощуваних культар та внаслідок проходження мінералізаційних процесів можуть слугувати джерелом формування рухомого гумусу, нами проведено облік рослинних решток у сівозмінах (табл. 5).

Науковими дослідженнями доведено, що рослинні рештки є важливим фактором впливу на перерозподіл органічних речовин в ґрунті та його поживний режим [18], [19].

Під час їх мінералізації в ґрунт повертається значна частина азоту, фосфору і калію, використаних рослинами для совго росту й розвитку.

Як показали результати наших досліджень (табл. 5), на варіантах без внесення добрив найвища кількість рослинних решток акумулювалось в ґрунті після конюшини лучної (7,60-8,00 т/га), кукурудзи на зерно (5,15 т/га) та пшениці озимої (3,97-4,45 т/га).

[18] He, P.; Li, S.T.; Jin, J.Y.; Wang, H.T.; Li, C.J.; Wang, Y.L.; Cui, R.Z. Performance of an optimized nutrient management system for double-cropped wheat-maize rotations in North-Central China. Agron. J. 2009, 101, 1489–1496. https://doi.org/10.2134/agronj2009.0099

[19] Gura, I.; Mnkeni, P.N.S. Crop rotation and residue management effects under no till on the soil quality of a Haplic Cambisol in Alice, Eastern Cape, South Africa. Geoderma 2019, 337, 927–934. https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2018.10.042

Таблиця 5

Нагромадження рослинних решток культурами сівозміни, т/га

Сівозміна / удобрення	Культури				Всього за ротацію,	На 1 га ріллі сівозміни
зернова	горох	пшениця озима	пшениця озима	овес		
-	2,81	4,25	3,82	3,66	14,54	3,64
$N_{51,2}P_{66,2}K_{66,2}$ + гній	3,14	5,71	5,90	4,41	19,15	4,80
$N_{33,1}P_{44,4}K_{44,4}$ + п.п.+сидерат	2,80	4,70	5,06	3,92	16,47	4,12
зернова	горох	пшениця озима	кукурудза на зерно	овес	всього за ротацію	на 1га ріллі сівозміни
-	2,58	4,10	5,15	3,61	15,44	3,86
$N_{66,2}P_{68,7}K_{68,7}$ + гній	3,12	5,78	7,77	4,60	21,30	5,33
$N_{48,1}P_{46,9}K_{46,9}$ + п.п.+сидерат	2,80	4,90	6,74	4,14	18,58	4,64
зерно-кормова,	конюшина	пшениця озима	пшениця озима	ячмінь ярий	всього за ротацію	на 1га ріллі сівозміни
-	7,60	4,45	3,91	3,40	19,36	4,84
$N_{45,0}P_{60,0}K_{60,0}$ + гній	9,85	5,80	6,27	5,50	27,41	6,85
$N_{30,0}P_{41,2}K_{41,2}$ + п.п.+сидерат	8,20	4,90	5,27	4,15	22,52	5,63
плодозмінна	конюшина	пшениця озима	картопля	ячмінь ярий	всього за ротацію	на 1га ріллі сівозміни
-	8,00	4,34	1,46	3,51	17,31	4,33
$N_{52,5}P_{60,0}K_{60,0}$ + гній	11,34	5,97	3,00	4,74	25,05	6,26
$N_{37,5}P_{41,2}K_{41,2}$ + п.п.+сидерат	9,00	5,25	2,56	4,30	21,11	5,30
зерно-просапна	гречка	пшениця озима	картопля	ячмінь ярий	всього за ротацію	на 1га ріллі сівозміни
-	2,55	3,97	1,41	3,88	11,81	2,95
$N_{67,5}P_{75,0}K_{75,0}$ + гній	3,40	5,65	2,88	5,07	17,00	4,25
$N_{45,0}P_{48,7}K_{48,7}$ + п.п.+сидерат	2,86	4,63	2,43	4,60	14,52	3,63

ISBN 978-617-95252-1-6

За висівання пшениці озимої в повторних посівах цей показник був нижчим і знаходився на рівні 3,82-3,91 т/га. Найменше органіки поступало в ґрунтове середовище після картоплі (1,41-1,46 т/га) і гречки (2,55 т/га).

Застосування органо-мінеральних систем удобрення забезпечувало збільшення рівня забезпеченості ґрунтового середовища органічними речовинами. За альтернативної системи удобрення кількість побічної продукції після конюшини лучної була 8,20-9,00 т/га, кукурудзи на зерно – 6,74 т/га, пшениці озимої – 4,63-5,25 т/га, а при її вирощуванні в повторних посівах – 5,06-5,27 т/га. Картопля, вирощена за альтернативної системи удобрення у сівозміні формувала 2,43-2,56 т/га, а гречка – 2,86 т/га побічної продукції. За традиційної системи удобрення цей показник був найвищим за всіма вирощуваними культурами. Зокрема, після конюшини лучної

Формування поживного режиму ґрунту в короткоротаційних сівозмінах

Вагомим екологічним індикатором родючості ґрунтів, ефективності продукційного процесу сільськогосподарських культур є поживний режим [56], [57], [58]. Для формування високих врожаїв сільськогосподарських культур надзвичайно важливе значення має забезпечення їх достатньою кількістю елементів живлення протягом всієї вегетації. У різні періоди життя і розвитку рослинам необхідна різна їх кількість. Умовно цю потребу можна зобразити параболічно: в початкові фенологічні фази та на час достигання вона є меншою, а протягом часового інтервалу активного росту й розвитку рослини вона поступово збільшується наближаючись до піку при формування плодів і потім поступово знижується в міру їх достигання.

Тому важливим є вивчення впливу агротехнологічних чинників на динаміку рухомих сполук азоту, фосфору та калію як основних елементів живлення рослин.

Дослідженнями, проведеними в умовах стаціонарного досліду під пшеницею озимою встановлено (табл. 6), що на час посіву культури в орному шарі на контрольних варіантах найвищі значення

[56] Екологічні аспекти удобрення сільськогосподарських культур. За ред. В. В. Волкогона. К.: Аграр. Наука. 2019. 264 с.

[57] Камінський В.Ф. Наукові основи оптимізації живлення рослин в сучасних системах землеробства Міжвід. тем. наук. зб. «Землеробство». Вінниця: ТОВ «Твори». 2018. Вип. 2 (95). С. 3–6.

[58] Stasiv, O., Kachmar, O., Vavrynovych, O., & Dubytsky, O. (2022). Effect of fertiliser on changes in labile and water-soluble forms of humus in short-term rotations. Scientific Horizons, 25(4), 9-17

Таблиця 6

Динаміка поживного режиму ґрунту під пшеницею озимою, мг/кг ґрунту

Сівозміна / удобрення	Шар ґрунту, см	Час відбору зразків ґрунту								
		перед посівом			відновлення вегетації			повна стиглість		
		N	P_2O_5	K_2O	N	P_2O_5	K_2O	N	P_2O_5	K_2O
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
зернова, попередник горох										
контроль	0-20	10,31	10,65	9,80	10,72	11,11	10,19	9,47	10,25	9,22
	20-40	9,23	9,90	8,72	9,60	10,29	8,98	8,44	9,54	8,22
$N_{60}P_{90}K_{90}$	0-20	11,81	12,49	11,31	12,79	13,42	11,71	10,76	11,55	10,13
	20-40	10,16	11,41	9,93	11,01	11,95	10,36	9,27	10,54	8,97
$N_{30}P_{45}K_{45}$ + п. п.	0-20	11,05	11,45	10,49	11,87	12,37	10,72	9,90	10,51	9,46
	20-40	9,89	10,41	9,64	10,61	11,04	10,06	9,05	9,67	8,72
зернова, попередник пшениця озима										
контроль	0-20	9,67	10,56	9,51	10,19	10,86	9,79	8,88	10,12	8,92
	20-40	8,56	9,80	8,36	9,30	10,22	8,60	7,76	9,44	7,85
Гній, 40 т/га + $N_{60}P_{90}K_{90}$	0-20	12,58	13,09	11,73	13,51	14,20	12,00	11,25	12,29	10,58
	20-40	10,69	11,74	10,36	11,49	12,73	10,60	9,52	11,13	9,38
Сидерат + $N_{60}P_{90}K_{90}$ + п. п.	0-20	11,87	12,04	11,30	12,96	13,28	11,65	10,59	11,27	10,31
	20-40	10,41	11,22	10,24	11,28	12,20	10,41	9,45	10,58	9,30
плодозмінна, попередник конюшина на з. м.										
контроль	0-20	10,38	10,49	9,38	10,81	10,93	9,71	9,74	10,05	8,78
	20-40	9,27	9,76	8,27	9,67	10,15	8,47	8,48	9,39	7,77
$N_{60}P_{90}K_{90}$	0-20	11,93	12,39	11,12	13,09	13,31	11,34	10,88	11,45	9,90
	20-40	10,25	11,26	9,74	11,12	11,87	10,11	9,34	10,47	8,79
$N_{30}P_{45}K_{45}$	0-20	11,09	11,38	10,40	12,13	12,29	10,55	10,00	10,43	9,33
	20-40	9,95	10,33	9,50	10,66	11,00	9,71	9,07	9,58	8,61

ISBN 978-617-95252-1-6

Продовження таблиці 6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Зерно-просапна попередник гречка										
контроль	0-20	9,95	10,89	9,67	10,51	11,40	9,98	9,18	10,42	9,13
	20-40	8,83	10,08	8,55	9,43	10,47	8,79	8,09	9,76	8,07
$N_{60}P_{90}K_{90}$	0-20	11,27	12,71	11,21	12,27	13,70	11,51	10,29	11,84	10,06
	20-40	9,89	11,45	9,85	10,68	12,10	10,19	9,12	10,77	8,90
$N_{30}P_{45}K_{45}$ + п. п.	0-20	10,51	11,62	10,46	11,44	12,58	10,62	9,52	10,77	9,42
	20-40	9,60	10,53	9,56	10,39	11,25	9,80	8,83	9,91	8,70
Зерно-просапна попередник кукурудза на з. м.										
контроль	0-20	9,83	10,38	9,28	10,40	10,92	9,63	9,06	10,05	8,67
	20-40	8,69	9,64	8,19	9,36	10,15	8,40	7,97	9,43	7,70
$N_{60}P_{90}K_{90}$	0-20	11,26	12,30	10,97	12,17	13,17	11,25	10,16	11,47	9,80
	20-40	9,91	11,15	9,63	10,57	11,83	10,00	9,01	10,49	8,70
$N_{30}P_{45}K_{45}$	0-20	10,59	11,28	10,30	11,35	12,25	10,45	9,42	10,44	9,26
	20-40	9,64	10,29	9,40	10,30	10,89	9,64	8,73	9,58	8,48
Зерно-просапна попередник соя										
контроль	0-20	10,18	10,72	9,88	10,60	11,25	10,34	9,35	10,32	9,36
	20-40	9,15	9,90	9,10	9,53	10,38	9,30	8,36	9,64	8,63
$N_{60}P_{90}K_{90}$	0-20	11,51	12,58	11,35	12,47	13,51	11,78	10,46	11,71	10,25
	20-40	10,01	11,37	10,00	10,79	11,98	10,44	9,19	10,68	9,06
$N_{30}P_{45}K_{45}$ + п.п.	0-20	10,67	11,54	10,58	11,72	12,48	10,83	9,77	10,67	9,54
	20-40	9,69	10,47	9,69	10,49	11,17	10,15	8,94	9,82	8,80
Зернова попередник тшениця озима										
$N_{60}P_{90}K_{90}$	0-20	11,17	12,38	11,11	12,07	13,32	11,71	9,76	11,31	9,65
	20-40	9,73	11,20	9,76	10,42	11,86	10,23	8,65	10,39	8,48

легкогідролізного азоту були у плодозмінній сівозміні з попередником конюшина лучна (10,38 мг/кг ґрунту) та у зерновій після попередника горох (10,31 мг/кг ґрунту). Максимальна забезпеченість рухомими формами фосфору на неудобрених варіантах спостерігалась у зерно-просапних сівозмінах: після гречки (10,89 мг/кг ґрунту) та після сої (10,72 мг/кг ґрунту). Без застосування добрив вищий рівень доступних рослинам форм калію відзначено у зерно-просапній сівозміні після попередника соя (9,88 мг/кг ґрунту) та у зерновій після гороху (9,80 мг/кг ґрунту). У фазі відновлення вегетації пшениці озимої на фонових (неудобрених) варіантах кращий поживний режим сформувався у плодозмінній сівозміні з попередником культури конюшина лучна (вміст рухомих форм азоту, фосфору й калію складав 10,81, 10,93 й 9,71 мг/кг ґрунту) і у зерновій з попередником горох (відповідно за елементами живлення 10,72, 11,11 й 10,19 мг/кг ґрунту). Найнижчі значення поживного режиму (10,19, 10,86 й 9,79 мг/кг ґрунту) були в зерновій сівозміні у повторних посівах пшениці озимої.

Таким чином, без накладання систем удобрення найвищі значення основних показників ефективної родючості забезпечуються попередником конюшина лучна у плодозмінній сівозміні та горох у зерновій.

Застосування систем удобрення забезпечувало значне підвищення величин поживного режиму. Найвищий вміст елементів живлення у фазі відновлення вегетації культури спостерігали в умовах традиційної системи при безпосередньому внесенні під пшеницю озиму 40 т/га гною і мінеральні добрива у дозі $N_{60}P_{90}K_{90}$. В орному шарі у зерновій сівозміні концентрація сполук легкогідролізного азоту складала 13,51 мг/кг ґрунту, рухомих форм фосфору й калію – 14,20 й 12,00 мг/кг ґрунту.

При компонуванні під культуру комплексної альтернативної органічної складової (зеленої маси сидеральної редьки олійної на фоні побічної продукції пшениці озимої) та $N_{60}P_{90}K_{90}$ вміст доступних рослинам елементів живлення у ґрунтовому середовищі був нижчим і складав 12,96, 13,28 й ґрунту відповідно рухомих сполук азоту, фосфору й калію (альтернативна система удобрення).

Внесення безпосередньо під пшеницю озиму мінеральних добрив, а органічної складової під іншу культуру сівозміни, тобто за віддалення її у часі, формувало поживний режим на нижчому концентраційному рівні за всіма досліджуваними сівозмінами.

Діапазон варіабельності вмісту легкогідролізного азоту складав 12,17-13,09 мг/кг ґрунту, рухомих форм фосфору й калію відповідно 13,17-13,70 й 11,25-11,78 мг/кг ґрунту.

До закінчення вегетації пшениці озимої вміст елементів живлення знижувався і вирівнювався за абсолютними міжваріантними значеннями внаслідок використання їх рослинами для росту, розвитку й формування врожаю і у фазу повної стиглості культури на контрольних варіантах сівозмін складав 8,88-9,74 мг/кг ґрунту легкогідролізного азоту, 10,05-10,42 й 8,67-9,36 мг/кг ґрунту рухомих сполук фосфору й калію, на удобрених відповідно 10,16-11,25, 11,45-12,29 й 9,80-10,58 мг/кг ґрунту (традиційна система удобрення) і 9,42-10,59, 10,43-11,27 й 9,26-10,31 мг/кг ґрунту (альтернативна система удобрення).

Спостереження за динамікою поживного режиму впродовж вегетації ячменю ярого, вирощуваного у двох сівозмінах показали, що найвищий вміст елементів живлення рослин був на час сходів культури (табл. 7). На неудобрених варіантах простежувалися наступні їх концентраційні рівні: 9,70 мг/кг ґрунту легкогідролізного азоту, 10,79 мг/кг рухомих форм фосфору й 9,81 мг/кг ґрунту рухомих сполук калію у зерно-кормовій сівозміні та відповідно 9,76, 10,63 й 9,64 мг/кг ґрунту в плодозмінній. На варіантах традиційної системи удобрення за внесення під культуру $N_{60}P_{60}K_{60}$ за двома сівозмінами формувалось 12,34-12,40 мг/кг ґрунту легкогідролізного азоту, 12,72-12,81 й 11,28-11,44 мг/кг ґрунту рухомих форм фосфору й калію. В умовах альтернативної системи удобрення при застосуванні $N_{30}P_{30}K_{30}$ на фоні побічної продукції пшениці озимої в зерно-кормовій сівозміні та $N_{30}P_{30}K_{30}$ у плодозмінній у ґрунті накопичувалось 11,27-11,31 мг/кг легкогідролізного азоту, 11,47-11,64 й 10,86-11,03 мг/кг ґрунту рухомих сполук фосфору й калію.

Впродовж вегетації ячменю ярого вміст поживних речовин в ґрунті знижувався внаслідок використання їх рослинами для свого росту, розвитку та формування врожаю. Найнижчі значення елементів живлення рослин спостерігались у фазу повної стиглості культури й складали за двома сівозмінами 8,83-8,89 мг/кг ґрунту легкогідролізного азоту, 9,65-9,78 й 8,96-9,06 мг/кг ґрунту доступних рослинам сполук фосфору й калію на неудобрених фонах. На варіантах застосування органо-мінеральних систем удобрення їх кількість складала 10,04-10,7 мг/кг, 11,16-11,25 мг/кг й 9,59-9,70 мг/кг та 9,27-9,40, 10,10-10,18 й 9,27-9,38 мг/кг ґрунту.

Таблиця 7

Динаміка поживного режиму під ячменем ярим по фазах вегетації, мг/кг ґрунту

Удобрення ярого ячменю	Шар ґрунту, см	Час відбору зразків ґрунту								
		Сходи			Колосіння			Повна стиглість		
		N	P_2O_5	K_2O	N	P_2O_5	K_2O	N	P_2O_5	K_2O
зерно-кормова, попередник пшениця озима										
контроль	0-20	9,70	10,79	9,81	9,18	10,14	9,29	8,89	9,78	9,06
	20-40	8,76	9,77	8,64	8,20	9,45	8,13	7,72	9,10	7,77
$N_{60}P_{60}K_{60}$	0-20	12,34	12,81	11,44	10,81	11,64	10,21	10,04	11,25	9,70
	20-40	11,38	11,66	10,47	9,65	10,68	9,24	8,96	10,31	8,65
$N_{30}P_{30}K_{30}$ + п. п.	0-20	11,27	11,64	11,03	9,77	10,42	9,73	9,40	10,18	9,38
	20-40	10,60	10,80	10,19	8,93	9,65	9,02	8,77	9,34	8,54
плодозмінна, попередник картопля										
контроль	0-20	9,76	10,63	9,64	9,27	10,00	9,22	8,83	9,65	8,96
	20-40	8,81	9,69	8,54	8,05	9,38	8,07	7,58	8,09	7,64
$N_{60}P_{60}K_{60}$	0-20	12,40	12,72	11,28	10,90	11,55	10,07	10,07	11,16	9,59
	20-40	11,42	11,50	10,36	9,61	10,59	9,10	8,91	10,24	8,56
$N_{30}P_{30}K_{30}$	0-20	11,31	11,47	10,86	9,94	10,33	9,60	9,27	10,10	9,27
	20-40	10,65	10,67	10,07	9,18	9,57	8,90	8,64	9,24	8,42

Вплив систем удобрення й попередників на зміни агрофізичних властивостей сірого лісового ґрунту

Агрофізичні показники родючості ґрунту є важливою складовою в системі чинників, які формують середовище росту, розвитку й біопродукування сільськогосподарських культур. Досягнення оптимальних їх значень в кореневмісному пласті в повному обсязі забезпечує потреби рослин у воді, повітрі й теплі [59, 60]. За таких умов повніше використовується потенційний запас поживних речовин із ґрунтових ресурсів, органічних добрив, максимально реалізуються можливості мінеральних удобрюваних комплексів, компонентів-регуляторів ґрунтової кислотності й біологічної активності [61, 62, 63].

Проблема забезпечення процесів оптимізації агрофізичних показників родючості ґрунту в сучасних умовах набуває особливого значення ще й в контексті кліматичних змін. Підвищений температурний режим, нерівномірність розподілу опадів протягом вегетації рослин, поява бездощових періодів, які в Карпатському регіоні в останні роки припадають на час максимального водоспоживання більшості сільськогосподарських культур, спричиняє зниження запасів продуктивної вологи в ґрунті та зміщує значення їх параметрів за межі інтервалу оптимальних значень, а іноді навіть знижує до критичних позначок. Це призводить до порушення концентраційних рівноваг у ґрунтових розчинах, спричиняє процеси падіння рухомості поживних елементів, зменшує надходження вологи та елементів живлення в рослинний організм, провокує виникнення фітоценотичних стресових ситуацій в посівах [64, 65, 66, 67].

---

[59] Барвінський А. В. Фізичні властивості ґрунтів як важлива складова оцінки якості земель. Агрохімія і ґрунтознавство. 2007. Вип. 67. С. 35–42.

[60] Малієнко А. М., Скурятін Ю. М. Агрофізична концепція редукції продуктивності перелогів на сірому лісовому ґрунті. Вісник аграрної науки. 2006. № 2. С. 15–18.

[61] Уваренко К. Ю. Вологість і щільність ґрунту як фактори ефективності мінеральних добрив. Екологія і природокористування в системі оптимізації відносин природи і суспільства: матеріали II міжнар. наук.-практ. інтернет-конф. Тернопіль: Крок, 2015. С. 142–143.

[62] Пліско І. В., Уваренко К. Ю. Вплив агрофізичних параметрів чорнозему на ефективність азотних добрив при вирощуванні ячменю ярого. Вісник ЦНЗ АПВ Харківської області. 2016. Вип. 20. С. 220–230.

[63] Медведев В., Липець Є., Линдина Т. Вплив щільності ґрунту на засвоєння сільськогосподарськими культурами поживних елементів. Вісник аграрної науки. 2002. № 5. С. 11–15.

[64] Чередниченко І. В. Агрофізичні показники чорнозему типового за різних систем удобрення. Вісник Уманського національного університету садівництва. 2015. № 1. С. 113–117.

[65] Moraru P., Rusu T. Effect of tillage systems on soil moisture, soil temperature, soil respiration and production of wheat, maize and soybean crops. Journal of Food, Agriculture & Environment. 2012. Vol. 10 (2). P. 445–448.

Важливим фактором раціоналізації агрофізичних показників ґрунту виступають науково обґрунтовані сівозміни та системи удобрення [68, 69].

Науковими дослідженнями доведено, що тільки в умовах науково обґрунтованих сівозмін, за раціонального чергування та удобрення культур із застосуванням побічної продукції рослинництва, сидератів можна досягнути спрямованого регулювання водного режиму, щільності ґрунтового середовища в системі «ґрунт – рослина», де використання рослинами вологи поєднується з подальшим відновленням її запасів у відповідних шарах ґрунту [70, 71, 72, 73].

Для ефективного ведення сільськогосподарського виробництва вологість ґрунту має надзвичайно важливе значення. Вона одним із факторів ґрунтоутворення й процесів вивітрювання мінералів, важливим чинником гумусоутворення. Під її впливом проходить формування ґрунтового профілю; регулювання температури ґрунту. Усі фізичні і хімічні процеси в ґрунтовому середовищі відбуваються за участю води. Вона є потужною транспортною геохімічною системою, яка сприяє переміщенню речовин у рослинних організмах та забезпечує їх життєздатність. Через нестачу вологи нівелюється позитивний вплив добрив, обробітку ґрунту та інших засобів агротехніки. Тому регулювання водного режиму – одне з найважливіших завдань землеробства [74, 75, 76, 77, 78].

---

[66] Barbosa, L. R., Diaz, O., Barber, R. G. Effects of deep tillage on soil properties, growth and yield of soya in a compacted ustochrept in Santa Cruz, Bolivia. Soil and Tillage Research. 1989. Vol. 15 (1–2). P. 51–63.

[67] . Hamza, M. A., Anderson, W. K. Soil compaction in cropping systems: A review of the nature, causes and possible solutions. Soil and Tillage Research. 2005. Vol. 82(2). P. 121–145.

[68] Бойко П. І. Коваленко Н. П., Опара М. М. Ефективні різноротаційні сівозміни у сучасному землеробстві. Вісник полтавської державної академії. 2014. № 3. С. 20–32.

[69] Камінський В. Ф., Бойко П. І. Роль сівозмін у сучасному землеробстві. Вісник аграрної науки. 2013. № 6. С. 5–9.

[70] Єрмолаєв М. М., Шиліна Л. І., Літвінов Д. В. Закономірності формування водного режиму в сівозмінах на чорноземах Лісостепу Лівобережного. Вісник аграрної науки. 2008. № 6. С. 13–17.

[71] Літвінов Д. В. Формування водного режиму ґрунту в системі короткоротаційних сівозмін. Вісник аграрної науки. 2015. – №11. – С. 13–18.

[72] Шаповал І. С. Водний режим ґрунту залежно від насичення сівозмін зерновими культурами. Зб. наук. пр. Ін-ту землеробства УААН. 2002. Вип. 1. С. 44–47.

[73] Вплив щільності складення ґрунту на урожайність сільськогосподарських культур за різних систем обробітку ґрунту в короткоротаційних сівозмінах / Г. З. Тимошенко та ін. Зрошуване землеробство. 2016. Вип. 66. С. 82–85.

[74] Вплив систем основного обробітку й удобрення на водно-фізичні властивості сірого лісового ґрунту та врожай вико-вівса / Качмар О. Й. та ін. Передгірне та гірське землеробство і тваринництво. Вип. 58. Ч. 1. 2015. С. 107–118.

Формування вологозапасів у сівозмінах є динамічним показником, воно залежить від загальної кількості атмосферних опадів та їх розподілу впродовж вегетації, температурного режиму, складу і співвідношення культур, фаз розвитку рослин, рівня мінерального живлення.

Дослідженнями, проведеними у 2016-2020 рр. (середні п'ятирічні дані) отримано загальні закономірності змін вологості ґрунту впродовж вегетації сільськогосподарських культур залежно від попередників й удобрення.

Встановлено, що на час появи сходів пшениці озимої польова вологість в орному шарі знаходились в межах 15,4–21,5 %, в підорному 17,1–23,1 %, запаси продуктивної вологи складали відповідно 26,8–37,3 та 33,6–43,0 мм поступово збільшуючись униз за профілем (табл. 8).

Внаслідок накопичення в ґрунті опадів за осінньо-зимовий, на час відновлення вегетації рослин пшениці озимої за варіантами досліду спостерігалось 19,1–24,0 % польової й 37,0–44,2 мм продуктивної вологи в орному і 20,9–26,9 % та 45,2–53,5 мм підорному пластах. Найбільший приріст вологи за зиму був за використання органо-мінеральної системи (гній 40 т/га + $N_{60}P_{90}K_{90}$). Починаючи з відновлення вегетації навесні підвищуються витрати вологи рослинами на транспірацію, утворення вегетативної маси та формування урожаю.

Найбільш критичним за потребами у волозі у зернових культур є період від виходу в трубку до колосіння. У цей час відбувається найбільший приріст вегетативної маси, формуються органи плодоношення. В наших дослідженнях у середньому за п'ять років спостережень у фазі колосіння пшениці озимої вміст польової вологи знаходився на рівні 14,6–19,5 %, продуктивної в межах 30,9–39,0 мм у верхньому (0–20 см), й 16,0–20,7 % та 34,6–42,8 мм у нижньому шарі ґрунту.

---

[75] Кудря С. І., Кудря Н. А. Вплив зернобобових попередників на запаси вологи в ґрунті та урожайність пшениці озимої в умовах лівобережної частини Лісостепу України. Бюл. Ін-ту зерн. госп-ва УААН. 2009. № 36. С. 32–35.

[76] Вплив антропогенних і природних факторів на твердість ґрунту, волого споживання та продуктивність культур Полтавщини / Л. Д. Глущенко та ін. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2010. № 3. С. 35–38.

[77] Dexter A. R. Theory, effects of soil texture, density and organic matter, and effects on root growth. Geoderma. Soil physical quality. Part I. 2006. No 120. P. 201–214.

[78] Yapa L., Fritton D., Willatt S. Effect of soil stren т gth on root growth under different water conditions. Plant and soil. 1988. Vol. 109, № 1. P. 9–16.

Таблиця 8

Вміст польової (%) і запас продуктивної (мм) вологи в ґрунті впродовж вегетації пшениці озимої

Сівозміна / удобрення	Шар ґрунту, см	Період визначення							
		сходи		відновлення вегетації		колосіння		повна стиглість	
		%	мм	%	мм	%	мм	%	мм
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
зернова, попередник горох									
контроль	0-20	18,4	31,5	20,5	39,8	16,3	33,8	18,3	34,6
	20-40	20,1	37,8	22,7	48,6	17,5	37,5	19,8	36,0
$N_{60}P_{90}K_{90}$	0-20	20,2	35,4	22,0	42,1	17,3	36,1	19,6	37,0
	20-40	22,0	41,4	23,8	50,6	18,6	39,5	21,2	38,8
$N_{30}P_{45}K_{45}$ + п. п.	0-20	19,0	32,8	21,3	41,6	16,8	34,7	19,0	35,8
	20-40	20,7	39,8	23,2	49,5	18,0	38,7	20,4	37,4
зернова, попередник пшениця озима									
контроль	0-20	19,0	32,7	21,1	40,5	16,8	34,5	19,7	36,4
	20-40	20,7	38,9	23,7	49,1	18,0	38,0	21,4	38,6
Гній, 40 т/га + $N_{60}P_{90}K_{90}$	0-20	21,0	36,6	22,8	43,2	17,7	37,0	21,6	38,8
	20-40	22,6	42,3	24,7	51,0	19,0	40,8	23,5	41,1
Сидерат + $N_{30}P_{45}K_{45}$ + п. п. + $N_{30}P_{45}K_{45}$	0-20	19,4	33,8	22,0	42,4	17,2	35,8	20,7	37,5
	20-40	21,2	41,0	24,1	50,2	18,6	39,5	22,4	40,0
зернова, попередник горох									
Контроль	0-20	18,0	30,5	20,1	39,2	16,0	33,1	17,7	34,0
	20-40	19,7	36,7	22,3	48,0	17,5	37,0	19,3	35,5
$N_{60}P_{90}K_{90}$	0-20	19,5	34,2	21,6	41,5	17,1	35,5	18,6	36,2
	20-40	21,5	40,3	23,5	49,7	18,5	38,9	20,8	38,2
$N_{30}P_{45}K_{45}$ + п. п.	0-20	18,6	32,0	20,8	41,1	16,7	34,1	18,0	35,1
	20-40	20,1	38,9	23,0	48,7	18,0	38,1	20,0	36,8
зерно-кормова, попередник конюшина на з.м									
контроль	0-20	17,4	29,1	22,1	41,7	17,7	35,6	19,3	35,8
	20-40	19,0	35,8	25,0	50,8	18,9	39,0	21,0	38,0
$N_{60}P_{90}K_{90}$	0-20	19,1	32,6	23,8	43,8	18,8	38,2	20,8	38,1
	20-40	21,0	39,7	26,7	52,8	20,0	42,0	23,0	40,6
$N_{30}P_{45}K_{45}$	0-20	18,0	30,8	23,1	42,7	18,1	37,0	20,0	37,0
	20-40	19,6	37,0	26,0	51,7	19,6	40,5	21,8	39,3
зерно-кормова, попередник пшениця озима									
контроль	0-20	19,4	33,5	21,6	41,0	17,2	35,0	20,3	37,0
	20-40	21,1	39,6	24,5	49,7	18,9	38,4	21,9	39,4
Гній, 40 т/га + $N_{60}P_{90}K_{90}$	0-20	21,5	37,3	23,3	44,1	18,1	37,5	22,3	40,0
	20-40	23,1	43,0	26,0	52,0	19,5	41,4	24,2	42,3

Продовження табл. 8

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Сидерат + $N_{30}P_{45}K_{45}$ + п. п. + $N_{30}P_{45}K_{45}$	0-20	19,8	34,7	22,7	43,2	17,7	36,3	21,4	38,4
	20-40	21,7	41,5	25,2	51,3	19,0	40,0	23,0	41,0
плодозмінна, попередник конюшина на з. м.									
контроль	0-20	16,9	28,6	22,8	42,5	18,0	36,2	18,8	35,1
	20-40	18,6	35,2	25,6	51,7	19,5	40,1	20,4	37,3
$N_{60}P_{90}K_{90}$	0-20	18,6	31,8	24,0	44,2	19,5	39,0	20,1	37,6
	20-40	20,5	39,0	26,9	53,5	20,7	42,8	22,0	39,8
$N_{30}P_{45}K_{45}$	0-20	17,5	30,2	23,3	43,5	18,7	37,7	19,5	36,5
	20-40	19.0	36,4	26,2	52,4	20,0	41,4	21,0	38,6
зерно-просапна, попередник гречка									
Контроль	0–20	16,4	27,8	19,7	38,0	15,7	32,0	17,3	33,0
	20–40	18,0	34,7	22,0	47,1	17,0	36,2	18,8	34,8
$N_{60}P_{90}K_{90}$	0–20	18,1	31,4	21,2	40,7	17,0	34,8	18,4	35,0
	20–40	19,8	38,1	23,1	48,8	18,1	38,0	20,0	37,1
$N_{30}P_{45}K_{45}$ + п. п.	0–20	17,0	29,5	20,7	40,2	16,4	33,2	17,8	33,8
	20–40	18,5	36,0	22,5	47,9	17,4	37,5	19,1	36,0
зернова, попередник кукурудза на зелену масу									
контроль	0-20	15,4	26,8	19,1	37,0	14,6	30,9	16,2	31,6
	20-40	17,1	33,6	20,9	45,2	16,0	34,6	17,8	32,5
$N_{60}P_{90}K_{90}$	0-20	16,9	29,8	20,3	39,0	16,0	32,7	17,3	32,8
	20-40	18,7	36,3	22,2	46,8	17,0	36,8	18,9	34,7
$N_{30}P_{45}K_{45}$ + п. п.	0-20	16,1	28,2	19,5	38,0	15,4	31,1	16,8	32,2
	20-40	17,7	34,4	21,6	46,0	16,6	35,5	18,4	33,6
зерно-просапна, попередник соя									
контроль	0-20	15,8	27,4	19,5	37,7	15,0	31,3	16,8	32.7
	20-40	17,5	34,4	21,4	46,2	16,6	35,2	18,4	33,7
$N_{60}P_{90}K_{90}$	0-20	17,3	30,8	20,8	39,8	16,4	33,6	18,0	34,0
	20-40	19,2	37,5	22,6	48,0	17,5	37,1	19,5	36,0
$N_{30}P_{45}K_{45}$ + п. п.	0-20	17,6	29,1	20,3	39,1	15,7	32,3	17,3	33,3
	20-40	18,0	35,6	22,1	47,0	17,0	36,6	18,7	35,1
зернова, попередник соя									
$N_{60}P_{90}K_{90}$	0-20	16,4	28,8	21,0	41,2	17,3	32,9	17,4	34,5
	20-40	17,7	34,2	22,6	48,7	18,5	38,3	19,4	42,0
$N_{60}P_{90}K_{90}$	0-20	17,3	30,7	21,6	42,1	17,8	33,7	18,0	35,8
	20-40	19,0	37,7	23,3	49,8	19,1	39,1	20,0	43,5

В період повної стиглості значення вологості ґрунту варіювало в орному і підорному шарах відповідно – 16,2–22,3 % та 31,6–40,0 мм і 17,8–24,2 % та 32,5–42,3 мм.

На запаси продуктивної вологи в ґрунті значний вплив проявляли попередники, що пояснюється різною тривалістю післязбирального періоду та накопичення вологи до посіву пшениці озимої. На контрольних варіантах без внесення добрив вищі запаси польової (19,0–19,4 %) та продуктивної (32,7–33,5 мм) вологи в орному шарі були після пшениці озимої. Менші значення зафіксовано після гороху – 18,0–18,4 % й 30,8–31,5 мм. Найнижчими вони були після сої – 15,8 % й 27,4 мм та кукурудзи на зелену масу – 15,4 % й 26,8 мм. Різниця у кількості вологи в ґрунті після різних попередників спостерігалась тільки в період припинення осінньої вегетації рослин. Проте весною, внаслідок акумуляції опадів в зимовий період, показники вологості в ґрунті практично вирівнювались.

Значний вплив на вологозапаси ґрунту проявляли системи удобрення. Найвищі показники продуктивної вологи формувались при органо-мінеральній системі удобрення і складали на час сходів культури залежно від сівозміни і попередника 29,8–37,3 мм, на час повної стиглості – 32,8–40,0 мм. Дещо нижчими вони були за альтернативної системи удобрення і складали за фазами вегетації культури 28,2–34,7 та 32,2–38,4 мм.

Таким чином вплив систем удобрення на вологість та волого запаси ґрунту був значно більшим за вплив попередників і тривалість його поширювалась на весь вегетаційний період пшениці озимої сприяючи формуванню вищого рівня врожайності (табл. 8).

Вивчення змін показників вмісту польової та запасів продуктивної вологи в посівах ячменю ярого проводили у зерно кормовій і плодозмінній сівозмінах після попередників пшениця озима і картопля. Встановлено, що в усі роки досліджень значення вологості ґрунту на початку вегетації культури знаходились на достатньому рівні, що сприяло отриманню дружніх сходів. Середні за 2016–2020 рр. показники польової вологи в 0–20 см шарі ґрунту на неудобрених варіантах складали 16,4–17,0 % , продуктивної 31,0–32,5 мм, в 20–40 см пласті відповідно 18,0–18,4 % й 36,3–37,1 мм і практично не залежали від попередників. Застосування традиційних органо-мінеральних систем удобрення, які під ячмінь ярий передбачали внесення мінеральних добрив в дозі $N_{60}P_{60}K_{60}$ і післядію гною сприяло нагромадженню вологості, показники якої складали після різних попередників 18,1–19,0 % та 34,0–35,1 мм. На варіантах альтернативних систем з мінеральним фоном $N_{30}P_{30}K_{30}$ та поєднанням

його в зерно-кормовій сівозміні з соломою пшениці озимої як попередника культури відповідно 17,5–18,3 % та 33,1–34,0 мм в орному шарі (табл. 9).

Таблиця 9

Вміст польової (%) та запас продуктивної вологи (мм) в ґрунті впродовж вегетації ячменю ярого

Сівозміна / удобрення	Шар ґрунту, см	Період визначення					
		сходи		колосіння		повна стиглість	
		%	мм	%	мм	%	мм
зерно-кормова, попередник пшениця озима							
контроль	0–20	17,0	32,5	18,2	35,3	15,3	29,5
	20–40	18,4	37,1	19,3	38,4	16,9	34,7
$N_{60}P_{60}K_{60}$	0–20	19,0	35,1	20,1	37,1	17,6	33,7
	20–40	20,1	40,4	21,8	41,4	18,8	38,7
$N_{30}P_{30}K_{30}$ + п. п.	0–20	18,3	34,0	18,9	36,6	16,5	32,1
	20–40	19,4	39,0	20,0	40,9	17,7	35,6
плодозмінна, попередник картопля							
контроль	0–20	16,4	31,0	17,6	33,7	14,5	27,7
	20–40	18,0	36,3	18,7	37,3	16,0	33,5
$N_{60}P_{60}K_{60}$	0–20	18,1	34,0	19,0	35,7	16,8	32,8
	20–40	19,5	39,2	20,4	40,1	18,1	36,8
$N_{30}P_{30}K_{30}$	0–20	17,5	33,1	18,1	34,8	15,7	31,1
	20–40	18,9	38,6	19,6	39,6	17,0	34,7

У фазі колосіння рослин середні за роки досліджень вологозапаси ґрунту були вищі, що пов’язано з надмірною кількістю опадів які випадають в останні роки у травні. Тому, в орному шарі (0–20 см) польова вологість на контрольному варіанті (без добрив) складала 17,6-18,2 %, продуктивна 33,7-35,3 мм, у нижньому (20–40 см) відповідно 18,7–19,3 % і 37,3–38,4 мм.

Застосування органо-мінеральних систем забезпечувало зростання запасів продуктивної вологи на 5,1–5,9 % (традиційна система) і 3,3–3,7 % (альтернативна система) порівняно до неудобреного варіанта в шарі ґрунту 0–20 і на 7,5–7,8 та 6,2–6,5 % в пласті 20–40 см.

До фази повної стиглості культури польова вологість ґрунту знижувалась внаслідок настання бездощового в останні роки періоду, який припадає зазвичай на другу декаду червня і триває до третьої декади серпня. Запаси продуктивної вологи були в межах 27,7–

29,5 мм (0–20 см) і 33,5–34,7 мм (20–40 см) на неудобрених фонах і в межах 31,1–33,7 та 34,7–38,7 мм по пластах варіантів удобрення.

Формування режиму зволоження ґрунту під картоплею відбувалось в дещо іншому порядку, ніж під культурами суцільного посіву. Це пов'язано з тим, що ґрунтова поверхня посівів культури тривалий час знаходиться незахищеною рослинами. Внаслідок цього відбуваються непродуктивні втрати вологи, особливо з верхніх горизонтів. Результати отриманих нами даних показують, що в орному шарі у фазу сходів картоплі вміст польової та запас продуктивної вологи і в плодозмінній і в зерно-просапній сівозмінах був достатнім у всі п'ять років досліджень й становив в орному шарі ґрунту 17,8–19,4 % і 31,7–34,2 мм у плодозмінній та 17,1–18,8 % і 30,7–32,6 мм у зерно-просапній сівозмінах; в підорному відповідно 19,3–20,7 % і 37,2–39,0 мм та 18,7–20,0 % і 36,1–38,5 мм (табл. 10).

Таблиця 10

Вміст польової (%) та запас продуктивної вологи (мм) в ґрунті впродовж вегетації картоплі

Вид сівозміни, варіант удобрення	Шар ґрунту, см	Період визначення					
		сходи		бутонізація		повна стиглість	
		%	мм	%	мм	%	мм
плодозмінна, попередник пшениця озима							
контроль	0–20	17,8	31,7	15,4	28,4	14,0	27,4
	20–40	19,3	37,2	17,4	33,5	15,4	30,8
гній, 40 т/га + $N_{90}P_{90}K_{90}$	0–20	19,4	34,2	17,2	30,3	16,0	30,7
	20–40	20,7	39,0	19,1	35,7	17,6	33,8
сидерат + $N_{90}P_{90}K_{90}$ + п. п	0–20	18,6	33,0	16,3	29,3	14,8	29,5
	20–40	20,0	38,1	18,4	34,6	16,7	32,4
зерно-просапна, попередник пшениця озима							
контроль	0–20	17,1	30,7	14,8	26,8	13,4	26,5
	20–40	18,7	36,1	16,6	32,6	14,7	29,5
гній, 40 т/га +$N_{90}P_{90}K_{90}$	0–20	18,8	32,6	16,3	28,5	15,1	29,7
	20–40	20,0	38,5	18,3	34,7	16,7	32,5
сидерат + $N_{90}P_{90}K_{90}$ + п. п	0–20	18,0	31,5	15,5	27,9	14,2	28,6
	20–40	19,4	37,3	17,5	33,6	15,6	31,1

Картоплі потрібно найменше вологи в період проростання й появи сходів, коли молоді рослини використовують вологу з материнської бульби, але з ростом рослин потреба культури підвищується, особливо у період бутонізація – кінець цвітіння. У

наших дослідженнях вологозабезпечення рослин картоплі у період бутонізації, яке проходило у другій декаді червня було контрастним за роки досліджень і залежало від кількості й перерозподілу опадів. Середні за п'ять років значення польової і запасів продуктивної вологи в орному шарі були в межах 15,4–17,2 % та 17,4–19,1 мм у плодозмінній і 14,8–16,3 % та 26,8–28,5 мм у зерно-просапній сівозмінах. У цей час спостерігається зниження волого запасів в посівах культури внаслідок активного використання її рослинами для росту й розвитку.

Аналіз волого забезпечення за варіантами показав, що кращі умови формуються на удобрених фонах. Внесення в комбінації з мінеральною складовою ($N_{90}P_{90}K_{90}$) безпосередньо під картоплю 40 т/га гною в традиційній органо-мінеральній системі удобрення й заорювання сидерату й соломи в альтернативній сприяло накопиченню в 0–20 см шарі ґрунту за сівозмінами вмісту польової вологи на рівні 16,3–17,2 % й 15,5–16,3 %, продуктивної відповідно 28,4–30,3 мм й 26,8–28,5 мм.

До закінчення вегетації картоплі волого запаси знижувались і на час збирання культури в орному шарі на удобрених фонах складали 14,8–16,0 % і 29,5–30,7 мм у плодозмінній та 14,2–15,1 % і 28,6–29,7 мм у зерно-просапній сівозмінах.

У всі фази вегетації картоплі кращі умови за вологозабезпеченістю формувались у плодозмінній сівозміні.

Водний режим ґрунту, забезпеченість вологою рослин в значній мірі залежить від його фізичних властивостей, які є важливим, а іноді й вирішальним фактором формування урожаю сільськогосподарських культур та ефективності запровадження різних систем землеробства. Комплексним узагальнюючим показником агрофізичних властивостей ґрунту є його щільність будови, від якої залежать утримання та збереження вологи, вміст і склад повітря, газообмін з атмосферою, умови життєдіяльності рослин і мікроорганізмів. Враховуючи вузьку спеціалізацію сучасного землеробства і рослинництва та їх маркетингову направленість, формування оптимальних значень цього показника на сприятливому для рослин рівні є важливою проблемою в сучасному сільськогосподарському виробництві [79, 80, 81, 82].

[79] Вплив щільності складення ґрунту на урожайність сільськогосподарських культур за різних систем обробітку ґрунту в короткоротаційних сівозмінах / Тимошенко Г. З. та ін. Зрошуване землеробство. 2016. Вип. 66. С. 82–85.

Коренева система пшениці озимої найкраще розвивається на ґрунтах з щільністю 1,1–1,25 г/см^3. При значеннях цього показника 1,35–1,4 г/см^3 ріст коріння пригнічується, а якщо вони перевищують 1,6 г/см^3, корені практично не проникають у ґрунт.

В наших дослідженнях вивчали щільність ґрунту впродовж вегетації пшениці озимої після різних попередників і систем удобрення. Результати експерименту показали (табл.11), що найбільш оптимальні показники формувались за органо-мінеральних систем удобрення при безпосередньому внесенні під культуру органічної складової на фоні $N_{60}P_{90}K_{90}$. Зокрема, на час сходів культури за шарами ґрунту вони складали: 1,09–1,10 г/см^3 (0–10 см), 1,14–1,16 г/см^3 (10–20 см), 1,19–1,21 г/см^3 (20–30 см). До кінця вегетації ці показники підвищувались і у фазі повної стиглості становили: 1,20–1,22 г/см^3, 1,27–1,29 г/см^3 й 1,32–1,34 г/см^3.

За умов віддалення у часі органічної складової в органо-мінеральних системах удобрення, а внесення безпосередньо під культуру мінеральних добрив (органічні – під попередники) щільність ґрунту була вищою в усі фази вегетації культури.

Вплив попередників на щільність ґрунту найкраще спостерігається на неудобрених варіантах. В наших дослідженнях в посівах пшениці озимої найвищі показники спостерігались у зерно-просапних сівозмінах за попередників кукурудза на зелену масу й соя. На час сходів культури вони складали за шарами ґрунту: 1,19–1,20 г/см^3 (0–10 см), 1,27–1,28 г/см^3 (10—20 см), 1,32–1,33 г/см^3 (20–30 см).

Спостереження за зміною щільності сірого лісового ґрунту під ячменем ярим показали, що на період сходів на варіанті застосування повної норми мінеральних добрив $N_{60}P_{60}K_{60}$ і післядії 40 т гною внесеного під пшеницю озиму в зерно кормовій і картоплю в плодозмінній сівозмінах цей показник набував найнижчих значень у всіх пластах ґрунту. Так, на час сходів культури залежно від попередника, в 0–10 см щільність була в межах 1,12–1,14 г/см3, у фазі колосіння – 1,20–1,24 г/см3, за повної стиглості – 1,27–1,29 г/см3 (табл. 12).

[80] Batey T. Soil compaction and soil management – A review. Soil Use and Management. 2009. Vol. 25 (4). 335–345.

[81] Excavators S., Calgary M. "Influence of compaction on physical and micromorphological properties of forest soils". American Journal of Plant Sciences. 2012. Vol. 3. No 1. c. 159–163. doi: 10.4236 / ajps.2012.31018.

[82] Glinski J., Lipiec J. Soil Physical Conditions and Plant Roots. CRC Press. 2018. 260 p.

Таблиця 11

Щільність будови впродовж вегетації пшениці озимої, г/см^3

Сівозміна / удобрення	Період визначення											
	сходи			відновлення вегетації			колосіння			повна стиглість		
Шар ґрунту, см	0–10	10–20	20–30	0–10	10–20	20–30	0–10	10–20	20–30	0–10	10–20	20–30
зернова, попередник горох												
контроль	1,16	1,22	1,27	1,22	1,26	1,30	1,26	1,29	1,33	1,29	1,35	1,40
$N_{60}P_{90}K_{90}$	1,13	1,18	1,23	1,18	1,23	1,26	1,22	1,26	1,29	1,25	1,32	1,37
$N_{30}P_{45}K_{45}$ + п. п.	1,15	1,20	1,25	1,19	1,24	1,28	1,23	1,27	1,31	1,27	1,33	1,38
зернова, попередник пшениця озима												
контроль	1,15	1,22	1,26	1,20	1,25	1,29	1,25	1,28	1,32	1,28	1,34	1,39
гній, 40 т/га + $N_{60}P_{90}K_{90}$	1,09	1,14	1,19	1,13	1,18	1,22	1,17	1,21	1,25	1,20	1,27	1,32
сидерат + $N_{60}P_{90}K_{90}$ + п.п.	1,10	1,16	1,21	1,14	1,20	1,24	1,19	1,23	1,27	1,22	1,29	1,34
плодозмінна, попередник конюшина на з.м.												
контроль	1,14	1,20	1,25	1,19	1,24	1,28	1,24	1,27	1,31	1,27	1,33	1,38
$N_{60}P_{90}K_{90}$	1,12	1,16	1,22	1,16	1,21	1,25	1,20	1,24	1,28	1,23	1,30	1,35
$N_{30}P_{45}K_{45}$	1,13	1,18	1,24	1,18	1,22	1,27	1,21	1,25	1,30	1,25	1,31	1,37
зерно-просапна попередник гречка												
контроль	1,18	1,26	1,31	1,24	1,28	1,34	1,27	1,31	1,37	1,30	1,37	1,41
$N_{60}P_{90}K_{90}$	1,13	1,20	1,25	1,20	1,25	1,28	1,23	1,28	1,31	1,26	1,34	1,39
$N_{30}P_{45}K_{45}$ + п. п.	1,15	1,22	1,27	1,21	1,26	1,30	1,25	1,29	1,33	1,28	1,35	1,40
зерно-просапна попередник кукурудза на з. м.												
контроль	1,19	1,27	1,32	1,25	1,29	1,35	1,29	1,32	1,38	1,32	1,38	1,42
$N_{60}P_{90}K_{90}$	1,10	1,16	1,21	1,14	1,19	1,24	1,18	1,22	1,27	1,21	1,28	1,34
$N_{30}P_{45}K_{45}$	1,11	1,18	1,23	1,16	1,21	1,26	1,20	1,24	1,29	1,24	1,30	1,36
зерно-просапна попередник соя												
контроль	1,20	1,28	1,33	1,26	1,30	1,36	1,30	1,33	1,39	1,34	1,39	1,43
$N_{60}P_{90}K_{90}$	1,14	1,23	1,27	1,22	1,27	1,30	1,25	1,30	1,33	1,30	1,36	1,40
$N_{30}P_{45}K_{45}$ + п. п.	1,16	1,24	1,29	1,23	1,28	1,33	1,2	1,31	1,36	1,32	1,37	1,42

ISBN 978-617-95252-1-6

Таблиця 12

Щільність будови сірого лісового ґрунту впродовж вегетації ячменю ярого, г/см^3

Сівозміна / удобрення	Шар ґрунту, см	Період визначення		
		сходи	колосіння	повна стиглість
зерно-кормова, попередник пшениця озима				
контроль	0–10	1,16	1,25	1,32
	10–20	1,22	1,30	1,37
	20–30	1,32	1,38	1,42
$N_{60}P_{60}K_{60}$	0–10	1,12	1,20	1,27
	10–20	1,19	1,26	1,34
	20–30	1,28	1,33	1,40
$N_{30}P_{30}K_{30}$+п.п.	0–10	1,14	1,22	1,28
	10–20	1,20	1,28	1,35
	20–30	1,30	1,35	1,41
плодозмінна, попередник картопля				
контроль	0–10	1,18	1,27	1,33
	10–20	1,24	1,32	1,39
	20–30	1,34	1,40	1,43
$N_{60}P_{60}K_{60}$	0–10	1,14	1,24	1,29
	10–20	1,21	1,28	1,36
	20–30	1,30	1,35	1,41
$N_{30}P_{30}K_{30}$	0–10	1,16	1,25	1,30
	10–20	1,23	1,30	1,38
	20–30	1.32	1,37	1,42

Внесення $N_{30}P_{30}K_{30}$ на фоні заораної соломи пшениці озимої (попередника) в зерно-кормовій сівозміні та $N_{30}P_{30}K_{30}$ в плодозмінній сівозмінах формувало вищі значення щільності ґрунту в посівах ячменю ярого. Найвищі значення цього показника спостерігались на неудобрених варіантах.

Із збільшенням глибини відбору зразків та з проходженням фаз вегетації щільність ґрунту під ячменем ярим зростала на всіх варіантах досліду.

Аналіз динаміки показників щільності ґрунту (табл. 13) під посівами картоплі показав, що найнижчі її значення були за сумісного внесення 40 т/га гною й $N_{90}P_{90}K_{90}$ в традиційній органо-мінеральній системі удобрення і за пластами ґрунту на час сходів складали 1,11–1,24 г/см^3, при бутонізації набували значень в межах 1,16–1,28 г/см^3, при збиранні 1,33–1,39 г/см^3.

Таблиця 13

Щільність будови сірого лісового ґрунту впродовж вегетації рослин картоплі, г/см^3

Вид сівозміни, варіант удобрення	Шар ґрунту, см	Період визначення		
		сходи	бутонізація	збирання
Плодозмінна, попередник пшениця озима (50 % н. з. к.)				
контроль	0–10	1,17	1,25	1,36
	10–20	1,21	1,24	1,39
	20–30	1,28	1,33	1,41
гній, 40 т/га + $N_{90}P_{90}K_{90}$	0–10	1,11	1,16	1,33
	10–20	1,15	1,20	1,36
	20–30	1,24	1,28	1,39
сидерат+$N_{45}P_{45}K_{45}$+п. п. +. $N_{45}P_{45}K_{45}$	0–10	1,14	1,19	1,34
	10–20	1,17	1,22	1,37
	20–30	1,26	1,31	1,40

Вища щільність ґрунту спостерігалась від застосування соломи попередника – пшениці озимої та сидерату (післяжнивної редьки олійної) на фоні $N_{90}P_{90}K_{90}$ мінеральних добрив в альтернативній системі удобрення і в динаміці за шарами ґрунту складала 1,14–1,26, 1,19–1,31, 1,34–1,40 г/см^3.

Найвищі значення щільності ґрунту протягом вегетації картоплі спостерігались на неудобреному варіанті.

З проходженням фаз вегетації за усіма досліджуваними культурами щільність зростала незалежно від сівозмін, попередників і систем удобрення під впливом самоосідання ґрунту та погодних умов.

ВИСНОВКИ

Формування родючості сірого лісового ґрунту впродовж вегетації сільськогосподарських культур в короткоротаційних сівозмінах залежить від їх структури та проходить під впливом попередників і удобрення.

Застосування органо-мінеральних систем удобрення забезпечує підвищення вмісту рухомих форм гумусових речовин: безпосереднє внесення під пшеницю озиму $N_{60}P_{90}K_{90}$ і 40 т/га гною в традиційній системі сприяє формуванню 529,07 мг/кг сполук лабільного і 20,20 мг/кг ґрунту водорозчинного гумусу. Поєднання цього ж рівня

мінерального живлення, соломи попередника і післяжнивної зеленої маси редьки олійної в альтернативній системі забезпечує утворення 486,21 і 18,40 мг/кг ґрунту рухомих гумусових речовин.

Вищий рівень нагромадження рослинних решток за сівозмінами в ґрунтовому середовищі відбувається у зерно-кормовій (19,36-27,41 т/га) і плодозмінній (17,31-25,05 т/га) сівозмінах, найменший – у зерно-просапній з 75 % насиченням зерновими культурами (11,81-17,00 т/га). Найбільша кількість рослинних решток акумулюється в ґрунті за традиційної системи удобрення після конюшини лучної (9,85-11,34 т/га), кукурудзи на зерно (7,77 т/га), пшениці озимої – (5,65-5,97 т/га), найменша - картоплі (2,88-3,00 т/га) й гречки (3,40 т/га).

Накопичення найбільшого вмісту елементів живлення в ґрунті відбувається на варіантах традиційної системи удобрення з внесенням безпосередньо під пшеницю озиму удобрюваного комплексу з 40 т/га гною і мінеральних добрив у дозі $N_{60}P_{90}K_{90}$, а під ячмінь ярий - $N_{60}P_{60}K_{60}$.

Сумісне внесення мінеральних добрив та 40 т/га гною в короткоротаційних сівозмінах забезпечує найвищі значення польової й запаси продуктивної вологи в посівах сільськогосподарських культур та найнижчі показники щільності ґрунту.

АНОТАЦІЯ

В умовах довготраволо стаціонарного досліду вивчено вплив удобрення та сівозмін на родючість сірого лісового ґрунту. Отримано комплекс показників динаміки агрохімічного та агрофізичного стану ґрунтового середовища за традиційної та альтернативної систем удобрення. Доведено, що застосування традиційної органічної складової – гною на мінеральних фонах, адаптованих за рівнем інтенсивності до потреб конкретної культури сприяє формуванню вищого рівня родючості ґрунту. Встановлено, що альтернативним органічним добривом може виступати зелена маса сидеральних культур та солома попередника. Компонування їх з додаванням мінеральних добрив забезпечує високі значення агрохімічних, агрофізичних показників родючості ґрунту та сприяє оптимізації мінералізаційно-стабілізаційних рівноваг гумусового комплексу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

Барвінський А. В. (2007) Фізичні властивості ґрунтів як важлива складова оцінки якості земель. Агрохімія і ґрунтознавство, вип. 67, с. 35–42.

Бойко П. І. Коваленко Н. П., Опара М. М.(2014). Ефективні різноротаційні сівозміни у сучасному землеробстві. Вісник полтавської державної академії, № 3, с. 20–32.

Вплив антропогенних і природних факторів на твердість ґрунту, волого споживання та продуктивність культур Полтавщини / Л. Д. Глущенко та ін. (2010). Вісник Полтавської державної аграрної академії, № 3, с. 35–38.

Вплив систем основного обробітку й удобрення на водно-фізичні властивості сірого лісового ґрунту та врожай вико-вівса / Качмар О. Й. та ін. (2015), Передгірне та гірське землеробство і тваринництво, вип. 58, ч. 1, с. 107–118.

Вплив систем удобрення на динаміку нестабільних гумусових речовин в короткоротаційних сівозмінах / О. Качмар, О. Вавринович, А. Дубицька, О. Дубицький, М. Щерба (2019). Вісник Львівського національного аграрного університету : агрономія, с. 234–237.

Вплив систем удобрення на формування родючості сірого лісового ґрунту в короткоротаційних сівозмінах під ячменем ярим / О. Й. Качмар, О. В. Вавринович, А. О. Дубицька, О. Л. Дубицький, М. М. Щерба (2020). Зернові культури, том 4, № 1, с. 167–173.

Вплив щільності складення ґрунту на урожайність сільськогосподарських культур за різних систем обробітку ґрунту в короткоротаційних сівозмінах / Г. З. Тимошенко та ін. (2016). Зрошуване землеробство, вип. 66, с. 82–85.

Дегодюк С., Літвінова О., Боднар Ю (2011). Вплив тривалого застосування добрив на гумусний режим сірого лісового ґрунту. Вісник Львівського національного аграрного університету : агрономія, № 15 (2), с. 88–94.

Екологічні аспекти удобрення сільськогосподарських культур. За ред. В. В. Волкогона (2019). К.: Аграр. Наука, 264 с.

Єрмолаєв М. М., Шиліна Л. І., Літвінов Д. В. (2008). Закономірності формування водного режиму в сівозмінах на чорноземах Лісостепу Лівобережного. Вісник аграрної науки, № 6, с. 13–17.

Камінський В. Ф., Бойко П. І. (2013). Роль сівозмін у сучасному землеробстві. Вісник аграрної науки, № 6, с. 5–9.

Камінський В.Ф. (2018). Наукові основи оптимізації живлення рослин в сучасних системах землеробства Міжвід. тем. наук. зб. «Землеробство». Вінниця: ТОВ «Твори», вип. 2 (95), с. 3–6.

Кудря С. І., Кудря Н. А.(2009). Вплив зернобобових попередників на запаси вологи в ґрунті та урожайність пшениці озимої в умовах лівобережної частини Лісостепу України. Бюл. Ін-ту зерн. госп-ва УААН, № 36, с. 32–35.

Літвінов Д. В. (2015). Формування водного режиму ґрунту в системі короткоротаційних сівозмін. Вісник аграрної науки, №11, с 13–18.

Малієнко А. М., Скурятін Ю. М. (2006). Агрофізична концепція редукції продуктивності перелогів на сірому лісовому ґрунті. Вісник аграрної науки, № 2, с. 15–18.

Медведев В., Липець Є., Линдина Т. (2002). Вплив щільності ґрунту на засвоєння сільськогосподарськими культурами поживних елементів. Вісник аграрної науки, № 5, с. 11–15.

Пліско І. В., Уваренко К. Ю. (2016). Вплив агрофізичних параметрів чорнозему на ефективність азотних добрив при вирощуванні ячменю ярого. Вісник ЦНЗ АПВ Харківської області, вип. 20, с. 220–230.

Уваренко К. Ю. (2015). Вологість і щільність ґрунту як фактори ефективності мінеральних добрив. Екологія і природокористування в системі оптимізації відносин природи і суспільства: матеріали II міжнар. наук.-практ. інтернет-конф. Тернопіль: Крок, с. 142–143.

Чередниченко І. В. (2015). Агрофізичні показники чорнозему типового за різних систем удобрення. Вісник Уманського національного університету садівництва, № 1, с. 113–117.

Шаповал І. С. (2002). Водний режим ґрунту залежно від насичення сівозмін зерновими культурами. Зб. наук. пр. Ін-ту землеробства УААН, вип. 1, с. 44–47.

Barbosa, L. R., Diaz, O., Barber, R. G. (1989). Effects of deep tillage on soil properties, growth and yield of soya in a compacted ustochrept in Santa Cruz, Bolivia. Soil and Tillage Research. Vol. 15 (1–2). P. 51–63.

Batey T. (2009). Soil compaction and soil management – A review. Soil Use and Management. Vol. 25 (4). 335–345.

Bongiorno, G.; Bünemann, E.K.; Oguejiofor, C.U.; Meier, J.; Gort, G.; Comans, R.; Mäder, P.; Brussaard, L.; de Goede, R. (2019).

Sensitivity of labile carbon fractions to tillage and organic matter management and their potential as comprehensive soil quality indicators across pedoclimatic conditions in Europe. Ecol. Indic, 99, 38–50. https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2018.12.008

Bronick, C.J.; Lal, R. (2005). Manuring and rotation effects on soil organic carbon concentration for different aggregate size fractions on two soils in northeastern Ohio, USA. J. Soil Tillage Res., 81, 239–252. https://doi.org/10.1016/j.still.2004.09.011

Campbell, C.; Zentner, R.; Selles, F.; Biederbeck, V.; McConkey, B.; Blomert, B.; Jefferson, P. (2000). Quantifying short-term effects of crop rotations on soil organic carbon in southwestern Saskatchewan. Can. J. Soil Sci, 80, 193–202.

Dexter A. R. (2006). Theory, effects of soil texture, density and organic matter, and effects on root growth. Geoderma. Soil physical quality. Part I. No 120. P. 201–214.

Excavators S., Calgary M. (2012) "Influence of compaction on physical and micromorphological properties of forest soils". American Journal of Plant Sciences. Vol. 3. No 1. p. 159–163.

Gura, I.; Mnkeni, P.N.S. (2019). Crop rotation and residue management effects under no till on the soil quality of a Haplic Cambisol in Alice, Eastern Cape, South Africa. Geoderma, 337, 927–934. https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2018.10.042

Hamza, M. A., Anderson, W. K. (2005). Soil compaction in cropping systems: A review of the nature, causes and possible solutions. Soil and Tillage Research. Vol. 82(2). P. 121–145.

Haynes, R.J. (2005). Labile Organic Matter Fractions as Central Components of the Quality of Agricultural Soils: An Overview. Adv. Agron., 85, 221–268.

He, P.; Li, S.T.; Jin, J.Y.; Wang, H.T.; Li, C.J.; Wang, Y.L.; Cui, R.Z. (2009). Performance of an optimized nutrient management system for double-cropped wheat-maize rotations in North-Central China. Agron. J., 101, 1489–1496. https://doi.org/10.2134/agronj2009.0099

King, A.E.; Blesh, J. (2017). Crop rotations for increased soil carbon: Perenniality as a guiding principle. Ecol. Appl., 28, 249–261. https://doi.org/10.1002/eap.1648

Kopecký, M.; Kolář, L.; Perná, K.; Váchalová, R.; Mráz, P.; Konvalina, P.; Murindangabo, Y.T.; Ghorbani, M.; Menšík, L.; Dumbrovský, M. (2022). Fractionation of Soil Organic Matter into Labile and Stable Fractions. Agronomy, 12, 73 https://doi.org/10.3390/agronomy12010073

Kopecký, M.; Peterka, J.; Kolář, L.; Konvalina, P.; Maroušek, J.; Váchalová, R.; Herout, M.; Strunecký, O.; Batt, J.; Tran, D.K. (2021). Influence of selected maize cultivation technologies on changes in the labile fraction of soil organic matter sandy-loam cambisol soil structure. Soil Tillage Res., 207, 104865. https://doi.org/10.1016/j.still.2020.104865

McDaniel, M.D.; Grandy, A.S.; Tiemann, L.K.; Weintraub, M.N. (2014). Crop rotation complexity regulates the decomposition of high and low quality residues. Soil Biol. Biochem., 78, 243–254. https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2014.07.027

Moraru P., Rusu T. (2012). Effect of tillage systems on soil moisture, soil temperature, soil respiration and production of wheat, maize and soybean crops. Journal of Food, Agriculture & Environment. Vol. 10 (2). P. 445–448.

N'Dayegamiye, A.; Nyiraneza, J.; Grenier, M.; Bipfubusa, M.; Drapeau, A. (2017). The benefits of crop rotation including cereals and green manures on potato yield and nitrogen nutrition and soil properties. Adv. Crop Sci. Technol., 5, 279.

Rumpel, C.; Kögel-Knabner, I. (2011). Deep soil organic matter-a key but poorly understood component of terrestrial C cycle. Plant Soil, 338, 143–158.

Stasiv, O., Kachmar, O., Vavrynovych, O., & Dubytsky, O. (2022). Effect of fertiliser on changes in labile and water-soluble forms of humus in short-term rotations. Scientific Horizons, 25(4), 9-17.

Tian, J.; Lou, Y.; Gao, Y.; Fang, H.; Liu, S.; Xu, M.; Blagodatskaya, E.; Kuzyakov, Y. (2017). Response of soil organic matter fractions and composition of the microbial community to long-term organic and mineral fertilization. Biol. Fertil. Soils, 53, 523–532.

Triberti, L.; Nastri, A.; Baldoni, G. (2016). Long-term effects of crop rotation, manure and mineral fertilisation on carbon sequestration and soil fertility. Eur. J. Agron., 74, 47–55. https://doi.org/10.1016/j.eja.2015.11.024

Van Eerd, L.L.; Congreves, K.A.; Hayes, A.; Verhallen, A.; Hooker, D.C. (2014). Long-term tillage and crop rotation effects on soil quality, organic carbon, and total nitrogen. Can. J. Soil Sci., 94, 303–315.

Yapa L., Fritton D., Willatt S. (1988). Effect of soil stren т gth on root growth under different water conditions. Plant and soil. Vol. 109, № 1. P. 9–16.

ТЕОРЕТИЧНІ ПІДХОДИ УПРАВЛІННЯ ЗАБУР'ЯНЕНІСТЮ ПОСІВІВ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР

На сучасному етапі в Україні набувають розвитку декілька напрямків землеробства, які істотно відрізняються між собою за економічними, енергетичними, екологічними параметрами. Екологізація галузі землеробства обумовлює неминучу актуальність вивчення застосування в арсеналі проти бур'янів екологічно безпечних заходів, складових елементів системи землеробства, до яких належать збалансовані сівозміни, раціональний механічний обробіток ґрунту здатні знищити вегетуючі бур'яни і очистити ґрунт від їх насіннєвих та вегетативних зачатків [1].

Одним з пріоритетних напрямів у сучасному землеробстві, важливою умовою високоефективного екологічно-збалансованого ведення сільськогосподарського виробництва, стабілізації і подальшого збільшення виробництва конкурентоспроможної сільськогосподарської продукції є розробка наукових принципів оцінки, прогнозування й оптимального управління гербологічним станом посівів [2], [3].

Частково ця проблема розроблялась цілою низкою вітчизняних вчених (Іващенко О. О., Малієнко А.М., Гудзь В. П., Міщенко Ю. Г., Косолап М. П., Ворона Л. І., Безручко О. І., Кочик Г. М., Манько Ю. П., Маліборський І. І., Дерев'янський В. П.).

Але в умовах Західного регіону, в зонах достатнього та надлишкового зволоження, де існують певні ґрунтово-кліматичні особливості поширення, біопродукування бур'янів та накопичення їх насіннєвих запасів в агроценозах, комплексних досліджень з вивчення шкідливої дії експрелентів при врахуванні конкурентних якостей самої культурної рослини, наявного видового складу, ступеня росту і розвитку сегеталів, їх біологічних властивостей, оцінки адаптивної здатності до мінливих умов екологічного середовища не проводилось. Тому надзвичайно важливим є успішне розв'язання цієї проблеми в системі екологічного землеробства. Воно знаходиться у площині комплексного системного вирішення через розробку

[1] Іващенко О. О. Сучасні проблеми гербології. Вісник аграрної науки. 2004. № 3. С. 27–29.

[2] Корнійчук М. С. Моніторинг фітосанітарного стану польових культур в технологічних дослідах. Землеробство : міжвід. темат. наук. зб. 2017. Вип.1. С. 93–97.

[3] Іоніцой Ю., Шам І. Захист посівів від бур'янів: проблеми сьогодення. Пропозиція. 2014. № 10. С. 76-81.

багатофакторних підходів до управління забур'яненістю посівів та регулювання чисельністю бур'янів [4], [5].

Інтегрованим показником кількісних змін забур'яненості посівів і, одночасно, протибур'янової ефективності агротехнічних заходів є наявність насіння бур'янів в оброблюваному шарі ґрунту. На його накопичення впливає багато факторів, основними з яких є висока насиченість сівозмін одновидовими культурами, зокрема і зерновими, запровадження нераціональних систем обробітку ґрунту, незбалансованого удобрення, і звичайно, не виважене застосування гербіцидів, або повне нехтування останніми [6].

Звичайно, людство розробило і успішно здійснює для захисту посівів цілу систему агротехнічних (сівозміни, обробіток ґрунту, удобрення), хімічних (гербіциди) та біологічних заходів боротьби з бур'янами. Такий комплексний підхід дає змогу отримати врожаї культурних рослин, але не забезпечує повного розв'язання проблеми присутності їх в посівах.

Біологічні особливості бур'янів

Серед причин, що впливають на зниження врожаю сільськогосподарських культур і погіршення його якості. Значне місце займають бур'яни. Бур'янами називають усі ті рослини, які не мають цінності для людини. Всупереч бажанню людини вони ростуть на площах, занятих культурними рослинами, використовують вологу та поживні речовини, які знаходяться у ґрунті і погіршують умови вирощування цих рослин. Бур'янами можуть бути і культурні рослини формують якість урожаю й культурні рослини являються засмічувачами і з ними треба проводити боротьбу [7].

Агрономічної і практикою сільськогосподарського виробництва доведено, що ефективних наслідків у боротьбі з бур'янами можна досягти при розробці системи заходів для ліквідації забур'яненості, а це в свою чергу потребує глибокого вивчення видового складу

[4] Van Acker R. C. (2009) Weed biology serves practical weed management. Weed research, vol. 49. p. 1–5.

[5] Вавринович О. В. Качмар О. Й. Вплив систем удобрення і вапнування на потенційну забур'яненість ґрунту. Вісник Львівського національного аграрного університету: агрономія. 2014. № 18. С. 93–98.

[6] Методичні рекомендації і програма досліджень з обробітку ґрунту / А. М. Малієнко та ін. Чабани, 2008. 87 с.

[7] Ларіонов Д. К., Макодзеба І. О. Бур'яни та боротьба з ними. Київ. Держсільгоспвидав УРСР, 1963. 240 с.

бур'янів, їх біологічних властивостей та детального дослідження всього бур'янового травостою [8].

На відміну від культурних рослин бур'яни формують насіння в дуже великих кількостях, а коефіцієнт їх розмноження в сотні і тисячі разів перевищує продуктивність культурних рослин [9]. Наприклад дводольні види бур'янів в середньому утворюють більше насіння на одну рослину (100 тис. шт.) ніж однодольні (15-30 тис. шт.). Одна рослина лободи білої утворює понад 75тис. насінин, щириці звичайної – понад 120 тис. шт., мишію сизого близько 32 тис. шт. [10].

Якщо одна рослина пшениці може дати 50-100 насінин, кукурудзи 800 – 1500 зерняток, а гірчак березковидний – 11 тис. насінин, гірчиця польова – 25 тис., лобода біла – 100 тис., щириця – до 500 тис., дескуренія Софія – 730 тис. насінин.

Якщо б ці бур'яни попадали в ґрунт, дружньо проростали, боротьба з ними не давало б труднощів. І еволюція бур'янів відібрала би і закріпила б в поколінні ще одну протиотруту – виключно недружне проростання насіння.

Якщо посіяти лободу білу або щирицю, зійде всього лиш 1-2 % рослин. Насіння бур'янів зберігають схожість в ґрунті багато років. Гірчиця польова, яка попала в ґрунт 10 років назад, щириця зберігає схожість в ґрунті 44 роки, насіння донника – до 76 років. При таких умовах в ґрунті накопичують велику кількість насіння бур'янів, які разом з іншими діапазонами – зачатками нових рослин – підземними органами вегетативного розмноження складають потенційну забур'яненість ґрунту [11].

Насіння та плоди більшості бур'янів мають багато різних пристосувань для поглинання і перенесення (вітром, водою, тваринами тощо) по площі, що дуже утруднюють боротьбу з ними.

Причиною занесення нових бур'янів іноді буває людина. Багато бур'янів (понад 150 видів) було занесено в Європу американських птахів і з ними потрапило насіння канадської злинки. Тепер цей бур'ян поширився по всій Європі, Азії та Африці. Понад 100 років тому на Україну з Америки був завезений бур'ян – паразит –

[8] Яворський О. Г., Веселовський І. В., Фісюнов О. В. Бур'яни і заходи боротьби з ними. Київ. Урожай, 1979. 192 с.

[9] Жеребко В. М. Напрями раціонального використання гербіцидів при захисті культурних рослин від забур'яненості. Матеріали наук.-теор. конф. Київ, 2004. С. 43–47.

[10] Іващенко О. О. Бур'яни в агрофітоценозах. Київ. Світ, 2001. 234 с.

[11] Лазаускас П. М. Взаимосвязь между засоренностью и продуктивностью агрофитоценоза и земледелие. Засоренность и борьба с сорняками. Вильнюс, 1976. С. 66–77.

великонасінна повитиця, найбільш злісний бур'ян – паразит – великонасінна повитиця, найбільш злісний бур'ян конюшини, люцерни і деяких інших рослин [12].

Багато бур'янів найшкідливіших і на важче викоренених, крім насіння здатні розмножуватися ще й вегетативними органами: кореннями, надземними стеблами, кореневищами.

Зазначені вище біологічні особливості сприяють підвищеній стійкості бур'янів до несприятливих умов, що утруднюють звільнення від них посівів культурних рослин.

За характером росту й розвитку способом розмноження та тривалістю життя всі бур'яни, що засмічують посіви сільськогосподарських культур, поділяють на малорічні і багаторічні та бур'яни-паразити.

Малорічні закінчують цикли свого розвитку протягом одного – двох років дають насіння лише один раз. Вони поділяють на ряд біологічних груп, найбільш характерні для західного Лісостепу: ефемери (зірочник середній, тонконіг однорічний), ранні (шпергель польовий, спориш звичайний, гірчак березковидний, гірчак почечуйний, гірчак розлогий, лобода біла, жабрій звичайний, редька дика, вівсюг звичайний, гірчиця польова, курячі очка польові, льонок малий, молочай городній) і пізні ярі (мишій сизий, щириця звичайна, галінсога дрібноквіткова, куряче просо, сухоцвіт болотний), озимі (метлюг звичайний), зимуючі (вероніка плющелиста, фіалка польова, тририбернікнепахучий, підмаренник чіпкий, талабан польовий, грицики звичайні, волошка синя, мак самосійка, незабудка польова) та дворічні (будяк польовий, петрушка собача, кропива глуха).

Багаторічні живуть і розмножуються протягом кількох років. Вони найбільш шкідливі і їх важко знищувати. Розмножуються як насінням так і вегетативними органами, відповідно до способів розмноження поділяють на: кореневищні (мати-й-мачуха звичайна, пирій повзучий, хвощ польовий, м'ята польова, чистець болотній, ясколка польова), коренепаросткові (березка польова, льонок звичайний, осот рожевий, горошок мишачий, щавель горобинний), стрижнекориневі (кульбаба лікарська, кульбаба осіння, подорожник ланцетолистий), повзучі (жовтець повзучий, подорожник великий).

Паразитні бур'яни не мають коренів і зеленого листя, внаслідок чого втратили здатність до фотосинтезу, присмоктуються до інших

[12] Рубін С. С. Загальне землеробство. Київ. Вища школа, 1971. 528 с.

рослин стебловими присосками (гаусторіями) і живляться за їх рахунок. Залежно від того, на якому органі паразитують, можуть бути стеблові (види повитиць) і кореневі (види вовчків).

Напівпаразитні бур'яни мають зелени листя, здатні до фотосинтезу, але частково живляться за рахунок інших рослин, присмоктуючись до їх коренів або надземних органів. Представниками цього типу є: кореневі напівпаразити - дзвінець великий, перстач польовий та інші; стеблові – види омел.

Видовий склад сегетальної рослинності за різними класифікаціями

Існує декілька класифікацій бур'янів, в основу яких покладено різні ознаки: за ступенем антропогенного відбору; за місцем переважної зустрічаємості, які безпосередньо не відповідають повній мірі вимогам виробництва. Найбільш практична класифікація, базується на виділенні груп бур'янів з близькою біологією розвитку, проти яких можна застосувати єдину систему агротехнічних заходів контролю. Для інформаційного задоволення вибору хімічних заходів найкраще користуватися класифікацією бур'янових угрупувань по ботанічному класу, рослини якого переважають в бур'яновому угрупуванні.

Застосування цієї класифікації для формування інформаційної бази сегетальної рослинності в посівах пшениці озимої яка вирощується в короткоротаційних сівозмінах з різними попередниками в ґрунтово-кліматичних умовах західного Лісостепу, який відзначається надмірним зволоженням та великою різноманітністю видового складу бур'янів показано в таблиці 1, 2.

Таблиця 1

Бур'янова рослинність за різними класифікаціями в посівах пшениці озимої

№ п/п	Фото	Назва	Класифікація			
			ботанічна		біологічна	
			Клас	Родина	Підтип	Група
1		Зірочник середній, або мокрець (Stellaria media L.)	Дводольні	Гвоздикові	Малорічні	Ефемери

2		Гірчак березковидний (Polygonum convolvulus L.)	Дводольні	Гречкові	Малорічні	Ранні ярі
3		Гірчиця польова (Sinapis arvensis L.)	Дводольні	Капустові	Малорічні	Ранні ярі
4		Підмаренник чіпкий (Galium aparine L.)	Дводольні	Маренові	Малорічні	Зимуючі
5		Гірчак шорсткий (Polygonum scabrum Moench.)	Дводольні	Гречкові	Малорічні	Ранні ярі
6		Шпергель звичайний (Spergula vulgaris Boenn.)	Дводольні	Гвоздико-ві	Малорічні	Ранні ярі
7		Грицики звичайні (Capsella bursa pastoris L.)	Дводольні	Капустові	Малорічні	Зимуючі
8		Трипереберник непахучий, (Tripleurospermum inodorum L.)	Дводольні	Айстрові	Малорічні	Зимуючі
9		Талабан польовий (Thlaspi arvense L.)	Дводольні	Капустові	Малорічні	Зимуючі
10		Жабрій звичайний (Galeopsis tetrahit L.)	Дводольні	Губоцвіті	Малорічні	Ранні ярі
11		Курячіочка польові (Anagallis arvensis L.)	Дводольні	Первоцвіті	Малорічні	Ранні ярі

12		Фіалка польова (Viola arvensis Murr.)	Дводольні	Фіалкові	Малорічні	Зимуючі
13		Вероніка плющолиста (Veronica hederifolia L.)	Дводольні	Ранникові	Малорічні	Зимуючі
14		Кропива глуха пурпурова (Lamium purpureum L.)	Дводольні	Губоцвіті	Малорічні	Дворічні
15		Горошок мишачий (Vicia cracca L.)	Дводоль-ні	Бобові	Багато-річні	Корене-вищні
16		Осот жовтий польовий (Sonchus arvensis L.)	Дводольні	Айстрові	Багаторіч-ні	Корене-паросткові
17		Подорожник великий (Plantago major L.)	Дводольні	Подорож-никові	Багаторіч-ні	Корене-мичкуваті
18		Чистець болотний (Stachys palustris L.)	Дводольні	Губоцвіті	Багаторіч-ні	Корене-вищні
19		Льонок звичайний (Linaria vulgaris Milk.)	Дводольні	Ранникові	Багаторіч-ні	Корене-паросткові
20		Перстач гусячий (Potentilla anserina L.)	Дводольні	Розові	Багаторіч-ні	Повзучі
21		Тонконіг однорічний (Poa annua L.).	Одно-дольні	Злакові	Малорічні	Ефемери

22		Мишій сизий (Setaria glauca L., Setaria pumila)	Одно-дольні	Злакові	Малорічні	Пізні ярі
23		Плоскуха звичайна (Echinochloa crus-galli L.)	Одно-дольні	Злакові	Малорічні	Пізні ярі
24		Метлюг звичайний (Aperaspic aventi L.)	Одно-дольні	Злакові	Малорічні	Озимі
25		Пирій повзучий (Elytrigia repens L.)	Одно-дольні	Злакові	Багаторіч-ні	Корене-вишні

Таблиця 2

Бур’янова рослинність за різними класифікаціями, в посівах сої

№ п/п	Фото	Назва	Класифікація			
			ботанічна		біологічна	
			Клас	Родина	Підтип	Група
1		Зірочник середній, або мокрець (Stellaria media L.)	Дводольні	Гвозди-кові	Малорічні	Ефемери
2		Лобода біла (Chenopodium album L.)	Дводольні	Лободові	Малорічні	Ранні ярі
3		Гірчак шорсткий (Polygonum scabrum Moench.)	Дводольні	Гречкові	Малорічні	Ранні ярі
4		Спориш звичайний (Polygonum aviculare L.)	Дводольні	Гречкові	Малорічні	Ранні ярі

5		Щириця звичайна (Amaranthus retroflexus L.)	Дводольні	Щирицеві	Малорічні	Пізні ярі
6		Галінсога дрібноквіткова, (Galinsoga parviflora Cav.)	Дводольні	Айстрові	Малорічні	Пізні ярі
7		Шпергель звичайний (Spergula vulgaris Boenn.)	Дводоль-ні	Гвозди-кові	Малорічні	Ранні ярі
8		Грицики звичайні (Capsella bursapastoris L.)	Дводольні	Капустові	Малорічні	Зимуючі
9		Триреберникнепахучий, (Tripleurospermum inodorum L.)	Дводольні	Айстрові	Малорічні	Зимуючі
10		Талабан польовий (Thlaspiar vense L.)	Дводольні	Капустові	Малорічні	Зимуючі
11		Курячіочка польові (Anagallis arvensis L.)	Дводольні	Первоцвіті	Малорічні	Ранні ярі
12		Редька дика (Raphanus raphanistrum L.)	Дводольні	Капустові	Малорічні	Ранні ярі
13		Фіалка польова (Viola arvensis Murr.)	Дводольні	Фіалкові	Малорічні	Зимуючі
14		Вероніка плющолиста (Veronica hederifolia L.)	Дводольні	Ранникові	Малорічні	Зимуючі

15		Петрушка собача звичайна (Aethusa cynapium)	Дводольні	Селерові	Малорічні	Дворічні
16		Горошок мишачий (Vicia cracca L.)	Дводольні	Бобові	Багаторічні	Кореневищні
17		Березка польова (Convolvulus arvensis L.)	Дводольні	Березкові	Багаторічні	Кореневідпаросткові
18		Осот жовтий польовий (Sonchus arvensis L.)	Дводольні	Айстрові	Багаторічні	Кореневідпаросткові
19		Кульбаба лікарська (Taraxacum officinale)	Дводольні	Айстрові	Багаторічні	Стрижнекореневі
20		Подорожник ланцетолистий (Plantago lanceolata L.).	Дводольні	Подорожникові	Багаторічні	Стрижнекореневі
21		Жовтець повзучий (Ranunculus repens L.)	Дводольні	Жовтицеві	Багаторічні	Повзучі
22		Льонок звичайний (Linaria vulgaris Milk.)	Дводольні	Ранникові	Багаторічні	Кореневідпаросткові
23		Тонконіг однорічний (Poa annua L.)	Однодольні	Злакові	Малорічні	Ефемери

24		Мишій сизий (Setaria glauca L., Setaria pumila)	Одно-дольні	Злакові	Малоріч-ні	Пізні ярі
25		Плоскуха звичайна (Echinochloa crus-galli L.)	Одно-дольні	Злакові	Малоріч-ні	Пізні ярі
26		Пирій повзучий (Elytrigia repens L.)	Одно-дольні	Злакові	Багаторіч-ні	Корене-вищні
27		Хвощ польовий (Equisetum arvense L.)	Хвощо-видні (спорові)	Хвощові	Багато-річні	Корене-вищні

Примітка. система удобрення: а – $N_{30}P_{45}K_{45}$; б – побічна продукція + $N_{15}P_{22}K_{22}$.

Фактори впливу на забур'яненість посівів

Проблема боротьби з бур'янами на буває особливої ваги в сучасних кризових умовах, коли не всі господарства мають можливість застосовувати агротехнічні заходи в основу в яких покладена біологічна особливість бур'янів.

При повторних посівах на одній і тій же площі в тих самих культур урожай знижується. Безміні посіви сприяють значному поширенню певних груп бур'янів, які добре пристосовуються до умов вирощування тих чи інших культур. Тому серед агротехнічних заходів найважливіше знання мають правильне чергування культур у сівозміні, своєчасний догляд за посівами.

При правильному чергуванні культур у сівозміні умови для бур'янів складаються по-різному. Серед озимих, багаторічних бобових трав, гречки, конопель бур'яни, як правило, пригнічуються дужче і в сприятливі роки їх тут значно менше, ніж серед ярих зернових, тому що ці культури інтенсивніше, ніж бур'яни, використовують велику надземну масу.

За сприятливих умов зволоження і достатнього забезпечення рослин поживними речовинами багато видів бур'янів глушиться також у посівах вівса та ячменю. Яра пшениця і горох хоч і дещо і поступається в цьому вівсу та ячменю, але посіви їх мають куди

більшу стійкість проти забур'янення, ніж посіви льону, проса, люпину й особливо просапних [13].

Наявність серед польових культур рослин з неоднаковими біологічними особливостями, отже з різними вимогами до прийомів їх вирощування дає можливість здійснити диференційовану агротехніку в окремі періоди роки – обробіток в оптимальні строки під ярі культури, літній обробіток під озимину, заходи догляду за посівами просапних культур.

Обробіток ґрунту – основний, передпосівний чи під час догляду за посівами дає можливість затримувати або провокувати проростання бур'янів та знищувати їх сходи в най сприятливій для нього час. Крім того, обробіток ґрунту є основним засобом регулювання екологічних умов ґрунтового середовища – фізичних властивостей та біологічних процесів, від спрямованості яких у значній мірі залежить його родючість. Проте засміченість посівів і шкода, якої завдають бур'яни землеробству, залежить не лише від рівня агротехніки чи ефективності боротьби з бур'янами окремих заходів.

Все це дозволяє вести успішну боротьбу з бур'янами протягам усього вегетаційного періоду. Таким, чином, поява бур'янів і їх кількість у посівах є наслідком дії різних за своїм впливом факторів. Виходячи з цього, у боротьбі з бур'янами треба враховувати біологічні властивості культур та характер впливу їх на бур'яни залежно від місця в сівозміні, способів обробітку ґрунту і рівня забезпеченості посівів поживними речовинами. Поряд з цим сучасний рівень технологічного озброєння землеробства створює необхідні умови для значного підвищення ефективності агротехнічних заходів у боротьбі з бур'янами [14].

Потенційна забур'яненість ґрунту в короткоротаційних сівозмінах

Серед заходів, спрямованих на боротьбу з бур'янами, найбільш ефективними є такі, що спричиняють очищення ґрунту від насіння та органів вегетативного розмноження бур'янів.

[13] Бородань В. О., Скурятін Ю. М. Вплив польових сівозмін на забур'яненість посівів у Поліссі. Вісник аграрних наук. 2002. № 7. С. 35–38.

[14] Stacked crop rotations exploit weed–weed competition for sustainable weed (2014) / Garrison A. et al. Weed Sci, vol. 62. p. 166–176.

Багатьма дослідниками засвідчена значна потенційна забур'яненість ріллі в сучасному землеробстві України. Залежно від культури господарювання вона в середньому становить від 100 до 400 і більше млн. шт./га фізично нормального насіння бур'янів в орному шарі. З піднесенням культури землеробства ця величина зменшується, але при стабільній системі землеробства їй властива консервативність. Слід мати на увазі, що посіви на полях з потенційною забур'яненістю орного шару близько 10 млн т/га фізично нормального насіння можна захистити від бур'янів сучасними агротехнічними методами [15], [16], [17].

Для оцінки протибур'янової ефективності систем основного обробітку ґрунту дуже важливо встановити особливості впливу на життєздатність насіння бур'янів їх просторового розміщення у ґрунті. Найбільше зниження потенційної забур'яненості полів її за 10 років відбулося саме у варіанті полицево-плоскорізного основного обробітку ґрунту у сівозміні – на 66 %. Наявне у ґрунту життєздатне насіння бур'янів реалізується у фактичній забур'яненості посівів. Найбільшою протибур'яновою ефективністю характеризуються варіанти основного обробітку ґрунту, у яких передбачено чергування оранки один раз на 4-5 років з безполицевими обробітками, плоскорізними чи чизельними знаряддями. Насіння бур'янів швидше втрачає життєздатність коли воно перебуває у ґрунті, а не на його поверхні. Через 4-5 років експозиції у ґрунті на глибині понад 10 см залишається 4-7 % початкової кількості життєздатного насіння, тоді як на поверхні ґрунту близько 50 % [18].

Основні причини забур'яненості складають перш за все у великих запасах життєздатного насіння і органів вегетативного розмноження бур'янів в ґрунті. За результатами багаточисленних запасів насіння бур'янів в орному шарі ґрунту змінюються від 50 млн до 3-4 млрд. на 1 га. Крім того, в ньому міститься кілометри кореневищ і кореневих відрізків багаторічних бур'янів з мільйонами вегетативних органів поновлення.

[15] Манько Ю. П., Маліборський І. І. Ефективність систем основного обробітку ґрунту в зерно просапних сівозмінах. Вісник аграрної науки. 1996. № 7. С. 5–10.

[16] Chauhan B. S. (2020) Grand Challenges in Weed Management. Front. Agron, vol. 1 (3). p. 1–4.

[17] Шикітко В. Л., Сенько Г. І. Вплив системи обробітку ґрунту на забур'яненість і продуктивність сівозміни в умовах західного Лісостепу України. Землеробство. 1993. № 68. С. 68–78.

[18] Манько Ю. П., Маліборський І. І. Ефективність систем основного обробітку ґрунту в зерно просапних сівозмінах. Вісник аграрної науки. 1996. № 7. С. 5–10.

Добре відомі і такі джерелом збільшення запасів насіння бур'янів в ґрунті, як погано очищене насіння з якими розповсюджується злісні бур'яни – вівсюг, гірчак повзучий, пирій повзучий і багато інші, а також внесення в ґрунт непідготовленого гною і особливо курячого польоту [19].

Істотне зростання потенційного забур'янення орного шару ґрунту на полях є значне розповсюдження в посівах багаторічних видів бур'янів.

При всій гостроті проблеми багаторічників на полях де вони становлять головну загрозу нашому землеробству. Головну небезпеку несуть у собі однорічні види, особливо дводольні. В основному види, які здатні формувати значну кількість насіння і створювати в ґрунті великі його запаси.

Істотними джерелами надходження насіння бур'янів в ґрунт є його осипанням з рослин, що закінчили свою вегетацію в посівах, внесення засміченого дефекату на поля, невчасне проведення лущення і оранки [20].

Збільшення забур'яненості здійснюють повторні посіви і насадження; застосування мінеральних добрив в більш високих дозах, стимулюючих проростання насіння бур'янів і їх розмноження [21].

Інтегрованим показником кількісних змін потенційної забур'яненості посівів і, одночасно, протибур'янової ефективності агротехнічних заходів є баланс насіння сегеталів в оброблюваному шарі за певний період.

В посівах кукурудзи на зелену масу (попередник пшениця озима) в середньому за роки найменший насіннєвий банк бур'янів 19,6–21,9 тис. шт./м^2 сформувався на варіантах органо-мінеральної системи удобрення (гній, 40 т/га + $N_{120}P_{100}K_{100}$) Найбільша кількість насіння сегеталів відмічена на варіантах без добрив (контроль) становила 23,2–23,0 тис. шт./м^2 (табл. 3).

Високий насіннєвий банк сегетальної рослинності в посівах пшениці озимої сформувався після попередника кукурудза на зелену масу. На варіантах традиційної системи удобрення цей показник був

[19] Assessing innovative sowing patterns for integrated weed management with a 3D crop: weed competition (2014) / Colbach N. et al. Eur. J. Agron, vol. 53. p. 74–89.

[20] Іващенко О. О., Кунак В. Д. Бур'яни. Чому зростає потенційна засміченість полів. Захист рослин. 1998. № 7. С. 24–25.

[21] Бур'яни та заходи боротьби з ними / Ю. П. Манько та інші. Київ, Учбово-методичний центр Мінагропрому України. 1998. С. 20.

найменший 18,6–22,6 тис. шт./м^2, при альтернативній системі удобрення дещо зріс 25,3–27,5 тис. шт./м^2, однак на варіантах без добрив чисельність насіння бур'янів була найвищою і становила 28,4–31,7 тис. шт./м^2. Після попередника соя кількість насіння сегеталів на варіантах з внесенням $N_{60}P_{90}K_{90}$ становило 22,3–19,7тис. шт./м^2, із застосуванням побічної продукції + $N_{30}P_{45}K_{45}$ – 18,7–24,9, на контролі без добрив 23,8–26,6 тис. шт./м^2.

В посівах ячменю ярого після попередника пшениця озима найменший насіннєвий банк бур'янів (21,0 тис. шт./м^2) сформувався при традиційному живленні. При альтернативній системі удобрення потенційна забур'яненість ґрунту була вищою і становила 27,5 тис. шт./м^2 (табл. 3).

Нашими спостереженнями встановлено, що в посівах гречки на варіанті з внесенням $N_{60}P_{60}K_{60}$ відмічена найменша кількість насіння бур'янів в ґрунті – 20,2 тис. шт./м^2, а найбільша їх кількість була на контролі (без добрив) – 28,3 тис. шт./м^2.

При вирощуванні сої найменший насіннєвий фонд сегетальних видів відмічено після попередника ячмінь ярий при традиційній системі удобрення 21,1 тис. шт./м^2 після гречки – 26,5 тис. шт./м^2, дещо вищою була на варіанті із застосуванням побічної продукції і мінеральних добрив ($N_{22,5}P_{22,5}K_{22,5}$) – 27,0 і 31,1 тис. шт./м^2.

У 2020 році потенційна забур'яненості ґрунту зберегла свою закономірність відповідно до 2016–2020 рр. В 1, 2 зерно-просапних сівозмінах насіннєвий банк бур'янів на варіантах з внесенням традиційної систем удобрення сформував найнижчі показники в посівах кукурудзи на зелену масу – 11,3–12,5 тис шт./м^2, пшениці озимої (після попередника кукурудза на зелену масу) – 14,4–15,4, ячменю ярого – 12,5 / гречки – 14,4, сої – 15,3–16,3, пшениці озимої (після сої) – 11,2–13,2 тис. шт./м^2 (табл. 3).

Зростання потенційної засміченості орного шару ґрунту вже сьогодні спонукає до необхідності істотно збільшити затрати на засоби захисту посівів від бур'янів. Надумана «економія» на заходах знищення бур'янів обертається сьогодні і ще більше обернеться в найближчому майбутньому збільшенням затрат на агротехнічні і хімічні заходи для боротьби з бур'янами. Наприклад: при сучасному

рівні забур'янення полів надійний захист посівів цукрових буряків коштує в середньому від 143 до 220 доларів США на 1 га [22].

Таблиця 3

Потенційна забур'яненість ґрунту в посівах сільськогосподарських культур в ланках сівозмін, тис. шт.м^2

Сівозміна	Попередник	Удобрення	Кількість насіння бур'янів	
			середнє за 2016-2020 рр.	2020 р.
1	2	3	4	5
Кукурудза на зелену масу				
1	Пшениця озима	Контроль (без добрив)	20,5	18,5
		Гній, 40 т/га + $N_{120}P_{100}K_{100}$	19,6	11,3
		Сидерат + $N_{60}P_{50}K_{50}$+ п. п. + $N_{60}P_{50}K_{50}$	20,3	15,0
2		Контроль (без добрив)	23,2	19,5
		Гній, 40 т/га + $N_{120}P_{100}K_{100}$	21,9	12,5
		Сидерат + $N_{60}P_{50}K_{50}$+ п. п. + $N_{60}P_{50}K_{50}$	23,0	16,3
Пшениця озима				
1	Кукурудза	Контроль (без добрив)	28,4	22,4
		$N_{60}P_{90}K_{90}$	18,6	14,4
		П. п. + $N_{45}P_{45}K_{45}$	25,3	21,5
	Соя	Контроль (без добрив)	23,8	23,7
		$N_{60}P_{90}K_{90}$	16,0	11,2
		П. п. + $N_{30}P_{45}K_{45}$	22,3	18,7
2	Кукурудза	Контроль (без добрив)	31,7	24,4
		$N_{60}P_{90}K_{90}$	22,6	15,4
		П. п. + $N_{45}P_{45}K_{45}$	27,5	22,5
	Соя	Контроль (без добрив)	26,6	25,0
		$N_{60}P_{90}K_{90}$	19,7	13,2
		П. п. + $N_{30}P_{45}K_{45}$	24,9	19,8
Ячмінь ярий				
1	Пшениця озима	Контроль (без добрив)	29,7	17,5
		$N_{60}P_{60}K_{60}$	21,0	12,5
		П. п. + $N_{30}P_{30}K_{30}$	27,5	16,2
Гречка				
2	Пшениця озима	Контроль (без добрив)	28,3	18,5
		$N_{60}P_{60}K_{60}$	20,2	14,4
		П. п. + $N_{30}P_{30}K_{30}$	27,5	17,5

[22] Marín C., Weiner J. (2014) Effects of density and sowing pattern on weed suppression and grain yield in three varieties of maize under high weed pressure. Weed Res, vol. 54. p. 467–474.

Продовження табл. 3

1	2	3	4	5
Соя				
1	Ячмінь ярий	Контроль (без добрив)	30,5	28,8
		$N_{45}P_{45}K_{45}$	21,1	15,3
		П. п. + $N_{22,5}P_{22,5}K_{22,5}$	27,0	27,7
2	Гречка	Контроль (без добрив)	34,7	30,3
		$N_{45}P_{45}K_{45}$	26,5	16,3
		П. п. + $N_{22,5}P_{22,5}K_{22,5}$	31,1	29,0

Примітка. 1, 2 – зерно-просапна сівозміна (80 % насичення зерновими культурами); П. п. – побічна продукція.

Щодо ґрунтового потенціалу бур'янів, пов'язано з наявністю запасів насіння і вегетативних органів розмноження, то сьогодні в умовах сільськогосподарського виробництва він практично необмежений: досягає млрд. і десятків млрд. на гектар [23].

Зниження потенційної засміченості орного шару насінням бур'янів – процес довготривалий. Його не можна досягти короткою компанією в кілька років, як це можна зробити в боротьбі з багаторічниками. При якісному проведенні усього комплексу агротехнічних заходів застосуванні гербіцидів за ротацію восьмипільних і десятипільних сівозмінах у стаціонарах потенційні запаси насіння бур'янів у ґрунті зменшувались відповідно на 25–35 % [24].

Таким чином, закономірності потенційної забур'яненості ґрунту насінням бур'янів дає змогу прогнозувати забур'яненість посівів сільськогосподарських культур.

Актуальна забур'яненість посівів сільськогосподарських культур

Чергування культур у сівозміні впливає на динаміку проростання і розвитку різних видів бур'янів, що зумовлює зниження запасів їх насіння в ґрунті. Кількість життєздатного насіння бур'янів в орному шарі зменшується з часом. На третій рік перебування в ґрунті життєздатного насіння з однорічних бур'янів залишається менше 5 %. За два роки, коли поле зайняте озимими та ранніми ярими культурами в ґрунт не надходить насіння пізніх ярих бур'янів,

[23] Івончик П. Н., Березівський Л. М. Забур'яненість льону. Захист рослин. 1998. № 10. С. 19–20.

[24] Іващенко О. О., Кунак В. Д. Бур'яни. Чому зростає потенційна засміченість полів. Захист рослин. 1998. № 7. С. 24–25.

оскільки в бур’яновому угрупованні холодостійких культур вони майже відсутні. За цей період насіння тих видів, що є в ґрунті, в основному, втрачає життєздатність [25].

Бур'яни проростають за порівняно низьких температур і сходять раніше кукурудзи, а більш теплолюбні – одночасно з нею, тому вони розвиваються інтенсивніше за цю культуру і сильно пригнічують її на початкових фазах росту й розвитку. Основне завдання догляду за посівами кукурудзи – створення оптимальних умов для проростання насіння та одержання дружних і повних сходів, захист їх від бур'янів, хвороб та шкідників, а також забезпечення вологою і поживними речовинами на всіх етапах органогенезу.

Кукурудза – є з найбільш цінних за кормовими і урожайними властивостями культура. За своїм біологічним потенціалом, рівнем продуктивності і якісними показниками продукції вона переважає інші зернові культури, добре реагує на оптимізацію умов життєдіяльності рослин, які створюються шляхом застосування науково обґрунтованих сівозмін [26]

У 2016-2020 роках на фоні без внесення гербіцидів найбільша кількість проростків бур’янів у посівах кукурудзи на зелений корм на початку вегетації була на варіанті з внесенням під культуру мінеральних добрив у нормі $N_{120}P_{100}K_{100}$ + гній 40 т на гектар (304–326 шт./м^2) – традиційна система удобрення. Менша чисельність сегеталів відмічена із застосуванням альтернативної системи удобрення 264–292 шт./м^2 (сидерат + $N_{60}P_{50}K_{50}$ + побічна продукція + $N_{60}P_{50}K_{50}$). До кінці вегетації культури кількість бур’янів зменшилась за рахунок зростання маси культури, яка спричинила витіснення сегетальної рослинності на 32 %. Найменше їх проросло при традиційному удобренні (95–106 шт./м^2) з абсолютно сухою масою 97,7–102,1 г/м^2(табл. 4). Найбільш поширеними видами були: грицики звичайні *(Capsella bursa-pastoris (L.) Medik.)*, гірчак шорсткий *(Polygonum lapathifolium L.)*, лобода біла *(Chenopodium album L.)*, мишій сизий *(Setaria glauca L.)*, пирій повзучий *(Elytrigia repens L.)*, горошок мишачий *(Vicia cracca L.)*, шпергель польовий *(Spergula arvensis L.).*

[25] Anderson R. L. (2003) An ecological approach to strengthen weed management in the semiarid Great Plains. Advances in Agronom, No 80. p. 33–62.

[26] Вавринович О. В., Качмар О. Й., Дубицька А. О. Вплив сівозмінного фактора на гербологічний стан посівів кукурудзи. Передгірне та гірське землеробство і тваринництво. 2018. Вип. 64. С. 3–17.

Пшениця – це основна найважливіша зернова культура, яку вирощують у всьому світі для виробництва продовольчого зерна. Впродовж усього періоду вегетації культури, з метою збереження та отримання максимальної продуктивності, важливе значення мають заходи захисту її від шкідливих організмів. Серед них чільне місце займають заходи обмеження чисельності бур'янів, які можуть бути причиною суттєвих втрат урожаю пшениці озимої.

Пшениця озима є культурою весняного кущення і добре розростається з осені, і цим пригнічує бур'янову рослинність. Однак в контрастних за набором культур сівозмінах ці процеси відбуваються по-різному. У посівах пшениці озимої в фазі кущення на початку вегетації найбільше бур'янової рослинності проросло після попередника кукурудза на зелену масу. На варіантах традиційної ($N_{60}P_{90}K_{90}$) та альтернативної (побічна продукція + $N_{30}P_{45}K_{45}$) системи удобрення чисельність становила відповідно 224–235 та 192–200 шт./м^2. Після попередника соя актуальна забур'яненість посівів була нижчою і становила на варіантах із застосуванням побічної продукції + $N_{45}P_{45}K_{45}$ (альтернативна) 198–202 шт./м^2, з внесенням $N_{90}P_{90}K_{90}$ (традиційна система) – 226–239 шт./м^2 бур'янів. Однак до кінця вегетації на удобрених варіантах бур'янова рослинність знизилась за рахунок наростання вегетативної маси культури і це пригнітило розвиток і частково витіснило кількість сегеталів. Після попередника соя при внесенні мінеральних добрив в дозі $N_{60}P_{90}K_{90}$ чисельність сегеталів становила 97–101 шт./м^2, з повітряно-сухою масою 67,6–73,1 г/м^2. Після попередника кукурудза на зелену 98–99 шт./м^2, з повітряно-сухою масою 67,0–70,0 г/м^2, що у 1,6 рази менше, ніж на контролі. На варіантах із альтернативної системи удобрення кількість бур'янів становила 118–123 та 116–123 шт./м^2 після сої та кукурудзи на зелену масу, що на 23 та 24 % є нижча відповідно до контролю (табл. 4). Переважаючими видами бур'янів були: триреберник непахучий (*Matricaria perforata Merat*.), фіалка польова *(Viola arvensis Murray.*), горошок мишачий *(Vicia cracca L.)*.

При вирощуванні ячменю ярого створюються сприятливіші умови для росту бур'янів, ніж при вирощуванні пшениці озимої, рослини якої дуже рано починають відростати і швидко нарощувати вегетативну масу. Ярі культури пізніше починають відростати, і тому менше пригнічують бур'яни, а часто і самі пригнічуються ними.

Бур'яни у посівах завдають великих втрат урожаю ячменю ярому. Вони краще пристосовуються до виживання у конкуренції за життєвий простір і джерела енергії, ніж основна культура. Таким чином, підтримання полів у чистому від бур'янів стані є найважливішою передумовою високої продуктивності культури.

В посівах ячменю ярого на початку вегетації зафіксували меншу кількість проростих бур'янів на варіантах із застосуванням побічної продукції + $N_{30}P_{30}K_{30}$ – 283 шт./м^2 із підвищенням дози добрив до $N_{60}P_{60}K_{60}$ чисельність зросла і становила 327 шт./м^2. Загалом в кінці вегетації кількість сегеталів зменшилась на 46 % відповідно до фази кущення, це відбулось за рахунок наростання маси культури, яка спричинила пригнічення і часткове витіснення бур'янових видів. На контролі (без добрив) чисельність бур'янів була найвищою і становила – 268 шт./м^2, з повітряно-сухою масою 180,9 г/м^2, що в 1,5 і 1,3 рази є більшим, ніж на варіантах з традиційною та альтернативною системою удобрення (табл. 4). Найбільш домінуючими видами сегетальної рослинності були (шпергель польовий *(Spergula arvensis L.)*, зірочник середній *(Stellaria media (L.) Vill.)*, гірчак шорсткий *(Polygonum lapathifolium L.)*,горошок мишачий *(Vicia cracca L.)*, куряче просо *(Echinochloa crus galli (L.) P. Beauv)*), фіалка польова *(Viola arvensis Murray.*), пирій повзучий *(Elytrigia repens L.).*

Гречка у зв'язку з пізніми строками висівання та скоростиглістю є страховою культурою для пересівання загиблої озимини. Її використовують для післяукісних і післяжнивних посівів, а також як сидеральну культуру на зелене добриво. Гречка є добрим попередником для інших культур. Пояснюється це тим, що на площах, де її вирощують широкорядним способом, значно зменшується кількість бур'янів завдяки кількаразовим допосівним обробіткам ґрунту та міжрядним розпушуванням, а на звичайних рядкових - внаслідок пригнічення бур'янів під покривом гречки. Культури, які розміщують у сівозміні після гречки, краще забезпечуються фосфором і калієм, на які багаті післяжнивні рештки гречки.

У посівах гречки облік забур'яненості був високий на варіантах з внесенням $N_{60}P_{60}K_{60}$ і становив 245 шт./м^2 дещо нижчим він був на варіанті з внесенням побічної продукції $N_{30}P_{30}K_{30}$ – 228 шт./м^2. Перед збиранням культури при традиційній системі удобрення чисельність

сегеталів у 1,9 рази знизилась і становила 106 шт./м^2, з масою бур'янів 107,4 г/м^2 (табл. 4). Переважаючими видами бур'янів були мишій сизий *(Setaria glauca L.)*, гірчак шорсткий *(Polygonum lapathifolium L.),* лобода біла *(Chenopodium album L.)*.

Зернобобові культури мають велике агротехнічне значення. Вони є добрим попередником для більшості польових культур. При внесенні мінеральних добрив вони, як і інші зернобобові культури, ставлять відносно невеликі вимоги до вибору попередника, тому їх часто розміщують після озимих зернових. Однак взаємовідносини між культурами і бур'янами сої та кормових бобів складаються по різному. В перший період вегетації рослини ростуть дуже повільно і мало впливають на умови росту бур'янів, спричинюючи швидкий ріст сегетальної рослинності, кореневі виділення збагачені на азот та інші сполуки, покращують умови живлення бур'янів.

Таблиця 4

Актуальна забур'яненість в посівах сільськогосподарських культур середнє 2016–2020 рр.

Сівозміна	Попередник	Удобрення	Кількість бур'янів, шт./м^2		Маса бур'янів, г/м^2
			кущення	збирання	
1	2	3	4	5	6
Кукурудза на зелену масу					
1	Пшениця озима	Контроль (без добрив)	286	172	136,7
		Гній, 40 т/га + $N_{120}P_{100}K_{100}$	326	106	102,1
		Сидерат + $N_{60}P_{50}K_{50}$+ п.п. + $N_{60}P_{50}K_{50}$	292	128	119,2
2		Контроль (без добрив)	267	169	133,2
		Гній, 40 т/га + $N_{120}P_{100}K_{100}$	304	95	97,7
		Сидерат + $N_{60}P_{50}K_{50}$+ п.п. + $N_{60}P_{50}K_{50}$	264	118	111,9
Озима пшениця					
1	Кукурудза	Контроль (без добрив)	190	159	130,9
		$N_{90}P_{90}K_{90}$	235	98	70,0
		П.п. + $N_{45}P_{45}K_{45}$	200	116	92,8
	Соя	Контроль (без добрив)	196	157	122,9
		$N_{60}P_{90}K_{90}$	239	97	73,1
		П.п. + $N_{30}P_{45}K_{45}$	202	118	86,4

Продовження табл. 4

1	2	3	4	5	6
2	Кукурудза	Контроль (без добрив)	178	157	140,1
		$N_{90}P_{90}K_{90}$	224	99	67,0
		П.п. + $N_{45}P_{45}K_{45}$	192	123	97,0
	Соя	Контроль (без добрив)	190	154	133,7
		$N_{60}P_{90}K_{90}$	226	101	67,6
		П.п. + $N_{30}P_{45}K_{45}$	198	123	89,0
Ячмінь ярий					
1	Пшениця озима	Контроль (без добрив)	279	268	180,9
		$N_{60}P_{60}K_{60}$	327	175	109,6
		П.п. + $N_{30}P_{30}K_{30}$	283	211	145,4
Гречка					
2	Пшениця озима	Контроль (без добрив)	212	195	153,8
		$N_{60}P_{60}K_{60}$	245	130	117,3
		П.п. + $N_{30}P_{30}K_{30}$	228	161	134,7
Соя					
1	Ячмінь ярий	Контроль (без добрив)	137	140	172,0
		$N_{45}P_{45}K_{45}$	165	78	111,4
		П.п. + $N_{22,5}P_{22,5}K_{22,5}$	147	93	159,1
2	Гречка	Контроль (без добрив)	168	168	181,1
		$N_{45}P_{45}K_{45}$	194	102	122,8
		П.п. + $N_{22,5}P_{22,5}K_{22,5}$	182	117	148,2

Примітка. 1, 2 – зерно-просапна сівозміна (80 % насичення зерновими культурами); П. п. – побічна продукція.

У посівах сої на варіантах із внесення побічної продукції + $N_{22,5}P_{22,5}K_{22,5}$ цей показник становив 165–194, $N_{45}P_{45}K_{45}$ – 78–102 шт./м^2. Перед збиранням сої забур'яненість на всіх варіантах значно знизилась. На варіантах без добрив (контроль) чисельність сегеталів була високою і становило – 140 та 168 шт./м^2 після різних попередників (ячмінь ярий, гречка).

Однак погодні умови сприяли росту і розвитку культури. Внесення традиційної і альтернативної системи удобрення покращує вегетативну масу культури, яка сприяла зниженню чисельності сегеталів. Після попередника ячмінь ярий – 78–93 шт./м^2, після гречки 102–117 шт./м^2, що в 1,8 та 1,7 рази є нижчим, ніж у фазі кущення (табл. 4). Переважаючими видами є редька дика *(Raphanus raphanistrum L.)*, гірчак шорсткий *(Polygonum lapathifolium L.)*, лобода біла *(Chenopodium album L.)*.

Конкурентоздатність сільськогосподарських культур до бур'янів у сівозмінах

Впровадження науково обґрунтованих сівозмін є важливим фактором для боротьби з бур'янами. Внаслідок різних біологічних особливостей культурних рослин (швидкість росту, висота і форма стебла, розташування і форма листкової поверхні тощо), а також під впливом агротехнічних заходів у посівах культурних рослин створюються різні умови для росту бур'янів. Отже, чергування різних культур змінює їх взаємовідношення з бур'янами і дає можливість забезпечувати найкращий ріст культурних рослин та створювати гірші умови для розвитку бур'янів [27].

Забур'яненість сівозміни із розрахунку на одне поле залежить від складу і співвідношення в ньому груп культур, які по різному протидіють конкуренції бур'янів. Справа в тому, що окремі види та біологічні групи бур'янів в процесі еволюції пристосувались до певних культур і стали їх супутниками. Чим більше подібності у циклах розвитку культурних рослин і бур'янів, тим частіше вони ростуть разом і пригнічують одне одного. Озимі та зимуючі види забур'яніють переважно посіви озимих культур та багаторічних трав, ранні ярі бур'яни посіви ранніх ярих, а пізні - пізніх ярих культур. Відомо, що добре розвинуті культурні рослини краще пригнічують бур'яни. Насичення сівозміни різними ярими зерновими колосовими та зернобобовими культурами знижує їх забур'яненість перш за все, за рахунок обмеження кількості багаторічних бур'янів, що пояснюється неспівпаданням циклів розвитку багаторічних та ярих зернових і зернобобових культур. Високе насичення сівозмін однойменними культурами з неминучим при цьому використанням повторних посівів супроводжується посиленням забур'яненості культур. Запровадження сівозмін з урахуванням біологічних особливостей бур'янів і культурних рослин сприяє зменшенню забур'яненості посівів та підвищенню врожайності всіх культур, що вирощують у сівозмінах [28].

Найбільш інформативним критерієм оцінки шкодочинності бур'янів є їх маса в посівах [29]. Формування надземної маси бур'янів у

[27] Ларіонов Д. К., Макодзеба І. О. Бур'яни та боротьба з ними. Київ. Держсільгоспвидав УРСР, 1963. 240 с.

[28] Бородань В. О., Скурятін Ю. М. Вплив польових сівозмін на забур'яненість посівів у Поліссі. Вісник аграрних наук. 2002. № 7. С. 35–38.

[29] Лазаускас П. М. Взаимосвязь между засоренностью и продуктивностью агрофитоценоза и

значній мірі залежить від вирощуваної культури [30], [31]. Вивчення їх сумісного росту, накопичення вегетативної маси дає змогу оцінити ряд показників, що характеризують конкурентні відносини між культурами і бур'янами [32].

Конкуренція в цілому являється універсальним процесом для всі видів угрупувань. Вона завжди охоплює повний комплекс життєвих ресурсів, багатогранна в своїх механізмах і проявах. Сільськогосподарські культури і бур'яни трофічні еквіваленти, належать до одного автотрофного блоку, при цьому конкурентне відношення між ними відзначається значною гостротою і нерідким явищем рішаючим фактором у формуванні врожаю [33], [34].

На взаємовідношення культурних рослин і бур'янів великий вплив має чисельність компонентів агрофітоценозу і співвідношення їх вікових груп. Ступінь конкурентоздатності бур'янів залежить від їх віку, найбільш конкурентоздатні ранні сходи бур'янів.

Проаналізувавши особливості конкурентних відносин між кукурудзою і бур'янами в середньому за 2016-2020 рр. встановили, за умов застосування добрив зростає "тиск" культури на бур'яни. На варіантах з внесенням традиційної системи удобрення співвідношення мас культури і бур'янів становило 22,8–25,2. На варіантах без внесення мінеральних добрив маса бур'янів була високою, що спричинило зменшення «тиск» кукурудзи на сегетальну рослинність 13,7–14,1, однак співвідношення бур'янів у культурі і без неї зросло в 0,41 та 0,46 рази (табл. 5).

Конкурентні відносини між пшеницею озимою та бур'янами з таблиці 5 видно, що найменший конкурентний „тиск" бур'янів на культурний компонент у посівах забезпечувався у зерновій сівозміні (попередник кукурудза на зелену масу). За сумісного співіснування культури і бур'янів оптимальне співвідношення їх мас сформувались на варіантах без добрив на рівні – 5,6–6,2, на удобрених ($N_{60}P_{90}K_{90}$) – 19,4–21,3. Після попередника соя, озима пшениця є найбільш конкурентоздатною на варіантах з внесенням мінеральних добрив –

земледелие. Засоренность и борьба с сорняками. Вильнюс, 1976. С. 66–77.

[30] Van Acker R. C. (2009) Weed biology serves practical weed management. Weed research, vol. 49. p. 1–5.

[31] Грабак Н. Х. Поліпшення обробітку ґрунту в Степу. Вісник аграрної науки. 2003. № 3. С. 12–14.

[32] Anderson R. L. (2015) Integrating a complex rotation with no-tillim proves weed management in organic farming. Agron. Sustain. Dev, vol. 35 (3). p. 967–974

[33] Злобин Ю. А. Агрофитоценология. Харків, 1986. 73 с.

[34] Assessment of yield and economic losses in agriculture due to weeds in India (2018) / Gharde Y. et al. Crop Prot, vol. 107. p. 12–18.

22,1–23,3, а на контролі є набагато нижчою і становило 7,3–8,5.Однак співвідношення маси бур'янів у культурі і без неї при застосування традиційної системи удобрення цей показник є низький 0,17, на контролі значно вищий 0,42.

Таблиця 5

Конкурентні відносини між культурами і бур'янами в ланках сівозмін середнє за 2016–2020 рр.

Сівозміна	Попередник	Удобрення	Культура без бур'янів, г/м^2	Сумісний розвиток культури і бур'янів		Бур'яни без культури, г/м^2	Співвідношення маси	
				культура, г/м^2	бур'яни, г/м^2		культури і бур'янів	бур'янів у культурі і без неї
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Кукурудза на зелену масу								
1	Пшениця озима	Контроль (без добрив)	2777,3	1922,0	136,7	296,5	14,1	0,46
		Гній, 40 т/га + $N_{120}P_{100}K_{100}$	3628,3	2328,0	102,1	338,8	22,8	0,30
		Сидерат + $N_{60}P_{50}K_{50}$+ п. п. + $N_{60}P_{50}K_{50}$	3462,8	2166,1	119,2	327,3	18,2	0,36
2		Контроль (без добрив)	2962,1	1830,0	133,2	325,5	13,7	0,41
		Гній, 40 т/га + $N_{120}P_{100}K_{100}$	3730,2	2460,0	97,7	392,5	25,2	0,25
		Сидерат + $N_{60}P_{50}K_{50}$+ п.п. + $N_{60}P_{50}K_{50}$	3515,2	2245,3	111,9	356,9	20,1	0,31
Пшениця озима								
1	Кукурудза	Контроль (без добрив)	1438,8	818,0	130,9	331,8	6,2	0,39
		$N_{90}P_{90}K_{90}$	2334,0	1356,1	70,0	385,7	19,4	0,18
		П. п. + $N_{45}P_{45}K_{45}$	1946,7	1250,0	92,8	350,7	13,5	0,26
	Соя	Контроль (без добрив)	1489,8	1042,0	122,9	296,3	8,5	0,41
		$N_{60}P_{90}K_{90}$	2729,0	1614,1	73,1	427,1	22,1	0,17
		П.п. + $N_{30}P_{45}K_{45}$	2299,8	1344,1	86,4	359,4	15,6	0,24

Продовження табл. 5

1	2	3	4	5	6	7	8	9
2	Кукурудза	Контроль (без добрив)	1509,2	786,0	140,1	292,2	5,6	0,48
		$N_{90}P_{90}K_{90}$	2490,2	1424,0	67,0	356,7	21,3	0,19
		П. п. + $N_{45}P_{45}K_{45}$	2118,3	1258,0	97,0	310,4	13,0	0,31
	Соя	Контроль (без добрив)	1455,2	982,1	133,7	320,1	7,3	0,42
		$N_{60}P_{90}K_{90}$	2815,4	1573,2	67,6	396,3	23,3	0,17
		П. п. + $N_{30}P_{45}K_{45}$	2317,0	1268,0	89,0	364,1	14,2	0,24
Ячмінь ярий								
1	Пшениця озима	Контроль (без добрив)	558,5	236,8	180,9	364,3	1,3	0,50
		$N_{60}P_{60}K_{60}$	1303,6	580,2	109,6	344,0	5,3	0,32
		П. п. + $N_{30}P_{30}K_{30}$	942,0	401,5	145,4	360,3	2,8	0,40
Гречка								
2	Пшениця озима	Контроль (без добрив)	584,0	454,2	153,8	336,6	3,0	0,46
		$N_{60}P_{60}K_{60}$	909,6	675,0	117,3	421,2	5,8	0,28
		П. п. + $N_{30}P_{30}K_{30}$	724,6	577,4	134,7	389,5	4,3	0,35
Соя								
1	Ячмінь ярий	Контроль (без добрив)	1326,4	952,1	172,0	323,4	5,5	0,53
		$N_{45}P_{45}K_{45}$	1724,1	1224,1	111,4	416,0	11,0	0,27
		П. п. + $N_{22,5}P_{22,5}K_{22,5}$	1436,8	1063,2	159,1	389,0	6,7	0,41
2	Гречка	Контроль (без добрив)	1481,3	1104,0	181,1	390,3	6,1	0,46
		$N_{45}P_{45}K_{45}$	1755,5	1302,4	122,8	466,6	10,6	0,26
		П. п. + $N_{22,5}P_{22,5}K_{22,5}$	1620,4	1212,5	148,2	411,4	8,2	0,36

Примітка. 1, 2 – зерно-просапна сівозміна (80 % насичення зерновими культурами); П. п. – побічна продукція.

Вивчення їх сумісного росту, накопичення вегетативної маси дає змогу оцінити конкурентні відносини між культурами і бур'янами. Вища конкурентоздатність ячменю ярого щодо бур'янів була при традиційному мінеральному живленні: співвідношення маси культури і бур'янів – 5,3. Стійкість культури до проростання бур'янів у посівах значно знижувалась на контролі, коефіцієнт конкурентоздатності становить 1,3, однак співвідношення маси бур'янів у культурі і без неї є відповідно вищим – 0,50, ніж на удобрених варіантах – 0,32 і 0,40.

Особливості конкурентних відносин гречки та бур'янів встановлено, що стійкість культури до проростання бур'янів у посівах значно зросла при внесенні $N_{60}P_{60}K_{60}$, коефіцієнт конкурентоздатності – 5,8. Найнижчим цей показник був на контролі і становив 3,0.

При взаємовідношенні сої та бур'янів вища конкурентоспроможність була на варіантах з внесенням $N_{45}P_{45}K_{45}$: співвідношення мас культури і бур'янів становило 11,0 (попередник ячмінь ярий) та 10,6 (попередник гречка). Стійкість культури до проростання бур'янів у посівах значно знижується на контролі, коефіцієнт конкурентоздатності – 5,5 та 6,1 після попередників. Однак співвідношення бур'янів у культурі і без неї зросло в 0,46 – 0,53 рази (табл. 5).

Таким чином, показник конкурентоздатності сільськогосподарських культур щодо бур'янів, свідчить про перевагу застосуванню мінерального живлення, що в значній мірі впливає на зниження шкідливості бур'янових компонентів. Також збільшення або зменшення маси сегетальної рослинності веде до зміни врожаю сільськогосподарських культур.

Винос поживних речовин бур'янами в посівах сільськогосподарських культур

Винос бур'янами поживних речовин залежить від багатьох чинників, він є надзвичайно важливим критерієм оцінювання агротехнічних факторів. Концептуальна модель інтегрованої системи захисту рослин від бур'янів повинна мати інформацію про показники виносу поживних речовин та їхні зміни залежно від агротехнічних факторів. Це дасть можливість відшукати раціональні шляхи ефективного використання добрив, приймати рішення по запобіганню втрат поживних речовин з ґрунту в конкретних ґрунтово-кліматичних умовах [35].

Однією з причин зниження врожайності сільськогосподарських культур є шкодочинність бур'янів, що обумовлюється виносом ними з ґрунту поживних речовини, які необхідні для культурних рослин. Виносячи з ґрунту значну частину доступних сполук мінерального

[35] Винос основних елементів живлення бур'янами в агрофітоценозах Полісся / Л. І. Ворона та ін. Збірник наукових праць ННЦ "Інститут землеробства НААН". 2006. Вип. 1/2. С. 26–33.

живлення, бур’яни знижують коефіцієнт їх використання культурними рослинами [36], [37].

В результаті досліджень М. С. Шевченка [38] за різних темпів виносу поживних речовин визначено неоднозначність їх впливу на культурні рослини в межах таких біогруп бур’янів як малорічні та багаторічні. Злакові бур’яни (мишій сизий (*Setaria glauca (L.) Beauv*), плоскуха звичайна (*Echinochloa crus-galli (L.) Beauv.*)) слабкіше пригнічували кукурудзу порівняно з двосім’ядольними. В агроценозі “кукурудза – злакові бур’яни” культура виявилася більш конкурентоздатною і винос азоту нею перевищував винос бур’янами на 18,7 кг/га, фосфору на 8,4 кг/га та калію на 25,3 кг/га.

Бур'яни поглинають з ґрунту велику кількість поживних речовин, погіршують тим самим нормальний ріст і розвиток культурних рослин. Через відсутність належних заходів захисту від бур'янів в посівах сільськогосподарських культур у Лісостепу України бур'яни здатні поглинати: азоту 160–200 кг/га; фосфору 55–90 кг/га; калію 170–250 кг/га [39], [40].

Бур'яни поглинають з ґрунту велику кількість поживних речовин, погіршують тим самим нормальний ріст і розвиток культурних рослин.

Спостереження показують, що при забезпеченні азотом та калієм бур’яни добре розвиваються сильніше конкурують з культурними рослинами. Вміст фосфору у сухій речовині різних видів сегеталів, на відміну від азоту і калію, значно менший.

Винос мінеральних речовин бур’янами залежить, насамперед, від сформованої ними маси на одному гектарі посіву. Вегетативна маса бур'янів є показником інтегрованим, що об'єднує вплив фітоценозу і вказує на роль конкретного організму в агроценозі. Аналіз отриманих даних показав, що у посівах кукурудзи на зелену масу найбільший

[36] Борона В. П., Задорожний В. С., Карасевич В. В. Інтегрована боротьба з бур’янами в посівах кормових та зернофуражних культур. Матеріали науково-теоретичної конференції “Особливості забур’янення посівів і захист від бур’янів у сучасних умовах”. Київ, 2000. С. 55–57.

[37] Chauhan B., Singh R., Mahajan G. (2012) Ecology and management of weeds under conservation agriculture. Crop Prot, vol. 38. p. 57–65.

[38] Шевченко М. С. Природоохоронна модернізація базових елементів землеробства як фактор оптимізації агроценозів. Бюл. Ін-ту зернового господарства УААН. 2005. № 26/27. С. 7–11.

[39] Дерев’янський В. П. Залежно від засміченості. Карантин і захист рослин. 2004. № 6. С. 26–27.

[40] Іващенко О. О. Наші завдання сьогодні. Матеріали 3-ї науково-теоретичної конференції Українського наукового товариства гербологів «Забур’яненість посівів та засоби і методи її зниження» 5-6 березня 2002 р. Київ, 2002. С. 3–6.

сумарний винос мінеральних речовин – 114,7–117,0 кг/га відмічений на варіантах із застосування органо-мінеральної системи удобрення, що у 2,6 рази є вищим порівняно до контролю. З яких на азот (N) припадає 61,47–62,60, фосфор (P_2O_5) – 12,78–13,71, калій (K_2O) – 39,31–41,82 кг/га (табл. 6).

Таблиця 6

Винос мінеральних речовин сегетальною рослинністю у посівах сільськогосподарських культур в ланках сівозмін, середнє за 2016–2020 рр.

Сівозміна	Попередник	Удобрення	Вміст поживних речовин у сегетальній рослинності, %			Винос поживних речовин з ґрунту надземною масою бур'янів,кг/га			Сумарний винос NPK бур'янами кг/га
			N	P_2O_5	K_2O	N	P_2O_5	K_2O	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Кукурудза на зелену масу									
1	Пшениця озима	Контроль (без добрив)	1,56	0,76	0,77	22,86	9,81	11,69	44,4
		Гній, 40 т/га + $N_{120}P_{100}K_{100}$	4,84	1,14	3,07	62,60	12,78	39,31	114,7
		Сидерат + $N_{60}P_{50}K_{50}$+ п.п. + $N_{60}P_{50}K_{50}$	2,88	1,02	2,27	42,23	11,90	33,50	87,6
2		Контроль (без добрив)	1,54	0,81	0,80	22,53	11,25	11,93	45,7
		Гній, 40 т/га + $N_{120}P_{100}K_{100}$	4,81	1,22	3,15	61,47	13,71	41,82	117,0
		Сидерат + $N_{60}P_{50}K_{50}$+ П. п. + $N_{60}P_{50}K_{50}$	3,08	1,16	2,17	43,13	13,62	31,11	87,9
Пшениця озима									
1	Кукурудза	Контроль (без добрив)	2,06	0,75	1,51	22,61	8,27	17,84	48,7
		$N_{90}P_{90}K_{90}$	4,35	1,58	4,71	33,46	12,12	34,24	79,8
		П. п. + $N_{45}P_{45}K_{45}$	2,64	1,08	3,35	23,49	9,17	30,50	63,2
	Соя	Контроль (без добрив)	2,23	0,80	1,64	24,31	8,77	18,70	51,8
		$N_{60}P_{90}K_{90}$	4,08	1,63	4,71	32,47	12,75	36,16	81,4
		П. п. + $N_{30}P_{45}K_{45}$	3,26	1,09	3,65	28,67	9,44	31,38	69,5

Продовження табл. 6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2	Кукуруза	Контроль (без добрив)	2,13	0,92	1,49	25,57	10,50	18,42	54,5
		$N_{90}P_{90}K_{90}$	4,30	1,58	4,55	33,59	11,91	35,64	81,1
		П. п. + $N_{45}P_{45}K_{45}$	2,70	1,08	3,42	25,97	9,99	33,23	69,2
	Соя	Контроль (без добрив)	2,23	0,95	2,05	25,41	10,78	24,10	60,3
		$N_{60}P_{90}K_{90}$	4,24	1,66	4,82	32,45	12,45	36,11	81,0
		П. п. + $N_{30}P_{45}K_{45}$	3,56	1,28	3,85	30,65	10,84	32,95	74,4
Ячмінь ярий									
1	Пшениця озима	Контроль (без добрив)	2,72	0,85	3,80	31,00	10,43	37,56	79,0
		$N_{60}P_{60}K_{60}$	3,74	1,20	4,22	47,62	14,78	57,85	120,2
		П. п. + $N_{30}P_{30}K_{30}$	3,03	1,11	3,45	37,73	14,20	42,03	94,0
Гречка									
2	Пшениця озима	Контроль (без добрив)	5,08	1,07	2,97	63,36	13,61	35,48	112,5
		$N_{60}P_{60}K_{60}$	6,54	1,58	5,27	86,20	21,31	70,33	177,8
		П. п. + $N_{30}P_{30}K_{30}$	5,80	1,23	4,32	76,08	17,92	59,37	153,4
Соя									
1	Ячмінь ярий	Контроль (без добрив)	3,19	0,98	3,85	49,12	15,07	53,04	117,2
		$N_{45}P_{45}K_{45}$	5,91	1,36	5,89	80,71	18,52	79,37	178,6
		П. п. + $N_{22,5}P_{22,5}K_{22,5}$	4,30	1,18	5,34	56,81	16,60	75,80	149,2
2	Гречка	Контроль (без добрив)	3,14	1,04	3,45	47,36	15,47	46,68	109,5
		$N_{45}P_{45}K_{45}$	6,05	1,48	6,10	83,27	20,78	85,66	189,7
		П. п. + $N_{22,5}P_{22,5}K_{22,5}$	4,46	1,20	5,02	62,77	17,71	72,94	153,4

Примітка. 1, 2 – зерно-просапна сівозміна (80 % насичення зерновими культурами); П. п. – побічна продукція.

У посівах пшениці озимої після попередника кукурудза на зелену масу відмічено менший винос елементів живлення бур'янами ніж після сої. На варіантах з внесенням мінеральних добрив в нормі $N_{90}P_{90}K_{90}$ (після кукурудзи і сої) винос є найвищий і становив 79,8–81,1 та 81,0–81,4 кг/га з яких на азот (N) припадає 33,46–33,59 та 32,47–32,45, на фосфор (P_2O_5) – 11,91–12,12 і 12,45–12,75, на калій (K_2O) – 34,24–40,06 і 36,11–36,16 кг/га. На варіантах з альтернативною системою удобрення сумарний винос поживних речовин сегеталами був дещо нижчий і складав 63,2–69,2 після кукурудзи, 69,5–74,4 кг/га після попередника соя. Найменший винос елементів живлення був на варіантах без добрив 48,7–54,5 та 51,8–60,3 кг/га.

В посівах ячменю ярого найвищий сумарний винос мінеральних речовин – 120,2 кг/га відмічено при традиційній системі удобрення. На варіанті без добрив (контроль), цей показник був найменший і становив 79,90 кг/га з яких винос азоту (N) становить 31,00, фосфору (P_2O_5) – 10,43, калію (K_2O) – 37,56 кг/га.

В посівах гречки найменший сумарний винос мінеральних речовин сегетальною рослинністю був на варіанті без добрив (контроль) – 117,4 кг/га. Дещо вищим був на варіанті з внесенням побічної продукції і мінерального живлення 153,4 кг/га. Однак, внесення мінеральних добрив в нормі $N_{60}P_{60}K_{60}$ збільшило винос поживних речовин на 34 %, порівняно до контролю. Виявлено, що у посівах гречки найбільше з бур'янами виносилось азоту (86,20 кг/га), дещо менше калію (70,33 кг/га) і найменше фосфору (21,31 кг/га).

Найменший сумарний винос мінеральних речовин в посівах сої – 113,8–118,4 кг/га (попередники гречка, ячмінь ярий) був на варіантах без добрив При внесенні побічної продукції і $N_{22,5}P_{22,5}K_{22,5}$цей показник дещо зростає і становив 163,9–163,6 кг/га, Із застосуванням традиційної системи удобрення винос був найвищий 178,6 після ячменю ярого та 189,7кг/га після гречки, що збільшило винос у 1,5 та 1,7 рази, порівняно до контролю з яких на азот (N) припадає – 80,71–83,27, фосфор (P_2O_5) – 18,52–20,78, калій (K_2O) – 79,37–85,66 кг/га (табл. 6).

Таким чином, винос мінеральних речовин бур'янами залежить, насамперед, від сформованої ними маси на одному гектарі посіву. Вегетативна маса бур'янів є інтегрованим показником, що об'єднує вплив фітоценозу і вказує на роль конкретного організму в агроценозі.

Шкодочинність бур'янів в посівах сільськогосподарських культур

Негативний ефект від присутності бур'янів у складі агрофітоценозу в першу чергу проявляється на рості і розвитку культурної рослини, що в результаті призводить до зниження її урожайності. Крім цього бур'яни створюють перешкоди для виконання технологічних операцій, що знижує їх ефективність і призводить до зростання витрат праці і коштів на їх проведення. Шкода від бур'янів виражається у пригніченні росту і розвитку культурних рослин через зміну екологічних умов; зниження

продуктивності сільськогосподарських культур; ускладнення у проведенні технологічних операцій, тощо. Обсяг можливої шкоди від присутності бур'янів у посівах залежить від рівня присутності бур'янового угрупування, метеорологічних умов, технологічних заходів вирощування та інше.

Крім поняття шкоди, як негативного впливу окремого виду або бур'янового угрупування і цілому, є термін шкодо чинність.

Шкодочинність – це об'єктивно інтегрована властивість бур'янів пригнічувати ріст і розвиток культурних рослин, знижуючи їх урожай та погіршувати його якість.

Вплив бур'янів на продуктивність сільськогосподарських культур визначається багатьма факторами – видовий склад бур'янів, інтенсивність їх сходів, умови періоду початку засмічення посівів, конкурентна здатність культури.

Плоскуха звичайна знижує урожай зерна кукурудзи на 2 %, лобода біла – на 10 % порівняно з кукурудзою, яка прополювалась у фазі 4-5 листочків. Крім того, виявлено, що лобода біла виділяє щавлеву кислоту, яка пригнічує ріст і розвиток кукурудзи.

При вивченні конкурентоздатності кукурудзи та бур'янів встановлено, що гірчиця польова навіть при незначній забур'яненості знижує урожай в 1,5-2 рази, а при значній – у 5-6 разів. Менше шкоди завдає посівам кукурудзи мишій зелений та чистець однорічний. Дурман звичайний, мишій зелений і гірчиця польова при забур'яненості 10-15 рослин на 1 м^2 знижували урожай кукурудзи відповідно на 14,9, 18,4 і 16,6 ц/га. Ще більшої шкоди завдають багаторічні коренепаросткові бур'яни (гірчак березковидний, осот рожевий, осот жовтий польовий). При такій засміченості ці бур'яни знижують урожай зерна на 50–80 %.

При природній забур'яненості (170 шт.м^2, повітряно-сухій масі 89,5 г/м^2) недобір урожаю ячменю дорівнював 6,8 ц/га, або 16,1 %. При зменшенні забур'яненості на 50 і 75 % втрати урожаю зменшилась відповідно на 3,8 і 2,0 ц/га. 20 шт. бур'янів на 1 м^2 в посівах ячменю є порогом шкодочинності.

Шкодочинність бур'янів у посівах озимої пшениці при наявності 5 бур'янів на 1 м^2. Зниження врожаю зерна при цьому досягало 5,3–5,7 ц/га.

Урожайність ярої пшениці знижується на 20 % і ячменю на 7 % при 20 рослинах гречки татарської на 1 м^2, 30 рослин цього бур'ян

знижували врожай відповідно на 35 і 11 %, 80 – на 450 і 26 %, а 180 рослин – на 67 і 57 %

Просапні культури більш чутливі до забур'яненості посівів, ніж культури суцільного посіву. Для них економічні пороги шкодочинності значно нижчі. Для малорічних бур'янів вони становлять: у посівах цукрових буряків – 1–8 шт./м^2, кукурудзи на силос – 3–10, картоплі – 3–15, соняшнику – 18–50 шт./м^2.

Бур'яни в посадках картоплі значно знижують врожайність картоплі та якість бульб. Навіть при забур'яненості 10 шт./м^2 врожайність зменшилась на 36,6 %, зі збільшенням кількості до 40 шт./м^2 – на 69,8 %, а вміст крохмалю і сухих речовин – на 1,2-1,5 %.

За розрахунками ЦІНАО, при звичайній засміченості посівів бур'яни виносять з ґрунту щорічно 10 млн. тон поживних речовин. Навіть при слабкій забур'яненості (15 шт./м^2), земля втрачає близько 15 кг/га азоту, 10 кг/га фосфору і 40 кг/га калію. В той час як формування 1 тону зерна рослин потребують 25 кг азоту, 15 кг фосфору, 15 кг калію. При високій забур'яненості (51–100 шт./м^2) урожай зерна кукурудзи знижується на 24 ц/га, при середній (16–50 шт./м^2) – на 8 ц/га; цукрових буряків відповідно на 46 ц/га і 13,2 ц/га [41].

Дослідження вже при мінімальній забур'яненості (10 шт./м^2) плантація картоплі на дерново-підзолистих супіщаних ґрунтах урожай її знижується на 36,6 %.

Розрахунки в середньому за 2016–2020 рр. показали, що в посівах кукурудзи на зелену масу у 1, 2 зерно-просапних сівозмінах на варіантах із застосуванням органо-мінеральних добрив сформувалась найвища врожайність – 43,3 на фоні з гербіцидам та 40,1 т/га без хімічного захисту і з найменшим зниженням врожаю від присутності бур'янів в посівах 7,4 %. Більш вагоме зниження врожаю за альтернативної системи удобрення – 34,12 та 30,88 т/га із 9,5 % (табл. 7).

Кращим попередником в посівах пшениці озимої є соя, зниження врожаю від присутності бур'янів становило відповідно 6,6 % на фоні традиційного мінерального живлення з врожайністю пшениці озимої 5,22 т/га, а на фоні альтернативної системи удобрення 8,3 %, з

[41] Безручко О. І. Шкодочинність бур'янів у посівах сільськогосподарських культур. Агроінком. 1998. № 1–2. С. 18–20.

врожайністю 3,84 т/га. Після попередника кукурудзи на зелену масу на органо-мінеральному фоні зниження становило відповідно 7,0 %.

Таблиця 7

Шкодочинність бур'янів в посівах сої, середнє 2016–2020 рр., т/га

Сівозміна	Попередник	Удобрення	Середня врожайність, т/га		Зниження врожаю від присутності бур'янів в посіві, %
			на фоні гербіциду	без гербіциду	
Кукурудзи на зелену масу					
1, 2 Зерно-просапна (80 % н.з.к.)	Пшениця озима	Контроль (без добрив)	21,96	19,30	12,1
		Гній, 40 т/га + $N_{120}P_{100}K_{100}$	43,30	40,10	7,4
		Сидерат + $N_{60}P_{50}K_{50}$+ П. п. + $N_{60}P_{50}K_{50}$	34,12	30,88	9,5
Пшениця озима					
1, 2 Зерно-просапна (80 % н. з. к.)	Кукурудза	Контроль (без добрив)	2,65	2,36	11,2
		$N_{90}P_{90}K_{90}$	5,05	4,69	7,0
		П. п. + $N_{45}P_{45}K_{45}$	3,73	3,38	9,4
	Соя	Контроль (без добрив)	2,75	2,42	12,1
		$N_{60}P_{90}K_{90}$	5,22	4,88	6,6
		П. п. + $N_{30}P_{45}K_{45}$	3,84	3,52	8,3
Ячмінь ярий					
1 Зерно-просапна (80 % н. з. к.)	Пшениця озиму	Контроль (без добрив)	2,31	1,85	19,6
		$N_{60}P_{60}K_{60}$	3,91	3,41	12,7
		П. п. + $N_{30}P_{30}K_{30}$	3,27	2,79	14,5
Гречка					
2 Зерно-просапна (80 % н. з. к.)	Пшениця озима	Контроль (без добрив)	1,38	1,12	18,8
		$N_{60}P_{60}K_{60}$	1,96	1,74	11,5
		П. п. + $N_{30}P_{30}K_{30}$	1,71	1,47	13,6
Соя					
1 Зерно-просапна (80 % н. з. к.)	Ячмінь ярий	Контроль (без добрив)	1,39	1,16	16,5
		$N_{45}P_{45}K_{45}$	1,92	1,71	10,8
		П. п. + $N_{22,5}P_{22,5}K_{22,5}$	1,74	1,53	12,2
2 Зерно-просапна (80 % н. з. к.)	Гречка	Контроль (без добрив)	1,37	1,17	15,0
		$N_{45}P_{45}K_{45}$	1,91	1,71	10,4
		П. п. + $N_{22,5}P_{22,5}K_{22,5}$	1,73	1,53	11,8

Отже, чим вища врожайність пшениці озимої тим найменше зниження урожаю від сегетальної рослинності в посівах.

За результатами наших досліджень ячмінь ярий є культурою, посіви якої є більш забур'яненими порівняно до пшениці озимої і менш конкурентоздатний щодо бур'янів. Це викликає загрозу істотного зниження її врожаю. Удобрення відіграє важливу роль у формуванні рівня забур'яненості та проявляють суттєвий вплив на рівень врожайність ячменю. Найнижчий відсоток зниження врожаю – 12,7 % спостерігається на варіантах з внесенням мінерального живлення ($N_{60}P_{60}K_{60}$), найвище зниження 19,6 % – на неудобрених ділянках (контроль).

Розрахунки показали, що в посівах гречки при традиційній системі удобрення сформувалась вища врожайність – 1,96 т/га, на контролі 1,38 т/га. Важливу роль у зменшенні втрат врожаю відіграє удобрення: зниження врожаю від присутності бур'янів на варіантах з внесенням $N_{60}P_{60}K_{60}$ становило відповідно 11,5 %, при застосуванні побічної продукції та $N_{30}P_{30}K_{30}$ – 13,6%.

У посівах сої найнижчий відсоток зниження врожаю відмічено при традиційному живленні – 10,4 % з високою врожайністю 1,91 т/га (попередник гречка) та10,8 % з врожаєм –1,92 т/га (попередник ячмінь ярий). Найвище зниження врожайності відмічено на варіанті без добрив (контроль) – 15,0–16,5 % при найменшій врожайності культури 1,37–1,39 т/га (табл. 7).

Недостатнє вивчення взаємовідносини між культурними рослинами і бур'янами, системи обробітку ґрунту, удобрення, які можуть носити і позитивний і від'ємний характер, проблеми шкодочинності бур'янів є одна з актуальних проблем захисту рослин.

ВИСНОВКИ

Проаналізувавши потенційну забур'яненість ґрунту в 1, 2 зерно-просапних сівозмінах встановлено, що насіннєвий банк бур'янів на варіантах традиційної системи удобрення при внесенні на гектар сівозмінної площі гній, 8 т/га + $N_{69}P_{77}K_{77}$ сформував найнижчі показники в посівах кукурудзи на зелену масу 19,6–21,9 тис шт./м^2, пшениці озимої (після попередника кукурудза на зелену масу) – 15,4 та 22,6, ячменю ярого –21,0 / гречки – 20,2, сої – 16,3 та 26,5, пшениці озимої (після сої) – 16,0–19,7 тис. шт./м^2.

Актуальна забур'яненість бур'янів на фоні без гербіцидів на початку вегетації за традиційної системи удобрення була найвищою однак перед збиранням врожаю сільськогосподарських культур цей показник набув найменших значень (кукурудза на зелену масу 326–304 і 106–95; пшениця озима 224–235 і 98–99; ячмінь ярий 327 і 175 / гречка 245 і 130; соя 165–194 і 78–102; пшениця озима 226–239 і 97–101 шт./м^2). Така ж закономірність спостерігається щодо вегетативної маси експрелентів: в посівах кукурудзи на зелену масу вона складала 102,1–97,7; пшениці озимої 67,0–70,0 ячменю ярого 109,6 / гречки – 117,3; сої 111,4–122,8; пшениці озимої – 67,6–73,1 г/м^2.

Конкурентні взаємовідносини культур і бур'янів показують, що застосування систем удобрення сприяє зростанню "тиску" культур на бур'яни. За традиційної системи удобрення співвідношення маси культури і бур'янів набувають вищих значень в кукурудзі на зелену масу 22,8–25,2; пшениці озимої – 19,4–21,3; ярого ячменю – 5,3 / гречки – 5,8; сої – 10,6–11,0; пшениці озимої – 22,1–23,3.

Сумарний винос основних елементів живлення бур'яновою рослинністю в посівах сільськогосподарських культур в п'ятипільних сівозмінах є високим на удобрених варіантах однак найвищий при традиційній системі удобрення (кукурудза на зелену масу – 114,7–117,0 кг/га; пшениця озима – 79,8–81,1; ячмінь ярий –120,2 / гречка – 177,8; соя – 178,6–189,7; пшениця озима 81,0–81,4 кг/га.

Найменший відсоток зниження врожаю сільськогосподарських культур у п'ятипільних зерно-просапних сівозмінах відмічена на варіантах традиційної системи удобрення 7,4 в посівах кукурудзи на зелену масу, 7,0 (пшениця озима), 12,7 (ячмінь ярий) / 11,5 (гречка), 10,4–10,8 (соя), 6,6 в посівах пшениці озимої.

АНОТАЦІЯ

Бур'яни займають на полі всі вільні екологічні ніші. В посівах сільськогосподарських культур де менше рослин там більше сегетальної рослинності з вищою масою. Однак обсяг шкоди від присутності сегеталів в агрофітоценозах залежить від видового складу, чисельності і маси бур'янового угрупування, динаміки його формування в посівах, ступеня розвитку окремих видів бур'янів, їх біологічних властивостей, конкурентної здатності культур, метеорологічних умов, технологічних прийомів вирощування.

На взаємовідношення культурних рослин і бур'янів великий вплив показує чисельність компонентів агрофітоценозу і співвідношення їх вікових груп. Ступінь конкурентоздатності бур'янів залежить від їх віку. Найбільш конкурентоздатні ранні сходи бур'янів полягає, що розділення особи на вікові групи сприяє стійкості видів в агрофітоценозі, так як в кожній такій групі властива своя екологічна ніша, свої специфічні зв'язки з навколишнім середовищем.

Визначальними чинниками регулювання структури агробіоценозів, формування високої їх екологічної стійкості, які забезпечують високий рівень потенційної гербологічної чистоти ґрунтового середовища (в сівозмінах 205,8–208,6 мільйон шт./га), зниження забур'яненості полікультурних систем (у 9,6 разів пшениці озимої і ячменю ярого, у 5,2 рази гречки, 4,9 рази сої); сприяють найменшому зниженню врожаю сільськогосподарських культур (в середньому за 2016-2020 рр.: на 7,4% кукурудзи, 7,0-6,6 % пшениці озимої, 12,7 % ячменю ярого, 11,5 % гречки, 10,7-10,8 % сої в п'ятипільних зерно просапних сівозмінах є їх науково-обґрунтована структура, підбір біологічно оптимальних попередників, внесення на гектар сівозмінної площі 8 т гною й $N_{69}P_{77}K_{77}$ мінеральних добрив. Зменшення в 1,2 рази сумарного виносу елементів живлення за екологічно безпечного ведення землеробства забезпечується альтернативними системами удобрення (сумарне внесення на гектар сівозмінної площі $N_{46,5}P_{48,5}K_{48,5}$ всієї побічної продукції рослинництва та вирощування один раз за ротацію післяжнивної сидеральної культури)

Аналіз і прогнозування забур'яненості посівів та їх оцінка щодо виносу поживних речовин сегетальними рослинами та умов співіснування та взаємного тиску складових агрофітоценозів, дає змогу покращити ріст і розвиток сільськогосподарських культур і разом з тим призводить до найменших втрат врожаю.

Таким чином, в умовах високого рівня забур'яненості посівів максимальне зниження бур'янів забезпечується за комплексного поєднання агротехнічних, фітоценотичних та інших заходів. Збільшення виробництва зерна потребує підвищених вимог до захисту рослин. По-перше, слід забезпечити максимальне зменшення втрат і збереження високої якості продукції, по-друге, не можна

випускати з поля зору екологічну безпеку захисних заходів і нарешті – системи захисту повинна бути економічно вигідною.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

Безручко О. І. Шкодочинність бур'янів у посівах сільськогосподарських культур. Агроінком. 1998. № 1–2. С. 18–20.

Бородань В. О., Скурятін Ю. М. Вплив польових сівозмін на забур'яненість посівів у Поліссі. Вісник аграрних наук. 2002. № 7. С. 35–38.

Борона В. П., Задорожний В. С., Карасевич В. В. Інтегрована боротьба з бур'янами в посівах кормових та зернофуражних культур. Матеріали науково-теоретичної конференції "Особливості забур'янення посівів і захист від бур'янів у сучасних умовах". Київ, 2000. С. 55–57.

Бур'яни та заходи боротьби з ними / Ю. П. Манько та інші. Київ, Учбово-методичний центр Мінагропрому України. 1998. С. 20.

Вавринович О. В., Качмар О. Й., Дубицька А. О. Вплив сівозмінного фактора на гербологічний стан посівів кукурудзи. Передгірне та гірське землеробство і тваринництво. 2018. Вип. 64. С. 3–17.

Вавринович О. В. Качмар О. Й. Вплив систем удобрення і вапнування на потенційну забур'яненість ґрунту. Вісник Львівського національного аграрного університету: агрономія. 2014. № 18. С. 93–98.

Винос основних елементів живлення бур'янами в агрофітоценозах Полісся / Л. І. Ворона та ін. Збірник наукових праць ННЦ "Інститут землеробства НААН". 2006. Вип. 1/2. С. 26–33.

Грабак Н. Х. Поліпшення обробітку ґрунту в Степу. Вісник аграрної науки. 2003. № 3. С. 12–14.

Дерев'янський В. П. Залежно від засміченості. Карантин і захист рослин. 2004. № 6. С. 26–27.

Жеребко В. М. Напрями раціонального використання гербіцидів при захисті культурних рослин від забур'яненості. Матеріали наук.-теор. конф. Київ, 2004. С. 43–47.

Злобин Ю. А. Агрофитоценология. Харків, 1986. 73 с.

Іващенко О. О. Наші завдання сьогодні. Матеріали 3-ї науково-теоретичної конференції Українського наукового товариства

гербологів «Забур'яненість посівів та засоби і методи її зниження» 5-6 березня 2002 р. Київ, 2002. С. 3–6.

Іващенко О. О. Сучасні проблеми гербології. Вісник аграрної науки. 2004. № 3. С. 27–29.

Іващенко О. О. Бур'яни в агрофітоценозах. Київ. Світ, 2001. 234 с.

Іващенко О. О., Кунак В. Д. Бур'яни. Чому зростає потенційна засміченість полів. Захист рослин. 1998. № 7. С. 24–25.

Івончик П. Н., Березівський Л. М. Забур'яненість льону. Захист рослин. 1998. № 10. С. 19–20.

Іоніцой Ю., Шам І. Захист посівів від бур'янів: проблеми сьогодення. Пропозиція. 2014. № 10. С. 76–81.

Корнійчук М. С. Моніторинг фітосанітарного стану польових культур в технологічних дослідах. Землеробство : міжвід. темат. наук. зб. 2017. Вип.1. С. 93–97.

Лазаускас П. М. Взаимосвязь между засоренностью и продуктивностью агрофитоценоза и земледелие. Засоренность и борьба с сорняками. Вильнюс, 1976. С. 66–77.

Ларіонов Д. К., Макодзеба І. О. Бур'яни та боротьба з ними. Київ. Держсільгоспвидав УРСР, 1963. 240 с.

Манько Ю. П., Маліборський І. І. Ефективність систем основного обробіткуґрунту в зерно просапних сівозмінах. Вісник аграрної науки. 1996. № 7. С. 5–10.

Методичні рекомендації і програма досліджень з обробітку ґрунту / А. М. Малієнко та ін. Чабани, 2008. 87 с.

Рубін С. С. Загальне землеробство. Київ. Вища школа, 1971. 528 с.

Шевченко М. С. Природоохоронна модернізація базових елементів землеробства як фактор оптимізації агроценозів. Бюл. Ін-ту зернового господарства УААН. 2005. № 26/27. С. 7–11.

Шикітко В. Л., Сенько Г. І. Вплив системи обробітку ґрунту на забур'яненість і продуктивність сівозміни в умовах західного Лісостепу України. Землеробство. 1993. № 68. С. 68–78.

Яворський О. Г., Веселовський І. В., Фісюнов О. В. Бур'яни і заходи боротьби з ними. Київ. Урожай, 1979. 192 с.

Anderson R. L. (2003) An ecological approach to strengthen weed management in the semiarid Great Plains. Advances in Agronomy, No. 80, p. 33–62.

Anderson R. L. (2015) Integrating a complex rotation with no-tillim proves weed management in organic farming. Agron. Sustain. Dev, vol. 35 (3). p. 967–974.

Assessing innovative sowing patterns for integrated weed management with a 3D crop: weed competition (2014) / Colbach N. et al. Eur. J. Agron, vol. 53. p. 74–89.

Assessment of yield and economic losses in agriculture due to weeds in India (2018) / Gharde Y. et al. Crop Prot, vol. 107. p. 12–18.

Chauhan B., Singh R., Mahajan G. (2012) Ecology and management of weeds under conservation agriculture. Crop Prot, vol. 38. p. 57–65.

Chauhan B. S. (2020) Grand Challenges in Weed Management. Front. Agron, vol. 1 (3). p. 1–4.

Marín C., Weiner J. (2014) Effects of density and sowing pattern on weed suppression and grain yield in three varieties of maize under high weed pressure. Weed Res, vol. 54. p. 467–474.

Stacked crop rotations exploit weed–weed competition for sustainable weed (2014) / Garrison A. et al. Weed Sci, vol. 62. p. 166–176.

Van Acker R. C. (2009) Weed biology serves practical weed management. Weed research, vol. 49. p. 1–5.

ВПЛИВ ЕКОЛОГІЗОВАНИХ СИСТЕМ УДОБРЕННЯ НА ФОРМУВАННЯ ВРОЖАЮ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ ТА ЙОГО ЯКІСНОЇ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Продовольча проблема в наш час має глобальний характер, оскільки потреба в зерні перевищує його виробництво, внаслідок чого мільйони людей можуть бути на грані голоду. Постає питання збільшення продуктивності зернових культур, яка в значній мірі ґрунтується на генетичній основі, а також на покращенні базових систем удобрення, однак не на розширенні площ орних земель, що вже й так досягло межі екологічної безпеки.

За останні 20 років відзначено зниження природної ґрунтової родючості, що потребує пошуків і удосконалення технологій вирощування пшениці озимої, яке має бути спрямоване на стабілізацію та покращення ґрунтового стану, підвищення врожайності сільськогосподарських культур та поліпшення їх якості. Передумовою негативних процесів в цьому питанні є певні причини: відсутність внесення органічних добрив, обмеження обсягів використання мінеральних та недотримання наукової побудови сівозмін [1, 2, 3].

В зв’язку з цим використання екологізованих систем удобрення може стати чинником збереження родючості, збалансованого та повноцінного живлення рослин і покращення якості врожаю сільськогосподарських культур. Це забезпечить в значній мірі також поліпшення екологічної ситуації. До складу екологізованих систем удобрення можуть входити вторинна рослинна продукція (солома попередника, гичка, стебла кукурудзи, заорювання сидератів) та відповідні складові: біологічні, зокрема мікробіологічні, гумусні, хелатні добрива, біостимулятори, тощо [4, 5].

[1] Бомба М. Я., Періг Г. Т., Рижук С. М. (2003) Землеробство з основами ґрунтознавства, агрохімії та агроекології. Навчальнийпосібник. Київ: Урожай.

[2] Сайко В. Ф. (2004) Сучасні технології вирощування конкурентоспроможного зерна. Збірник наукових праць ННЦ “Інститут землеробства УААН”,спец. вип., С. 26–31.

[3] Попов С. І., Фурсова Г. К., Авраменко С. В., Леонов О. Ю. (2014) Формування якості зерна пшениці озимої залежно від системи удобрення за різних погодних умов. Вісник Центру наукового забезпечення АПВ Харківської області, вип. 17, с. 50–59.

[4] Корнійчук О. В., Плотніков В. В., Гильчук Г. Г., Рой А. О., Скороход І. О., Курдиш І. К. (2018) Вплив комплексного бактеріального препарату Азогран на врожайність пшениці озимої. Сільськогосподарська мікробіологія, вип. 27, с. 67–73.

[5] Волкогон В. В. (ред.), Надкернична О. В., Ковалевська Т. М., Токмакова Л. М., Копилов Є. П., Козар С. Ф., Толкачов М. З., Мельничук Т. М., Чайковська Л. О., Шерстобоев М. К., Москаленко Л.

Ряд авторів вказують, що використання біологічних препаратів за умов інкрустації насіння чи обробки посівів пшениці озимої (сорт Царівна) сприяло збільшенню врожаю на 0,57-0,62 т/га [6]. Виявлено, що такі заходи запобігають також зниженню ураження рослин кореневими гнилями, септоріозом листя та гарантуютьпідвищення вмісту сирого протеїну та клейковини в зерні на 0,6-0,9% і 1,3-1,5% відповідно [7].

Досліджено, що проведення позакореневого підживлення хелатними добривами виявилось ефективним, щодо врожайності пшениці озимої, однак ще більш ефективним є листкове внесення таких добрив. В умовах Лівобережного Лісостепу на чорноземі внесення Басфоліару 3 Екстра в посівах пшениці озимої сортів Епоха одеська та Царичанка забезпечило підвищення врожаю на 0,7-0,9 т/га та вмісту білка в зерні в межах 1,7–3,0% [8], [9].

Важливим компонентом екологізованих систем удобрення є гумусні добрива. Вони широко використовуються для внесення в ґрунт, активізуючи при цьому аборигенну мікрофлору, покращують родючість ґрунту, його біологічну активність. Серед них особливо ефективним є гумінове універсальне добриво “Humin plus” в складі якого гумінові кислоти, вітаміни, ферменти у природно збалансованих пропорціях. Застосування його в посівах кукурудзи на зерно забезпечило позитивний вплив на оліготрофність мікробного ценозу та підвищення врожаю на 14% [10].

М., Халеп Ю. М. (2006) Мікробні препарати у землеробстві. Теорія і практика. Київ: Аграрна наука.

[6]Курдиш І. К. (2010) Інтродукція мікроорганізмів у агроекосистеми. Київ: Наукова думка.

[7]. Бикін А. В. (2010) Роль оптимізації живлення та удобрення пшениці озимої шляхом позакореневого підживлення на фоні твердих добрив у підвищенні якості зерна, борошна і хліба в умовах правобережного Лісостепу України. Науковий вісник національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: Агрономія, вип. 149, с. 96–108.

[8]Богдан М. М., Карпенко В. П., Гуляєва Г. Б. (2015) Вплив комплексних хелатних добрив на функціональну активність тканин коренів і зернову продуктивність рослин пшениці м'якої озимої. Вісник Уманського національного університету садівництва, № 1, с. 37–42.

[9] Шакалій С. М. (2017) Якість зерна пшениці м'якої озимої за використання позакореневого підживлення в умовах лівобережного Лісостепу України.Наукові доповіді НУБіП України, № 1 (65), с. 76–84. DOI10.31548/dopovidi2017.01.007URL: http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/dopovidi2017.01.007/7755. http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/dopovidi2017.01.007/7755.

[10]Найдьонова О. Є. (2015) Застосування гумінового препарату Humin plus в органічному землеробстві. Вісник Харківського національного аграрного університету імені В. В. Докучаєва. Серія: Ґрунтознавство, агрохімія, землеробство, лісове господарство, екологія ґрунтів, № 2, с. 39–50. URL: http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?C21COM=2&I21DBN=UJRN&P21DBN=UJRN&IMAGE_FILE_DOWNLOAD=1&Image_file_name=PDF/Vkhnau_grunt_2015_2_8.pdf.

На сучасному етапі розвитку сільського господарства для ефективної біологізації систем удобрення використовуються стимулятори росту біологічного походження [11], [12]. Під дією регуляторів росту радостим та трептолем проходить прискорений поділ клітин, ризогенез, посилення фотосинтетичної активності та інтенсивний розвиток листової поверхні, поліпшення якості вирощеної продукції, збільшення врожаю [13].

Врожайність культури і якість врожаю, зокрема вміст клейковини, білка, вміст зольних (Ca, Mg) та мікроелементів (МЕ) залишається важливим питанням,яке можна в значній мірі вирішити використовуючи екологізовані системи удобрення.

Достатня кількість кальцію та магнію є необхідною умовою нормального фізіологічного розвитку рослин та отримання високих урожаїв пшениці озимої. Кількісна характеристика вмісту кальцію та магнію залежить від виду та сорту культури. Магній характеризується здатністю до реутилізації, він входить до складу хлорофілу та впливає на активність окисно-відновних процесів, необхідний для синтезу білка, локалізується Mg^{+2} в зародку насінини. Кальцій є важливим у системі внутрішньоклітинної сигналізації у рослин і необхідний на всіх етапах її розвитку. Він входить до складу клітинної стінки і перешкоджає її осмоленню [14].

Серед мікроелементів зерна пшениці озимої особливо важливе значення відводиться: марганцю, залізу, цинку та міді. Марганець характеризується високим показником окисно-відновного потенціалу, бере участь у фотолізі води і відновленні CO_2, сприяючи накопиченню цукрів. Залізо входить до складу ферментів: нітрат- і нітритредуктази, воно важливе для функціонування електротранспортного ланцюга, а також ефективного перетворення іонів NO_3^- в NH_4^+. Мідь відіграє значну роль у фотосинтезі,

[11] Ponomarenko S. P., Cheremkha B. M., Anishyn L. A. (1997) Biostymuliatory rostu roslyn novoho pokolinnia v tekhnolohiiakh vyroshchuvannia silskohospodarskykh kultur [Biostimulators of plant growth of a new generation in technologies for growing crops].Kyiv:Minsilhosprod Ukrainy. .

[12] Волкогон В. В. (2001) Стимулятори росту рослин як складові технологій раціонального використання мінеральних добрив. Вісник Харківського державного аграрного університету, № 4, с. 40–44.

[13] Пономаренко С. П. (2008) Регулятори росту в рослинництві – український прорив.МатеріалиIV Міжнародної науково-практичної конференції“Radostim 2008. Біологічні препарати в рослинництві”(Україна, Київ, 10–13 Червень 2008), Київ: Інститут мікробіології і вірусології ім. Д. К. Заболотного НАНУ, Національний комплекс “Експоцентр України”, Приватний інститут прикладної біотехнології daRostim, Німеччина, с. 45–48.

[14] Медведев В. В. (ред.) (1991) Почвенно-экологические условия возделывания сельскохозяйственных культур. Київ: Урожай.

відновленні та фіксації азоту, метаболізмі протеїнів. Цинк відіграє важливу роль при утворенні фітогормону-ауксину, він впливає на білковий синтез, на синтез амінокислот.

Застосування препаратів терпак або медакс в посівах пшениці озимої сорту Подолянка в умовах Поліської зони забезпечило збільшення елементів структури врожаю, щодо контролю. Вміст кальцію та магнію зріс на 10–24%, а мікроелементів (Mn, Fe, Zn і Cu) на 11–13%, щодо контролю.

Використання біопрепаратів сформованих на основі агрономічно корисних мікроорганізмів сприяють підвищенню врожайності та покращенню якості продукції. Так, застосування Азограну, скомпонованого на базі високоактивних штамів азотфіксувальних бактерій: Azotobacter vinelandii та фосфатмобілізувальних – Bacillus subtilis позитивно впливало на кореневе живлення рослин. Крім цього препарат забезпечив прибавку врожаю 0,61–0,62 т/га, та збільшення вмісту сирого протеїну та клейковини на 0,7–1,0 та 1,1–1,3%.[15]

Нові підходи в дослідженнях ефективності біологізованих і екологізованих систем удобрення особливо важливі для пшениці озимої, яка є дуже чутливою до забезпечення мікроелементами, що формує нові уточнення й розширення диференційованих показників для оцінки якості продукції.

Важлива біологічна роль мезо- та мікроелементів та обмеженість даних щодо їх вмісту в основній продукції пшениці озимої, а також особливості процесу формування врожаю культури та її харчові якості (вміст клейковини та білка) за умов екологізованих систем удобрення стали підставою узагальнення експериментального матеріалу за (2016-2020 рр.).

Дослідження впливу екологізованих систем удобрення на якість врожаю пшениці озимої проводили в стаціонарному досліді по вивченню продуктивності коротко ротаційних сівозмін, закладеному у 2001 р. У досліді передбачено такі варіанти:

1). Контроль (без добрив); 2). Солома гороху; 3). Солома гороху + $N_{30}P_{45}K_{45}$; 4). Солома гороху + $N_{30}P_{45}K_{45}$ + БС (біостимулятор); 5). Солома гороху + $N_{30}P_{45}K_{45}$+ БС+ ГД (гумусне добриво); 6). Солома гороху + $N_{30}P_{45}K_{45}$ + БС + МД (мікробіологічне добриво); 7). Солома гороху + $N_{30}P_{45}K_{45}$ + ХД (хелатне добриво).

[15] Мірошниченко І. М., Маковейчук Т. І., Михальська Л. М., Швартау В. В. (2017) Зміни елементного складу рослин пшениці озимої за дії Мегафолу та ретардантів. Regulatory Mechanisms in Biosystems, vol. 3, no. 8, pp. 403–409. DOI 10.15421/021762

Ґрунт дослідних ділянок – сірий лісовий, поверхнево оглеєний, легкосуглинковий. Агрохімічна характеристика шару ґрунту 0–30 см до закладки досліду слідуюча: $pH_{(KCl)}$ – 4,85; гідролітична кислотність (Hr) – 25,8 мг-екв/кг $^{-}$1 ґрунту, сума увібраних основ (S) – 55,23 мг-екв/кг$^{-1}$ ґрунту, вміст легкогідролізованого азоту – 98,0 мг/кг ґрунту$^{-1}$, доступного фосфору і обмінного калію (0,2н HCl) – 108,4 та 87,2 мг/кг ґрунту$^{-1}$ відповідно; рівень загального гумусу – 2,1%.

Кліматичні умови за роки проведення досліджень 2016-2020 рр. мали свої особливості. Цей період характеризувався перепадами температур та різкими змінами кількості опадів особливо в весняно-літній період. Сума опадів за вегетаційний період знаходилась в межах норми (599-602мм), окрім 2017-2018рр., коли вона була вищою на 114 мм. Температурний фон за цей період виявився вище норми на 1,4–1,6ºС.

Назагал, умови вегетації рослин пшениці озимої були цілком задовільними, дозрівання культур відбувалось в задовільних умовах.

Визначення елементів структури врожаю та дослідження вмісту мікро- та мезоелементів, і клейковини та білка в зерні пшениці озимої здійснювали методами загальноприйнятими в Україні.

Формування врожаю пшениці озимої

Для отримання високих і стабільних урожаїв пшениці озимої важливо формувати відповідну морфоструктуру рослин і структуру посіву, які б ефективно використовували оптимальні умови забезпеченості вологою та елементами живлення, що створюється технологією вирощування.

Оцінювали порівняльну ефективність моделей технологій, а саме вплив екологізованих систем удобрення на формування продуктивності агрофітоценозу пшениці озимої сорту Бенефіс та її урожайність.

Одним з основних елементів високопродуктивних агрофітоценозів є формування оптимальної величини продуктивного стеблестою. Кількість продуктивних стебел пшениці озимої, які збереглись до кінця вегетації за 2016-2020 рр. становило в середньому – 221-358 шт./м^2. Навантаження системи удобрення внесенням гумусного, мікробіологічного чи хелатного добрив на фоні побічної продукції (солома гороху + $N_{30}P_{45}K_{45}$) + БМ збільшило щільність продуктивного стеблестою до величини 337-358 шт./м^2.

Найвищий рівень редукції проявився у варіанті з внесенням хелатного добрива (вар. 7) (табл. 1).

Таблиця 1

Вплив екологізованих систем удобрення на продуктивність пшениці озимої (2016-2020 рр)

№ вар	Системи удобрення	Кількість продук-тивних стебел, шт/м^2	Кількість зерна в колосі, шт	Маса 1000 зерен, г	Урожай, т/га
1	Контроль (без добрив)	221	20,5	27,3	2,68
2	Солома гороху	240	21,1	27,8	2,88
3	Солома гороху + $N_{30}P_{45}K_{45}$	304	23,9	30,4	3,95
4	Солома гороху + $N_{30}P_{45}K_{45}$ + БС	328	25,7	31,8	4,17
5	Солома гороху + $N_{30}P_{45}K_{45}$ + БС + ГД	351	28,3	33,6	4,43
6	Солома гороху + $N_{30}P_{45}K_{45}$ + БС+МД	337	27,5	32,2	4,35
7	Солома гороху + $N_{30}P_{45}K_{45}$ + ХД	358	29,3	34,2	4,47
		$НІР_{0,5}$	0,17		

За умов приорювання соломи гороху озерненість була на рівні – 21,1 штук зернин. Додавання мінерального добрива (вар. 3) збільшувало чисельність зерен в колосі, щодо варіантів 1 та 2 на 13-16%. Інтегроване внесення соломи мінерального добрива і біостимулятора збільшило озерненість колоса до рівня 25,7 шт. Найвища кількість зерен сформувалась за систем удобрення з внесенням гумусного або мікробіологічного чи хелатного добрив (табл. 1).

Маса 1000 зерен як елемент структури врожаю, що формується останнім піддавався впливу відповідних систем удобрення. Вона коливалась в межах: 27,3- 34,2 г. Найнижчі показники були відмічені на контрольному варіанті та варіанті внесення побічної продукції (солома гороху). Вказаний показник різною мірою змінювався під впливом елементів технологій. Внесення гумусного або мікробіологічного добрива позитивно впливало на масу 1000 зерен, що пов’язано з виповненістю і величиною зерна. В цих варіантах

показник становив 32,2–33,6 г. Однак найкращим він виявився за умов сумісного внесення ХД на фоні соломи + $N_{30}P_{45}K_{45}$ – 34,2 г.

Вирощування пшениці озимої після гороху без застосування будь-яких добрив забезпечило одержання в середньому за 2016–2020 рр. 2,68 т/га зерна. При загортанні побічної продукції попередника отримано врожай на рівні 2,88 т/га. За технології з використанням побічної продукції + $N_{30}P_{45}K_{45}$ одержано 3,95 т/га. Використання біологічного стимулятора на фоні соломи гороху + $N_{30}P_{45}K_{45}$ виявилось ефективним, забезпечивши зростання врожайності на 0,22 т/га. Використання ГД чи МД або ХД (вар. 5-7) на базі соломи гороху + $N_{30}P_{45}K_{45}$ сприяло підвищенню врожаю на 0,18-0,30 т/га, порівняно з варіантом 4. Проблема поліпшення якості зерна пшениці озимої, її хлібопекарських показників, вмісту відповідних мікроелементів водночас із збільшенням зерновиробництва була і залишається актуальною.

Якість зерна пшениці озимої за екологізованих систем удобрення

Аналіз основних показників якості зерна свідчить про наявність значного впливу екологізованих систем удобрення на вміст клейковини, білка та нітратів. При вирощуванні пшениці озимої на ґрунті де не вносили добрив (контроль) вміст клейковини та білка становив 20,3 та 9,0 %, а за умов заорювання соломи гороху – 21,2 та 9,5 % (табл. 2). Внесення мінеральних добрив $N_{30}P_{45}K_{45}$ на фоні післядії побічної продукції позитивно вплинуло на величину зазначених показників, які підвищилось на 1,8 і 1,3 %, щодо вар. 2. Додаткове внесення елементів екологізації (БС, ГД, МД, ХД) на фоні соломи гороху + $N_{30}P_{45}K_{45}$ забезпечило одержання зерна з підвищеним вмістом клейковини: на 1,1-3,7 % та білка на 0,4-1,8% щодо вар. 3.

За результатами досліджень зерно пшениці озимої характеризувалось вмістом нітратів в межах: 50,8-59,1 %. Найбільший їх вміст нагромаджувався у варіантах з внесенням гумусного добрива в ґрунт або обробки рослин хелатним добривом: 58,3-58,1 мг/кг відповідно.

Вміст нітратів в зерні пшениці озимої знаходився в межах гранично допустимих норм.

Таблиця 2

Біологічні показники якості зерна пшениці озимої за умов екологічно безпечних систем удобрення (2016-2020 рр).

№ вар.	Системи удобрення	Вміст клейковини, %	Вміст білка, %	Вміст нітратів, мг/кг
1	Контроль (без добрив)	20,3	9,0	50,8
2	Солома гороху	21,2	9,5	51,7
3	Солома гороху + $N_{30}P_{45}K_{45}$	23,0	10,8	55,6
4	Солома гороху + $N_{30}P_{45}K_{45}$ + БС	24,1	11,2	57,1
5	Солома гороху + $N_{30}P_{45}K_{45}$ + БС + ГД	26,7	12,3	58,3
6	Солома гороху + $N_{30}P_{45}K_{45}$ + БС + МД	25,8	11,8	57,6
7	Солома гороху + $N_{30}P_{45}K_{45}$ + ХД	27,3	12,6	59,1

Мікроелементний склад зерна важливий показник його біологічної цінності. Відхилення вмісту мікроелементів від оптимального убік зменшення або збільшення відчувають люди і тварини. У зв'язку з цим особливого значення набуває вивчення наслідків впливу екологізованих систем удобрення на вміст мікроелементів (МЕ) в зерні пшениці озимої.

Щодо вмісту марганцю в зерні пшениці озимої то застосування систем удобрення на фоні соломи + $N_{30}P_{45}K_{45}$ (вар. 3-7) забезпечили поглинаючу здатність мікроелементів на рівні 13,8–14,3 проти контролю – 12,3 мг/кг (табл. 3), що свідчить про відсутність суттєвого зростання чи зменшення даного елементу. За умов pH_{KCl} 4,8–5,2, що характерно сірому лісовому ґрунту під дослідом, оптимальне нагромадження марганцю в рослинах пшениці озимої(зерно) відбувається за рахунок наявності елементу в ґрунті в достатній кількості.

Критерієм ефективності застосування екологізованих систем удобрення є вміст в зерні міді та цинку, які беруть активну участь у біосинтезі білка пшениці. Використання систем удобрення з внесенням соломи гороху + $N_{30}P_{45}K_{45}$ сприяло підвищенню рівня поглинання цинку, щодо контролю в 1,2 рази вище, а міді, лише в 1,06 рази. Можемо припускати, що адсорбція катіонів міді в більшій мірі ослаблена за рахунок конкуренції з іонами H^{+-} та Al^{3+} в сірому лісовому ґрунті. Вміст заліза за аналогічних умов збільшився незначно, що пояснюється підкисленням ґрунту та частково вивільненням елементу з соломи гороху. Застосування елементів

екологізації: гумусного або мікробіологічного добрива на фоні соломи + $N_{30}P_{45}K_{45}$ зменшило акумуляцію заліза, що може бути обумовлено високим рівнем засвоєння мікроелементу коренями та стеблом пшениці озимої, що генетично обумовлено.

Позакоренева обробка рослин хелатним добривом в найбільшій мірі сприяла акумуляції мікроелементів (Cu, Zn, Mn і Fe) в зерні: 3,50; 12,04; 13,9 та 19,6 мг/кг.

Таблиця 3

Вміст мікроелементів в зерні пшениці озимою за екологічно безпечних систем удобрення, середнє (2018-2020 рр), мг/кг

№ вар	Cu	Zn	Mn	Fe
1	2,92	9,22	12,3	14,4
2	3,05	10,08	11,7	15,1
3	3,35	11,72	13,8	18,8
4	3,46	11,88	13,5	18,4
5	3,58	11,93	12,1	17,2
6	3,50	11,70	11,8	17,0
7	3,68	12,12	14,3	18,6

За кількісною характеристикою мікроелементний склад зерна можна представити у вигляді ряду: Fe > Mn > Zn > Cu. Такий розподіл елементів є наслідком неоднакової ліофільності та специфіки їх функціонального призначення. Мікроелементний склад зерна є важливим діагностичним показником, який характеризує не тільки забезпеченість рослин життєво необхідними елементами, а й визначає рівень екологічної чистоти агроценозів. Вміст мікроелементів у зерні пшениці озимої свідчить про задовільний стан агроценозу за умов екологізованих систем удобрення в умовах сірого лісового ґрунту. Кількість життєво необхідних елементів перебуває в межах ГДК (гранично допустимих концентрацій) і не перевищує максимальний допустимий поріг

Внесення екологізованих систем удобрення впливало також на вміст в зерні мезоелементів: Ca^{+2} та Mg^{+2}.

Вміст кальцію в зерні пшениці озимої був в межах 0,05–0,09%. Найнижчим він виявився в контрольному варіанті – 0,05%, а за умов приорювання соломи – 0,06%. Обробка рослин біостимулятором + солома гороху + $N_{30}P_{45}K_{45}$ підвищила рівень кальцію в зерні до 0,08% (вар. 4), додавання гумусного чи мікробіологічного, чи хелатного

добрива на фоні – солома гороху + $N_{30}P_{45}K_{45}$ + БС забезпечили підвищення кальцію до величини 0,08-0,09% (рис.1).

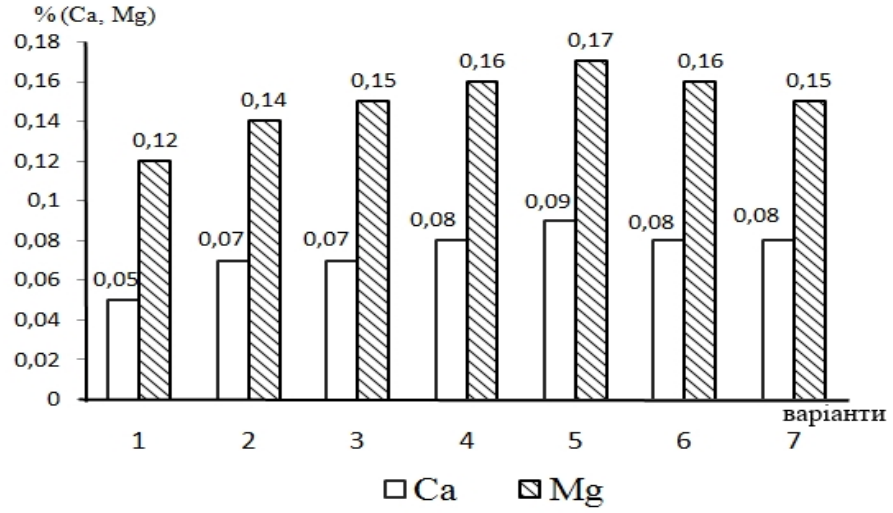


Рис. 1. Вміст кальцію та магнію в зерні пшениці озимої за екологізованих систем удобрення.

Вміст магнію виявився вищим майже в два рази ніж кальцію, що генетично обумовлено, однак закономірності нагромадження в зерні магнію за екологізованих систем удобрення були аналогічні акумуляції кальцію. Найвищий рівень нагромадження магнію відзначено у варіантах з внесенням біостимулятора, що обумовлено наявністю магнію в складі препарату.

ВИСНОВКИ

Застосування екологізованих систем удобрення (2016–2020 рр.) позитивно впливало на формування врожаю пшениці озимої та його якісні параметри.

Варіанти технологій з екологізованою системою удобрення на базі соломи гороху + $N_{30}P_{45}K_{45}$ з додаванням біостимулятора та гумусного або хелатного добрив – забезпечили відчутне підвищення врожайності пшениці озимої на 1,74–1,79 т/га, щодо контролю та отримання зерна з вмістом клейковини 26,7–27,3 та білка відповідно 12,3–12,6%.

Вміст мезо- та мікроелементів в зерні пшениці озимої генетично обумовлений і відносно стабільний, однак екологізовані системи удобрення впливали на їх кількісний вміст. Найвищий рівень надходження мікроелементів в зерно відзначено у Fe, далі по низхідній – Mn, Zn і Cu.

Пшениця озима позитивно відреагувала на внесення соломи гороху + $N_{30}P_{45}K_{45}$ + біостимулятор і гумусне або мікробіологічне добриво, що обумовило підвищення вмісту кальцію і магнію в зерні пшениці озимої.

АНОТАЦІЯ

Дослідження проводили з метою вивчення впливу екологізованих систем удобрення на формування врожаю пшениці озимої та якості зерна. Об'єктом досліджень були елементи структури врожаю, вміст клейковини та білка, вміст мезо- (Ca, Mg) та мікроелементів (Fe, Mn, Zn, Cu).

Результати досліджень показали, що застосування екологізованих систем удобрення забезпечило збільшення елементів структури врожаю, що сприяло його підвищенню та поліпшенню якісних показників зерна пшениці озимої.

Сприятливі умови для найбільшого підвищення вмісту клейковини та білка в зерні створювались за систем удобрення з додаванням гумусного чи хелатного добрив. За умов застосування останнього відзначено найвищу акумуляцію мікроелементів в зерні пшениці озимої.

Найбільш істотне збільшення урожай пшениці озимої відзначено за систем удобрення на фоні солома гороху + $N_{30}P_{45}K_{45}$ + БС з додаванням елементів сучасних технологій (ГД або МД чи ХД).

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

Бикін А. В. (2010) Роль оптимізації живлення та удобрення пшениці озимої шляхом позакореневого підживлення на фоні твердих добрив у підвищенні якості зерна, борошна і хліба в умовах правобережного Лісостепу України. Науковий вісник національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: Агрономія. Вип. 149. С. 96–108.

Богдан М. М., Карпенко В. П., Гуляєва Г. Б. (2015) Вплив комплексних хелатних добрив на функціональну активність тканин коренів і зернову продуктивність рослин пшениці м'якої озимої. Вісник Уманського національного університету садівництва, № 1, с. 37–42.

Бомба М. Я., Періг Г. Т., Рижук С. М. (2003) Землеробство з основами ґрунтознавства, агрохімії та агроекології. Навчальний посібник.

Київ: Урожай.

Волкогон В. В. (ред.), Надкернична О. В., Ковалевська Т. М., Токмакова Л. М., Копилов Є. П., Козар С. Ф., Толкачов М. З., Мельничук Т. М., Чайковська Л. О., Шерстобоев М. К., Москаленко Л. М., Халеп Ю. М. (2006) Мікробні препарати у землеробстві. Теорія і практика. Київ: Аграрна наука.

Волкогон В. В. (2001) Стимулятори росту рослин як складові технологій раціонального використання мінеральних добрив. Вісник Харківського державного аграрного університету, № 4, С. 40–44.

Корнійчук О. В., Плотніков В. В., Гильчук Г. Г., Рой А. О., Скороход І. О., Курдиш І. К. (2018) Вплив комплексного бактеріального препарату Азогран на врожайність пшениці озимої. Сільськогосподарська мікробіологія, вип. 27, с. 67–73.

Курдиш І. К. (2010) Інтродукція мікроорганізмів у агроекосистеми. Київ: Наукова думка.

Медведев В. В. (ред.) (1991) Почвенно-экологические условия возделывания сельскохозяйственных культур. Київ: Урожай.

Мірошниченко І. М., Маковейчук Т. І., Михальська Л. М., Швартау В. В. (2017) Зміни елементного складу рослин пшениці озимої за дії Мегафолу та ретардантів. Regulatory Mechanisms in Biosystems, vol. 3, no. 8, pp. 403–409. DOI 10.15421/021762.

Найдьонова О. Є. (2015) Застосування гумінового препарату Humin plus в органічному землеробстві. Вісник Харківського національного аграрного університету імені В. В. Докучаєва. Серія: Ґрунтознавство, агрохімія, землеробство, лісове господарство, екологія ґрунтів, № 2, с. 39–50. URL:http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?C21COM=2&I21DBN=UJRN&P21DBN=UJRN&IMAGE_FILE_DOWNLOAD=1&Image_file_name=PDF/Vkhnau_grunt_2015_2_8.pdf

Пономаренко С. П. (2008) Регулятори росту в рослинництві – український прорив.Матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції“Radostim 2008. Біологічні препарати в рослинництві”(Україна, Київ, 10–13 Червень 2008), Київ: Інститут мікробіології і вірусології ім. Д. К. Заболотного НАНУ, Національний комплекс “Експоцентр України”, Приватний інститут прикладної біотехнології daRostim, Німеччина, с. 45–48.

Пономаренко С. П., Черемха Б. М., Анішин Л. А. (1997) Біостимулятори росту рослин нового покоління в технологіях вирощування сільськогосподарських культур. Київ: Мінсільгоспрод України.

Попов С. І., Фурсова Г. К., Авраменко С. В., Леонов О. Ю. (2014) Формування якості зерна пшениці озимої залежно від системи удобрення за різних погодних умов. Вісник Центру наукового забезпечення АПВ Харківської області, вип. 17, с. 50–59.

Сайко В. Ф. (2004) Сучасні технології вирощування конкурентоспроможного зерна. Збірник наукових праць ННЦ "Інститут землеробства УААН", спец. вип., с. 26–31.

Шакалій С. М. (2017) Якість зерна пшениці м'якої озимої за використання позакореневого підживлення в умовах лівобережного Лісостепу України. Наукові доповіді НУБіП України, № 1 (65), с. 76–84. DOI10.31548/dopovidi2017.01.007URL:http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/dopovidi2017.01.007/7755

ІННОВАЦІЙНІ ПІДХОДИ ДО ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ КАРТОПЛІ В УМОВАХ КАРПАТСЬКОГО РЕГІОНУ

Картопля важлива продовольча культура. Вона є також цінною сировиною для отримання спирту, крохмалю, декстрину, глюкози та іншої продукції. Для отримання стабільно високої врожайності картоплі необхідно мати не тільки високоврожайні сорти, продуктивний насіннєвий матеріал, відповідний агротехнологічний фон, але й таке співвідношення технологічних чинників, яке б забезпечило оптимальну дію і взаємодію кожного з ефективних факторів[1]. Проте, реалізація потенційної продуктивності сортів залишається ще незначною і нестабільною за роками. На сьогодні, продуктивність картоплі у виробництві ще занадто низька і становить – 15–20 т/га за потенційної можливості окремих сортів 45–50 т/га. Причиною такого стану є недосконаліть окремих елементів технології вирощування картоплі у конкретних ґрунтово-кліматичних умовах, недостатнє обґрунтування системи удобрення та раціонального використання сортів щодо найбільш повної реалізації їхнього генетичного потенціалу [2], [3], [4]. Тому вивчення цих питань в умовах Західного Лісостепу, а конкретно Карпатського регіону є актуальним і своєчасним.

Вченими підраховано, а практикою доведено, що врожаї та валові збори сільськогосподарських культур підвищуються на 35–45 % за рахунок використання високоякісного садивного матеріалу нових зареєстрованих і перспективних сортів [5]. Садивний матеріал є, безперечно, одним із найважливіших і незамінних чинників, через який із покоління в покоління передаються генетичні властивості сортів [6].

---

[1] Агроекологія: Посібник / А. М. Фесенко, О. В. Солошенко, Н. Ю. Гаврилович, Л. С. Осипова, В. В. Безпалько, С. І. Кочетова; за ред. О. В. Солошенка, А. М. Фесенко, Харків:, 2013. 291 с.

[2] Агротехнічні вимоги та оцінка якості обробітку ґрунту: навч. посіб. / М. С. Чернілевський, Ю. А. Білявський, Р. Б. Кропивницький, Л. І. Ворона. Житомир: ЖНАЕУ, 2012. 84 с.

[3] Дмитренко П. А. Удобрение и густота в посевах полевих культур. Киев: Урожай. 1975. 248 с.

[4] Біологічні особливості картоплі // Електронна енциклопедія сільського господарства [Електронний ресурс]. Режим доступу: http://www AgroScience.com.ua. 2008-2009. (дата звернення: 11.09.2019).

[5] Бондарчук А. А., Колтунов В. А., Кравченко О. А. Картопля: вирощування, якість, збереження. Київ : КИТ, 2009. 232 с.

[6] М'ялковський Р. О. Фотосинтетична діяльність рослин ранньої картоплі залежно від різних норм добрив. Наукові праці інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків: Зб. наук. праць НААН. Київ, 2013. Вип. 17(1). С. 217–220.

У системі агротехнологічних та організаційних заходів щодо підвищення і забезпечення стабільності врожаїв картоплі провідне місце належить сортовому матеріалу, через який реалізуються потенційні можливості сорту і, навпаки, найбільш високопродуктивний сорт дає низький врожай за використання низькоякісного садивного матеріалу. Тому одним із об'єктів досліджень є сорт, який являє собою сукупність рослин, створених шляхом селекції, що мають певні спадкові морфологічні, біологічні та господарсько цінні ознаки і властивості [7], [8], [9].

Сорт є одним із основних засобів сільськогосподарського виробництва. Від його генотипу значною мірою залежать реалізація біопотенціалу поля, ефективність меліоративних і агротехнологічних заходів, особливо за впливу несприятливих умов середовища[10].

Але біологічний потенціал поля визначається не лише генетичними особливостями сорту, а й екологічними ресурсами конкретної ділянки і технологією вирощування[11].

За останні десятиріччя роль сорту в підвищенні врожайності картоплі - зросла. За підрахунками спеціалістів, зростання врожайності у світовій практиці картоплярства, в цілому забезпечується однаковою мірою за рахунок, як технології, так і впровадження нових, досконаліших сортів. Однак потенційні можливості сорту можуть бути реалізовані лише при високій якості садивного матеріалу.

Сортові якості бульб залежать від генотипу самого садивного

[7]Кропивницький Р. Б. Вплив способів основного обробітку ґрунту та елементів біологізації на продуктивність картоплі в умовах правобережного Полісся України: автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня кандидата с.-г. наук: спец. 06.01.01 «Загальне землеробство». Київ, 2013. 21 с.

[8] Поліщук І. С. Поліщук М. І., Мазур В. А., Палагнюк О. В. Ефективність застосування біологічно-ефективних препаратів та добрив при вирощуванні картоплі в умовах правобережного Лісостепу України. Сільське господарство та лісівництво. 2015. № 2. С. 18–26.

[9] Поліщук В. О. Вплив мікродобрив і біопрепарату на формування ваги бульб картоплі. Інноваційний розвиток АПК: проблеми та їх вирішення:матеріали Міжнар. наук.-практ. конф., присвяченої пам’яті декана агрономічного факультету М.Ф. Рибака (м. Житомир, 19-20 листопада 2015 р.). Житомир: Вид-во «Житомирський національний агроекологічний університет», 2015. С. 114–118.

[10] Поліщук І. С., Поліщук М. І., Палагнюк О. В. Вплив біопрепаратів азотофіт та фітоцид на врожайні властивості сортів картоплі. Наука в информационном пространстве: материалы IX Междунар. науч.- практ.интернет-конф. (10-11 октября 2013 г.). Вінницький національний аграрний університет, Україна. Режим доступу: WEB-ресурс НПК "CONSTANTA" http://www.confcontact. com/2013-nauka-v-informatsionnomprostranstve/sh1_polischuk_vpliv.htm (дата звернення 20.10.2019).

[11] Кармазіна Л. Є. Підвищення урожайності бульб картоплі при застосуванні різних видів, норм та способів внесення мінеральних добрив. Картоплярство. 2010. Вип. 39. С. 171 – 181.

матеріалу, тобто якщо садивний матеріал картоплі належить до високопродуктивного сорту, то потенційні можливості дають змогу вирощувати високий врожай, а якщо - до низькопродуктивного, то навіть за садіння високопродуктивним садивним матеріалом, високий урожай одержати неможливо[12].

Під врожайними властивостями садивного матеріалу розуміють здатність різного садивного матеріалу одного сорту, за однакових агротехнологічних умов, давати різні врожаї, а рослини, одержані з садивного матеріалу з різними врожайними властивостями, можуть різнитися за рядом фенотипічних і господарсько цінних ознак. Отже, врожайні якості бульб - це сукупність властивостей і ознак садивного матеріалу, здатних відповідно впливати на формування насаджень, як фотосинтезуючої системи, їхню структуру, ріст, розвиток, що в підсумку визначає біологічний і господарський урожай[13].

Урожайні властивості бульб пов'язані з впливом на них кліматичних і метеорологічних факторів, технології, системи та схем насінництва.

Наявності хороших сортів недостатньо для успішного ведення картоплярства. Необхідною умовою, на всіх етапах вирощування садивного матеріалу, є суворе дотримання вимог насінництва картоплі, які мають забезпечити впродовж тривалого часу не тільки збереження, а й поліпшення цінних якостей сорту. Недостатня увага до насінництва призводить до таких важких наслідків, як поширення на рослинах картоплі різних хвороб, швидке зниження врожайності, вихід сорту в тираж[14], [15].

Для забезпечення кращого використання рослинами картоплі добрив, оптимальні дози і співвідношення необхідно формувати з урахуванням біологічних властивості сорту і його цільового призначення (на продовольчі цілі, переробку, вирощування насіннєвого матеріалу і т. і.), типу ґрунту, його родючості, форми мінеральних добрив, терміну і норми їх внесення, ґрунтово-

[12] Жученко А. А. Стратегия адаптивной интенсификации сельскохозяйственного производства. Кишинёв : Штиинца, 2015. 303 с.

[13] Теслюк П. С. Результати досліджень по вирощуванню і використанню насінної картоплі в західному Поліссі України. Картоплярство. Вип. 1. К.: Урожай. 1970. С. 57 – 61.

[14] Сайдак Р. В. Формування врожайності картоплі за різних систем удобрення залежно від гідротермічних умов вегетаційного періоду. Вісник аграрної науки. 2014. № 3. С. 74–77.

[15] Семенченко О. Л., Даніліна А. С. Вплив доз і способів внесення мінеральних добрив на врожайність картоплі ранньої. Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони. 2012. № 3. С. 78–80.

кліматичних умов регіону вирощування[16].

Вплив мінеральних добрив на площу і роботу фотосинтетичного апарату картоплі змінюється залежно від фази росту й розвитку рослин і погодних умов. Так, на початку вегетації збільшенню листкової поверхні більше сприяв фосфор. Під впливом азоту і повного мінерального удобрення фотосинтетичний потенціал посівів зростав. Після опадів фотосинтетична діяльність рослин прискорювалася, так як азот сприяє новоутворенню листя, а калій продовженню їх життєдіяльності. За умов недостатньої кількості вологи, високі дози фосфору і азоту на рослинах картоплі пригнічували наростання площі листкової поверхні[17].

Збільшення урожайності та валового збору картоплі є загальною проблемою сьогодення. Впровадження у виробництво інтенсивних технологій вимагає застосування високих норм мінеральних добрив, пестицидів та значних енергетичних і матеріальних витрат, що негативно впливає на чистоту довкілля. Звідси одним з найважливіших завдань галузі картоплярства є розробка способів підвищення ефективності дії мінеральних добрив за зменшених норм їх застосування. Одним із шляхів вирішення цього завдання є використання нових перспективних форм добрив, створених на хелатній основі, до складу яких входять не тільки основні елементи живлення, а й необхідний набір мікроелементів[18].

Для нормального росту і розвитку рослин картоплі мікроелементи повинні надходити в активній формі. До найбільш перспективних біологічно активних сполучень належать комплексони металів (хелати). Оригінальність їхньої дії полягає у тому, що вони активізують діяльність ферментів, впливають на біохімічні процеси, які проходять у клітинах, стимулюють ріст і розвиток рослин. До складу цього виду добрив входять водорозчинні форми макро- і мікроелементів у хелатному стані, формулу яких відпрацьовано з урахуванням біологічних особливостей певних сільськогосподарських культур. Такі добрива використовуються для підживлення рослин, тому визначальним фактором їхнього

[16] Бузовер Ф. Я. Питание картофеля из почвы. Исследования по физиологии и биологии растений. Т. 90(127). Киев : Урожай. 1970. С. 163–172.

[17] Лихочвор В. В., Завірюха П. Д., Андрушко О. М. Система удобрення картоплі. Агробізнес сьогодні. 2014. № 10. С. 36–37.

[18] Каліцький П. Ф. Продуктивність різних сортів картоплі та якість бульб залежно від норм і способів внесення мінеральних добрив. Картоплярство. Вип. 27. Київ : Урожай. 1999. С. 91–96.

застосування є визначення оптимальної фази росту і розвитку рослини. Доведено, що позакореневе підживлення краще діє у критичні періоди росту і розвитку рослин. Саме в цей час у рослинах відбуваються кардинальні зміни стосовно обміну речовин, їх співвідношення та швидкості надходження елементів живлення в рослини. Саме тому підживлення, проведене в цей період, підвищує потенціал рослин і покращує умови для утворення генеративних органів[19].

Картопля відіграє важливу роль в харчуванні людини. З одиниці посівної площі картоплі можна отримати в три рази більше сухої речовини, ніж від зернових культур.

Для забезпечення населення України в ранній літній період високо-поживними продуктами багатими на вітаміни, поряд зі свіжими овочами велике значення має рання картопля, так як цінність картоплі, особливо ранньої визначається високим вмістом у бульбах вітамінів і зокрема антисептичного вітаміну С. Крім того, із 22 амінокислот, що зустрічаються в білках природного походження, 9 - особливо необхідні для людського організму. Валові збори ранньостиглої картоплі в Україні є низькими, тому цю нішу стараються заповнити ранньою картоплею завезеною з Єгипту, Туреччини, Польщі і інших держав[20], [21].

На даний час актуальним залишається вирішення питання отримання високої урожайності картоплі в максимально можливі ранні строки для літнього споживання.

Для вирішення цієї мети в різних ґрунтово-кліматичних зонах застосовуються спеціальні комплекси агротехнології, які включають вибір земельних ділянок що, найраніше звільняються від снігу і розташовані на південних та південно-західних схилах, різні способи підготовки насіннєвого матеріалу, проведення загущеного садіння, інтенсивного догляду за рослинами картоплі на ранніх фазах росту і розвитку та інші[22].

---

[19] Ільчук Л. А. Вплив агротехнічних прийомів вирощування картоплі на врожай бульб і нагромадження у них нітратів. Картоплярство. Вип. 24. К.: Урожай. 1993. С. 53–56.

[20] Кошелев Я. П. Локальне внесення добрив і врожайність картоплі. Картоплярство. Вип. 12. Київ : Урожай. 1981. С. 76–79.

[21] Данько Г. В. Урожайність картоплі залежно від норм і способів внесення мінеральних добрив. Картоплярство. Вип. 15. Київ : Урожай. 1984. С. 38–42.

[22] Молоцький М. Я. Стеблоутворююча здатність бульб різних вагових категорій і оптимальна густота стеблостою на посівах картоплі в умовах Правобережних районів Лісостепу. Картоплярство. Вип. 12. Київ : Урожай. 1981. С. 63–66.

Вирішальне значення для отримання ранньої продукції має стиглість сорту, який через 12–18 днів після появи сходів має почати утворювати бульби, через 50–60 днів здатний забезпечити урожайність не менше 10,0 т/га.

Урожайність ранньої картоплі у великій мірі залежить від якості садивного матеріалу. Особливу увагу при цьому необхідно приділяти масі насіннєвих бульб, так як за вирощування ранньої картоплі важливе значення має величина садивної фракції бульб, тому, що бульби з більшою масою швидше ростуть, раніше зацвітають і забезпечують більш високу урожайність порівняно з дрібною фракцією.

З цим погоджуються вчені, які підтверджують, що бульби масою 100 г і більше, являються більш урожайні, ніж дрібні 30-40 г. Проте, за садіння бульб масою 100 г і більше значно зростає розхід садивного матеріалу[23].

Враховуючи значення сорту і маси бульб за оптимізації технологічних заходів вирощування картоплі ранньостиглих сортів важливе значення мають способи підготовки бульб до садіння.

Досконало вивчені вітчизняними і зарубіжними вченими такі способи, як світлова яровизація бульб, пророщування в темряві у вологому середовищі (тирсі, торфу і т. і.), світлова яровизація у комплексі з вологим пророщуванням і т. і.

Основні висновки проведених досліджень полягають у тому, що яровизація бульб, особливо ранньостиглих сортів – ефективний агротехнологічний захід.

Відомо, що бульба має декілька вічок (від 7 до 10), раніше інших проростають вічка розташовані на верхівці, тоді як вічка розташовані нижче проростають пізніше, а деякі зовсім не проростають.

А чим більше проросло вічок, тим сильніший кущ і в ньому більше стебел. Все це сприяє оптимізації стеблостою, зростанню асиміляційної поверхні, збільшенню продуктивності фотосинтезу і в кінцевому – підвищенню рівня урожайності[24].

Один з способів підготовки бульб до садіння, який сприяє зростанню господарсько цінних ознак є стимуляція росту рослин картоплі.

[23] Попова Р. І. Вплив маси садивних бульб і густоти садіння на врожай і вихід стандартного насінного матеріалу картоплі. Картоплярство. Вип. 10. Київ : Урожай. 1979. С. 57–58.

[24] Андрушко М. Г. Урожай і насінні якості картоплі залежно від розміру і різання садивних бульб. Картоплярство. Вип. 6. Київ : Урожай. 1975. С. 87–92.

На думку вчених застосування хімічних стимуляторів росту (тіомочевини, тіосечовини, гіберліну гібереліну, гетероауксину, альфанафтилоцитової кислоти і ін.) позитивно діє на збільшення числа паростків на бульбах, сприяє зростанню рівня урожайності картоплі, проте це не завжди дає можливість отримати екологічно-безпечну товарну продукцію[25].

Збільшення урожайності та валового збору картоплі є загальною проблемою сьогодення. Впровадження у виробництво інтенсивних технологій вимагає застосування високих норм мінеральних добрив, пестицидів, значних енергетичних та матеріальних витрат, що негативно впливає на чистоту довкілля. Тому одним з найважливіших завдань у картоплярстві є розробка способів підвищення ефективності дії мінеральних добрив при зменшених нормах застосування. Одним із шляхів його вирішення є використання перспективних форм мінеральних добрив на хелатній основі, до складу яких входять не тільки основні елементи живлення (NPK), а й цілий набір мікроелементів[26].

Питання використання у виробництві картоплі елементів технології прецизійного землеробства, а саме зменшення об'ємів застосування пестицидів і мінеральних добрив в останні роки набуло значної актуальності. Одним з шляхів виконання цього завдання є використання нових сучасних органо-мінеральних добрив, які містять у собі не тільки основні елементи живлення, але й цілий арсенал мікроелементів (мідь, молібден, марганець, цинк, бор, селен, кремній і ін.)[27], [28].

Велика увага приділяється використанню мікродобрив з метою посилення процесів бульбоутворення, відтоку продуктів фотосинтезу з вегетативної маси в бульби, підвищення стійкості рослин в процесі вегетації і бульб в період зберігання. Відмічено різну чутливість рослин до мікродобрив. Застосування їх найбільш ефективне в оптимальних умовах для процесів, регуляцію яких вони

[25] Теслюк П. С. Результати досліджень по вирощуванню і використанню насінної картоплі в західному Поліссі України. Картоплярство. Вип. 1. Київ : Урожай. 1970. С. 57–61.

[26] Мацера А. В., Поліщук І. С. Вплив позакореневих підживлень та добрив на формування врожаю бульб сортів картоплі в умовах Лісостепу Правобережного. Земля України – потенціал продовольчої, енергетичної та екологічної безпеки держави. 2014. Т. 2. С. 75–78.

[27] Старовойтов В. И. Возможности и перспективы органического земледелия в картофелеводстве. Картоплярство. Киев : Аграрна наука. 2008. Вип. 37. С. 14–26.

[28] Власенко М. Ю. Шляхи підвищення ефективності невисоких норм мінеральних добрив. Картоплярство України. 2007. № 3–4 (8–9). С. 38–45.

здійснюють[29].

Введення мікродобрив та біодобрив в технологію виробництва картоплі потребує вивчення їх впливу на рослини залежно від рівнів і строків застосування. Так, як надходження поживних речовин через листя має свою специфіку, зумовлену анатомо-морфологічними особливостями будови листка, а також деякими фізичними факторами: змочуваність поверхні листка розчином, ступенем дисперсності, швидкістю випаровування тощо. Перераховані фактори свідчать про те, що позакореневе живлення рослин має свою специфіку і значно відрізняється від основного живлення ґрунту[30].

Пристосування культурних рослин до умов зовнішнього середовища завжди досягалось шляхом виведення нових сортів. Тепер з'явився інший підхід, пов'язаний з відкриттям різних хімічних сполучень – мікродобрив, регуляторів росту, застосування яких змінює швидкість росту і темпи розвитку рослин у бажаному напрямку[31], [32]. Значна роль у підвищенні продуктивності сільськогосподарських культур належить мікродобривам: їх застосування дає можливість спрямовано покращувати біологічні процеси у рослинному організмі, найповніше реалізувати потенційні можливості сорту, гібриду[33].

Доведено, що позакореневе підживлення позитивно діє у критичні періоди розвитку рослин. У цей час у рослинах відбуваються кардинальні зміни в обміні речовин, у співвідношенні швидкості надходження елементів живлення. Тому підживлення, проведене в цей період, підвищує потенціал рослин та покращує умови для утворення генеративних органів[34], [35], [36], [37].

---

[29] Патика В. П. Агроекологічна оцінка мінеральних добрив та пестицидів. К.: Основа. 2005. 300 с.

[30] Сидорчук А. А. Ефективність строків внесення нових добрив при позакореневому підживленні рослин картоплі. Картоплярство. К.: Аграрна наука. 2009. Вип. 38. С. 145 – 151.

[31] Анішин Л. А. Вітчизняні біологічно активні препарати просяться на поля України. Київ: Пропозиція. 2004. № 10. С. 48 – 50.

[32] Білітюк А. П. Біостимулятори і врожайність. Захист рослин. 2000. № 10. С. 21 – 23.

[33] Пономаренко С. П. Вплив регуляторів росту на врожайність і стійкість рослин проти шкідників та збудників хвороб. Захист рослин. 2003. № 12. С. 17 – 18.

[34] Ґедзь С. М. Влияние марганца, меди, бора и условий среди на накопление углеродов в клубнях картофеля. Микроэлементы в окружающей среде. К.: Наукова думка, 1986. С. 102 – 104.

[35] Каліцький П. Ф. Вплив мікроелементів, способів і норм внесення мінеральних добрив на урожай та якість бульб картоплі. Картоплярство. К.: Аграрна наука. Вип. 27. 1997. С. 91 – 96.

[36] Ермантраут Е. Р. Екологічна стабільність і пластичність сортів картоплі на Поліссі. Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин: наук. журн. 2015, №3/4 (28/29). С. 12–17.

[37] Вишневська О. Л. Вплив добрив на підвищення врожайності сучасних сортів картоплі в умовах Полісся. Вісник аграрної науки. 2013. № 11. С. 22–25.

Перевагою позакореневого підживлення є можливість комплексного його застосування з іншими видами добрив та засобами захисту рослин.

Позакореневе підживлення дає змогу розв'язувати проблему забезпечення мікроелементами та значно покращити життєдіяльність рослин. При застосуванні позакореневих підживлень, особливо в комплексі з мікроелементами, досягається позитивний вплив на проходження фенологічних фаз розвитку, зокрема в період закладання елементів продуктивності культури.

Застосування мікродобрив є невід'ємною частиною заходів з підвищення продуктивності картоплі. Мікроелементи здатні підвищувати схожість та посилювати розвиток рослин[38], [39], [40].

Незважаючи на те, що у живленні картоплі, формуванні величини врожаю і якості бульб мікродобрива відіграють позитивну роль, широкого застосування методом внесення їх в ґрунт вони не знайшли[41].

Проведення позакореневого підживлення рослин мало значний вплив на врожайність. Застосування позакореневого підживлення рослин сприяло істотному підвищенню врожайності при першому внесенні (фаза повних сходів) 24–35 ц/га, при другому фаза бутонізації на 27–42 ц/га порівняно з контролем[42].

Застосування передпосадкової обробки бульб розчином солей мікроелементів (B, Mn, Cu, Mo, Zn), позакореневого підживлення рослин в період масових сходів N_{30} і обприскування бадилля через 15 днів після появи сходів 0,05 % - ним мідним купоросом знижувало ураження рослин фітофторозом на 23–32 %. Застосування, окрім цих заходів ще одного (триразове обприскування фунгіцидами), знижувало ураження рослин картоплі сорту Приєкульська рання макроспоріозом, а бульби паршою[43],[44].

[38] Burter W. Y. The urers ware Potatoes. Reguirements Potatoes reslarch. 1974. № 4. P. 374–409.

[39] Bottini A. Hormohal contribution of the mother tuber to growth, stolonization and tuberization of the Potatp Plant (sol. tub. 1.) Tizio-Futon. Berlin. 1981. P. 27–32.

[40] Crison C. Infinence de la fumure sur la production et la gualite des pomnes de terre. Pomme de Terre frans. Berlin. 1973. № 35. P. 5–14

[41] Власюк П. А. Химический состав картофеля и пути улучшения его качества. Киев : Наукова думка, 1979. 195 с.

[42] Сидорчук А. А. Ефективність строків внесення нових добрив при позакореневому підживленні рослин картоплі. Картоплярство. Вип. 38. Київ : Аграрна наука. 2009. С. 145–151.

[43] Власенко М. Ю., Петренко С. Д. Біохімічний склад та якість бульб картоплі залежно від умов мінерального живлення на чорноземах Центрального Лісостепу. Аграрні вісті. 2006. № 3. С. 4–6.

Питання ефективності обробки бульб перед посадкою і позакореневого живлення рослин препаратами Біо-Мінераліс (біодобриво-біофунгіцид), Мікро-Мінераліс (фофсоро-калій), Мікро-Мінераліс (калій), Мікро-Мінераліс (картопля) і Нано Мінераліс є практично щодо умов західного регіону не вивчено, і в особливості для такої культури, як картопля.

Нами проведено аналіз кліматичних умов за 2000–2020 рр. стосовно зони Західного Лісостепу, а конкретно Карпатського регіону, що складалися протягом вегетаційного періоду росту рослин картоплі (табл. 1).

Коефіцієнт суттєвості відхилень кількості опадів від середніх багаторічних був максимальним у 2010 р. і в травні місяці складав $К_с = 2,9$, в липні $К_с = 3,0$. Це вказує, що погодні умови, які склалися в ці місяці були наближені до екстремальних.

Розрахунок показника посушливості (Ş) засвідчив, що коефіцієнти суттєвості ($К_с$) відхилень середньомісячної температури повітря від середніх багаторічних в основному не перевищували Ş≥1. Підвищення температури більше за одиницю в липні місяці спостерігалось в 2002, 2006, 2010, 2012, 2019 та 2020 рр.

Коефіцієнт відхилення суттєвості середньомісячної температури повітря від середніх багаторічних даних в ці роки в липні місяці складав 1,2–1,5 °С, що вказує на помірну посуху в ці роки. Років, які за $К_с$ відносились до ІІІ категорії, тобто наближених до екстремальних, не відмічено. Найбільший відсоток складали роки з коефіцієнтом суттєвості відхилень середньомісячної температури повітря близькою до середніх багаторічних – від 62 до 85 %.

[44] Баранчук Ю. В., Андрущенко Т. І. Зміна вмісту сирого протеїну та його складових у бульбах картоплі залежно від біологічних особливостей сортів та умов вирощування. Вісник Білоцерківського державного аграрного університету : зб. наук. пр. 2007. Вип. 46. С. 17–22.

Таблиця 1

Коефіцієнти суттєвості ($К_с$) відхилень кількості опадів від середніх багаторічних, середнє за 2000-2020 рр.

Роки		Місяць					
		Квітень	Травень	Червень	Липень	Серпень	Вересень
2000		-0,8	-0,1	-0,4	1,4	-1,5	-0,9
2001		-0,2	-0,7	1,8	1,3	-0,2	-0,8
2002		-0,9	-1,0	0,9	-1,3	-0,5	-0,3
2003		-1,3	-0,5	-0,2	-0,1	-1,5	-1,0
2004		-1,2	0,1	-1,2	1,9	2,1	-0,6
2005		-0,1	0,2	0,2	0,1	-0,1	-1,3
2006		-0,6	0,6	0,9	0,7	2,1	-0,5
2007		-1,4	-0,1	-0,5	0,9	-0,3	0,7
2008		-0,1	0,8	-0,2	1,0	1,4	-0,5
2009		-0,8	-0,2	0,3	0,5	0,0	-0,3
2010		-1,2	2,9	1,0	3,0	0,6	-0,4
2011		-1,0	-0,5	0,1	1,3	0,7	-0,8
2012		-0,8	-0,7	0,7	-0,4	-0,3	-0,4
2013		-1,2	0,1	-1,2	1,9	2,1	-0,6
2014		-0,1	0,2	0,2	0,1	-0,1	-1,3
2015		-1,2	2,9	1,0	3,0	0,6	-0,4
2016		-1,0	-0,5	0,1	1,3	0,7	-0,8
2017		-0,8	-0,1	-0,4	1,4	-1,5	-0,9
2018		-0,1	0,2	0,2	0,1	-0,1	-1,3
2019		-0,6	0,6	0,9	0,7	2,1	-0,5
2020		-0,1	0,8	-0,2	1,0	1,4	-0,5
$\bar{x}$ (2000-2020)		49,6	84,7	92,7	114,5	90,5	59
$\bar{x}$ багаторічн.		48	64	89	99	83	52
Ş		18,5	40,4	32,8	44,9	48,1	19,5
Частка років за категоріями*, %	I	62	84	77	46	62	85
	II	38	8	23	46	23	15
	III	0	8	0	8	15	0

Примітка. - I – погодні умови близькі до багаторічних;
II - суттєво відрізнялись від багаторічних;
III – наближені до екстремальних.

Елементи ресурсо-ощадної технології для підвищення потенціалу урожайності ранньостиглих сортів картоплі

Майбутній урожай картоплі визначається площею листкової поверхні, швидкістю розвитку фотосинтетичного апарату та терміном його функціонування.

Продуктивність картоплі залежить від ефективності роботи фотосинтетичного апарату рослин – листя. Розмір листкової поверхні – це основний фактор, що обумовлює поглинання і використання зеленою рослиною енергії сонячної радіації. Добрива є головним засобом за допомогою якого можна регулювати розмір листкової поверхні і таким чином впливати на урожайність в цілому. Тому, раціональне мінеральне живлення повинно бути спрямоване на створення оптимальних розмірів листкової поверхні протягом всього вегетаційного періоду.

Рівень розвитку вегетативної маси характеризується масою бадилля, кількістю стебел, площею листків, фотосинтетичним потенціалом і особливістю будови куща картоплі. розвиток листкового апарату рослин картоплі в більшості є результатом повнішого використання сприятливих умов живлення, вологи ґрунту і повітря. Оптимальної температури для формування асиміляційної поверхні листків і нагромадження врожаю.

Вивчення біометричних показників ранньостиглих сортів картоплі Кіммерія та Щедрик, що включені у наші дослідження, показало, що кількість стебел в кущі зростала залежно від збільшення рівнів і площі живлення рослин, а також і від величини посадкової фракції бульб (табл. 2).

Внесення мінеральних добрив порівняно з контролем (без добрив) і збільшення розміру посадкової фракції сприяло збільшенню величини надземної маси і відповідно сприяло зростанню функціонування надземного апарату рослин картоплі обох ранньостиглих сортів, що вивчались у наших дослідженнях.

Таблиця 2

Вплив рівнів і площ живлення та величини садивної фракції на стеблоутворюючу здатність картоплі сорту Кіммерія

Живлення рослин картоплі:		Величина посадкової фракції бульб, мм	Середня кількість стебел на один кущ, шт	Стеблостій, шт.тис/га	Висота стебел, см	
					фаза бутонізації	фаза цвітіння
рівні	площа, см				на 60-ий день після садіння	на 70-ий день після садіння
Без добрив (контроль)	70 х 25	≥45	5,0	275	54	56
	70 х 30		5,5	302	57	60
	70 х 25	≥60	5,3	286	58	61
	70 х 30		5,4	297	60	64
$N_{60}P_{60}K_{90}$ (рекомендований)	70 х 25	≥45	5,9	310	63	65
	70 х 30		6,0	324	65	69
	70 х 25	≥60	6,0	340	68	73
	70 х 30		6,2	353	70	74
$НІР_{05}$			0,4	18	5,3	6,0

Мінеральні добрива порівняно з варіантом контролю (без добрив) сприяли збільшенню кількості стебел в розрахунку на один кущ картоплі. Якщо на контролі без внесення добрив кількість стебел в одному кущі у сорту Кіммерія становила 5,0–5,5 шт, то вже на варіантах, де вносили рекомендовану дозу $N_{60}P_{60}K_{90}$ відповідно 5,9–6,2 шт. За сортом Щедрик ці показники відповідно становили 3,6–4,7 і 4,8–5,8 шт або на 9,1 і 13,2 % більше (табл. 3).

Загальна кількість стебел, що утворились на одному кущі картоплі – це біологічна особливість сорту картоплі. Сорт Кіммерія характеризувався вищою на 11,9 % стеблоутворюючою здатністю. Середня кількість утворених стебел за рівнозначних умов вирощування у цього сорту складала 5,6 шт, тоді як у сорту Щедрик – лише 4,7 шт/кущ.

Величина посадкової фракції бульб картоплі також мала вплив на стеблоутворюючу здатність обох сортів картоплі. Максимальний стеблостій сформований сортом Кіммерія за садіння фракцією ≥45 мм складав 330 тис. стебел на гектар, за садіння фракцією ≥60 мм – 342 тис/га, тоді як у сорту Щедрик відповідно 268 і 375 тис/га.

Таблиця 3

Вплив рівнів і площ живлення та величини садивної фракції на стеблоутворюючу здатність картоплі сорту Щедрик

Живлення рослин картоплі:		Величина посадкової фракції бульб, мм	Середня кількість стебел на один кущ, шт	Стеблостій, шт.тис/га	Висота стебел, см	
рівні	площа, см				фаза бутонізації	фаза цвітіння
					на 60-ий день після садіння	на 70-ий день після садіння
Без добрив (контроль)	70 х 25	≥45	3,6	198	46	47
	70 х 30		4,0	220	47	49
	70 х 25	≥60	4,4	242	49	50
	70 х 30		4,7	302	50	52
$N_{60}P_{60}K_{90}$ (рекомендований)	70 х 25	≥45	4,8	331	58	61
	70 х 30		4,9	347	60	64
	70 х 25	≥60	5,5	368	62	65
	70 х 30		5,8	375	63	66
$НІР_{05}$			0,5	27	5,8	6,1

За збільшення площі живлення рослин з 70 х 25 до 70 х 30 см кількість стебел в кущі у сорту Кіммерія зросла на 10,2 – 11,0 5, стеблостій з 275–340 до 302–353 тис. кущів на гектар, а у сорту Щедрик відповідно на 10,6–11,1 % і з 198–258 до 220–275 тис. кущів на гектар.

Ріст і розвиток рослин картоплі залежав, на пряму, від сорту. Сорти картоплі, що було включено у дослідження, формували різну висоту рослин, а саме висоту бадилля. У сорту Кіммерія на 60-ий день після садіння висота стебел була вищою порівняно з сортом Щедрик і складала 54–70 см, тоді як у самого сорту Щедрик, лише 46–63 см або на 7–8 см нижчою.

В фазу цвітіння спостерігалась аналогічна закономірність. Висота рослин картоплі сорту Кіммерія становила 56–74 см, а сорту Щедрик 47–66 см, на 8–9 см нижче.

На нашу думку, це біологічна властивість сорту, за якої сорт Кіммерія характеризувався більшою висотою рослин картоплі, порівняно з сортом Щедрик.

На варіантах з внесенням рекомендованої дози добрив $N_{60}P_{60}K_{90}$ висота рослин сорту Кіммерія, порівняно з контролем (без добрив), була більшою на 11,5 % і в середньому складала 70,2 см. У сорту Щедрик, показники відповідно становили, на 5,0 % і 6,4 см.

Висота рослин у цвітіння залежала від величини посадкової фракції бульб. За садіння фракцією ≥45 мм середня висота рослин сорту Кіммерія була 59,0–62,0 см, а за садіння фракцією ≥60 мм – 64,0–68,0 см. У сорту Щедрик залежно від величини посадкової фракції висота стебел була більшою на 3,0–4,0 см за садіння більшою фракцією бульб.

Вплив площі живлення на висоту стеблостою була незначною, хоча тенденція збільшення висоти рослин за зростання площі живлення спостерігалась у обох сортів картоплі, що включені у дослідження. За збільшення площі живлення з 70 х 25 до 70 х 30 см перевищення рослин у висоту у сорту Кіммерія складало 2,7, сорту Щедрик – 1,8 см, що було в межах помилки досліду, так як $НІР_{05}$ за сортом Кіммерія становив 5,3 – 6,0, а сортом Щедрик – 5,8 – 6,1.

Життєвий цикл рослин картоплі складається з ряду періодів. Які характеризуються зміною фізіологічних функцій та органотворчих процесів. При цьому відбуваються зміни фенологічних фаз, коли формуються морфологічні та фізіологічні зміни органів рослин.

За вивчення фаз росту і розвитку рослин та їх тривалості в онтогенезі сортів картоплі Кіммерія і Щедрик встановлено, що значний вплив, зокрема за проходження фази садіння – сходи, мали біологічні властивості сорту. Картопля сорту Щедрик, цю фазу пройшла дещо раніше. Перші сходи появились на 2–3 дні раніше сорту Кіммерія. Проте, в подальшому сорт Кіммерія, незважаючи на так звану «затримку зі сходами», дав потужний стартовий ріст і фаза початку бутонізацію, в яку ми проводили спостереження, наступила в обох сортів одночасно. Впливу на проходження фенологічних фаз росту і розвитку рослин картоплі сортів Кіммерія і Щедрик, агротехнологічних заходів, зокрема рівнів і площ живлення, не встановлено. Слід відзначити, що дещо раніше, а саме на 1 – 2 дні. Появились сходи обох сортів картоплі, за садіння посадковою фракцією ≥60 мм.

Для підвищення продуктивності картоплі важливе значення має величина вегетативної маси бадилля, що сформована.

З агротехнологічних заходів, які ми вивчали, за вирощування ранньостиглих сортів картоплі найбільший вплив на наростання

вегетативної маси мали мінеральні добрива, а конкретно їх доза внесення. За внесення рекомендованої дози добрив $N_{60}P_{60}K_{90}$ порівняно з контролем, вага вегетативної маси одного куща у сорту Кіммерія, на 70-ий день після садіння зростала з 303–403 до 469–681 г, або на 45,2–54,0 %, у сорту Щедрик з 274–363 до 515–689 г/кущ або на 87,9–89,8 % (табл. 4).

Таблиця 4

Вага вегетативної маси залежно від рівнів і площ живлення та величини посадкової фракції

Живлення рослин картоплі:		Величина посадкової фракції бульб, мм	Ранньостиглі сорти картоплі:					
			Кіммерія			Щедрик		
рівні	площа, см		Вага вегетативної маси на 70-ий день після садіння (фаза цвітіння), г/кущ					
			стебел	листя	загальна	стебел	листя	загальна
Без добрив (контроль)	70 х 25	≥45 мм	223	80	303	200	74	274
	70 х 30		252	88	340	225	80	305
	70 х 25	≥60 мм	273	84	357	236	82	318
	70 х 30		310	93	403	250	113	363
$N_{60}P_{60}K_{90}$ (рекомендо-ваий)	70 х 25	≥45 мм	361	108	469	390	125	515
	70 х 30		385	129	514	440	136	576
	70 х 25	≥60 мм	412	163	575	448	143	591
	70 х 30		485	196	681	521	168	689
$НІР_{05}$			24,7	8,0	25,6	27,9	7,9	28,0

В середньому вага вегетативної маси одного куща в обох сортів картоплі, що вивчались була рівнозначною. Слід, лише зауважити, що на 11,1 г сорт Щедрик перевищував сорт Кіммерія. Цей показник знаходився в межах помилки досліду.

Картопля – культура вимоглива до агротехнологічних заходів. Незалежно від ґрунтово-кліматичних умов та зони вирощування, добрива під цю культуру є необхідною умовою одержання високого і якісного врожаю. Вплив добрив на ріст і розвиток рослин картоплі залежить від оптимального співвідношення цих факторів.

Для забезпечення використання необхідної кількості добрив рослинам картоплі і внесення їх в оптимальних дозах і

співвідношеннях необхідно врахувати біологічні властивості сорту і цільове призначення (на продовольчі цілі, переробку, вирощування насіннєвого матеріалу і т. і), а також тип ґрунту, родючість, форму мінеральних добрив, терміни і норми їх внесення, ґрунтово-кліматичні умови зони вирощування.

Продуктивність картоплі в основаному залежить від ефективності роботи фотосинтетичного апарату рослин – листя. Розмір листкової поверхні – це основний фактор, що обумовлює поглинання і використання зеленою рослиною енергії сонячної радіації. Добрива є головним засобом за допомогою якого можна регулювати розмір листкової поверхні і таким чином, впливати на урожайність. Тому, раціональне мінеральне живлення повинно бути спрямоване на створення оптимальних розмірів листкової поверхні посівів протягом всієї вегетації.

Рівень розвитку вегетативної маси характеризується масою бадилля, кількістю стебел, площею листків, фотосинтетичним потенціалом і особливістю куща. Розвиток листкового апарату рослин картоплі в більшості є результатом повнішого використання сприятливих умов живлення, вологи ґрунту і повітря.

Для активної фотосинтетичної діяльності сільськогосподарських культур, отримання високих і сталих врожаїв картоплі необхідно сформувати оптимальний за розмірами фотосинтетичний апарат. Оптимальною площею листкової поверхні для ефективної фотосинтетичної діяльності картоплі є 40–50 тис. м^2/га.

Основний фактор, що обумовлює поглинання і використання зеленою рослиною енергії сонячної радіації – розмір листкової поверхні, а саме за рахунок добрив можна впливати і регулювати розмір листкової поверхні.

Саме в таких розмірах в наших дослідженнях за вирощування ранньостиглих сортів картоплі сортів Кіммерія та Щедрик сформувалась листкова поверхня. На варіантах з внесенням мінеральних добрив $N_{60}P_{60}K_{90}$, площа живлення 70 х 25 і 70 х 35 см і величиною садивної фракції бульб ≥60 мм. Асиміляційна поверхня листків сорту Кіммерія в фазу цвітіння на цих варіантах складала 43,7–53,0, а сорту Щедрик – 44,9–52,0 тис. м^2/га (табл. 5, 6).

Слід відмітити, що для сорту Щедрик була також сформована оптимальна листкова поверхня – 40,1–44,2 тис. м^2/га на варіантах з меншою фракцією садивних бульб ≥45 мм за площі живлення 70 х 35 см і рівні живлення $N_{60}P_{60}K_{90}$. Характерно, що дана закономірність

спостерігалась протягом усіх років досліджень. Асиміляційна поверхня сорту Щедрик в середньому складала 34,6, сорту Кіммерія – 32,9 тис. м^2/га і була більшою на 10,5 %.

Ми проаналізували вплив інших агротехнологічних заходів, які вивчались у досліді. Зокрема, це вплив площі живлення на формування листкової поверхні. За площі живлення 70 х 25 см сорт Щедрик в середньому за 2015–2017 рр. формував листкову поверхню 32,5, за збільшення її до 70 х 30 см – 38,1 тис. м^2/га або на 17,2 % більше. У сорту Кіммерія спостерігається аналогічна тенденція збільшення листкової поверхні на 4,2 тис. м^2/га або на 11,4 %.

Таблиця 5

Асиміляційна поверхня листків і продуктивність фотосинтезу залежно від агротехнологічних заходів за вирощування картоплі у сорту Кіммерія

Живлення рослин картоплі:		Величина посадкової фракції бульб, мм	Асиміляційна поверхня листків в фазу цвітіння, тис. м^2/га				Продуктивність фотосинтезу, г/м^2 за добу
			роки				
рівні	площа, см		I рік	II рік	III рік	середнє за роки	
Без добрив (контроль)	70 х 25	≥45 мм	20,1	20,4	20,6	20,3	5,3
	70 х 30		22,3	20,8	21,5	21,5	5,7
	70 х 25	≥60 мм	23,2	21,9	22,4	22,4	6,0
	70 х 30		28,1	22,2	25,4	25,4	6,8
$N_{60}P_{60}K_{90}$ (рекомендований)	70 х 25	≥45 мм	30,4	34,5	33,9	33,9	7,9
	70 х 30		35,3	42,2	38,2	38,2	8,7
	70 х 25	≥60 мм	43,7	47,0	46,3	46,3	11,8
	70 х 30		50,5	52,0	51,8	51,8	12,1
$НІР_{05}$			2,6	3,1	1,8	1,8-3,1	0,8

Що стосується величини садивної фракції бульб, то за садіння фракцією ≥45 мм середня листкова поверхня за 2015–2017 рр. обох сортів картоплі була майже рівнозначною: у сорту Кіммерія – 28,5, сорту Щедрик – 29,8 тис. м^2/га.

За садіння бульбами фракцією ≥60 мм листкова поверхня обох сортів картоплі зросла на 28,0 % і складала за сортом Щедрик 36,5, а за сортом Кіммерія – 38,2 тис. м^2/га.

Сумарною асиміляційною поверхнею листків і інтенсивністю фотосинтетичних процесів визначається чиста продуктивність фотосинтезу. Від ефективності фотосинтетичної роботи листків в основному залежить продуктивність картоплі. Найбільшу чисту продуктивність фотосинтезу 12,1 г/м^2 за добу в середньому за роки досліджень встановлено у сорту Кіммерія на площі живлення 70 х 35 см. Величині посадкової фракції бульб ≥60 мм і рівні живлення $N_{60}P_{60}K_{90}$.

Таблиця 6

Асиміляційна поверхня листків і продуктивність фотосинтезу залежно від агротехнологічних заходів за вирощування картоплі у сорту Щедрик

Живлення рослин картоплі:		Величина посадкової фракції бульб, мм	Асиміляційна поверхня листків в фазу цвітіння, тис. м^2/га				Продуктивність фотосинтезу, г/м^2 за добу
			роки				
рівні	площа, см		І рік	ІІ рік	ІІІ рік	середнє за роки	
Без добрив (контроль)	70 х 25	≥45 мм	19,6	21,5	21,5	20,8	5,2
	70 х 30		20,5	22,0	22,1	21,5	5,4
	70 х 25	≥60 мм	25,9	24,5	26,8	25,7	6,0
	70 х 30		30,8	26,7	33,1	30,2	6,9
$N_{60}P_{60}K_{90}$ (рекомендований)	70 х 25	≥45 мм	32,3	37,3	38,4	36,0	7,8
	70 х 30		44,2	40,1	40,4	41,2	8,3
	70 х 25	≥60 мм	51,8	44,9	45,8	47,5	9,7
	70 х 30		52,0	46,2	50,4	49,5	10,6
$НІР_{05}$			3,0	2,9	1,8	2,1-3,0	0,6

Аналізуючи вплив технологічних заходів, які ми проводили в дослідженнях встановлено високий вплив на продуктивність

фотосинтезу обох ранньостиглих сортів картоплі мав рівень живлення. На контролі, де не вносили добрива середня продуктивність фотосинтезу була рівнозначною у обох сортів картоплі і складала 5,9 г/м^2 за добу. На варіантах, де вносили мінеральні добрива в дозі $N_{60}P_{60}K_{90}$ продуктивність фотосинтезу в середньому складала у сорту Кіммерія – 10,1, у сорту Щедрик – 9,2 г/м^2 за добу і була відповідно сорту на 71,1 і 54,2 % вищою.

Продуктивність фотосинтезу зі збільшенням площі живлення з 70 х 25 до 70 х 35 см зросла не значно – лише на 7,8 і 8.3 %.

Дещо більшим вплив на продуктивність рослин картоплі мала величина садивної фракції бульб. За садіння фракцією ≥45 мм чиста продуктивність за добу становила 6,7 та 6,9 г/м^2 на один гектар. За збільшення садивної фракції до ≥60 мм продуктивність фотосинтезу у сорту Щедрик зросла на 23,9, а у сорту Кіммерія на 33,3 %.

Статистична обробка експериментальних даних багатофакторного досліду підтверджує величину впливу окремих факторів (табл. 7).

Таблиця 7

Величина впливу окремих факторів на біометричні показники рослин картоплі

Показники росту і розвитку рослин картоплі	Ранньостиглі сорти картоплі							
	Щедрик				Кіммерія			
	величина впливу факторів, %							
	живлення		величина посадкової фракції	інші	живлення		величина посадкової фракції	інші
	рівень	площа			рівень	площа		
Стеблостій	60,0	7,0	31,0	2,0	66,0	6,0	25,0	3,0
Вегетативна маса: листків	77,0	9,0	11,0	3,0	67,0	10,0	19,0	4,0
стебел	71,0	10,0	18,0	1,0	60,0	7,0	30,0	3,0
Висота стебла	85,0	4,0	9,0	2,0	82,0	9,0	5,0	4,0
Асиміляційна поверхня	68,0	12,0	18,0	2,0	78,0	5,0	16,0	1,0
Продуктивність	81,0	7,0	10,0	2,0	77,0	7,0	14,0	2,0
Середні показники росту та розвитку	73,6	8,2	16,2	2,0	71,6	7,3	18,2	2,9

Статистична оцінка впливу агротехнологічних факторів, які вивчали в дослідах, на ріст і розвиток рослини ранньостиглих сортів картоплі Щедрик та Кіммерія підтверджує наступні закономірності:

- на формування загального стеблостою величина впливу окремих факторів в обох сортів була практично рівнозначною - на 60,0–66,0 % мав вплив фактор рівнів живлення, на 25,0–31,0 % - величина садивної фракції бульб і лише 6,0–7,0 % впливу на стеблостій насаджень картоплі мав фактор площі живлення;

- на наростання вегетативної маси різниця впливу факторів рівнів живлення залежала від сорту картоплі і цей фактор мав більший (71,0–77,0 %) вплив на сорт картоплі Щедрик, порівняно з сортом Кіммерія (60,0–67,0 %). На сорт Кіммерія значний вплив 19,0–30,0 % мав фактор величини садивних бульб.

Вплив факторів, що вивчались у дослідженнях (рівень і площа живлення, величина садивної фракції бульб) на висоту стебел обох сортів картоплі був рівнозначним і складав 82,0–85,0 % для рівня живлення, 4,0–9,1 % - площа живлення, 5,0–9,1 % - величина садивних бульб.

Що стосується асиміляційної поверхні листків, то вплив фактору рівнів живлення на 10,0 5 був більшим у сорту Кіммерія і складав 78,0 %. Більшим вплив площ живлення 12,0 % був у сорту Щедрик, тоді як цей фактор впливав на сорт Кіммерія лише на 5,0 %.

Незважаючи на те, що вплив фактору рівні живлення на асиміляційну поверхню сорту Щедрик був меншим порівняно з сортом Кіммерія, його вплив на продуктивність фотосинтезу був більшим і складав 81,0 %. Це можна пояснити і збільшенням асиміляційної поверхні листків так і біологічними властивостями за її формування.

Величина врожаю ранньостиглих сортів картоплі залежить від площі асиміляційної поверхні листя. За даними дослідження величина асиміляційної поверхні на варіантах з рекомендованою дозою живлення обох сортів була в межах рекомендованої, тому і накопичення урожайності відповідно було досить високим.

Динамічне підкопування на 70-й день після садіння картоплі сорту Кіммерія показала, що практично на всіх варіантах досліду спостерігається збільшення площі листкової поверхні відповідно збільшенню площі живлення на 4,4–12,2 тис.м^2/га. На варіантах досліду, де застосували рекомендовану дозу живлення за посадки

фракціями ≥45 та ≥60 мм вона залишилась на рівні 31,0 тис.м^2/га (табл. 8).

Таблиця 8

Динамічне підкопування на 70 день після садіння картоплі сорту Кіммерія

Рівні живлення	Величина фракції, мм	Площа живлення, см	Кількість бульб на один кущ, шт				Вага куща, г		Площа листкової поверхні, тис.м^2/га
			загальна	велика	середня	дрібна	стебла	листя	
Без добрив (контроль)	≥45	70 х 30	6	1	6	3	326	184	34,0
		70 х 25	6	-	8	2	340	99	21,8
	≥60	70 х 30	8	-	5	6	310	120	29,4
		70 х 25	7	3	6	5	360	98	25,0
$N_{60}P_{60}K_{90}$ (рекомендований)	≥45	70 х 30	8	3	5	-	447	160	31,0
		70 х 25	8	-	8	-	386	160	31,0
	≥60	70 х 30	8	3	5	-	813	263	51,3
		70 х 25	8	3	4	1	573	190	37,7

Зі збільшенням площі живлення з 70х25 до 70х30 см спостерігається тенденція збільшення вмісту крохмалю в бульбах на 0,5 – 1,1 % і тільки на контрольному варіанті (без добрив) за посадки фракцією ≥60 мм він залишився на рівні 12,7 %.

Урожайність картоплі сорту Кіммерія за роки проведення досліджень в середньому зростала відповідно зі збільшенням площі живлення на 0,4-9,7 т/га, а на варіанті, де вносилась рекомендована доза живлення $N_{60}P_{60}K_{90}$ і проводилось садіння бульбами ≥45 мм вона збільшилась на12,6 т/га, хоча не спостерігалось збільшення асиміляційної поверхні листя (табл. 9).

Таблиця 9

Динамічне підкопування на 70 день після садіння картоплі сорту Кіммерія

Рівні живлення	Величина фракції, мм	Площа живлення, см	Вага бульб, г				Вміст крохмалю, %	Урожайність, т/га
			загальна	велика	середня	дрібна		
Без добрив (контроль)	≥45	70 х 30	355	157	127	71	12,2	19,5
		70 х 25	313	97	160	56	11,4	17,2
	≥60	70 х 30	467	227	201	39	12,7	25,7
		70 х 25	290	143	101	46	12,7	16,0
$N_{60}P_{60}K_{90}$ (рекомендований)	≥45	70 х 30	467	200	213	54	11,1	25,2
		70 х 25	230	100	60	70	10,0	12,6
	≥60	70 х 30	400	310	50	40	10,5	22,0
		70 х 25	393	150	216	27	9,5	21,6

Дані таблиці 10 свідчать, що площа листкової поверхні сорту Щедрик на 70-й день після садіння мала тенденцію збільшення зі збільшенням площі живлення рослин картоплі за всіх варіантів досліду і коливалась від 1,4 до 4,9 тис. м^2/га (на дослідних ділянках сектору картоплярства), і від 0,7 до 4,0 тис. м^2/га на ділянках закладених у фермерському господарстві.

Урожайність сорту Щедрик на 70-й день після садіння на контролі (без добрив) збільшувалась із збільшенням площі живлення на варіантах, де висаджували бульби величиною ≥45 мм, а також за висадки бульб посадковою фракцією ≥60 мм і коливався в межах 3,4–3,8 т/га. На варіантах з внесенням рекомендованої дози живлення урожайність збільшилась відповідно збільшення площі живлення на 3,7–6,3 т/га.

Дані урожайності, отриманої за динамічного підкопування сорту картоплі Щедрик у фермерському господарстві суттєво не різняться від даних у секторі картоплярства. Спостерігається аналогічна тенденція щодо збільшення урожаю зі збільшенням площі живлення

до 70 х 30 см та відповідно внесення рекомендованої дози живлення мінеральними добривами.

Таблиця 10

Динамічне підкопування на 70 день після садіння картоплі сорту Щедрик

Рівні живлення	Величина посадкової фракції, мм	Площа живлення, см	Кількість бульб на один кущ, шт				Вага куща, г		Площа листкової поверхні, тис.м^2/га	
			загальна	велика	середня	дрібна	стебла	листя	сектор картоплярства	ФГ «Надія»
Без добрив (контроль)	≥45	70 х 30	8	1	4	3	295	136	20,9	19,8
		70 х 25	6,5	-	3	3,5	200	101	18,7	19,0
	≥60	70 х 30	7	1	4	2	296	135	21,0	20,1
		70 х 25	6	-	3	3	205	120	19,6	19,4
$N_{60}P_{60}K_{90}$ (рекомендований)	≥45	70 х 30	10	1	8	1	420	225	25,2	24,0
		70 х 25	8	1	4	3	295	134	22,0	20,0
	≥60	70 х 30	10	1	6	3	460	270	28,9	26,7
		70 х 25	7	2	3	2	363	190	25,0	24,9

Слід зауважити, що спостерігається різке коливання урожайності між величиною посадкової фракції. За висадки фракцією ≥45 мм різниця між урожайністю за різних площ живлення склала 7,0 т/га, а за висадки фракцією ≥60 мм лише 0,8 т/га.

Вміст крохмалю на контролі (без добрив) за висадки бульб різних фракцій зменшувався на 2,1–2,4 %, а за висадки бульб ≥60 мм він залишився незмінним (17,0 %), хоча площа живлення зросла з 70 х 25 до 70 х 30 см. Аналогічно зменшується і вміст крохмалю за внесення рекомендованої дози добрив і становить від 1,5 до 2,6 % (табл. 11).

Таблиця 11

Динамічне підкопування на 70 день після садіння картоплі сорту Щедрик

Рівні живлення	Величина фракції, мм	Площа живлення, см	Вага бульб, г				Вміст крохмалю, %	Урожайність, т/га	
			загальна	велика	середня	дрібна		сектор картоплярства	ФГ «Надія»
Без добрив (контроль)	≥45	70 х 30	320	192	102	26	17,0	17,6	14,9
		70 х 25	250	135	87	46	19,4	13,8	13,0
	≥60	70 х 30	295	207	64	24	17,0	16,3	14,1
		70 х 25	235	85	100	50	17,0	12,9	12,8
$N_{60}P_{60}K_{90}$ (рекомендований)	≥45	70 х 30	415	207	180	28	17,1	22,9	23,0
		70 х 25	302	57	218	27	15,6	16,6	16,0
	≥60	70 х 30	474	69	353	52	14,4	26,0	24,8
		70 х 25	405	157	150	78	17,0	22,3	24,0

Аналіз урожайності сорту Кіммерія отриманої на контролі (без добрив) за посадки бульб величиною ≥45 мм збільшувалась за збільшення площі живлення з 70 х 25 до 70 х 30 см на 1,9 т/га, а за посадки бульб ≥60 мм на 11,6 т/га.

Внесення рекомендованої дози добрив суттєво збільшило загальну урожайність і зі збільшенням площі живлення до 70х30 см зросла на 21,2 відповідно до 48,5 т/га. Приріст урожайності до контролю (без добрив) становив від 5,7 т/га за площі живлення 70 х 25 см до 25,0 т/га за площі живлення 70 х 30 см та посадки бульб величиною ≥45 мм і відповідно до 14,4 та 26,0 т/га за посадки бульб величиною ≥60 мм .

Застосування мікродобрива нано-мінераліс в поєднанні з мікро-мінераліс (картопля) в фазу бутонізації-цвітіння призвело до ще більш суттєвішого приросту урожайності картоплі та вмісту крохмалю у бульбах на всіх варіантах досліду.

За посадки бульб величиною ≥45 мм та ≥60 мм урожайність картоплі зросла на 10,3–10,9 т/га на обох площах живлення, а вміст крохмалю при цьому зріс на 0,2–1,6 %.

Приріст урожайності сорту картоплі Кіммерія за застосування позакореневого підживлення мікродобривами мікро-мінераліс (картопля) в поєднанні з нано-мінераліс порівняно до контролю (без добрив) був значним і коливався в межах 24,2–32,6 т/га (табл. 12).

Таблиця 12

Урожайність картоплі ранньостиглого сорту Кіммерія

Рівні живлення	Величина фракції, мм	Площа живлення, см	Кількість бульб на один кущ, шт	Вага бульб одного куща, гр	Урожайність, т/га	Приріст до контролю, т/га
Без добрив (контроль)	≥45	70 х 30	6	461	23,5	-
		70 х 25	6	394	21,6	-
	≥60	70 х 30	8	560	30,8	-
		70 х 25	7	350	19,2	-
$N_{60}P_{60}K_{90}$ (рекомендований)	≥45	70 х 30	8	890	48,5	+ 25,0
		70 х 25	8	495	27,3	+ 5,7
	≥60	70 х 30	8	870	47,8	+26,0
		70 х 25	8	610	33,6	+ 14,4
$N_{60}P_{60}K_{90}$ + мікро-мінераліс + нано-мінераліс	≥45	70 х 30	6	1021	56,1	+ 32,6
		70 х 25	6	834	45,8	+24,2
	≥60	70 х 30	8	1007	55,4	+ 24,6
		70 х 25	7	810	44,5	+ 25,3

Урожайність сорту Щедрик за повної вегетації на контролі (без добрив) із збільшенням площі живлення з 70 х 25 до 70 х 30 см збільшувалась на всіх варіантах досліду і становила 22,0–33,5 т/га за посадки бульб величиною ≥60 мм у секторі картоплярства та відповідно 22,0–36,2 т/га у фермерському господарстві. Аналогічно тенденція і за посадки меншими бульбами ≥45 мм.

Внесення рекомендованої дози добрив у нормі $N_{60}P_{60}K_{90}$ збільшило урожайність у обох дослідних ділянках і відповідно становило 3,7–4,4 та 5,5–6,6 т/га. Приріст урожайності відповідно контролю (без добрив) як і у сорту Кіммерія також був суттєвим і склав 10,8–18,6 т/га у секторі картоплярства та 5,5–13,1 т/га на ділянці у фермерському господарстві (табл. 13).

Таблиця 13

Урожайність картоплі сорту Щедрик

Дослідне поле відділу селекції с.-г. культур						
Рівні живлення	Вели-чина фракції, мм	Площа жив-лення, см	Кіль-кість бульб на один кущ, шт	Вага бульб одного куща, гр	Урожай-ність, т/га	Приріст до контролю, т/га
Контроль (без добрив)	≥45	70 х 30	9,8	533	29,3	-
		70 х 25	7,2	512	28,2	-
	≥60	70 х 30	11,6	609	33,5	-
		70 х 25	6,1	401	22,0	-
$N_{60}P_{60}K_{90}$ (рекомендо-ваний)	≥45	70 х 30	8,7	790	43,4	+ 14,1
		70 х 25	9,4	709	39,0	+ 10,8
	≥60	70 х 30	11,0	805	44,3	+ 10,8
		70 х 25	9,0	739	40,6	+ 18,6
$N_{60}P_{60}K_{90}$ + мікро-міне-раліс + нано-мінераліс	≥45	70 х 30	10,4	1005	55,3	+ 26,0
		70 х 25	8,6	745	41,0	+ 12,8
	≥60	70 х 30	14,1	1046	57,3	+ 23,8
		70 х 25	9,2	748	41,1	+ 19,1
ФГ «Надія»						
Контроль (без добрив)	≥45	70 х 30	9,8	469	25,8	-
		70 х 25	7,2	422	23,2	-
	≥60	70 х 30	11,6	659	36,2	-
		70 х 25	6,1	400	22,0	-
$N_{60}P_{60}K_{90}$ (рекомендо-ваний)	≥45	70 х 30	8,7	698	37,9	+ 12,1
		70 х 25	9,4	590	32,4	+ 9,2
	≥60	70 х 30	11,0	759	41,7	+ 5,5
		70 х 25	9,0	639	35,1	+ 13,1
$N_{60}P_{60}K_{90}$ + мікро-міне-раліс + нано-мінераліс	≥45	70 х 30	10,4	985	54,8	+ 29,0
		70 х 25	8,6	683	37,6	+ 14,4
	≥60	70 х 30	14,1	850	46,8	+ 10,6
		70 х 25	9,2	747	41,1	+ 19,1

Позакореневе підживлення мікродобривами дало прирости урожайності відповідно до збільшення площі живлення на 14,3–16,2 т/га на дослідній ділянці у секторі картоплярства та на 5,7–17,2 т/га у ФГ «Надія». Вмісту крохмалю збільшився на 0,3–1,8 % на всіх варіантах досліду.

Приріст урожайності відповідно контролю (без добрив) за внесення позакореневого підживлення мікродобривами був на досить

високому рівні навіть в порівнянні до внесення рекомендованої дози мінеральних добрив.

На дослідній ділянці відділу селекції сільськогосподарських культур він становив 12,8–26,0 т/га, а на ділянці у фермерському господарстві 10,6–29,0 т/га. Враховуючи ціни на картоплю економічний ефект отриманий від застосування позакореневого підживлення мікродобривами досить суттєвий.

Виходячи з отриманих даних за дослідженнями проведеними у відділі селекції с.-г. культур Інституту сільського господарства Карпатського регіону НААН та у фермерському господарстві «Надія» Пустомитівського району Львівської області та керуючись рішенням вченої ради від 16 жовтня 2018 року за № 10 було проведено впровадження у виробництво кращих варіантів дослідження з сортом картоплі Щедрик.

Вибрано два варіанти, а саме: $N_{60}P_{60}K_{90}$ + мікро-мінераліс + нано-мінераліс за посадки з площею живлення 70 х 30 см та величиною посадкової фракції $\geq$60 мм та $N_{60}P_{60}K_{90}$ + мікро-мінераліс + нано-мінераліс з такою ж площею живлення і посадкою фракції $\geq$45 мм. Загальна площа впровадження становила 2 га (по 1 га на кожний з варіантів).

Таблиця 14

Урожайність сорту картоплі Щедрик за виробничої перевірки у ФГ «Надія»

Рівні живлення	Величина фракції, мм	Площа живлення, см	Кількість бульб на один кущ, шт	Вага бульб одного куща, гр	Урожайність, т/га
$N_{60}P_{60}K_{90}$ + мікро-мінераліс + нано-мінераліс	$\geq$45	70х30	10,4	1005	55,3
	$\geq$60		14,1	1041	57,3

Як свідчать дані таблиці 14 найвища урожайність отримана на другому варіанті і складала 57,3 т/га. Отримані дані оформлені у «Акт впровадження (апробації) наукової розробки» від 20.09. 2020 р.

Елементи еколого-безпечної технології для підвищення потенціалу урожайності картоплі в умовах Карпатського регіону

Для нормального росту і розвитку мікроелементи повинні надходити до рослини в активній формі. До найбільш перспективних біологічно активних сполучень належать комплексонам металів (хелатам). Оригінальність їхньої дії полягає у тому, що вони активізують діяльність ферментів, впливають на біохімічні процеси, які проходять у клітинах, стимулюють ріст і розвиток рослин. До складу цих добрив входять водорозчинні форми макро– і мікроелементів у хелатному стані, формулу яких відпрацьовано з урахуванням вимог біології окремих сільськогосподарських культур. Дані добрива використовуються для підживлення, проте дуже важливим моментом їхнього використання є вибір фази розвитку рослини.

Картопля дуже вибаглива культура до багатьох макро- та мікроелементів:

- калій покращує утворення сухих речовин;
- магній посилює процес фотосинтезу;
- марганець і бор збільшують вміст сухих речовин та потрібні для утворення крохмалю;
- композиція з бору, марганцю та магнію зменшує вираженість паршою;
- мідь відіграє роль антидепресанта при несприятливих погодних умовах та посилює стійкість картоплі до хвороб.

Біо-Мінераліс (біодобриво-біофунгіцид) - склад**:** азотфіксуючі (*Azotobacter chroococcum*), фосформобілізуючі (*Bacillus megaterium*), каліймобілізуючі та біофунгіцидні мікроорганізми (*Bacillus subtilis*), біоколоїд-липкоген, комплекс біогенних металів - Cu, Fe, Co, Mo, Mg, Mn, Zn у формі нанокарбоксилатів .

Призначення. Азотофіксуючі мікроорганізми – це група бактерій, які мають ферментні системи здатні каталізувати фіксацію молекулярного азоту з повітря в доступні для рослин сполуки тим самим підвищуючи родючість ґрунту. Також вони синтезують деякі біологічно активні речовини, в тому числі і деякі фітогормони, наприклад ауксини, тим самим стимулюючи ріст і розвиток рослин, будучи біологічним стимулятором росту рослин і синтезуючи фактори, необхідні для їх активного росту.

Фосформобілізуючі мікроорганізми – це мікроорганізми, які здатні перетворювати важкодоступні сполуки фосфору в доступну для рослин форму. Вітчизняними вченими доведено, що фосфор знаходиться в ґрунті у складі хімічних сполучень, засвоєння яких рослинами майже неможливо. Такого нерухомого, необмінного фосфору в ґрунті міститься близько 5–6 тон на гектар. Бактерії *Bacillus megaterium* знаходячись у ґрунті, розкладають органічні речовини і вивільняють фосфор, який міститься в них, переводячи його в розчинні солі фосфорної кислоти. В результаті чого, утворені з'єднання фосфорної кислоти стають доступні для засвоєння рослинами.

Каліймобілізуючі та біофунгіцидні мікроорганізми - бактерії, які дозволяють рослині отримувати калій із важкорозчинних сполучень у ґрунті. Зважаючи на наявність, у вищеназваних бактерій, антагоністичних властивостей проти фітопатогенів мають біофунгіцидну дію. Біофунгіцидна дія проявляється за рахунок виділення антибіотиків та специфічних ферментів, які руйнують структуру грибів, що збуджують хвороби.

Комплекс біогенних металів - Cu, Fe, Co, Mo, Mg, Mn, Zn у формі нанокарбоксилатів є відмінним активатором росту.

Біоколоїд-липкоген - полісахариди мікробного походження, які збільшують захисні сили рослинного організму.

Особливості препарату: збагачує ґрунт основними елементами живлення (азот, фосфор, калій); нормалізаціє ґрунтову мікрофлору та максимально послаблює патогенну мікрофлору; підвищує родючість ґрунту шляхом його структуризації та мінералізації; збільшує врожайність сільськогосподарських культур більш ніж на 15 %; збільшує стійкість рослин до несприятливих погодних умов та стресів (різке збільшення або зниження температури, заморозки, посуха, хімічний стрес); забезпечує активну профілактику та лікування від грибкових та бактеріальних захворювань рослини; збільшує ефективність захисту від шкідників, в т. ч. внутрішньо-стеблових; знижує кількість нітратів на 50-90 % в урожаї сільськогосподарських культур та важких елементів на 30-60 %; збільшує кількісні та якісні показники майбутнього врожаю; має пролонговану мікробіологічну активність.

Відмінною особливістю препарату є: безпека, легкість у застосуванні, сумісність з більшістю агрохімікатів та пестицидів, економічність, екологічність, окупність в 3–50 разів, корисна післядія

на врожай наступних культур, універсальність по відношенню до рослинного світу, широкий діапазон температур виживання та ефективності +2…+43 °С.

Мікро-Мінераліс (картопля) – рідке комплексне мікродобриво, яке містить амонійно-карбокселатні комплексони (%): Mo – 0,1, Mg – 4,0, Mn – 1,5, Cu – 2,0, Co – 0,3, Fe – 0,5, Zn – 1,5, B – 3,0, N – 5,0, що забезпечує суттєвий приріст урожаю та підвищує якісні показники при позакореневому (листковому) підживленні рослин картоплі з нормою витрат 1,0–1,5 л/га.

Переваги: підвищує урожайність картоплі на 10-20 %; збільшує період зберігання та покращує лежкість картоплі; покращує смакові якості бульб; збільшує кількість зав'язі, прискорює процес цвітіння та достигання бульб; підвищує стресостійкість та імунітет рослин; знижує рівень нітратів в бульбах.

Нано-Мінераліс - рідке комплексне мікродобриво, яке містить нанокарбоксилати (мг/л): Cu – 120, Zn – 220, Mg – 1600, Co – 100, Mo – 50, Fe – 160, Se – 40, Ge – 50, Nd – 50 і застосовується як для передпосівної обробки садивного матеріалу картоплі з нормою витрати 0,05 – 0,3 л/т та позакореневого (листкового) підживлення з нормою витрат 0,05 – 0,1 л/га. Сприяє розвитку кореневої системи та вегетативних органів рослин, відмінний антистресант, має ріст-регулюючі властивості, підсилює дію пестицидів та агрохімікатів.

Переваги: поверхневий електричний заряд активних частинок металів забезпечує відмінне прилипання до поверхонь і швидке проникнення їх у клітини рослин; органічна основа препарату Нано-Мінераліс забезпечує ефективне транспортування активних частинок металів та сприяє швидкому акумулюванню енергії росту у рослині; до складу мікродобрива Нано-Мінераліс входить комплекс мікроелементів без сторонніх домішок, які не створюють фітотоксичного впливу на рослини та повністю нею засвоюються; обробка насіння мікродобривом Нано-Мінераліс забезпечує відмінний стартовий розвиток рослини, підвищує її стресостійкість та імунітет; позакоренева обробка мікродобривом Нано-Мінераліс забезпечить збалансоване живлення рослини, впорається із наслідками кліматичного та пестицидного стресу, сприятиме отриманню високих врожаїв з відмінними якісними характеристиками; на ранніх етапах розвитку рослини Нано-Мінераліс збільшує кореневу системи в 3–5 разів, що в свою чергу

збільшує площу живлення; Нано-Мінераліс підвищує урожайність сільськогосподарських культур до 30%.

Призначення. Наносполуки марганцю – активно впливають на процеси росту клітин, підвищують інтенсивність фотосинтезу.

Наносполуки цинку – входять до складу значної кількості різноманітних ферментів. Прискорюють поділ клітин, підвищують посухо-, жаро- та холодостійкість рослин.

Наносполуки міді – підвищують енергію проростання насіння, беруть участь в процесах обміну ріст-активуючих фізіологічно-активних речовин, також підвищують стійкість рослин до посухи, високих температур і морозу. Тісно пов'язані із фіксацією молекулярного азоту та мають фунгіцидні властивості.

Наносполуки молібдену активізують азотний обмін, беруть участь у відновленні нітратів та охоплюють завершальну ланку азотного обміну — синтез білка.

Наносполуки кобальту стимулюють процес азотфіксації, приймають участь у процесах запліднення рослини та реакціях окислення-відновлення, стимулюють цикл Г. Кребса, позитивно впливають на дихання і енергетичний обмін рослин.

Наносполуки магнію пов'язані із фотосинтезом, який регулює структуру органел, збільшуючи активність первинних процесів фотосинтезу. Більшість реакцій гліколізу циклу Кребса також активується магнієм.

Наносполуки заліза пов'язані, насамперед, з його здатністю легко переходити із окисленої форми Fe^{+3} у відновлену Fe^{+2} і навпаки. Відсутність заліза або навіть його нестача спричиняє дуже помітні порушення функціональної діяльності рослин. Крім активації фотосинтезу і дихання його іони беруть участь у відновлені нітратів та біологічній азотфіксації.

Наносполуки селену, неодиму та германію – є імуномодуляторами, які забезпечують нормальне функціонування імунної системи рослин.

Мікро-Мінераліс (фосфор-калій) - рідке фосфорно-калійне добриво для позакореневого підживлення сільськогосподарських культур.

Склад мікродобрива Мікро-Мінераліс (фосфор-калій), амонійно-карбоксилатних комплексонів (%): N – 10,0, P – 7,5, K – 10,0.

Переваги: збалансоване співвідношення легкодоступних форм фосфору та калію; можливість забезпечення оптимального живлення

рослин у критичні фази розвитку; стимуляція розвитку кореневої системи (особливо на початкових фазах органогенезу); підвищення зимо- та морозостійкості рослин; забезпечення високої урожайності та поліпшення якості товарної продукції; не містить хлору.

Мікро-Мінераліс (калій) – інноваційне мікродобриво, призначене для позакореневого підживлення сільськогосподарських культур, чутливих до нестачі калію.

Склад мікродобрив Мікро-Мінераліс (калій), амонійно-карбоксилатних комплексонів (%): K – 3,0, N – 2,0.

Нестача калію позначається насамперед на розвитку репродуктивних органів. Затримується розвиток зародків насіння, а отримане насіння характеризується поганими якісними показниками.

Зовнішні ознаки калійного голодування у рослин виявляються на листі знизу вверх: починаючи з країв, передчасно жовкнуть, потім буріють (іноді з червоним чи іржавими вкрапленням), набирають вигляду обпалених та відмирають. При недостачі калію клітини ростуть нерівномірно, що є причиною гофрованості, куполоподібної форми листя. У картоплі на листках з'являється характерний бронзовий наліт. Недостача калію візуально стає помітною зазвичай у середині вегетації, коли підживлення вже малоефективне.

Мікродобриво Мікро-Мінераліс (калій) значно підвищує стійкість рослин до несприятливих погодних умов, тому є незамінним в зонах ризикового землеробства.

Переваги: допомагає рослинам переносити тимчасову засуху; підвищує морозостійкість; позитивно впливає на процес фотосинтезу; підвищує стійкість до вилягання.

Скарадо-М – біоінсектицидний препарат для сільськогосподарських культур, функціональним призначенням якого є регуляція чисельності листогризучих та лускокрилих шкідників на овочевих культурах та плодово-ягідних насадженнях.

Склад: *Bacillus thuringiensis var. thuringiensis* титр $5x10^9$ кл/г, *Bacillus thuringiensis var.kurstaki* титр $5x10^9$ кл/г.

Переваги: безпечний для навколишнього середовища та людей; відсутність резистентності у шкідників; можливий обробіток при любій фазі розвитку культур; знищення личинок різного віку більшості видів лускокрилих та листогризучих шкідників.

Виробником даних препаратів являється ТОВ «Мінераліс Україна» за технологією Mineralis LTD, Лондон, Велика Британія. Виготовляються ці мікродобрива, що містять макро- і мікроелементи

за інноваційно-імпульсною технологією з найвищою хімічною чистотою та фізіологічною активністю. Вони беруть участь в процесах переносу електронів, перетворюють нітрати в амонійний азот, інтенсифікують дихання клітин, фотосинтез, синтез ферментів та амінокислот, вуглеводневий та азотний обмін, і, як наслідок впливають на мінеральне живлення рослин[45].

Отримані дані в роки проведення досліджень по застосуванню біодобрива-біофунгіциду за обробки бульб перед садінням і мікродобрив в поєднанні з біодобривом-біофунгіцидом при позакореневому підживленні рослин свідчать про ефективність даного агротехнічного заходу.

Вплив дії препаратів, що вивчались у досліді на біометричні показники картоплі сорту Легенда наведені в таблицях 15 та 16.

Таблиця 15

Вплив обробки бульб та позакореневого живлення на біометричні показники картоплі сорту Легенда

Варіанти	Кількість стебел на одну рослину, шт				Висота рослин, см			
	I рік	II рік	III рік	середнє за роками	I рік	II рік	III рік	середнє за роками
Контроль (сидерати)	4,9	5,1	4,3	4,8	58,4	55,3	49,0	54,2
Контроль + $N_{60}P_{60}K_{90}$ (р.д.д.)	5,4	5,6	5,0	5,3	60,3	59,0	51,2	56,8
Контроль + $N_{60}P_{60}K_{90}$ (р.д.д) + обробітки	6,9	7,2	5,3	6,5	68,4	65,3	62,0	65,2
$НІР_{05}$	0,8				5,2			

Середня кількість стебел у сорту Легенда на контролі (сидерати) за роки проведення досліджень складала 4,8 шт., а за внесення рекомендованої дози мінеральних добрив відповідно 5,3 шт. При обробці бульб біодобривом-біофунгіцидом Біо-Мінераліс та підживленні мікродобривами Нано-Мінераліс кількість стебел суттєво зросла.

На варіанті, де проводили обробітки, а саме у фазу формування стебла (Мікро-Мінераліс (фосфоро-калій) + Біо-Мінераліс

[45] Каталог мікродобрив та біопрепаратів від ТОВ «Мінераліс Україна». Мінераліс Україна. ТОВ «Виробнича фірма УКРПАК». 2015. 20 с.

(біодобриво-біофунгіцид)), у фазу бутонізації (Мікро-Мінераліс (картопля) + Біо-Мінераліс (біодобриво-біофунгіцид)) та у фазу цвітіння (Мікро-Мінераліс (калій) + Біо-Мінераліс (біодобриво-біофунгіцид)) кількість стебел в розрахунку на один кущ була найбільшою і складала 6,5 шт, або на 1,7 шт стебел більше порівняно з контролем і 1,2 стебла порівняно з рекомендованою дозою живлення.

Таблиця16

Вплив обробки бульб та позакореневого живлення на величину асиміляційної поверхні та чисту продуктивність фотосинтезу

Варіанти	Асиміляційна поверхня листків, тис.м^2/га				ЧПФ, г/м^2 добу			
	I рік	II рік	III рік	середнє за роками	I рік	II рік	III рік	середнє за роками
Контроль (сидерати)	40,3	40,5	38,2	39,7	10,1	10,0	8,9	9,6
Контроль + $N_{60}P_{60}K_{90}$ (р.д.д.)	41,4	40,9	39,0	40,4	11,3	11,2	10,5	11,0
Контроль + N_{60} P_{60} K_{90} (р.д.д.) + обробітки	49,8	50,3	48,0	49,3	13,7	13,5	12,4	13,2
$НІР_{05}$	3,4				1,4			

Найбільший ріст рослин у висоту відмічений на варіантах, де проводили обробітки бульб і підживлення рослин картоплі. Висота рослин на цих варіантах становила 65,2 і була на 11,0 см більшою, ніж на контролі.

В цілому, асиміляційна поверхня сорту картоплі Легенда була практично оптимальною і на контролі складала в середньому 39,7 тис.м^2/га.

Слід відмітити, що період цвітіння картоплі на варіанті, де проводились обробітки біодобривом-біофунгіцидом в поєднанні з позакореневим підживленням тривав 40 дні, а на контрольному варіанті лише 18 днів.

Чиста продуктивність фотосинтезу на контролі (сидерати) у сорту Легенда складала 9,6 г/м^{2}добу. При внесенні рекомендованої дози живлення чиста продуктивність фотосинтезу зростала і була

рівна 11,0, а на варіанті, де проводили обробітки бульб і підживлення - 13,2 г/м^2 добу.

Урожайність картоплі середньостиглого сорту Легенда за роки проведення досліджень, на контролі складала 22,2 т/га. Приріст урожайності картоплі на варіанті з рекомендованою дозою живлення та обробітками порівняно з контролем (на фоні сидератів) становив 6,4 т/га або 21,3 % (табл. 17).

Таблиця 17

Вплив обробки бульб та позакореневого живлення на урожайність та накопичення вмісту крохмалю сорту Легенда

Варіанти	Урожайність, т/га				Вміст крохмалю, %				Приріст	
	I рік	II рік	III рік	середнє за роками	I рік	II рік	III рік	середнє за роками	урожайності, т/га	крохмалю, %
Контроль (сидерати)	21,3	24,5	21,0	22,2	13,9	13,5	13,7	13,8	-	-
Контроль + $N_{60}P_{60}K_{90}$ (р.д.д)	23,2	28,0	26,7	26,0	14,0	14,1	14,1	14,1	3,8	0,3
Контроль + $N_{60}P_{60}K_{90}$ (р.д.д) + обробітки	26,0	30,9	28,9	28,6	14,3	14,8	14,9	14,6	6,4	0,8
$НІР_{05}$	2,1									

На нашу думку ефективність даного виду мікродобрив Мікро-Мінераліс (калій) та Мікро-Мінераліс (фосфоро-калій) в першу чергу пов'язана з тим, що картопля «калієлюбна» культура, а позакореневе підживлення мікродобривом, в якому $К_2О_5$ – 3,0 та 10 % сприяло росту і розвитку вегетативної маси. Що стосується фосфору, то сірі опідзолені грунти, де проводились дослідження за агрохімічними даними бідні на фосфор. А так, як дослідженнях, де вносили основне добриво (NPK) завдяки позакореневому підживленню $Р_2О_5$ – 7,5%, нестача фосфору була в деякій мірі поповнена.

Дослідження економічної ефективності виробництва картоплі за останні роки в розрізі природно-кліматичних зон, проведене на основі

даних сільськогосподарських підприємств, свідчать про низьку ефективність виробництва. Для зони Лісостепу рівень рентабельності знаходиться в межах 0,9 %, хоча для Львівської області він є найвищим по Україні і складає 54,0–58,7 %.

Низький рівень ефективності пов'язаний в першу чергу з дрібнотоварним виробництвом, в середньому на одне господарство припадає 10–12 га насаджень картоплі, відходом від зональної спеціалізації, низьким рівнем товарності, значними матеріальними витратами на виробництво при низькому рівні врожайності.

Аналізом економічної ефективності вирощування картоплі сорту Легенда за застосування мікродобрив встановлено, що за позакореневих підживлень, в різні фази вегетації урожайність картоплі складала 28,6 т/га, умовно чистий прибуток 64,5 тис. грн. при собівартості 1 цнт картоплі 136,2 грн і рівні рентабельності 82,4 % (табл. 18).

Таблиця 18

Економічна ефективність вирощування картоплі сорту Легенда при застосуванні мікродобрив

Варіанти	Урожайність, т/га	Затрати, грн:			Вартість валової прдукції, грн/га	Умовно чистий прибуток, грн/га	Рівень рентабельності, %
		прямі	на мікродобриво і стимулятор росту	всього			
Контроль (сидерати)	22,9	45240	-	45240	91600	46360	62,8
Контроль + $N_{60}P_{60}K_{90}$ (р.д.д.)	25,6	45590	-	45590	102400	56810	63,8
Контроль + $N_{60}P_{60}K_{90}$ (р.д.д.) + обробітки	28,5	46587	2913,0	49500	114000	64500	82,4

Вплив біоінсектицидного препарату Скарадо М в боротьбі з регуляцією чисельності листогризучих шкідників вивчено лише в один рік досліджень. Поріг шкодочинності був високим і застосування даного препарату зменшило кількість колорадського жука на 89,0 % в порівнянні з ділянкою, де не проводились обробітки.

Протягом двох наступних років на розвиток колорадського жука суттєво впливали погодні умови, поріг шкодочинності був низьким, тому обробітків біоінсектицидом не проводили.

За рахунок застосування позакореневого живлення рослин картоплі зменшено хімічне навантаження на ґрунт та безпосередньо самі рослини, тому це дозволяє отримати екологічно-безпечну продукцію.

ВИСНОВКИ

Для збільшення урожайності ранньостиглих сортів картоплі стосовно ґрунтово-кліматичних умов Західного Лісостепу України необхідно врахувати, що вплив рівнів і площ живлення, величини садивної фракції бульб на ріст і розвиток рослин картоплі сортів Щедрик і Кіммерія залежить від біологічних властивостей сорту.

З метою оптимізації елементів технології вирощування доцільно застосовувати невисокі дози мінерального живлення. Внесення мінеральних добрив в дозі $N_{60}P_{60}K_{90}$, садіння бульб величиною ≥60 мм та площа живлення 70 х 30 см забезпечують оптимальний ріст і розвиток рослин картоплі ранньостиглих сортів, а саме величину стеблостою 353–375 тис. шт/га, висоту рослин 66,0–79,0 см, кількість стебел в одному кущі 5,8–6,2 шт, вагу вегетативної маси 681–689 г/кущ, асиміляційну поверхню листків 49,5–51,8 тис.м^2/га, продуктивність фотосинтезу 10,6–12,1 г/м^2 за добу.

Величина впливу окремих елементів технології вирощування ранньостиглих сортів картоплі Щедрик і Кіммерія був рівнозначним. Найбільший вплив на ріст і розвиток рослин мав фактор рівнів живлення і складав відповідно сорту в середньому 73,6 і 71,6 %. Високим був також вплив фактору величини садивної фракції бульб 16,2 і 18,2 %, а вплив фактору площі живлення був найменшим – 8,2 і 7,3 % відповідно сорту картоплі.

Величина врожайності ранньостиглих сортів картоплі залежить від площі асиміляційної поверхні листя, на формування, якої впливає живлення, тому рекомендується вносити дозу мінерального живлення $N_{60}P_{60}K_{90}$ для обох сортів картоплі задля отримання вищої урожайності. Площа листкової поверхні збільшується також і від збільшення площі живлення рослин картоплі з 70 х 25 до 70 х 30 см.

Одним з основних чинників отримання високої урожайності є використання садивних бульб більшої фракції. Збільшення величини

посадкової фракції з ≥45 до ≥60 мм веде до збільшення урожайності, але тільки за більшої площі живлення, відповідно 70х30 см.

Дія рівня живлення і величина насінної фракції на урожайність картоплі взаємообумовлені. Ефективність добрив була значно вищою на варіантах, де відповідно висаджували бульби більшої фракції.

Застосування агротехнологічних чинників в комплексі стосовно ґрунтово-кліматичних умов Західного Лісостепу сприяє зростанню врожайності ранньостиглих сортів картоплі Кіммерія і Щедрик. Найвищу урожайність отримано за посадки з площею живлення 70х30 см, яка складала 55,3–57,3 т/га для сорту Щедрик та 55,4–56,1 т/га для сорту Кіммерія за внесення добрив у нормі $N_{60}P_{60}K_{90}$ та двократному позакореневому підживленні мікродобривами мікро-мінераліс (картопля) та нано-мінераліс.

Урожайність сорту Щедрик на дослідній ділянці у фермерському господарстві становила 46,8–54,8 т/га за застосування аналогічних чинників вирощування.

Згідно проведеного впровадження в фермерському господарстві «Надія» найвища урожайність отримана на другому варіанті і складала 57,3 т/га.

Для отримання високої врожайності картоплі з хорошими якісними показниками необхідно:

1) перед садіння проводити обробку садивних бульб препаратами Біо-Мінераліс (біодобриво-біофунгіцид) та Нано-Мінераліс;

2) на фоні рекомендованої дози добрив $N_{60}P_{60}K_{90}$ застосувати мікродобрива для позакореневого підживлення вегетативної маси, а саме:

- у фазу формування стебла - Мікро-Мінераліс (фосфоро-калій) та Біо-Мінераліс (біодобриво-біофунгіцид);
- у фазу бутонізації - Мікро-Мінераліс (картопля) та Біо-Мінераліс (біодобриво-біофунгіцид);
- у фазу цвітіння - Мікро-Мінераліс (калій) та Біо-Мінераліс (біодобриво-біофунгіцид).

3) обробіток садивних бульб та позакореневе підживлення мікродобривами насаджень картоплі суттєво впливали на формування вегетативної маси рослин:

- кількість стебел на одну рослину в середньому за роки досліджень складала 6,5 шт;
- висота рослин – 65,2 см, асиміляційна поверхня листків 49,3 тис.м^2/га;

- чиста продуктивність фотосинтезу 13,6 г/м^2 добу;

- при цьому період цвітіння картоплі на варіанті, де проводились обробітки біодобривом-біофунгіцидом в поєднанні з позакореневим підживленням, тривав 40 дні, а на контрольному варіанті лише 18 днів, що відповідно сприяло накопиченню більшої врожайності картоплі.

Урожайність картоплі сорту Легенда за впливу даних агротехнологічних заходів становила 28,6 т/га. Приріст урожайності від застосування таких чинників складав 6,4 т/га, що вище контролю на 21,3 %.

Приріст вмісту крохмалю був на рівні 0,8 % в порівнянні до контролю (на фоні сидератів) та 0,3 % до варіанту з рекомендованою дозою добрив.

Аналізом економічної ефективності вирощування картоплі сорту Легенда за застосування мікродобрив встановлено, що умовно чистий прибуток склав 64,5 тис. грн. при собівартості 1 цнт картоплі 136,2 грн і рівні рентабельності 82,4 %.

Вплив біоінсектицидного препарату Скарадо-М в боротьбі з регуляцією чисельності листогризучих шкідників вивчено і встановлено, що поріг шкодочинності був високим і застосування даного препарату зменшило кількість колорадського жука на 89,0 % в порівнянні з ділянкою, де не проводились обробітки.

За рахунок застосування позакореневого живлення рослин картоплі зменшено хімічне навантаження на ґрунт та безпосередньо самі рослини, тому це дозволяє отримати екологічно-безпечну продукцію.

АНОТАЦІЯ

Приросту урожайності ранньостиглих сортів картоплі стосовно ґрунтово-кліматичних умов Західного Лісостепу України можливо досягти за рахунок технологічних чинників, а саме, впливу рівнів і площ живлення, величини садивної фракції бульб картоплі сортів Щедрик і Кіммерія.

Дія рівня живлення і величина насінної фракції на урожайність картоплі взаємообумовлені. Ефективність добрив була значно вищою на варіантах, де відповідно висаджували бульби більшої фракції.

За рахунок застосування позакореневого живлення рослин картоплі зменшено хімічне навантаження на ґрунт та безпосередньо самі рослини, тому це дозволяє отримати екологічно-безпечну

продукцію.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

Агроекологія: Посібник / А. М. Фесенко, О. В. Солошенко, Н. Ю. Гаврилович, Л. С. Осипова, В. В. Безпалько, С. І. Кочетова; за ред. О. В. Солошенка, А. М. Фесенко, Харків:, 2013. 291 с.

Агротехнічні вимоги та оцінка якості обробітку ґрунту: навч. посіб. / М. С. Чернілевський, Ю. А. Білявський, Р. Б. Кропивницький, Л. І. Ворона. Житомир: ЖНАЕУ, 2012. 84 с.

Андрійченко Л. В. Плоскіра О. М. (2008) Вплив мінеральних добрив на поживний режим ґрунту при вирощуванні ярої пшениці. Наукові праці: Екологія, т. 81, вип. 68, с. 61–63. URL: https://lib.chmnu.edu.ua/pdf/naukpraci/ecology/2008/68-81-1.pdf

Андрушко М. Г. Урожай і насінні якості картоплі залежно від розміру і різання садивних бульб. Картоплярство. Вип. 6. К.: Урожай. 1975. С. 87 – 92.

Анішин Л. А. Вітчизняні біологічно активні препарати просяться на поля України. Київ: Пропозиція. 2004. № 10. С. 48 – 50.

Балюк С. А., Трускавецький Р. С., Ромащенко М. І. (2010) Меліорація ґрунтів в Україні: стан, проблеми, перспективи. Агрохімія і ґрунтознавство : спецвипуск до VIII з'їзду УТГА, кн. 1, с. 20–38.

Баранчук Ю. В., Андрущенко Т. І. Зміна вмісту сирого протеїну та його складових у бульбах картоплі залежно від біологічних особливостей сортів та умов вирощування. Вісник Білоцерківського державного аграрного університету : зб. наук. пр. 2007. Вип. 46. С. 17–22.

Бедернічек Т. Ю. (2017) Резервуари і потоки карбону у наземних екосистемах України (за матеріалами наукового повідомлення на засіданні Президії НАН України 9 листопада 2016 р.). Вісник Національної академії наук України, № 1, с. 98–106. DOI: https://doi.org/10.15407/visn2017.01.098

Білітюк А. П. Біостимулятори і врожайність. Захист рослин. 2000. № 10. С. 21 – 23.

Біологічні особливості картоплі // Електронна енциклопедія сільського господарства [Електронний ресурс]. Режим доступу: http://www AgroScience.com.ua. 2008-2009. (дата звернення: 11.09.2019).

Богданович Р. П., Предляк М. О. (2009) Біологічна активність чорнозему типового за різних варіантів удобрення та обробітку ґрунту. Вісник ХНАУ : Ґрунтознавство, №3, с. 73–78.

Бондарчук А. А., Колтунов В. А., Кравченко О. А. Картопля: вирощування, якість, збереження. К.: КИТ, 2009. 232 с.

Бузовер Ф. Я. Питание картофеля из почвы. Исследования по физиологии и биологии растений. Т. 90(127). К.: Урожай. 1970. С. 163 – 172.

Вишневська О. Л. Вплив добрив на підвищення врожайності сучасних сортів картоплі в умовах Полісся. Вісник аграрної науки. 2013. № 11. С. 22–25.

Власенко М. Ю. Шляхи підвищення ефективності невисоких норм мінеральних добрив. Картоплярство України. 2007. № 3-4 (8-9). С. 38-45.

Власенко М. Ю., Петренко С. Д. Біохімічний склад та якість бульб картоплі залежно від умов мінерального живлення на чорноземах Центрального Лісостепу. Аграрні вісті. 2006. № 3. С. 4–6.

Власюк П. А. Химический состав картофеля и пути улучшения его качества. К: Наукова думка, 1979. 195 с.

Галицька М. А., Писаренко П. В., Кулик М. І (2018) Гуміфікаційно-мінералізаційні процеси як показник акумуляції карбону в ґрунтах. Таврійський науковий вісник : сільськогосподарські науки., вип. 102, с. 130–136.

Ґедзь С. М. Влияние марганца, меди, бора и условий среди на накопление углеродов в клубнях картофеля. Микроэлементы в окружающей среде. К.: Наукова думка, 1986. С. 102 – 104.

Данько Г. В. Урожайність картоплі залежно від норм і способів внесення мінеральних добрив. Картоплярство. Вип. 15. К.: Урожай. 1984. С. 38 – 42.

Демиденко О. В., Величко В. А. (2014) Управління обігом вуглецю в агроценозах під впливом низьковуглецевих агротехнологій. Вісник аграрної науки, № 11, с. 46–52. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/vaan_2014_11_10

Дмитренко П. А. Удобрение и густота в посевах полевих культур. Киев: Урожай. 1975. 248 с.

Дмитрук Ю. М., Демид І. Е. (2019) Оцінка профільного розподілу вуглецю лабільної та водорозчинної форм органічної речовини ґрунтів. Агрохімія і ґрунтознавство, вип. 88, с. 40–47. DOI: https://doi.org/10.31073/acss88-05

Дронь Ю. С. (2007) Екологічні чинники формування відновних умов та їх роль у генезисі бурувато-підзолистих оглеєних ґрунтів Передкарпаття. Автореф. дис... канд. біол. наук: 03.00.16 «Екологія» Чернівці, 20 с.

Ермантраут Е. Р. Екологічна стабільність і пластичність сортів картоплі на Поліссі. Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин: наук. журн. 2015, №3/4 (28/29). С. 12–17.

Євпак І. В. (2010) Фізико-хімічні та агрохімічні властивості чорнозему типового Правобережного Лісостепу за мінімізації обробітку ґрунту і біологізації землеробства : автореф. дис. ... канд. с.-г. наук : 06.01.03 «Агроґрунтознавство і агрофізика», Київ, 20 с.

Жученко А. А. Стратегия адаптивной интенсификации сельскохозяйственного производства. Кишинёв : Штиинца, 2015. 303 с.

Ільчук Л. А. Вплив агротехнічних прийомів вирощування картоплі на врожай бульб і нагромадження у них нітратів. Картоплярство. Вип. 24. К.: Урожай. 1993. С. 53 – 56.

Каліцький П. Ф. Вплив мікроелементів, способів і норм внесення мінеральних добрив на урожай та якість бульб картоплі. Картоплярство. К.: Аграрна наука. Вип. 27. 1997. С. 91 – 96.

Каліцький П. Ф. Продуктивність різних сортів картоплі та якість бульб залежно від норм і способів внесення мінеральних добрив. Картоплярство. Вип. 27. К.: Урожай. 1999. С. 91 – 96.

Кармазіна Л. Є. Підвищення урожайності бульб картоплі при застосуванні різних видів, норм та способів внесення мінеральних добрив. Картоплярство. Вип. 39. 2010. С. 171 – 181.

Каталог мікродобрив та біопрепаратів від ТОВ «Мінераліс Україна». Мінераліс Україна. ТОВ «Виробнича фірма УКРПАК». 2015. 20 с.

Кирильчук А. А., Бонішко О. С. (2011) Хімія ґрунтів. Основи теорії і практикум: навч. посіб. Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 354 с.

Кошелев Я. П. Локальне внесення добрив і врожайність картоплі. Картоплярство. Вип. 12. К.: Урожай. 1981. С. 76 – 79.

Красюк Л. М. (2011) Продуктивність сої залежно від способів основного обробітку грунту та догляду за посівами в умовах північного Лісостепу. Автореф. дис... канд. с.-г. наук: 06.01.01 «Загальне землеробство», Київ, 23 с.

Кропивницький Р. Б. Вплив способів основного обробітку ґрунту та елементів біологізації на продуктивність картоплі в умовах правобережного Полісся України: автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня кандидата с.-г. наук: спец. 06.01.01 «Загальне землеробство». Київ, 2013. 21 с.

Лихочвор В. В., Завірюха П. Д., Андрушко О. М. Система удобрення картоплі. Агробізнес сьогодні. 2014. № 10. С. 36–37.

М'ялковський Р. О. Фотосинтетична діяльність рослин ранньої картоплі залежно від різних норм добрив. Наукові праці інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків: Зб. наук. праць НААН. Київ, 2013. Вип. 17(1). С. 217–220.

Мацера А. В., Поліщук І. С. Вплив позакореневих підживлень та добрив на формування врожаю бульб сортів картоплі в умовах Лісостепу Правобережного. Земля України – потенціал продовольчої, енергетичної та екологічної безпеки держави. 2014. Т. 2. С. 75–78.

Мірошниченко М. М. , Шимель В. В., Сябрук О. П. (2011) Динаміка емісії CO_2 за різних способів обробітку ґрунту. Агрохімія і ґрунтознавство, вип. 74, с. 11–14.

Молоцький М. Я. Стеблоутворююча здатність бульб різних вагових категорій і оптимальна густота стеблостою на посівах картоплі в умовах Правобережних районів Лісостепу. Картоплярство. Вип. 12. К.: Урожай. 1981. С. 63 – 66.

Оліфір Ю. М., Гавришко О. С., Партика Т. В. (2019) Вплив тривалого удобрення і періодичного вапнування на динаміку окисно-відновного потенціалу ясно-сірого лісового поверхнево оглеєного ґрунту під кукурудзою. Вісник Львівського національного аграрного університету : Агрономія, № 23(2), с. 253–256. DOI: 10.31734/agronomy2019.01.253

Патика В. П. Агроекологічна оцінка мінеральних добрив та пестицидів. К.: Основа. 2005. 300 с.

Позняк С.П. (2010) Ґрунтознавство і географія ґрунтів. Львів : ЛНУ імені Івана Франка, ч. 1, 270 с.

Поліщук В. О. Вплив мікродобрив і біопрепарату на формування ваги бульб картоплі. Інноваційний розвиток АПК: проблеми та їх вирішення:матеріали Міжнар. наук.-практ. конф., присвяченої пам'яті декана агрономічного факультету М.Ф. Рибака (м. Житомир, 19-20 листопада 2015 р.). Житомир: Вид-во

«Житомирський національний агроекологічний університет», 2015. С. 114–118.

Поліщук І. С. Поліщук М. І., Мазур В. А., Палагнюк О. В. Ефективність застосування біологічно-ефективних препаратів та добрив при вирощуванні картоплі в умовах правобережного Лісостепу України. Сільське господарство та лісівництво. 2015. № 2. С. 18–26.

Поліщук І. С., Поліщук М. І., Палагнюк О. В. Вплив біопрепаратів азотофіт та фітоцид на врожайні властивості сортів картоплі. Наука в информационном пространстве: материалы IX Междунар. науч.- практ.интернет-конф. (10-11 октября 2013 г.). Вінницький національний аграрний університет, Україна. Режим доступу: WEB-ресурс НПК "CONSTANTA" http://www.confcontact. com/2013-nauka-v-informatsionnomprostranstve/sh1_polischuk_vpliv.htm (дата звернення 20.10.2019).

Пономаренко С. П. Вплив регуляторів росту на врожайність і стійкість рослин проти шкідників та збудників хвороб. Захист рослин. 2003. № 12. С. 17 – 18.

Попірний М. А., Сябрук О. П., Акімова Р. В., Шевченко М. В. (2020) Новітні інтегративні методи дослііджения стабілізації органічного вуглецю за різного обробітку ґрунту. Агрохімія і ґрунтознавство, № 90, с. 13–28. DOI: https://doi.org/10. 31073/acss90-02.

Попова Р. І. Вплив маси садивних бульб і густоти садіння на врожай і вихід стандартного насінного матеріалу картоплі. Картоплярство. Вип. 10. К.: Урожай. 1979. С. 57 – 58.

Ромась А. А., Гуцол М. А., Нагірняк С. В., Донцова Т. А. (2020) Перспективи використання сенсорного методу для визначення якості ґрунтів. Вісник Черкаського державного технологічного університету : технічні науки, № 2, с. 114–122. DOI: 10.24025/2306-4412.2.2020.195836

Сайдак Р. В. Формування врожайності картоплі за різних систем удобрення залежно від гідротермічних умов вегетаційного періоду. Вісник аграрної науки. 2014. № 3. С. 74–77.

Семенченко О. Л., Даніліна А. С. Вплив доз і способів внесення мінеральних добрив на врожайність картоплі ранньої. Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони. 2012. № 3. С. 78–80.

Сидорчук А. А. Ефективність строків внесення нових добрив при позакореневому підживленні рослин картоплі. Картоплярство. К.: Аграрна наука. 2009. Вип. 38. С. 145 – 151.

Сидорчук А. А. Ефективність строків внесення нових добрив при позакореневому підживленні рослин картоплі. Картоплярство. Вип. 38. К.: Аграрна наука. 2009. С. 145-151.

Симочко Л. Ю. (2008) Біологічна активність ґрунту природних та антропогенних екосистем в умовах низинної частини Закарпаття. Науковий вісник Ужгородського університету: біологія, вип. 22, с. 152–154. URL: https://dspace.uzhnu.edu.ua/jspui/handle/lib/15553

Снітинський В. В., Габриєль А. Й., Оліфір Ю. М., Германович О. М. (2015) Гумусний стан та емісія діоксиду вуглецю в агроекосистемах. Агроекологічний журнал, № 1, с. 53–58.

Старовойтов В. И. Возможности и перспективы органического земледелия в картофелеводстве. Картоплярство. К.: Аграрна наука. 2008. Вип. 37. С. 14 – 26.

Сябрук О. П., Найдьонова О. Є., Гетьман Я. В. (2021) Вплив біопрепаратів на емісію CO_2 та мікрофлору у прикореневій зоні кукурудзи. Вісник аграрної науки Причорномор'я, вип. 2, с. 63–70. DOI: 10.31521/2313-092X/2021-2(110)

Теслюк П. С. Результати досліджень по вирощуванню і використанню насінної картоплі в західному Поліссі України. Картоплярство. Вип. 1. К.: Урожай. 1970. С. 57 – 61.

Теслюк П. С. Результати досліджень по вирощуванню і використанню насінної картоплі в західному Поліссі України. Картоплярство. Вип. 1. К.: Урожай. 1970. С. 57 – 61.

Трофименко П. І., Трофименко Н. В. (2018) Інтенсивність емісії CO2 з ґрунтів Полісся під час вегетації культур та домінантність зумовлюючих її чинників. Меліорація і водне господарство, № 1 (107), с. 47–54. DOI:10.31073/mivg201801-120

Трускавецький Р. С., Цапко Ю. Л. (2016) Основи управління родючістю ґрунтів. Харків : ФОП Бровін О. В., 388 с.

Чешко Н. Ф., Цапко Ю. Л. (2012) Термодинамічний підхід до оцінки значності окремих фізико-хімічних процесів для функціонування буферних властивостей ґрунтів. Біологічні системи, т. 4, вип. 2, с. 224–227.
URL:http://ibhb.chnu.edu.ua/uploads/files/vb/BS_T4_V2_2012/4_C._224-227_Cheshko.pdf

10.31548/dopovidi2017.01.007URL: http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/dopovidi2017.01.007/7755.

Bohdan M. M., Karpenko V. P., Huliaieva H. B. (2015) Vplyv kompleksnykh khelatnykh dobryv na funktsionalnu aktyvnist tkanyn koreniv i zernovu produktyvnist roslyn pshenytsi miakoi ozymoi [Effect of complex chelate fertilizers on the functional activity of root tissues and grain productivity of soft winter wheat plants].Visnyk Umanskoho natsionalnoho universytetu sadivnytstva, no. 1, pp. 37–42.

Bomba M. Ya., Perih H. T., Ryzhuk S. M.(2003) Zemlerobstvo z osnovamy gruntoznavstva, ahrokhimii ta ahroekolohii. Navchalnyi posibnyk [Agriculture with the basics of soil science, agrochemistry and agroecology. Tutorial].Kyiv: Urozhai. (in Ukrainian) .

Bottini A. Hormohal contribution of the mother tuber to growth, stolonization and tuberization of the Potatp Plant (sol. tub. 1.) Tizio-Futon. Berlin. 1981. P. 27 – 32.

Bouwman A. F., Germon J. C. (1998) Special issue: Soils and climate change. Introduction. Biol. Fert. Soils, vol, 27, p. 219.

Bradford, J. B., Ryan, M. G. (2008) Quantifying soil respiration at landscape scales, In: Hoover C. M. (ed.). Field Measurements for Forest Carbon Monitoring: A Landscape-Scale Approach, Springer, Dordrecht, pp. 143–162. DOI: 10.1007/978-1-4020-8506-2_11

Burter W. Y. The urers ware Potatoes. Reguirements Potatoes reslarch. 1974. № 4. P. 374 – 409.

Bykin A. V. (2010) Rol optymizatsii zhyvlennia ta udobrennia pshenytsi ozymoi shliakhom pozakorenevoho pidzhyvlennia na foni tverdykh dobryv u pidvyshchenni yakosti zerna, boroshna i khliba v umovakh pravoberezhnoho Lisostepu Ukrainy [The role of optimizing the nutrition and fertilization of winter wheat by foliar feeding against the background of solid fertilizers in improving the quality of grain, flour and bread in the conditions of the right-bank Forest-Steppe of Ukraine].Naukovyi visnyk natsionalnoho universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannia Ukrainy. Seriia: Ahronomiia, iss.149, pp. 96–108.

Crison C. Infinence de la fumure sur la production et la gualite des pomnes de terre. Pomme de Terre frans. Berlin. 1973. № 35. P. 5 – 14

Green, J. K., Seneviratne, S. I., Berg, A. M., Findell, K. L., Hagemann, S., Lawrence, D. M., Gentine, P. (2019) Large influence of soil moisture

on longterm terrestrial carbon uptake. Nature, №565, pp. 476–479. DOI: 10.1038/s41586-018-0848-x

He Y., Trumbore, S. E., Torn M. S., Harden J. W., Vaughn L. J. S., Allison S. D., Randerson, J. T. (2016) Radiocarbon constraints imply reduced carbon uptake by soils during the 21st century. Science, №353(6306), pp. 1419–1424. DOI: 10.1126/science.aad4273

Houghton R. A., Woodwell G. M. (1989) Global climatic change. Sci. Am., vol. 260, pp. 36–44. DOI:10.1038/scientificamerican0489-36

Husson O. (2013) Redox potential (Eh) and pH as drivers of soil/plant/microorganism systems: a transdisciplinary overview pointing to integrative opportunities for agronomy. Plant Soil, № 362, pp. 389–417. https://doi.org/10.1007/s11104-012-1429-7

Korniichuk O. V., Plotnikov V. V., Hylchuk H. H., Roi A. O., Skorokhod I. O., Kurdysh I. K. (2018) Vplyv kompleksnoho bakterialnoho preparatu Azohran na vrozhainist pshenytsi ozymoi [The impact of the complex bacterial preparation Azogran on the yield of winter wheat]. Silskohospodarska mikrobiolohiia, iss. 27, pp. 67–73.

Kurdysh I. K.(2010) Introduktsiia mikroorhanizmiv u ahroekosystemy [Introduction of microorganisms into agroecosystems]. Kyiv: Naukova dumka. (in Ukrainian).

Macias F., Camps Arbestain M. (2010) Soil carbon sequestration in a changing global environment. Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change, Springer, vol. 15, pp. 511–529. DOI: 10.1007/s11027-010-9231-4

Medvedev V. V. (ed.) (1991) Pochvenno-ekologicheskie usloviya vozdelyvaniya sel'skokhozyaystvennykh kul'tur [Soil-ecological conditions of cultivation of agricultural crops].Kyiv: Urozhai. (in Russian)

Minasny B., Malone B. P., Mcbratney A. B., Angers D. A., Arrouays D. et al. (2017) Soil carbon 4 per mille. Geoderma, № 292 (292), pp. 59–86. DOI: 10.1016/j.geoderma2017.01.002

Miroshnychenko I. M., Makoveichuk T. I., Mykhalska L. M., Shvartau V. V. (2017) Zminy elementnoho skladu roslyn pshenytsi ozymoi za dii Mehafolu ta retardantiv [Changes in the elemental composition of winter wheat plants under the action of Megafol and retardants]. Regulatory Mechanisms in Biosystems, vol. 3, no. 8, pp. 403–409. DOI 10.15421/021762

Naidonova O. Ye. (2015) Zastosuvannia huminovoho preparatu Humin plus v orhanichnomu zemlerobstvi [The use of humic preparation

Humin plus in organic farming].Visnyk Kharkivskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu imeni V. V. Dokuchaieva. Seriia: Gruntoznavstvo, ahrokhimiia, zemlerobstvo, lisove hospodarstvo, ekolohiia gruntiv, no. 2, pp. 39–50. URL: http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?C21COM=2&I21DBN=UJRN&P21DBN=UJRN&IMAGE_FILE_DOWNLOAD=1&Image_file_name=PDF/Vkhnau_grunt_2015_2_8.pdf.

Ponomarenko S. P.(2008) Rehuliatory rostu v roslynnytstvi – ukrainskyi proryv [Growth regulators in crop production – Ukrainian breakthrough]. Proceedings of the IV International scientific-applied conference“Radostim 2008. Biological preparations in plant growing” (Ukraine, Kyiv, 10–13 June 2008), Kyiv: D.K. Zabolotny Institute of Microbiology and Virology of the NASU, The Expocenter of Ukraine National Complex, Private Institute of Applied Biotechnology daRostim, Germany, pp. 45–48.

Ponomarenko S. P., Cheremkha B. M., Anishyn L. A. (1997) Biostymuliatory rostu roslyn novoho pokolinnia v tekhnolohiiakh vyroshchuvannia silskohospodarskykh kultur [Biostimulators of plant growth of a new generation in technologies for growing crops].Kyiv:Minsilhosprod Ukrainy. (in Ukrainian) .

Popov S. I., Fursova H. K., Avramenko S. V., Leonov O. Yu. (2014) Formuvannia yakosti zerna pshenytsi ozymoi zalezhno vid systemy udobrennia za riznykh pohodnykh umov [Formation of grain quality of winter wheat depending on the fertilizer system under different weather conditions].Visnyk Tsentru naukovoho zabezpechennia APV Kharkivskoi oblasti, iss. 17, pp. 50–59.

Saiko V. F.(2004) Suchasni tekhnolohii vyroshchuvannia konkurentospromozhnoho zerna [Modern technologies for growing competitive grain].Zbirnyk naukovykh prats NNTs “Instytut zemlerobstva UAAN, spec. iss.,pp. 26–31.

Sha Z., Bai Y., Li R., Lan H., Zhang X., Li J., Liu X., Chang S., Xie Y. (2022) The global carbon sink potential of terrestrial vegetation can be increased substantially by optimal land management. Commun Earth Environ, 3 (8), pp. 1–10. https://doi.org/10.1038/s43247-021-00333-1

Shakalii S. M. (2017) Yakist zerna pshenytsi miakoi ozymoi za vykorystannia pozakorenevoho pidzhyvlennia v umovakh livoberezhnoho Lisostepu Ukrainy [Grain quality of soft winter wheat

when under using foliar top]. Naukovi dopovidi NUBiP Ukrainy, no. 1 (65), pp. 76–84. DOI:

Smith P. (2016) Soil carbon sequestration and biochar as negative emission technologies. Global Change Biology, № 22(3), pp. 1315–1324. DOI: 10.1111/gcb.13178

Snyder C. S., Bruulsema,T. W., Jensen T. L., Fixen P. E. (2009) Review of greenhouse gas emissions from crop production systems and fertilizer management effects. Agriculture, Ecosystems & Environment, № 133(3–4), pp. 247–266. DOI:

Ugwuegbu B.U., Prasher S.O., Ahmad D., Dutilleul P. (2001) Bioremediation of residual fertilizer nitrate: II. Soil redox potential and soluble iron as indicators of soil health during treatment. J. Environ. Qual. № 30, pp. 11–18. DOI: 10.2134/jeq2001.30111x

Volkohon V. V. (2001) Stymuliatory rostu roslyn yak skladovi tekhnolohii ratsionalnoho vykorystannia mineralnykh dobryv [Plant growth stimulators as components of technologies for the rational use of mineral fertilizers].Visnyk Kharkivskoho derzhavnoho ahrarnoho universytetu,no. 4, pp. 40–44.

Volkohon V. V. (ed.), Nadkernychna O. V., Kovalevska T. M., Tokmakova L. M., Kopylov Ye. P., Kozar S. F., Tolkachov M. Z., Melnychuk T. M., Chaikovska L. O., Sherstoboev M. K., Moskalenko L. M., Khalep Yu. M.(2006) Mikrobni preparaty u zemlerobstvi. Teoriia i praktyka [Microbial preparations in agriculture. Theory and practice].Kyiv:Ahrarna nauka. (in Ukrainian).

Wang X., He C., Liu B., Zhao X., Liu Y., Wang Q., Zhang H. (2020) Effects of Residue Returning on Soil Organic Carbon Storage and Sequestration Rate in China's Croplands: A Meta-Analysis. Agronomy, № 10(5), p. 691. DOI: 10.3390/agronomy10050691

Zhao D. D., Wang J., F, X. (2017) Effect of long-term fertilization on soil organic carbon and its fractions under Dryland farming system. Agricultural Research in the Arid Areas, №35, pp. 97–102. URL: http://en.cnki.com.cn/Article_en/CJFDTotal-GHDQ201701016.htm

ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ЛЬОНУ-ДОВГУНЦЮ В ЗОНАХ ЛІСОСТЕПУ ЗАХІДНОГО ТА ПОЛІССЯ В УМОВАХ ЗМІНИ КЛІМАТУ

На сьогодні зростає увага виробників агропродукції до культур, адаптованих до певних ґрунтово-кліматичних умов, які за умови наявності переробних потужностей забезпечують високу додану вартість якісної продукції, одночасно є добрими попередниками у сівозмінах короткої ротації та формують стабільно високу урожайність. Такою культурою для ґрунтово-кліматичних умов зон Лісостепу західного та Полісся є льон-довгунець, який у мінливих умовах кліматичних змін може формувати значний високий біологічний та господарський урожай [1], є джерелом виробництва волокна для текстильної промисловості, харчової рослинної олії, використання насіння в медичній та харчовій галузі, виробництва технічних мастил, високобілкових кормів та ін. [2].

Процеси формування продуктивності льону-довгунцю за істотних змін кліматичних умов на сьогодні недостатньо науково обґрунтовано (вплив температурного режиму, рівня зволоження), а культура формує значно нижчу продуктивність за біологічно закладену [3], [4].

Як свідчить аналіз останніх наукових досліджень, впродовж останніх двох десятиліть спостерігається істотне підвищення температурного режиму, яке є причиною кліматичних катаклізмів у світі та в Україні зокрема. Ці явища зумовлюють різкі перепади тиску і, як наслідок, спричиняють істотні коливання температур за коротких часових періодів, зростання кількості стихійних лих. Багато науковців у своїх наукових роботах звертають увагу на зниження

[1] Andruszkiv, M., Szuwar, A., Koszul, H., Szuwar, I. (2003). Wpływ różnych systemów nawożenia na plonowanie i jakość lnu długowłóknistego [The influence of various fertilization systems on the yield and quality of long-grain flax.]. Zeszyty naukowe Akademii Rolniczej im. H. Kołłątaja w Krakowie. Gospodarowanie metodami ekologicznymi na tle zrównoważonego rozwoju południowowschodniej Polski. Kraków, Sesja naukowa. Zeszyt 89, no 399, 53–58.

[2] Чехов І. В., Чехов С. А., Шкурко М. П. (2017). Вітчизняний ринок льону. Економіка України. № 1. С. 53–58.

[3] Shuvar Antin (2018). Influence of climate changes for adaptation of agriculture production in Lviv region. Klimat pola uprawnego Meteorologia i klimatologia stosowana - gospodarka, teoria, praktyka, innowacyjność poświęcona pamięci prof. dr. hab. T. Górskiego: X Międzynarodowa Konferencja, 19-22 września 2018 r. Lublin-Zamość-Lwów-Kamieniec Podolski. Zamość: PWS Z, 51.

[4] Оцінка ефективності різних способів збирання льону олійного. Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України. Вип. 21. С. 268–272. Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Ttar_2017_21_34.

продуктивності агроценозів озимих та ярих культур внаслідок змін клімату, інші вказують на адаптаційну здатність рослин та необхідності коректного застосування агротехнологічних та селекційних заходів [5], [6], [7], [8], [9].

За розрахунками фахівців Українського Гідрометцентру, кліматичні зони в Україні поступово мігрують з півдня на північ. Підвищення температури на 1°С пересуває межу агрокліматичних зон у середньому на 100 км [10].

Вітчизняні науковці [11] зазначають, що клімат України у тренді глобального потепління має певну тенденцію до випередження середньосвітової. Основним параметром зміни клімату є зміна середньорічної температури повітря нижнього шару атмосфери (на висоті 1 метр над поверхнею). Її визначають за даними вимірювань 163-х метеорологічних станцій України, які мають безперервний період спостережень від 65 до 140 років. Як зазначає дослідник Тетяна Адаменко, починаючи із 1991 року кожне наступне десятиріччя є теплішим за попереднє: 1991-2000 – на 0,5 ^{0}С, 2001-2010 – на 1,2 ^{0}С, 2011-2019 – на 1,7 ^{0}С.

[5] Зубов О. Р., Зубова Л. Г., Славгородська Ю. В. (2012). Оцінка впливу метеорологічних факторів на врожайність озимих культур в умовах північної частини Луганської області. Вісник Полтавської державної аграрної академії. № 2. С. 14-20.

[6] Камінський В. Ф., Голодна А. В., Гресь С. А. (2004). Значення погодно-кліматичних умов у виробництві зернобобових культур в Україні. Корми і кормовиробництво. Вип. 53. С. 38–48.

[7] Лопатинська А. Ю. (2011). Очікувані наслідки зміни клімату. Вісник Дніпропетровського університету. Серія «Економіка». Вип. 5(2). С. 26-33..

[8] Шувар А. М., Дзюбайло А. Г. (2020). Продуктивність сортів льону-довгунцю за впливу рістрегулюючих препаратів та комплексних мікродобрив в умовах зміни клімату. Луб'яні та технічні культури. Вип. 8(13). С.15-22.

[9] Стефановська Т. Р., Підліснюк В. В. (2010). Оцінка вразливості змін клімату сільського господарства України. Екологічна безпека. № 1 (9). С. 62-66.

[10] Трипольська Галина (2020). Як проявляється зміна клімату в Україні? Режим доступу: https://ua.boell.org/uk/2020/06/09/yak-proyavlyaetsya-zmina-klimatu-v-ukraini

[11] В Україні агрокліматичні зони змістилися на 200 км. (2019).Режим доступу: https://agravery.com/uk/posts/show/v-ukraini-agroklimaticni-zoni-zmistilisa-na-200-km.

Вплив метеорологічних чинників на формування врожаю льону-довгунцю в умовах Лісостепу Західного та Полісся

В Інституті сільського господарства Карпатського регіону НААН впродовж останніх 20 років проводилися системні дослідження щодо вивчення біологічних особливостей сортів льону, придатних до вирощування в умовах ґрунтово-кліматичних зон Полісся та Лісостепу Західного. Метою досліджень було теоретично обґрунтувати та розробити математичні моделі щодо доцільності розміщення посівів льону-довгунцю безпосередньо в зонах регіону з урахуванням його біокліматичного потенціалу.

Тому для досягнення цієї мети проводили аналіз статистичних даних та для визначення їх вірогідності використовували дисперсійний, факторіальний, кореляційний, регресійний методи.

Аналіз погодних умов і рівень їх мінливості за період 2000-2020 рр. порівняно із середніми багаторічними показниками проводився на основі критеріїв коефіцієнта суттєвості відхилень ($К_с$) елементів агрометеорологічного режиму кожного з досліджуваних років від середніх багаторічних за формулою:

$$K_C = \frac{(X_i - \bar{X})}{S}, \qquad (1)$$

де K_C - коефіцієнт суттєвості відхилень,

X_i - елемент поточної погоди,

$\bar{X}$ - показник середньої багаторічної величини,

S - середнє квадратичне відхилення,

- порядковий номер року.

Як встановлено в результаті досліджень, зміна клімату відобразилася на вирощуванні більшості сільськогосподарських культур в Україні загалом та на виробництві льону-довгунцю зокрема. Виробництвом волокна з нього займалися спеціалізовані господарства, які вирощували цю культуру для потреб льонокомбінатів [12]. Найкращими ґрунтово-кліматичними умовами для вирощування культури є зона Полісся, для якої притаманні легкі, за структурним складом, ґрунти та частина Лісостепової зони,

[12] Адаменко Тетяна (2019). Зміна клімату та сільське господарство в Україні: що варто знати фермерам? Німецько-український агрополітичний діалог. 34 с.

здебільшого перехідної, на сірих лісових ґрунтах [13], [14], [15].

Враховуючи економічні чинники отримання готової продукції, високі затрати коштів на вирощування і переробку, також відсутність зовнішніх ринків збуту готової продукції також відобразилися на зміні посівних площ та обсягів виробництва волокна льону довгунцю і спричинило до занепаду галузі. Аналіз статистичних даних FAOstat [16] відображає динаміку зміни посівних площ під льоном-довгунцем та рівень виробництва волокна за останні два десятиріччя. Починаючи із 2004 року наявне стрімке скорочення площ посіву культури та рівень виробництва (рис. 1).

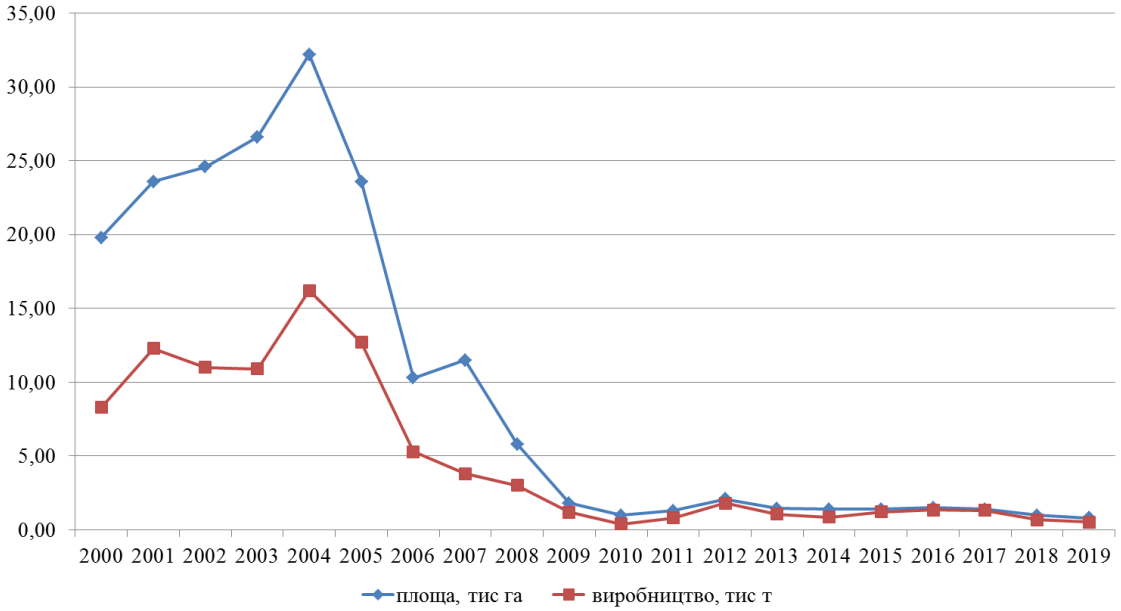


Рис. 1. **Посівні площі та виробництво волокна льону-довгунцю в Україні, 2000-2019 рр. (за даними FAOstat)**

З 2009 по 2018 рр. посівні площі льону-довгунцю в Україні займали в межах 1,0–1,8 тис. га та забезпечували виробництво волокна на рівні від 0,4 тис. т (2010 р.) до 1,34 тис. т у 2016 р. У розрізі ґрунтово-кліматичних зон України, прослідковувалася аналогічна загальноукраїнській, зміна посівних площ та рівня урожайності. У зоні Полісся, культура займала площу до 32,2 тис. га

[13] Андрушків М. І., Шувар А. М. (2001). Льонарство – прибуткова галузь. Передгірне та гірське землеробство і тваринництво. Вип. 43. С. 6-11.

[14] Шувар А. М. (2011). Роль фізичних факторів обробки насіння льону у реалізації генетичного потенціалу сорту. Луб'яні та технічні культури. Вип. 1(6). С. 100- 103.

[15] Залужний В., Войтович Р., Шувар А., Дацьків І. (2011). Дослідження технологій збирання льону олійного за умови десикації посівів. Сільський господар. № 1-2. С. 1-3.

[16] Tyshkovskyy, V., Akhmetov, I., Levkovskaya, L. (2014). The technological-economic ways of solution problems cultivation of flax in Ukraine. British Journal of Education and Science. London, no. 1, 112–120.

(2004 р.) за 10 років скоротила посівні площі до 1,0 тис. га. Динаміка скорочення посівних площ була доволі стрімкою та істотною (рис. 2).

Посівні площі, тис. га

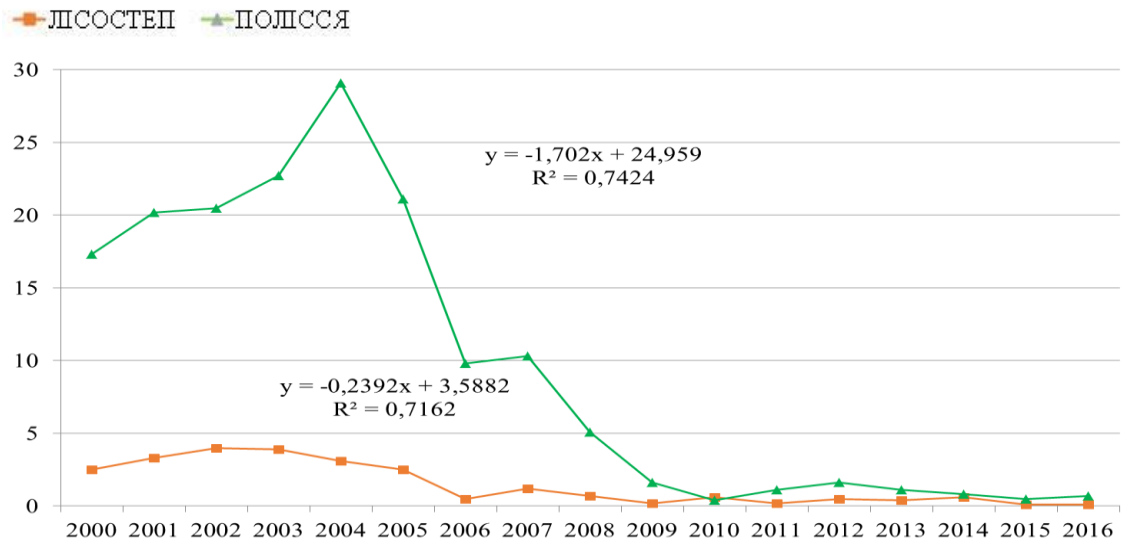


Рис. 2. **Динаміка посівних площ льону-довгунцю, 2000-2016 рр. (за даними Держкомстат України)**

Із 2000 р. (19,8 тис. га) до 2004 р. посівні площі мали тенденцію до підвищення, забезпечуючи нарощування у середньому 1,2 тис. га щороку. Із 2004 р. відмічається стрімке зниження до 10,3 тис. га у 2006 р., та із 11,5 тис. га (2007 р.) до 1,0 тис. га у 2010 р. Починаючи із 2010 р. коливання посівних площ під льоном-довгунцем було неістотним і складало від 2010 тис. га (2012 р.) до 0,80 тис. га (2019 р).

Зниження площ посіву льону довгунцю у зоні Полісся описує рівняння регресії – $y = -1{,}0702x + 24{,}959$, що має високий від'ємний кореляційний зв'язок $R^2 = 0.7424$. Це свідчить, що у середньому за 20 років площі посіву культури скоротилися більш як на 55 %.

Щодо формування рівня урожайності волокна льону-довгунцю, то у середньому для зони Полісся він стабільно варіював (D = 13,6%) в межах 0,25 т/га у посушливому 2010 р. до 0,81 т/га у 2012 р. та описувався кореляційною лінійною залежністю $y = 0{,}019x + 0{,}3681$. У розрізі областей зони Полісся найвищий рівень урожайності волокна льону-довгунця забезпечувала Чернігівська обл., де залежно від умов року урожайність складала в межах 2,3–15,6 т/га. В останні роки (2009–2016 рр.), урожайність волокна є незначною та варіює на рівні 0,3–0,9 т/га. Високі показники продуктивності отримано також у Житомирській (0,9–8,8 т/га), Львівській (0,2–3,0 т/га) та Івано-Франківській областях (0,1–1,9 т/га).

Враховуючи, що у середньому незначні площі розміщення посівів льону довгунцю, які є відносно стабільними в зоні Лісостепу, і в певні роки досягали до 4 тис, га (2003 р.) посівні площі під даною культурою істотно зменшилися, майже в 40 разів – до 100 га. Наше твердження обґрунтовується проведеними математичними розрахунками, а саме від'ємним кореляційним зв'язком та описується наступним рівнянням – $y = -1{,}2392x + 3{,}5882$, за $R^2 = 0{,}7162$.

Основним виробником волокна льону-довгунцю впродовж всього терміну дослідження в даній зоні залишається Сумська область, займаючи площі під культурою від 0,2 тис. га (2009 р.) до 2,7 тис. га у 2003 р. За період із 2000 р. вирощуванням льону-довгунця займалися в Київській області (до 2005 р.) на площі 0,1–1,0 тис. га, Тернопільській обл. (2002–2007 рр.) на площі 0,1–0,3 тис. га) та Чернівецькій області (до 2008 р) на площі 0,1–0,5 тис. га.

Незначні (до 100 га) площі та в окремі роки вирощували льон-довгунець в Хмельницькій, Черкаській та Вінницькій областях.

Прояв несприятливих погодних умов та суттєвість їх відхилень за вегетаційний період льону-довгунцю

Спостереження та аналіз за метеорологічними явищами в Україні свідчать про регіональні зміни клімату, а саме підвищення температурного рівня та розподіл опадів за теплі місяці року. За даними Гідрометцентру та глибоким аналізом кліматологів відмічено підвищення середньорічна температура повітря, зміну тривалості та зростання тепло забезпечення вегетаційного періоду сільськогосподарських культур та істотне збільшення кількості і інтенсивності несприятливих метеорологічних явищ (посуха, зливи, смерчі), навіть в тих регіонах для яких вони історично не є характерними.

У порівнянні із середньомісячною нормою температура зимових місяців зросла до 2,5 °С. Відмічене поступове підвищується температура літньої вегетації, та встановлено, що відновлення весняних процесів в останні роки відбувається на 2–3 тижні раніше, а тепло забезпечення вегетаційного періоду збільшилося на 70–100 °С. Вона констатує, що до 2030 р. відбудеться зростання ресурсів тепла вегетаційного періоду ще на 300-500 °С [17], [18].

[17] Чехова І. В., Чехов С. А., Шкурко М. П. (2017). Вітчизняний ринок льону. Економіка України. № 1. С. 53–58.

Аналіз статистичних даних за 2000–2016 рр. свідчить, що стабільність формування урожайності льону довгунцю в зоні Лісостепу практично відсутня ($R^2 = 0,1594$) та нестабільна, як за рахунок розривів розміщення у часі так і урожайності окремих регіонів зони. З наведених даних чітко видно, що урожайність волокна досить істотно варіювала від 0,36 т (2003 р.), 0,42 т (2007 р.), до 1,40 т (2006 р.) і 1,25 т (2013 р.).

За формуванням рівня урожайності найвищі показники забезпечувала Сумська область. Залежно від років, урожайність волокна варіювала від 0,32 до 1,32 т/га. Стосовно інших областей то слід зазначить, що у Київській області кількість зібраного волокна складала в межах 0,27–0,78 т/га (за період вирощування в регіоні 2000–2006 рр.), Тернопільській – 0,27–1,01 т/га (з 2001 по 2007 рр.), Чернівецькій 0,30–0,83 т/га (2000–2008 рр.) та Хмельницькій області – 0,27–0,63 т/га (2000–2005 рр.) і 0,53–0,69 т/га (2012–2016 рр.).

Спостереження та аналіз за метеорологічними явищами в Україні свідчать про регіональні зміни клімату. За даними Гідрометцентру відмічено підвищення середньорічної температури повітря, зміну тривалості та зростання теплозабезпечення вегетаційного періоду культур та істотне збільшення кількості і інтенсивності несприятливих метеорологічних явищ навіть в тих регіонах для яких вони історично не є характерними.

Як зазначає Т. Адаменко, в Україні, у порівнянні із середньомісячною нормою температура зимових місяців зросла до 2,5°С. Поступово підвищується температура літньої вегетації. Відновлення весняних процесів в останні роки відбувається на 2–3 тижні раніше, а теплозабезпечення вегетаційного періоду збільшилося на 70–100°С і до 2030 р. відбудеться зростання ресурсів тепла вегетаційного періоду ще на 300-500 °С [19].

Сталі врожаї с.-г. культур забезпечують сприятливі кліматичні умови за безпосередньої потреби рослин у певну фазу росту і розвитку [20].

Аналіз кліматичних умов певного регіону дає можливість оптимізувати та диверсифікувати посівні площі с.-г. культур, зокрема

[18] Заблоцька Т.М., Скриник О. А. (2009). Прогнозування дат стійкого переходу середньої добової температури повітря через зазначені межі. Наукові праці УкрНДГМІ, Вип. 258. С. 84–105.

[19] Адаменко Тетяна (2019). Зміна клімату та сільське господарство в Україні: що варто знати фермерам? Німецько-український агрополітичний діалог. 34 с.

[20] Shuvar Antin. (2018). Influence of climate changes for adaptation of agriculture production in Lviv region. Klimat pola uprawnego Meteorologia i klimatologia stosowana - gospodarka, teoria, praktyka, innowacyjność poświęcona pamięci prof. dr. hab. T. Górskiego: X Międzynarodowa Konferencja, 19–22 września 2018 r. Lublin-Zamość-Lwów-Kamieniec Podolski. Zamość: PWSZ, 51.

і льону, сприяти реалізації закладеного біологічного потенціалу культури та застосовувати агротехнологічні заходи для підвищення рівня продуктивності.

Нами проаналізовано кліматичні чинники регіонів природно-кліматичної зони Полісся та Лісостепу Західного в межах Львівської області, як репрезентативних щодо виробництва волокна льону.

Так, аналіз погодних умов за період вегетації льону-довгунцю в умовах ***Львівської області***, свідчить про нерівномірний тепловий режим та рівень зволоження у розрізі 21 року (період 2000–2020 рр.). Зокрема у квітні місяці встановлено 11 випадків, які мали відхилення температурного режиму. Із них 7 років квітень місяць мав забезпеченість теплом нижчу, ніж за середньо багаторічне значення. Прохолодними роками були 2002–2004 рр., 2007, 2015, 2017 та 2020 рр., де рівень температури варіював в межах 7,2–8,7°С, за середньо багаторічного значення – 9,6°С.

Таблиця 1

Коефіцієнти суттєвості відхилень середньомісячної температури повітря (*°С)* і суми опадів (*мм)* у Львівська обл. за 2000–2020 рр.

Рік	Кліматичні фактори	Місяці року					
		III	IV	V	VI	VII	VIII
1	2	3	4	5	6	7	8
2000	температура	0	1	1	0	2	0
	опади	1	1	1	1	2	2
2001	температура	0	0	0	1	1	0
	опади	2	1	1	2	1	0
2002	температура	2	1	2	0	2	0
	опади	2	0	1	2	2	0
2003	температура	1	1	2	0	0	0
	опади	2	0	0	1	0	2
2004	температура	0	1	1	1	1	1
	опади	0	1	0	2	0	2
2005	температура	2	0	1	1	0	1
	опади	0	1	0	1	1	1
2006	температура	2	0	1	1	1	1
	опади	1	1	2	1	0	2
2007	температура	2	1	1	1	1	0
	опади	0	1	1	0	1	1
2008	температура	2	0	1	0	1	0
	опади	1	1	0	2	2	0
2009	температура	1	1	1	1	0	1
	опади	1	0	0	2	2	0

Продовження табл. 1

1	2	3	4	5	6	7	8
2010	температура	0	0	0	0	1	1
	опади	2	0	2	2	1	1
2011	температура	1	0	0	0	1	0
	опади	2	0	2	0	2	0
2012	температура	1	0	1	0	2	0
	опади	2	1	1	2	1	1
2013	температура	2	0	1	1	1	0
	опади	2	0	2	2	2	2
2014	температура	2	0	0	1	1	1
	опади	0	0	1	1	1	2
2015	температура	1	1	1	0	0	2
	опади	0	0	2	2	2	2
2016	температура	1	1	0	1	0	1
	опади	2	1	2	1	1	2
2017	температура	2	1	0	1	1	1
	опади	0	1	0	2	1	2
2018	температура	2	2	1	1	0	1
	опади	0	2	1	2	2	0
2019	температура	2	0	1	2	1	0
	опади	2	1	2	2	2	1
2020	температура	1	1	2	0	1	0
	опади	0	2	2	2	1	2

У 4 випадках (2000 р., 2009, 2016 р.) показники температурного режиму мали відхилення внаслідок підвищених температур повітря (10,4–12,0 °С), та в 2018 р. наближений до екстремальних умов (13,9 °С).

Чіткої залежності та певної закономірності зволоження регіону від температурного режиму немало місця як за силою суттєвості відхилень, так і частотою. Кожен рік характеризувався притаманним йому розподілом вологи за період, що аналізується. Так, у квітні місяці відхилення у бік перезволоження мали – 2000 р., 2001, 2005, 2006, 2012, 2016 та 2019 рр., за варіювання кількості опадів в межах 53–89 мм. Відхилення рівня зволоження внаслідок збільшення кількості опадів мали 2004 р. (21 мм), 2007 р. (26 мм), 2017 р. (35 мм), та наближені до екстремальних умов 2018 та 2020 рр. (відповідно 24 та 18 мм) за середньобагаторічного показника кількості опадів на рівні 46 мм.

Наближеними до екстремальних умов внаслідок підвищення

температурного режиму травень місяць був у 2002 р. (16,7 °С), 2003 р. (17,0 °С), та у 2020 р. (10,2 °С) – внаслідок недобору тепла, за середньобагаторічного показника 14,3°С. Умови травня 2001 р., 2010, 2011, 2014, 2016 та 2017 рр. суттєво не різнилися за температурним режимом. Решта років мали відхилення, як за підвищення (2000, 2007, 2012, 2013, 2018) температурного режиму, так і його зниження (2004–2006, 2008, 2009, 2015 та 2019). Коливання температурного режиму, відповідно зазначених років, варіювало в межах 15,1–17,0°С та 12,4–13,6°С.

Надходження вологи у травні місяці різнилося за період 2000–2020 рр. Суттєвий дефіцит опадів відображений у 9 із 21 року (2000–2003, 2007, 2011–2013, 2016 та 2018 рр., серед них наближені до екстремальних умов – 2011 р. (40 мм), 2013 р. (13 мм) та 2016 р. (50 мм). за середньобагаторічного показника 81 мм. Суттєве відхилення кількості опадів, за надмірної зволоженості наближеними до екстремальних умов були 2006 р. (107 мм), 2010 р. (147 мм), 2015 р. (108 мм), 2019 та 2020 рр. (158 та 161 мм); 2014 р. (95 мм) – суттєвість відхилення показника на рівні 1. За період літніх місяців не відмічено за температурних режимом років, які були наближені до екстремальних, окрім як по одному випадку у червні 2019 р. (21,3 °С, за середньобагаторічної 17,8 °С), липні 2002 і 2012 рр. (21,1 і 21,3 °С, за середньобагаторічної 19,5°С) та серпні 2015 р (21,5°С).

Коефіцієнти відхилення суми опадів за період літніх місяців мали високу строкатість за кількісними параметрами та суттєвістю відхилень. Так, рівень перезволоження червеня місяця 2001 р., 2002, 2009, 2010, 2012, 2013, 2018 та 2020 рр. були наближеними до екстремальних умов, за абсолютних значень кількості опадів (108–166 мм), при середньобагаторічному значенні 89 мм.

Критично екстремальними за рівнем дефіциту вологи виявилися 2004 р. (47 мм), 2008 р. (55 мм), 2015 р. (47 мм), 2017 р. (45 мм) та 2019 р. (50 мм). Решта років, окрім 2007 та 2011 (на рівні багаторічних значень), суттєво різнилися щодо незначного забезпечення вологою, кількість якої була в межах 63–78 мм.

За розрахунками коефіцієнта суттєвості відхилень відображається забезпечення вологою липня місяця за роками досліджень, а саме встановлено,що лише три роки із 21 були наближені до середньобагаторічних показників (2003, 2004 та 2006 рр. – 104–106 мм). Найбільша кількість випадків була викликана дефіцитом вологи – 11 випадків, із них 5 – наближені до екстремальних (2002 р.,

2009, 2013, 2015 та 2019 рр.) за кількості опадів – 59–74 мм. Також наближеними до екстремальних умов, зумовлені надмірним зволоженням характеризувались 2000 р. (136 мм), 2001 р. (148 мм), 2008 р. (163 мм), 2011 р. (181 мм), 2018 р (134 мм), порівняно із середньобагаторічним показником 104 мм.

Наближеними до екстремальних за рівнем дефіциту вологи у серпні місяці були 2000 р., 2003, 2013, 2015–2017 та 2020 рр., де кількість опадів варіювала в межах 12–48 мм, за середньобагаторічного показника – 71 мм. Умови перезволоження 2004 р., 2006 та 2014 рр. наближали їх до екстремальних значна кількість опадів – 107–169 мм, що в 1,5–2,4 рази переважали середньобагаторічний показник.

Аналізування кратності прояву несприятливих погодних умов які одночасно були обумовленими високим температурним режимом та істотним дефіцитом кількості опадів також свідчить лише про одинокі випадки в окремі місяці, окремих років, а саме – квітень 2018 р., травень 2000 р., 2007, 2012, 2013, 2018 рр., червень 2016 р., 2017 та 2019 рр., липень 2007 та 2014 рр., серпень 2015 та 2017 рр., що мали складові посушливих явищ.

Загалом аналіз кратності прояву несприятливих погодних умов в регіонах зони Полісся за період 2000–2010 рр., які викликані істотною зміною температурного режиму повітря, свідчить, що у середньому вони коливалися в межах від 37 (Івано-Франківська обл.) до 47 разів (Чернігівська обл.). Щодо суттєвості відхилень то за період 2000–2010 рр. для регіонів даної зони переважаючими були умови які обумовлені низькими, за критерієм істотності відхилень, температурами. Найбільший дефіцит тепла, за вегетацію лону, мала Чернігівська обл. (28 випадків), Житомирська (24 випадки), Рівненська (22 випадки), Волинська (21 випадок), Львівська (20 випадків) та Івано-Франківська область (19 випадків) (табл. 2).

Щодо кількості випадків, які були обумовлені високими температурами, то найбільшу їх кількість мали Житомирська (20 випадків) та Львівська (21 випадок) області., найменшу – Волинська (17 випадків), Івано-Франківська та Рівненська (по 18 випадків).

Загалом найвищою кратність прояву несприятливих погодних умов за величиною середньомісячної температури повітря характеризувалася Чернігівська (47 випадки) та Житомирська (44 випадки) області, найнижчою – Івано-Франківська та Волинська

область (37 та 38 випадків).

Таблиця 2

Кратність прояву несприятливих погодних умов впродовж вегетаційного періоду льону-довгунцю за величиною середньомісячної температури повітря та кількості опадів (за 2000-2010 рр.)

Область	Середньомісячна температура повітря, ^{0}C			Місячна сума опадів, мм		
	I*	II	III	I**	II	III
Волинська	21	17	38	26	28	54
Житомирська	24	20	44	34	24	58
Івано-Франківська	19	18	37	32	21	53
Львівська***	20/42	21/38	41/80	21/50	25/43	46/93
Рівненська	22	18	40	22	19	41
Чернігівська	28	19	47	26	18	44

Примітка: *I – умови обумовлені низькими, за критерієм істотності відхилень, температурами; II – обумовлені високими температурами; III – загальна кількість

** I – умови обумовлені недостатньою, за критерієм істотності відхилень, кількістю опадів; II – обумовлені надмірною кількістю опадів; III – загальна кількість

***Львівська область – за період 2000-2010/2000-2020 рр.

Кратність прояву несприятливих погодних умов за величиною кількості опадів у розрізі досліджуваної природно-кліматичної зони варіювала в межах 41-58 випадків. Найбільша їх кількість відмічена у Житомирській (58 випадки), Волинській (54 випадки) та Івано-Франківській (53 випадки) областях.

Так, за рівнем середньомісячної кількості опадів майже всі області мали по 21-34 випадки, які були обумовлені недостатньою, за критерієм істотності відхилень, кількістю опадів. Найменший прояв випадків мали західні області Львівська (21 випадок), Рівненська (22 випадки). Найбільшу, за критерієм істотності відхилень, кількість випадків мали Житомирська (34 випадки) та Івано-Франківська (32 випадки) області.

Слід відмітити, що у Житомирській, Львівській та Волинській областях, за критерієм істотності відхилень, які обумовлені надмірною кількістю опадів була зафіксована максимальні кількість випадків (від 24 до 28).

Щодо тривалого періоду (2000–2020 рр.) виявлення несприятливих погодних умов за вегетаційний період у Львівській

обл., то слід відмітити, що за критерієм істотності відхилень, які викликані низьким температурним режимом було в межах 42 випадків порівняно із умовами, які обумовлювали високий температурний режим – 38 випадків. Однак за рівнем зволоження кількість випадків, які обумовлені дефіцитом вологи, складало 53,8 %, та 42,6 % випадків які мали надмірну кількість опадів за загальної кількості випадків за період – 93.

Останніми роками спостерігаються посухи в зонах Лісостепу Західного та на Поліссі, для яких традиційно утримувався більш-менш вологий клімат, десятиліттями осушувалися для перетворення на ріллю, видобутку торфу та ін. Безсніжна зима 2019 р. та безводна весна 2020 р. виявили,, що в зоні Полісся наявна нестача запасу води. Розораний грунт у вологих умовах легко промокає, а за посухи так само легко просихає і далі перетворюється на пил. Тому ми спостерігали появу в регіоні пилових бур.

За результатами аналізу метеоумов для зон Лісостепу Західного та Полісся нами встановлено характер і тіснота зв’язку між метеорологічними умовами вегетаційного періоду та формуванням продуктивності льону-довгунцю.

Встановлено визначальні у формуванні врожаю умови місяці, та тіснота їх зв’язку за величиною коефіцієнта кореляції (R) та частки участі фактору (D).

Кореляційний аналіз дозволив глибше дослідити взаємозв’язки між погодними умовами і виявити їх вплив на урожайність культури льону. Зокрема, кореляційна залежність між температурним режимом вегетаційного періоду та сформованого рівня врожаю в умовах ***Львівської області*** свідчить про помірну тісноту його зв’язку квітня-липня (R = 0,328–0,476, D = 10,7–22,7%), та значну – серпня місяця (R = 0,556, D = 30,9%), дольова участь якого складала 24,9 % (табл. 3).

Між вологозабезпеченістю місяців вегетаційного періоду та продуктивністю культури помірний зв'язок мав квітень (R=0,326, D = 10,6%) та червень (R = 0,483, D = 23,3%). Решта місяців значно корелювала між показниками R = 0,501–0,629, D = 25,1–39,6%.

Визначальним у формуванні рівня урожайності волокна льону довгунцю в умовах регіону за величиною множинного коефіцієнта кореляції є травень (R = 0,640, D = 41,0 %) та липень (R = 0,702, D = 49,3 %) місяці. Сила зв’язку решти місяців була значною і характеризувалася R = 0,483–0,570, D = 23,3–32,5%.

Таблиця 3

Коефіцієнти парної та множинної кореляції між рівнем урожайності льону-довгунцю та метеоумов Львівської обл. (2000-2010 рр.)

Показник	Місяці				
	IV	V	VI	VII	VIII
Температура, ^{0}C					
R	0,328	0,476	0,447	0,424	0,556
%	14,7	21,3	20,1	19,0	24,9
D	10,7	22,7	20,0	18,0	30,9
Кількість опадів, мм					
R	0,422	0,629	0,483	0,502	0,501
%	16,6	24,8	19,0	19,8	19,8
D	17,8	39,6	23,3	25,2	25,1
Множинний коефіцієнт					
R	0,528	0,640	0,570	0,702	0,483
%	18,1	21,9	19,5	24,0	16,5
D	27,9	41,0	32,5	49,3	23,3

За результатами регресійного аналізу впливу сукупності температурного режиму та розподілу опадів за вегетаційний період льону-довгунця розроблена математична регресійна модель формування рівня урожайності культури для зони Полісся (табл. 3). Дана модель свідчить, що у середньому для зони Полісся зв'язок має помірну силу (R=0,392, D= 15,4%), що дає нам можливість зробити висновок, що погодні умови ґрунтово-кліматичної зони не мають істотного впливу на формування урожайності льону, тобто вони є пластичними по відношенню до рівня урожайності і істотного впливу на нього не мають.

Величина рівня реакції рослин льону-довгунцю на комплексну дію метереологічних чинників в умовах **Волинської** області, яка встановлена регресійним аналізом свідчить про їх високий рівень тісноти (R = 0,542÷0,812, D = 29,4÷65,9%). Найвищою дольовою участю характеризувалися квітень (21,5%), травень (23,0%) та липень (22,0%) місяці.

Щодо комплексного впливу погодних умов (температурного режиму та рівня зволоженості) в умовах **Івано-Франківської** області, регресійний аналіз свідчить про помірний (серпень місяць) та

середній рівень тісноти зв'язку з урожайністю культури (R = 0,374–0,679) за сили зв'язку D = 14,0–46,1 %. Найбільший влив сукупних факторів на формування урожайності забезпечував квітень (20,5%), червень (22,5%) та липень місяць (25,2%).

Величина рівня реакції рослин льону-довгунця на комплексну дію метереологічних чинників в умовах **Рівненської** області, яка встановлена регресійним зв'язком свідчить про їх високий рівень тісноти (R = 0,524÷0,733, D = 27,5÷53,7%). Найвищою дольовою участю характеризувалися травень (21,4%), червень (21,6%) та липень місяць (22,2%).

Сукупність впливу комплексу погодних умов **Чернігівської** області через показник множинної кореляції свідчить про високий рівень тісноти зв'язку із урожайністю льону-довгунцю (R = 0,661÷0,773, D = 43,7÷59,8%). Слід відмітити, що майже однаково впливають на формування рівня урожайності погодні умови як квітня місяця, так і липня та серпня. Незначний вплив участі у формуванні урожаю (12,6%) мав червень місяць, за помірної сили зв'язку R=0,425 та сили зв'язку 18,1%.

За результатами регресійного аналізу впливу сукупності температурного режиму та розподілу опадів за вегетаційний період льону-довгунцю розроблена математична регресійна модель формування рівня урожайності культури для зони Полісся (табл. 4). Дана модель свідчить, що у середньому для зони Полісся зв'язок має помірну силу (R = 0,392, D = 15,4%). Це дає нам можливість зробити висновок, що погодні умови ґрунтово-кліматичної зони не мають істотного впливу на формування урожайності льону, тобто вони є пластичними стосовно рівня урожайності.

Таблиця 4

Математична модель залежності урожайності льону-довгунцю від комплексу погодних умов зони Полісся за вегетацію (2000–2010 рр).

Математична регресійна модель	Множинний коефіцієнт кореляції (R)	Коефіцієнт детермінації (D, %)
$Y^* = 1{,}3058 - 0{,}3892X_1 + 0{,}0110X_1^2 - 0{,}0069X_2 + 0{,}2553X_2^{0{,}5}$	0,392	15,4

**Примітка:* Y- урожайність, т/га; X_1 – середня температура за вегетацію, ^{0}C; X_2 – кількість опадів за вегетацію

Таким чином, розміщення цієї культури в ґрунтово-кліматичній зоні Полісся, із тими параметрами погодних умов які змінюються є цілком виправданим і не має впливу на зниження рівня врожаю волокна.

ВИСНОВКИ

За критерієм основних показників погодних умов (температурнрий режим повітря, кількість опадів), їх відхилення від середньобагаторічних показників, інтенсивність, тривалість та кратністю прояву несприятливих погодних умов, які були викликані високими або низькими температурами, чи рівнем зволоження найсприятливішими для вирощування льону-довгунцю є усі регіони випрощування.

За проведеним розрахунком множинного коефіцієнта кореляційної залежності комплексу погодних умов визначено, що високий рівень тісноти зв'язку з урожайністю волокна льону-довгунцю був визначальним для: Волинської обл. – травень місяць (R=0,950, D=90,3 %, дольова участь місяця – 25,0 %); Житомирської обл. – травень місяць (R=0,812, D=65,9%, дольова участь місяця – 23,0 %); Івано-Франківсько ї обл. – липень місяць (R=0,679, D=46,1, дольова участь місяця – 25,2 %); Львівської обл. – липень місяць (R= 0,702, D=49,3 %, дольова участь місяця – 24,0 %): Рівненської області – липень місяць (R=0,773, D=53,7%, дольова участь місяця – 22,2%); Чернігівської обл. – квітень, липень, серпень (R=0,749-0,773, D=56,1-59,8, дольова участь місяців – 22,2, 22,8 та 22,9 %).

АНОТАЦІЯ

В результаті проведеного аналізу визначено закономірності між урожайністю льону-довгунцю та температурним режимом і рівнем зволоження. Розраховано коефіцієнти множинної кореляції впливу комплексу погодних умов на урожайність волокна льону-довгунцю та насіння льону олійного. За результатами регресійного аналізу впливу сукупності температурного режиму та розподілу опадів за вегетаційний період льону розроблено математичні регресійні моделі формування рівня урожайності культури льону-довгунцю в межах грунтово-кліматичних зон Лісостепу західного та Полісся, які належать до льоносійних зон України.

Встановлено, що високий рівень тісноти зв'язку з урожайністю волокна льону-довгунцю є визначальним для Волинської та

Житомирської області – травень місяць (R = 0,950, R = 0,812), Івано-Франківської, Львівської та Рівненської областей – липень (R = 0,679, R = 0,702, R = 0,773), Чернігівської – квітень, липень, серпень (R = 0,749-0,773).

Доведено, що високий рівень тісноти зв'язку з урожайністю насіння льону олійного є визначальними для Волинської області – травень, червень (R = 608, 0,625); Житомирської та Івано-Франківської областей – травень (R = 0,688, R = 0,679), Львівської та Рівненської областей – червень (R = 0,817, R = 0,769), Чернігівської області – липень (R = 0,772).

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

Адаменко Тетяна (2019). Зміна клімату та сільське господарство в Україні: що варто знати фермерам? Німецько-український агрополітичний діалог. 34 с.

Андрушків М. І., Шувар А. М. (2001). Льонарство – прибуткова галузь. Передгірне та гірське землеробство і тваринництво. Вип. 43. С. 6-11.

В Україні агрокліматичні зони змістилися на 200 км. (2019). Режим доступу: https://agravery.com/uk/posts/show/v-ukraini-agroklimaticni-zoni-zmistilisa-na-200-km.

Залужний В., Войтович Р., Шувар А., Дацьків І. (2011). Дослідження технологій збирання льону олійного за умови десикації посівів. Сільський господар. № 1-2. С. 1-3.

Заблоцька Т. М., Скриник О. А. (2009). Прогнозування дат стійкого переходу середньої добової температури повітря через зазначені межі. Наукові праці УкрНДГМІ, Вип. 258. С. 84–105.

Зубов О. Р., Зубова Л. Г., Славгородська Ю. В. (2012). Оцінка впливу метеорологічних факторів на врожайність озимих культур в умовах північної частини Луганської області. Вісник Полтавської державної аграрної академії. № 2. С. 14-20.

Камінський В. Ф., Голодна А. В., Гресь С. А. (2004). Значення погодно-кліматичних умов у виробництві зернобобових культур в Україні. Корми і кормовиробництво. Вип. 53. С. 38–48.

Лопатинська А. Ю. (2011). Очікувані наслідки зміни клімату. Вісник Дніпропетровського університету. Серія «Економіка». Вип. 5(2). С. 26-33.

Оцінка ефективності різних способів збирання льону олійного. Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової

техніки і технологій для сільського господарства України. Вип. 21. С. 268–272. Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Ttar_2017_21_34.

Стефановська Т. Р., Підліснюк В. В. (2010). Оцінка вразливості змін клімату сільського господарства України. Екологічна безпека. № 1 (9). С. 62-66.

Трипольська Галина (2020). Як проявляється зміна клімату в Україні? Режим доступу: https://ua.boell.org/uk/2020/06/09/yak-proyavlyaetsya-zmina-klimatu-v-ukraini

Чехова І. В., Чехов С. А., Шкурко М. П. (2017). Вітчизняний ринок льону. Економіка України. № 1. С. 53–58.

Шувар А. М., Дзюбайло А. Г. (2020). Продуктивність сортів льону-довгунцю за впливу рістрегулюючих препаратів та комплексних мікродобрив в умовах зміни клімату. Луб'яні та технічні культури. Вип. 8(13). С.15-22.

Шувар А. М. (2011). Роль фізичних факторів обробки насіння льону у реалізації генетичного потенціалу сорту. Луб'яні та технічні культури. Вип. 1(6). С. 100- 103.

Andruszkiv, M., Szuwar, A., Koszul, H., Szuwar, I. (2003). Wpływ różnych systemów nawożenia na plonowanie i jakość lnu długowłóknistego [The influence of various fertilization systems on the yield and quality of long-grain flax.]. Zeszyty naukowe Akademii Rolniczej im. H. Kołłątaja w Krakowie. Gospodarowanie metodami ekologicznymi na tle zrównoważonego rozwoju południowowschodniej Polski. Kraków, Sesja naukowa. Zeszyt 89, no 399, 53–58.

Tyshkovskyy, V., Akhmetov, I., Levkovskaya, L. (2014). The technological-economic ways of solution problems cultivation of flax in Ukraine. British Journal of Education and Science. London, no. 1, 112–120.

Shuvar Antin (2018). Influence of climate changes for adaptation of agriculture production in Lviv region. Klimat pola uprawnego Meteorologia i klimatologia stosowana - gospodarka, teoria, praktyka, innowacyjność poświęcona pamięci prof. dr. hab. T. Górskiego: X Międzynarodowa Konferencja, 19-22 września 2018 r. Lublin-Zamość-Lwów-Kamieniec Podolski. Zamość: PWS Z, 51.

ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ І ВТРАТ ВРОЖАЮ СОРТАМИ ОЗИМИХ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР В ЗАХІДНОМУ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

Стратегічним питанням сучасної агропродовольчої політики, яка гарантує безпеку нашої держави є сприяння розвитку національної системи зерновиробництва.

Сприятливі грунтово-кліматичні умови України, вагомі інноваційні розробки в галузях селекції, насінництва та новітні технології вирощування зернових культур, високий попит на зернову продукцію на внутрішньому та світовому ринках дають підстави збільшити виробництво зерна в державі до 100 млн. т. Зона Західного Лісостепу характеризуються достатнім зволоження, ГТК складає 1,5–1,8 і надмірною кількістю опадів, яка на 50–100 % перевищує середні багаторічні показники саме в період дозрівання-збирання зерна [1, 2].

Наукові установи Національної академії аграрних наук України разом із структурними підрозділами Міністерства аграрної політики та продовольства України розробили Програму «Зерно України», в якій визначено шляхи нарощування виробництва зерна, розкрито технологічні, економічні та нормативно-правові засади вирішення зернової проблеми, що стане важливим етапом реалізації державної політики в реформуванні аграрного сектора економіки України та підвищенні ролі в забезпеченні світової продовольчої безпеки[3, 4].

Виконання вище наведених завдань можна досягнути за рахунок науково-технічного прогресу, серед яких провідна роль належить селекції і насінництву. Тому, сортова політика повинна бути спрямована на впровадження виваженої багатосортності, переорієнтації сортооновлення на сортозаміну, ефективно використовувати нові високопродуктивні сорти занесені в «Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні» до вирощування в конкретній грутово-кліматичній зоні, за

[1] Елементи технології виробництва високоякісного насіння пшениці озимої в Західному Лісостепу України (2017) / Волошук І. С. та ін. Львів : Сполом, 244 с.

[2] Волощук О. П., Воробйова Ю. В. (2011) Зниження хіміко-технологічних показників якості зерна сортів пшениці озимої під впливом ензимо-мікозного виснаження зерна. Передгірне і гірське землеробство і тваринництво, вип. 53 (ІІ), с. 17–21.

[3] Приймачук Т. Ю. (2006) Функціонування ринку насіння озимої пшениці. Вісник аграрної науки, № 1 (січень), с. 81–82.

[4] Сайко В. Ф. (2003) Зерно України для внутрішнього і зовнішнього ринків. Вісник аграрної науки, № 9 (вересень), с. 20–24.

рахунок яких можна забезпечити 30–35 % приросту валового збору зерна[5].

Великий внесок у збільшенні виробництва зернових культур за останні 50 років було забезпечене використанням нових високопродуктивних сортів. Однак, в умовах виробництва реалізація їх генетичного потенціалу є досить проблематично, оскільки культури реагують на зміну погодних умов, тип ґрунту, технологію вирощування і т.д.[6, 7].

Недобір урожаю становить в межах 3–6 млн тонн зерна, втрати пов'язують з ураженням посівів так званими хворобами колоса зокрема: чорний колос, ензимо-мікозне виснаження зерна, його стіканням та ін.[8, 9, 10].

Явище ензимо-мікозного виснаження зерна (ЕМВЗ) відоме в науковій літературі як «стікання», «чорноколосиця», «ензимо-мікозне виснаження зерна», «вуглеводно-білкове виснаження зерна» [11, 12, 13]. Коефіцієнт шкодочинності «стікання» зерна може сягати до 60 %[14]. Воно виникає коли за дії надлишку вологи в ендоспермі зернівки сповільнюється, або взагалі припиняється відкладання крохмалю, раніше утворені продукти фотосинтезу гідролізуються і через тріщини витікають на поверхню у вигляді так званої «медяної роси», де поселяються фітопатогени, викликаючи потемніння зерен і плівок, а за проникнення в ендосперм – і зародка[15, 16]. Низка дослідників

[5] Рудник-Іващенко О. І. (2012) Особливості вирощування озимих культур за умов змін клімату. Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин, № 2, с. 8–10.

[6] Хахула В. С., Уліч Л. І., Уліч О. Л. (2013) Вплив екологічного чинника на реалізацію селекційного потенціалу нових сортів пшениці озимої м'якої. Агробіологія, № 11, с. 44–49.

[7] Наукове обґрунтування стабільності прояву морфологічних ознак пшениці м'якої (Triticum aestivum L.) при проведенні кваліфікаційної експертизи на ВОС (2012) / П. М. Василюк та ін. Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин, № 1, с. 36–39.

[8] Уліч Л. І., Бочкарьова Л. П. (2010) Вдосконалення діагностики стійкості сортів озимих культур до абіотичних факторів зовнішнього середовища. Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин. Київ, № 2 (12), с. 45–50.

[9] Мазільніков Г. В. (2001) Чорноколосиця озимої пшениці. Проблеми та її розв'язання. НТБ Миронівського інституту пшениці імені В. М. Ремесла. Київ : Аграрна наука, вип. 1, с. 157–163.

[10] Федорова Н. А., Бондаренко В. М. (1983) Озимая пшеница и условиях произростания. Сортовая агротехника зерновых культур. Київ : Урожай, с. 17–30.

[11] Матнієць В. Г., Єльнікова М. І., Панченко І. А. (1997) Залежність між метеорологічними умовами, тривалістю періоду розвитку зернівки та якістю зерна озимої пшениці. Селекція і насінництво, вип. 79, с. 61–68.

[12] Албу К. М. (2004) Чорний зародок. Насінництво, № 4, с. 6–8.

[13] Причини недобору зерна (2016) / Попов С. та ін. Агробізнес сьогодні, № 17 (336), с. 16–17.

[14] Любич В. В. (2017) Вплив абіотичних та біотичних чинників на продуктивність сортів і ліній пшениці спельти. Вісник Полтавської державної аграрної академії, № 3, с. 18–24.

[15] Екологічне випробування сортів пшениці озимої в умовах Західного Лісостепу (2016) / Волощук О. П. та ін. Передгірне та гірське землеробство і тваринництво, вип. 59, с. 40–45.

припускає[17, 18], оскільки вуглеводно-білкове виснаження зерна спричиняється погодними умовами, то його варто розглядати як абіотичний стрес. Вони зазначають, що дане захворювання детермінується на рівні організму в результаті порушення пропорцій між вегетативними і репродуктивними частинами рослин[19].

Проблема зниження урожайності озимих культур під впливом ЕМВЗ є особливо вагомою у зоні Західного Лісостепу, виробники якого користуються сортами створеними в зоні Центрального Лісостепу та Степу, що по різному реагуються на конкретні грунтово-кліматичні умови вирощування. Тому їх впровадження вимагає всестороннього наукового обґрунтування для рекомендацій виробництву.

Погодні умови Лісостепу Західного

Західна частина Лісостепу, в якій проводили дослідження належить до помірно теплої, достатньо зволоженої кліматичної зони, оскільки суми температур повітря понад 10 °С тут сягають 2300–2600 °С, а ГТК за той самий період дорівнює 1,5–1,8.

Погодні умови вересня 2015 р. характеризувалися підвищеним температурним режимом та достатнім вологозабезпеченням, що сприяло інтенсивному росту й розвитку рослин. У межах середніх багаторічних даних були показники температури повітря жовтня, з перемінною кількістю опадів по декадах. У третій декаді листопада спостерігалося припинення осінньої вегетації рослин ріпаку озимого за зниження температури до 0,8 °С, вологозабезпеченість була достатньою. Зимові місяці були теплішими та малосніжними. Інтенсивне наростання температури повітря через 10 °С почалося з першої декади квітня, а кількість опадів за місяць була на 10,5 мм більшою від норми. У травні погодні умови відповідали біологічним вимогам культури. Високим температурним режимом характеризувалися період формування та наливу зерна. У червні

[16] Чебаков М. Л. (2004) Пошук і створення вихідного матеріалу озимої пшениці, адаптованої до умов Лісостепу України. НТБ Миронівського ін-ту пшениці імені В. М. Ремесла НААН. Київ : Аграрна наука, вип. 4, с. 10–18.

[17] Глива В. В. (2011) Вплив екологічної пластичності сортів пшениці озимої на рівень реалізації їх генетичного потенціалу в умовах Лісостепу Західного. Передгірне і гірське землеробство і тваринництво, вип. 53 (I), с. 46–52.

[18] Озима пшениця в Степу. Господарськи цінні ознаки і насінництво (2007) / А. В. Черенков та ін. Насінництво, № 8 (серпень), с. 16–19.

[19] Каленська С. М., Скотарь О. В. (2002) Продуктивність посівів озимого тритикале в зоні. Інститут землеробства УААН. Київ : Фітосоціоцентр, вип. 3–4, с. 103–109.

середньомісячна температура повітря була вищою на 2,4 °С, а у липні на 3,5 °С з меншою кількістю опадів. Високі температури більше 25 °С негативно вплинули на виповненість насіння, зокрема масу 1000 насінин, а в результаті на нижчу ніж у 2015 р. урожайність.

Погодні умови вересня 2016 р. характеризувалися підвищеним температурним режимом та достатнім волого-забезпеченням, що сприяло інтенсивному росту й розвитку рослин. За проведеними спостереженнями погодних умов періоду сівби озимих зернових встановлено, що температурний режим III декади вересня (оптимальний строк сівби) був дещо вищий (на 1,2 °С) за норми 11,2 °С. За середньобагаторічної норми опадів 19 мм випало 87 %. Однак за більшої їх кількості у 1,54 раз, яка випала у II декаді вересня продуктивна вологість ґрунту була достатньою 38,6 мм, це сприяло появі дружніх сходів пшениці озимої. Осінь холодна і дуже волога. У жовтні температура повітря була нижчою на 1,2 °С за суми опадів 259,3 % від норми, а у листопаді на 0,2 °С, опади – 174,4 %. Температурний режим зимових місяців був в межах норми з дещо нижчою кількістю опадів. Перехід через 5 °С відбувся у першій декаді березня із незначним до 3,2 °С зниженням у другій за норми (0,1°С), що сприяло відновленню весняної вегетації озимих зернових. Вищі температурні умови з меншою кількістю опадів 68,4 % (до норми) спостерігали в квітні, а в травні їх кількість була більшою – 113,7 %. Червень був теплим і сухим. Високим температурним режимом характеризувалися період формування та наливу зерна. У червні середньомісячна температура повітря була вищою на 1,9 °С, а у липні – на 2,0 °С з меншою кількістю опадів, відповідно 24 і 56 %.

Перехід від одного сезону до іншого відбувається досить повільно в 2017–2018 рр. У третій декаді вересня 2017 р. (оптимальні строки сівби) температура повітря становила 12,1 °С (за середньобагаторічних показників 11,2 °С), а кількість опадів 31,1 мм (за 19,0 мм), що забезпечило продуктивну вологість ґрунту на рівні 30 мм. Такі погодні умови сприяли дружності сходів озимих зернових культур. Жовтень був також на 1,1 °С теплішим з кількістю опадів, що становила 92 % до норми. Зниження температурного режиму з 6,0 до 1,2 °С відбулося в листопаді, за вологозабезпечення 133 %. Плюсові температури в межах 0,4–2,5 °С спостерігали в грудні за кількості опадів, яка складала 196 %. Січень був теплим і малосніжним, а лютий холодний і вологий (123 % опадів до норми). Середньомісячна температура березня становила – 0,3 °С (за норми

0,5 °С), опади 37,7 мм (за норми 44 мм). Різкий перехід через 10 °С відбувся вже в першій декаді квітня, а через 15 °С – у другій, середньомісячна температура повітря була вищою на 6,3 °С, сума опадів складала 42 % до норми. Порівняно з середньобагаторічними показниками у травні температура повітря була вищою на 4 °С, а кількість опадів становила 81 %, у червні – на 2 °С, і більша кількість опадів 165 %, а у липні – на 1,7 °С і 114 % опадів.

Період сівби озимих зернових у 2018 р. (третя декада вересня) характеризувався температурним режимом і кількістю опадів, які відповідали середньобагаторічним показникам. У жовтні й листопаді температура повітря була вищою на 2,8 і 0,9 °С, а кількість опадів становила 104 і 64 %. Зимовий період відзначався деякою строкатістю. У січні опади становили 153 %, а в лютому температура повітря була плюсовою 1,8 °С (до середньобагаторічних показників 40 мм і -3,7 °С). Весна була ранньою, перехід через 5 °С відбувся у першій декаді березня, а через 10 °С – у третій квітня. Вищі температурні режими на 0,3–2,1 і 3,4–6,9°С спостерігали в травні й червні за кількості опадів відповідно 176 і 93 % до середньобагаторічних показників. У липні також температура повітря була вищою на 0,9–3,1 °С, а кількість опадів за виключенням третьої декади меншою.

Температурні умови I та II декади вересня 2019 р. були в межах середньобагаторічних даних з нижчою кількістю опадів, а в III їх кількість становила 173 %. Більш вологою була й I декада жовтня, за середньобагаторічної (15 мм) їх кількість становила 23,8 мм (159 %). II і III декади жовтня були більш теплими і сухими. Погодні умови листопада характеризувалися вищою на 4,1 °С температурою повітря та меншою (86 %) кількістю опадів. Зимовий період був аномально теплим з плюсовими температурами: у грудні – 2,7 °С (-1,8 °С), січні – 0,7 °С (-4,6 °С), в лютому – 2,5 °С (-3,7 °С). Кількість опадів у грудні становила 104 %, січень – 71 %, лютий – 162 %. Вищими температурами і меншою кількістю опадів характеризували березень (на 4,1 °С і 91 %) та квітень (на 1,5 °С і 14,9 %). Травень був холодним і дощовим (-2,1 °С і 147,4 %). Порівняно з середньобагаторічними даними в червні температура повітря переважала на 2,1 °С з дещо більшою кількістю опадів (106 %), а в липні на 1,4 °С з 70 %.

Польова схожість насіння озимих зернових та розвиток рослин на час припинення осінньої вегетації

Одним із головних чинників одержання стійких врожаїв є процес проростання насіння. Польова схожість насіння визначає умови проростання насіння та якість проведених робіт під час сівби. Крім якості висіяного насіння, строків і способів сівби, норм висіву, глибини загортання насіння, визначальним залишається тип ґрунту та фактор його вологості й температури.

У наших дослідах 2015–2016 рр. продуктивна вологість ґрунту посівного шару (0–10 см) становила 31 мм, за достатньої суми опадів 39,3 мм (середньобагаторічна норма 19 мм), яка випала в третій декаді вересня, температурний режим був також вищим 13,5 °С (проти 11,2 °С), тому повні сходи спостерігалися уже на 12 добу після сівби. Польова схожість насіння пшениці озимої усіх сортів була в межах 84,8–86,5 %, жита озимого – 85,6–86,7 %, тритикале озимого – 83,4–84,5 %, різниця за даним показником була в межах помилки.

На період сівби озимих зернових культур 2016–2017 рр. продуктивна вологість ґрунту становила 38,6 мм, а температура повітря була в межах середньобагаторічних даних (12,4 °С за норми 11,2 °С), що сприяло високому відсотку польової схожості. Польова схожість сортів пшениці озимої залежала від якості висіяного матеріалу і коливалася від 88,5–94,8 %, з різницею між сортами 2,5–3,8 %. У жита озимого даний показник був вищим – 94,2–97,0 %, різниця між сортами становила 1,2–2,8 %. У тритикале озимого польова схожість коливалися в межах 90,6–90,4 % з різницею – 1,6–1,8 %. Найбільша сила впливу була за фактору А (культура) – 36 % при $НІР_{0,05}$ = 1,98 %, сорт також мав значення при польовій схожості – 26 % ($НІР_{0,05}$ = 1,98 %), взаємодія факторів АВ – 10 % ($НІР_{0,05}$ = 3,43 %), у залишку – 28 %.

На період сівби 2017–2018 рр. озимих зернових культур продуктивна вологість ґрунту становила 34,6 мм, а температура повітря була в межах середньобагаторічних даних (12,1 за норми 11,2 °С), що сприяло високому відсотку польової схожості. Залежно від посівних якостей висіяного насіння польова схожість сортів пшениці озимої варіювала від 90,4 до 93,6 %, жита озимого – 93,8–96,4 %, тритикале озимого – 93,1–95,1 %. Найбільший вплив спостерігали за фактора А (культура) – 38 % при $НІР_{0,05}$ = 1,90 %, сорту – 27 % ($НІР_{0,05}$ = 1,92 %), взаємодія факторів АВ – 11 % ($НІР_{0,05}$ = 3,31 %), інших факторів – 24 %.

На період сівби 2018–2019 рр. продуктивна вологість ґрунту становила 31,6 мм, температурний режим був оптимальним, що сприяло польовій схожості насіння озимих: пшениці в межах 95,3–95,9 %, жита – 96,8–97,3 %, тритикале – 94,4–95,7 %. Сила впливу фактору А (культура) становить 19 % за $НІР_{0,05}$ = 2,18 %, фактор В (сорт) – 2 %, взаємодія факторів АВ – 1 % ($НІР_{0,05}$ = 3,70 %), залишок – 79 %.

На період сівби 2019–2020 рр. озимих зернових, продуктивна вологість ґрунту в посівному шарі 0–10 см була недостатньою і становила 15,2 мм. Після дощів (32,8 мм), які пройшли в ІІІ декаді вересня даний показник збільшився до 40,1 мм, що забезпечило дружнє проростання насіння.

Показник польової схожості насіння озимих зернових культур у 2015–2019 рр. становив: пшениця озима – 94,7 %, жито – 96,6, тритикале – 95,1 %. За роки досліджень польова схожість насіння була високою обумовленою якістю висіяного матеріалу, сприятливими погодними факторами та застосованими елементами технології вирощування (табл. 1). Середній показник у пшениці озимої становив 91,4 %, жита – 94,1 %, тритикале – 92,2 % з недостовірною різницею між сортами. Найбільша сила впливу була за фактору А (погодні умови), яка складала 85 % при $НІР_{0,05}$ = 0,95 %.

За статистичним аналізом вплив погодних чинників на польову схожість насіння сортів озимих зернових культур становив – 85 %, культури – 3 %, сорту – 1%, взаємодія факторів – 3 %, помилка – 7 %.

Температурні умови жовтня 2015 р. були в межах середньобагаторічних даних. У першій декаді опадів не спостерігали, однак в 1,4 раз більша їх кількість випала в другій. Припинення осінньої вегетації наступило у третій декаді листопада. Рослини сортів озимих зернових культур досягнули віку 55–60 діб.

Таблиця 1

Польова схожість насіння сортів озимих зернових культур (2015–2019 рр.), %

Сорт	Норма висіву насіння, млн схож. нас./га	Роки досліджень					Середнє	± до контролю
		2015	2016	2017	2018	2019		
Пшениця								
Водограй білоцерківський (контроль)	5,5	85,3	91,0	91,4	95,7	94,9	91,7	-
Оберіг Миронівський	5,5	84,8	94,8	93,6	95,3	95,0	92,3	0,6
Мудрість одеська	5,5	86,5	88,5	90,4	95,9	94,3	91,2	-0,5
Середнє		85,5	91,4	91,8	95,6	94,7	91,4	
Жито								
Княже (контроль)	5,0	85,6	97,0	96,4	96,8	96,0	94,4	-
Кобза	5,0	86,7	95,8	95,2	97,3	96,0	94,2	-0,2
Харків'янка	5,0	86,3	94,2	93,8	97,1	96,8	93,6	-0,8
Середнє		86,2	95,7	95,1	97,0	96,6	94,1	
Тритикале								
Маркіян (контроль)	4,5	83,4	92,4	94,2	94,8	94,4	91,8	-
Мольфар	4,5	84,1	94,0	95,1	95,4	94,9	92,7	1,1
Обрій миронівський	4,5	84,5	90,6	93,1	95,7	96,0	92,0	0,2
Середнє		84,0	92,3	94,1	95,3	95,1	92,2	

	Сила впливу	$НІР_{0,05}$
Фактор: А (погодні умови)	0,85	0,95
В (культура)	0,03	0,74
С (сорт)	0,01	0,74
Взаємодія факторів: АВ	0,01	1,64
АС	0,01	1,64
ВС	0,00	1,27
АВС	0,01	2,85
Залишок	0,07	

Високий відсоток перезимівлі рослин озимих зернових культур у наших дослідах був забезпечений добрим станом росту й розвитку рослин на час припинення осінньої вегетації, яка у ґрунтово-кліматичній зоні наступає за середньо багаторічними даними – 15.11. При входженні в зиму всі сорти озимих зернових культур знаходилися в фазі кущіння. Густота стояння рослин пшениці озимої була в межах 466–475 шт./м^2, жита – 428–434 шт/м^2, тритикале – 375–

382 шт./м^2. Висота рослин пшениці озимої коливалася в межах 15,0–16,2 см, жита – 16,7–17,2 см, тритикале – 18,0–20,0 см; довжина кореневої системи, відповідно 6,9–8,0 см, 8,8–9,7 і 9,9–10,5 см, а абсолютно-суха маса рослини: 6,51–7,18 г, 7,45–7,63, 8,51–9,12 г.

За визначенням М. С. Свідерко та ін.[20] в зоні Західного Лісостепу добрим станом посіву (80,5 %) є рівномірна густота рослин за наявності 3,5–5,0 млн росл./м^2, які знаходяться у фазі кущіння, мають 2–6 пагони (ІІ етап) і утворили вторинні корені. У яких запас вуглеводів на 15.11 становить 25,1–28,5 %, а витрати вуглеводів на 26.01 – на рівні допустимих норм. Задовільний стан (15,6 %) характеризується менш рівномірною густотою – 2,9–3,7 млн росл./га. Рослини у фазі початку кущіння – 3 листки – сходи, кількість накопичених вуглеводів менша – 20,5–19,6 %. Слабкі та зріджені (3,9 %) – густота 2,5–3,0 млн. росл./га, фаза розвитку – шильце, 1–2 листки.

Осінь 2016 р. – холодна і дуже волога. У жовтні температура повітря була нижчою на 1,2 ^{o}С за суми опадів 259,3 % від норми, а у листопаді – на 0,2 ^{o}С, опади – 174,4 %. Припинення осінньої вегетації наступило у ІІІ декаді листопада, що сприяло доброму розвитку рослин. При входженні в зиму усі сорти озимих зернових культур знаходилися в фазі кущіння. Густота стояння рослин пшениці озимої була в межах 487–528 шт./м^2, жита – 471–485 шт/м^2, тритикале – 453–470 шт./м^2 (найбільша сила впливу за фактору А – 51 %, НІР$_{0,05}$ = 4,30 шт./м^2 – взаємодія факторів АВ).

За осінній період 2016 р. сорти сформували достатню кількість цукрів у вузлах кущіння, зокрема у сортів пшениці озимої їх кількість становила 26,8–28,0 %, жита озимого – 27,0–28,1 %, тритикале озимого – 26,7–27,8 % (сила впливу фактора В – 25 %, НІР$_{0,05}$ = 1,20 % – взаємодія факторів АВ). Показники структури рослин на час припинення осінньої вегетації 2016 р. залежали від сортових особливостей і були різними як за культурою, так і сортом. Висота рослин у пшениці озимої коливалася від 14,5 см у сорту Мудрість одеська до 16,3 см у сорту Оберіг миронівський. Найвищу висоту рослин спостерігали в сорту жита озимого – Княже (19,5 см) і тритикале озимого – Мольфар (17,0 см) (найбільша сила впливу за взаємодії факторів АВ – 42 %, НІР$_{0,05}$ = 1,60 см). Довжина кореневої системи в озимих: пшениці становила 6,3–7,0 см, жита – 7,5–8,4 см,

[20] Урожай і якість зерна сортів озимої пшениці залежно від добрив (2002) / М. С. Свідерко та ін. Передгірне та гірське землеробство і тваринництво, вип. 44, с. 82–86.

тритикале – 6,3–7,1 см (найбільша сила впливу за фактору А – 72 %, $НІР_{0,05}$ = 0,35 см – взаємодія факторів АВ), а абсолютно-суха маса 100 рослин коливалася в межах, відповідно: 6,14–7,58 г; 7,65–8,60 г і 7,53–8,95 г (найбільша сила впливу за фактору А – 57 %, $НІР_{0,05}$ = 0,18 г – взаємодія факторів АВ).

Погодні умови осінніх місяців 2017 р. були сприятливими для росту й розвитку рослин сортів озимих зернових культур. Припинення осінньої вегетації наступило у ІІ декаді листопада, що сприяло доброму розвитку рослин. При входженні в зиму усі сорти озимих зернових культур знаходилися в фазі кущіння. Достатній вміст у вузлах кущіння накопичених цукрів і сприятливі погодні умови осені сприяли високому відсотку перезимівлі рослин. Вміст цукрів осіннього періоду 2017 р. у вузлах кущіння озимих зернових становив: пшениця – 25,6–29,2 %, жито – 26,5–27,8, тритикале – 25,7–27,0 %. На час припинення осінньої вегетації густота стояння рослин пшениці озимої була в межах 497–515 шт./м^2, жита озимого – 469–482, тритикале озиме – 419–428 шт./м^2, за висоти рослин: пшениця – 14,8–16,6 см, жито – 15,7–19,9, тритикале – 15,6–17,5 см, при цьому абсолютно-суха маса рослин становила в пшениці озимої – 6,17–7,62 г, жита озимого – 7,63–8,64 та тритикале озимого – 7,51–8,97 г, а довжина кореневої системи – відповідно 6,3–6,9 см, 7,4–8,6, 6,5–7,4 см. За статистичною обробкою одержаних даних вплив культури і сорту на дані показники був різним.

Середній показник 2018 р. густоти стояння рослин пшениці озимої становив 526 шт/га, жита озимого – 485 шт/га, тритикале озимого – 429 шт/га, абсолютно сухої маси 100 рослин у пшениці становив – 6,28 г, жита – 8,14 г, тритикале – 9,10 г, коренева система була довжиною відповідно: 5,11 см, 7,56 і 8,05 см. Сприятливі погодні умови осіннього періоду і довший період вегетації сприяли накопиченню цукрів у пшениці озимої – 27,2 %, жита озимого – 26,0 %, тритикале озимого – 27,1%. Припинення вегетації осінньої вегетації озимих відбулося в третій декаді листопада, що відповідало середньобагаторічним показникам. На даний період висота рослин залежно від біологічних особливостей сортів пшениці озимої варіювала від 13,9 см Мудрість одеська до 15,3 см Оберіг Миронівський. Найбільшим цей показник був у сорту жита Кобза (18,3 см) та тритикале – Мольфар (16,7 см).

Високим температурним режимом з меншою кількістю опадів характеризували осінній період 2019 р., що сприяло вегетуванню

рослин до кінця листопада. За більшої добової вегетації рослини накопичили високий вміст розчинних цукрів. Абсолютно суха маса 100 рослин становила в пшениці 5,36 г, жита – 8,56 г, тритикале – 7,31 г, а довжина кореневої системи відповідно: 4,83 см, 6,92 і 7,13 см.

Аналіз фізіологічного розвитку рослин за середніми п'ятирічними вимірами вказує, що залежно від норм висіву культури густота рослин на одиниці площі пшениці озимої варіювала залежно від сорту від 501,0 до 511,4 шт./м^2, жита – 458,0–460,8 шт./м^2, тритикале – 433,6–438,0 шт./м^2 (табл. 2). Оскільки осіння вегетація рослин була довшою, то сорти накопичували достатню кількість розчинних цукрів, середній показник становив 27,1 %, а розвиток рослин був оптимальним для входження в стан спокою.

Перезимівля рослин сортів озимих зернових культур

За нашими спостереженнями вегетація рослин у 2015 р. припинилася 21 листопада, що на 2 тижні пізніше середніх багаторічних даних. Температурний режим III декади листопада був у межах норми, опади у вигляді дощу і мокрого снігу склали 270 % норми. Снігового покриву на полях не спостерігалося. Ґрунт промерз на 3–5 см. Грудень характеризувався підвищеним температурним фоном, в середньому за місяць середньодобові температури повітря виявилися на 4,6 °С вище норми при незначних опадах (37 % місячної норми).

Максимальні температури піднімалися до позначки 12 °С тепла. Рослини озимих перебували у неглибокому зимовому спокої. У 2-й п'ятиденці III декади відмічено тимчасове відновлення вегетації (25–28.11). Різке зниження температури відбулося в останні дні грудня, мінімальна температура повітря опустилася до 13 °С морозу. Ґрунт промерз до 4–6 см за відсутнього снігового покриву. Мінімальна температура на глибині залягання вузла кущіння дорівнювала 5 °С морозу. І декада січня 2016 р. відзначилася екстремальним температурним режимом для озимих.

Таблиця 2

Стан розвитку рослин озимих зернових культур на час припинення осінньої вегетації (2015–2019 рр.)

Сорт	Фаза розвитку рослин	Густота рослин, шт./м^2	Вміст цукрів у вузлах кущіння, %	Висота рослини, см	Абсолютно суха маса 100 рослин, г	Довжина кореневої системи, см
Пшениця						
Водограй білоцерківський (контроль)	кущіння	504,2	27,8	15,0	5,78	5,9
Оберіг Миронівський		511,4	27,1	15,7	6,69	6,3
Мудрість одеська		501,0	26,5	14,8	6,30	5,9
Середнє		505,5	27,1	15,2	6,26	6,0
Жито						
Княже (контроль)	кущіння	460,8	26,6	18,0	8,14	7,9
Кобза		460,6	27,5	17,2	7,89	8,1
Харків'янка		458,0	26,8	15,8	7,63	7,4
Середнє		459,8	27,0	17,0	7,89	7,8
Тритикале						
Маркіян (контроль)	кущіння	433,6	27,8	17,3	7,87	7,4
Мольфар		438,0	27,1	17,5	8,52	7,8
Обрій миронівський		433,6	26,3	16,3	8,44	7,3
Середнє		435,1	27,1	17,0	8,28	7,5

Середньодобові температури повітря були нижчими за норму на 3 °С і хоча опади випали у сумі 165 % норми, однак висота снігового покриву була незначною (3–5 см), ґрунт промерз до 14–15 см. Мінімальна температура повітря опускалася до –20 °С, а на глибині вузла кущіння – до 11 °С морозу, що створило ризики для перезимівлі культур. З 15 січня на посівах озимих відмічена плямами притерта льодова кірка товщиною 1–3 см, яка зруйнувалася 27.01. Лютий та І декада березня були теплими. Середньодобові температури повітря на 4,9–8,5 °С перевищували норму. Сума опадів у лютому дорівнювала нормі, а І декаді березня – 61 % від норми. Аналіз рослин відібраних (28.12) в період тимчасового відновлення вегетації озимих (25.11–28.12) свідчив про зміни росту і розвитку рослин, оскільки максимальні температури впродовж грудня у денний час набували підвищених значень нехарактерних для цього місяця, які провокували пробудження фізіологічних процесів. Різке потепління відбулося при переході через 12,6 °С у першій декаді квітня. Кількість

опадів за ці місяці була достатньою для доброго росту й розвитку рослин. Перезимівля рослин сортів пшениці озимої становила 80,9–82,3 %, жита – 74,5–79,7 %, тритикале – 80,8–81,6 %.

Достатній вміст у вузлах кущіння вуглеводів і сприятливі погодні умови осені сприяли високому відсотку перезимівлі рослин. У сортів пшениці озимої перезимівля рослин 2017 р. коливався від 98,3 % у сорту Оберіг одеський до 99,2 % у сорту Водограй білоцерківський, з недостовірною різницею між сортами. У сортів жита озимого відсоток перезимівлі був також високим 98,7–99,1 %, а у тритикале – 98,9–99,4 %. Найвищою перезимівлею рослин характеризувався сорт жита Кобза (99,8 %), а тритикале – Мольфар (99,4 %). Відновлення весняної вегетації рослин спостерігали у І декаді березня. Весна була холодною, однак такі погодні умови сприяли доброму росту й розвитку рослин озимих зернових культур ($НІР_{0,05}$ 1,04 – за взаємодії факторів АВ, найбільша сила впливу за погодних умов під час перезимівлі – 83 %).

Добрий розвиток рослин при входженні в зиму, достатня кількість вуглеводів у вузлах кущіння та аномально теплі погодні умови зимового періоду 2017–2018 рр. обумовили відсоток перезимівлі рослин озимих: 98,7–99,0 % - пшениці, 98,1–98,9 – жита і 98,1–98,8 % - тритикале з недостовірною різницею між культурами і сортами (до 1,0 %). Вплив культури на перезимівлю рослин оцінювали у 7 % ($НІР_{0,05}$ = 0,53 %), сорту – 18 % ($НІР_{0,05}$ = 0,66 %), взаємодія цих факторів – 17 % ($НІР_{0,05}$ = 1,21 %), інших факторів – 41 %.

Достатній рівень накопичення вуглеводів у вузлах кущіння та тепліший зимовий період сприяв високому відсотку перезимівлі рослин (2018–2019 рр.), зокрема пшениці 96,3 %, жита – 95,4 %, тритикале – 94,2 %. Сила впливу фактору А (культура) становить 20 % за $НІР_{0,05}$ = 2,06 %, фактор В (сорт) – 2 %, взаємодія факторів АВ – 11 % ($НІР_{0,05}$ = 3,57 %), залишок – 67 %.

Аномально-теплі погодні умови зимового періоду 2019–2020 рр. спровокували поширення кореневих гнилей, а перепади плюсових і мінусових температур в ранньо-весняний період були основними причинами зниження перезимівлі рослин. За даним показником у сортів озимих зернових суттєвої різниці не спостерігали, вона була в межах 0,1–0,6 % (пшениця), 0,1–1,4 % (жито), 0,5–0,6 % (тритикале).

Таблиця 3

Перезимівля рослин сортів озимих зернових культур (2016–2020 рр.), %

Сорт	Рік					Середнє	± до контролю
	2016	2017	2018	2019	2020		
Пшениця							
Водограй білоцерківський (контроль)	82,3	99,2	99,0	96,2	91,0	93,5	-
Оберіг Миронівський	81,8	98,8	98,8	97,0	91,5	93,6	0,1
Мудрість одеська	80,9	98,3	98,7	95,8	90,8	92,9	-0,6
Середнє	81,7	98,8	98,8	96,3	91,1		
Жито							
Княже (контроль)	79,7	98,9	98,1	95,4	88,4	92,1	-
Кобза	76,1	99,1	98,9	96,6	89,1	92,0	0,1
Харків'янка	74,5	98,7	98,2	94,2	87,7	90,7	1,4
Середнє	76,8	98,9	98,4	95,4	88,4		
Тритикале							
Маркіян (контроль)	80,8	98,9	98,1	94,1	89,2	92,2	-
Мольфар	81,6	99,4	98,8	93,5	90,0	92,7	0,5
Обрій миронівський	81,0	99,1	98,5	94,9	90,6	92,8	0,6
Середнє	81,1	99,1	98,5	94,2	89,9		

	Сила впливу	$НІР_{0,05}$
Фактор: А (погодні умови)	0,60	0,93
В (культура)	0,11	0,72
С (сорт)	0,15	0,72
Взаємодія факторів: АВ	0,03	1,61
АС	0,04	1,61
ВС	0,02	1,25
АВС	0,02	2,79
Залишок	0,03	

Середні дані за 2016–2020 рр. подані в табл. 3 підтверджують, що сорти різного екологічного типу пшениці, жита й тритикале є добре адаптованими до умов вирощування зони Західного Лісостепу. Однак відсоток перезимівлі залежав від погодних чинників зимових періодів, найнижчий він був у 2016 р., а найвищий в 2017 і 2018 рр. Середнє значення в пшениці варіювало в межах 92,9–93,6 %, жита – 90,7–92,1 %, тритикале – 92,2–92,8 %.

Відсоток впливу на перезимівлю рослин становив: погодні

умови – 60 %, культура – 11, сорт – 15, взаємодія факторів – 11, похибка – 3 %.

•

Формування листкової поверхні та чиста продуктивність фотосинтезу

Формування врожаю зернових культур – складний процес, що зумовлений сукупністю факторів зовнішнього середовища та біологічними особливостями культури. Велике значення в ньому має формування оптимальної площі листкової поверхні, яка відіграє основну роль у поглинанні вуглекислого газу та продукуванні органічної маси процесу фотосинтезу.

У наших дослідах 2016 р. площа листкової поверхні рослин у фазу колосіння сортів пшениці озимої коливалася від 52,0 до 59,4 тис. м^2/га, з різницею між ними 6,2–7,4 тис. м^2/га. У жита озимого даний показник був нижчим і становив 56,5–63,8 тис. км^2/га. Саму високу площу листкової поверхні сформував сорт Кобза. Залежно від біологічних особливостей культури тритикале озимого формувати велику площу листкової поверхні, то вона в сорту Мольфар становила 69,6 тис. км^2/га, у Маркіян – 68,0, а у Обрій миронівський – 64,7 тис. км^2/га.

Узагальнюючим показником продуктивності різних культур є вихід сухої речовини господарсько цінної маси врожаю рослин (листя + стебла + зерно). Для умов України добрими показниками продуктивності польових культур є 70–80, високими – 100–120, дуже високими – 140–160 ц/га сухої речовини. Чиста продуктивність фотосинтезу сортів пшениці озимої коливалася в межах 6,1–7,0 г/м^2 за добу, жита – 4,8–5,3, а у тритикале – 5,4–6,2 г/м^2 за добу. Найвищий цей показник був у сорту пшениці озимої Оберіг Миронівський – 7,0 г/м^2 за добу, жита Кобза – 5,3 і тритикале: Обрій миронівський – 6,2 г/м^2 за добу.

У наших дослідах 2017 р. середній показник площі листкової поверхні рослин пшениці озимої зростав 37,0 тис. м^2/га (V етап органогенезу) (за взаємодії факторів АВ $НІР_{0,05}$ 0,91 тис. м^2/га) до 58,4 тис. м^2/га (VIII етап органогенезу) ($НІР_{0,05}$ = 1,50 тис. м^2/га). Внаслідок висихання листків у XI етапі органогенезу він знижувався до 21,7 тис. м^2/га ($НІР_{0,05}$ = 1,79 тис. м^2/га). В даному етапі органогенезу сорт Оберіг Миронівський сформував найбільшу площу листків – 22,6 тис. м^2/га. Чиста продуктивність фотосинтезу в VIII–XI етапах органогенезу в цього сорту також була найвищою 10,5 г/м^3

сухої речовини за добу ($НІР_{0,05}$ = 0,67 г/м^3). У жита озимого площа листкової поверхні в XI етапі органогенезу коливалася від 6,8 тис. м^2/га у сорту Харків'янка до 8,8 тис. м^2/га у сорту Кобза, відповідно чиста продуктивність фотосинтезу у цих сортів становила 11,9 і 13,6 г/м^3 сухої речовини за добу. Площа листкової поверхні тритикале була найбільшою, що обумовлено біологічними властивостями культури. У XI етапі органогенезу Мольфар сформував найбільшу листкову поверхню – 28,4 тис. м^2/га, чиста продуктивність фотосинтезу в VIII–XI етапах органогенезу становила 15,4 г/м^3 сухої речовини за добу.

Різке підвищення температури повітря до 10,6 ºС відбулося уже в першій декаді квітня 2018 р. за оптимального вологозабезпечення сприяло інтенсивному росту й розвитку рослин озимих зернових культур. Рівень фотосинтетичної активності залежав від культури і сорту позитивно реагувати на погодні фактори які складалися за вегетацію. У пшениці озимої середній даний показник у VIII етапі органогенезу становив 59,6 тис. м^2/га, у жита – 63,5, а у тритикале – 68,3 тис. м^2/га. Найвищу чисту продуктивність фотосинтезу на VIII–XI етапах органогенезу забезпечили сорти озимих: пшениця Оберіг миронівський – 10,7 г/м^2 сухої речовини за добу, жито Кобза – 13,9, тритикале – 15,7 г/м^2 сухої речовини за добу. Більший вплив на формування площі листкової поверхні озимих зернових спостерігали на V етапі органогенезу, відповідно 71 і 15 %, на VI етапі він знизився до 64 і 13 %, а на XI (молочна стиглість) – до 58 і 18 %.

Рівень фотосинтетичної активності залежав від культури і сорту позитивно реагувати на погодні фактори, які складалися за вегетацію. У пшениці озимої (2019 р.) середній даний показник у VIII етапі органогенезу становив 62,6 тис. м^2/га, у жита – 64,7, а у тритикале – 70,4 тис. м^2/га. Середній показник чистої продуктивності фотосинтезу в VIII–XI етапах органогенезу становив – 10,6 г/м^3 сухої речовини за добу у пшениці озимої, 13,5 – жита і 14,7 г/м^3 сухої речовини за добу – у тритикале. Найвищу чисту продуктивність фотосинтезу на VIII–XI етапах органогенезу забезпечили сорти озимих: пшениця Оберіг миронівський – 10,7 г/м^2 сухої речовини за добу, жито Кобза – 13,9, тритикале – 15,7 г/м^2 сухої речовини за добу. Більший вплив на формування площі листкової поверхні озимих зернових спостерігали на V етапі органогенезу, відповідно 71 і 15 %, на VI етапі він знизився до 64 і 13 %, а на XI (молочна стиглість) – до 58 і 18 %.

Таблиця 4

Площа листкової поверхні та чиста продуктивність фотосинтезу зернових культур (2016–2020 р.)

Сорт	Площа листкової поверхні, тис. м^2/га			Чиста продуктивність фотосинтезу, г/м^3 сухої речовини за добу	
	етапи органогенезу				
	V	VIII	XI	V–VIII	VIII–XI
Пшениця					
Водограй білоцерківський (контроль)	35,7	56,7	21,5	5,7	9,9
Оберіг Миронівський	38,1	61,5	23,7	6,2	10,6
Мудрість одеська	37,1	39,5	22,4	6,0	10,2
Середнє	37,0	59,2	22,5	6,0	10,2
Жито					
Княже (контроль)	43,0	64,8	23,9	7,2	12,8
Кобза	43,7	63,1	25,3	7,9	13,7
Харків'янка	41,7	61,9	22,3	7,2	12,1
Середнє	42,8	63,3	23,8	7,4	12,9
Тритикале					
Маркіян (контроль)	45,3	66,2	25,8	9,0	13,7
Мольфар	46,7	70,2	28,8	10,2	15,1
Обрій миронівський	46,1	69,3	27,6	9,9	14,6
Середнє	46,0	68,6	27,4	9,7	14,5

	Сила впливу	$НІР_{0,05}$	Сила впливу	$НІР_{0,05}$
Фактор: А (погодні умови)	0,82	1,22	0,67	0,30
В (культура)	0,04	0,94	0,20	0,23
С (сорт)	0,01	0,94	0,02	0,23
Взаємодія факторів: АВ	0,00	2,11	0,01	0,52
АС	0,00	2,11	0,00	0,52
ВС	0,00	1,63	0,01	0,40
АВС	0,00	3,65	0,00	0,90
Залишок	0,13		0,10	

У 2020 р. середній показник площі листкової поверхні сортів пшениці озимої в VIII етапі органогенезу становив 59,1 тис. м^2/га, жита – 63,2, тритикале – 68,1 тис. м^2/га. Чиста продуктивність фотосинтезу в VIII–XI етапах, відповідно становила 10,1 г/м^3 сухої речовини за добу (пшениця), 12,8 (жито), 14,1 г/м^3 сухої речовини за добу (тритикале).

За роки досліджень (2016–2020 рр.) середня площа листкової поверхні в VIII етапі органогенезу пшениці становила 59,2 тис. м^2/га, жита – 63,3, тритикале – 68,6 тис. м^2/га (найбільша сила впливу

фактор А (погодні умови) становила 82 % при $НІР_{0,05}$ = 1,22 тис. $м^2$/га), а чиста продуктивність фотосинтезу, г/$м^3$ сухої речовини за добу, відповідно в пшениці - 10,2 г/$м^3$ сухої речовини за добу, 12,9 - жита, 14,5 г/$м^3$ сухої речовини за добу – тритикале (більший вплив мали погодні умови (фактор А) – 67 % за $НІР_{0,05}$ = 0,30 г/$м^3$ сухої речовини за добу та фактор В (культура) – 20 % при $НІР_{0,05}$ = 0,23 г/$м^3$ сухої речовини за добу) (табл. 4).

Стійкість сортів до ураження хворобами колосу

Досліджуючи ураження колоса озимих зернових культур хворобами слід відмітити, що погодні умови другої декади липня 2016 р. (періоду дозрівання зерна-повна стиглість) були сприятливими для їх розвитку, так як температура повітря на 1,0 °С, а кількість опадів у 1,7 рази переважали середньобагаторічні показники. У фазу повної стиглості відсоток ураження колосу септоріозом пшениці озимої становило 3,0–4,5 %, жита – 0,5–2,0 %, тритикале – 0–0,5 %. На 4 добу, після настання повної стиглості, при перестої цих культур на корені воно зростало. Відповідно стійкості сорту до даного захворювання воно коливалося від 4,0 до 5,5 % у пшениці, 1,5–3,5 % – в жита і 1,0–3,0 % – в тритикале. Із збільшенням тривалості перебування рослин на корені до 12 діб ураження септоріозом колоса підвищувалося, відповідно до 6,5–7,0 % у пшениці, 2,0–4,0 % – жита і 1,2–3,5 % – тритикале. Ураження фузаріозом колоса у даних культур було нижчим. У фазу повної стиглості воно становило 0,0–2,5 % у пшениці, 0,0–1,0 % – у жита, 0,0–0,5 % – тритикале. Запізнення з збиранням озимих сприяло зростанню захворюванню колоса фузаріозом. Із сортів найбільш стійким до ураження хворобами колосу був сорт пшениці озимої Оберіг миронівський, жита – Княже, тритикале – Мольфар.

-За динамікою наших спостережень 2017 р. погодні умови періоду дозрівання насіння були в межах середньобагаторічних даних. Так ІІІ декада червня характеризувалася температурою повітря 20,0 °С за середньобагаторічної норми 17,2 °С. Середня температура повітря І декади липня становила 19,2 °С за норми 16,7 °С, а ІІ – 20,1 °С (норма 18,2 °С). Кількість опадів у ІІІ декаді червня становила 10,4 мм (норма 33 мм). У І та ІІ декадах липня 32,4 і 13,7 мм за середньобагаторічними нормами 32 і 33 мм. Такі погодні умови не мали значного впливу на поширення хвороб колосу озимих зернових. У фазу повної стиглості відсоток ураження колосу септоріозом

пшениці озимої був незначним 1,0–1,3 %, жита – 0,5–0,7 %, тритикале – 0,1–0,3 %. За перестою зерна на корені 4 і 8 діб (ІІІ декада липня), температурний режим був високим 20,1 °С за норми 17,5 °С, а опади складали лише 30 % від норми (випало 11,1 мм за норми 37 мм). У І декаді серпня (перестій зерна на корені 12 діб) температура повітря переважала норму на 5,0 °С, а кількість опадів становила 77,2 % від норми. Відсоток ураження сортів пшениці озимої септоріозом колосу (від фази повної стиглості до 12 діб при перестої зерна на корені) збільшувався з 1,1 до 1,7 %, а фузаріозом колосу з 1,0 до 1,4 %. Жито озиме менше уражувалося хворобами колосу. Середній відсоток ураження сепротіозом у фазу повної стиглості становив 0,6 %, на 4 добу підвищився до 0,8 %, на 8 добу до 1,0 %, а на 12 добу – до 1,2 %. Аналогічна картина була й по ураженню колосу фузаріозом, відповідно 0,2 % (повна стиглість) – 0,6 % (на 12 добу після неї). У тритикале відсоток ураження зростав з 0,2 до 0,8 % - септоріозом колоса і з 0,2 до 0,6 % - фузаріозом. Висока імунна стійкість була в сорту пшениці озимої Оберіг Миронівський, жита – Кобза, тритикале – Мольфар.

Розвитку та поширенню хвороб борошнистої роси та септоріозу листя впродовж вегетації рослин 2018 р. сприяла температура повітря 14–25 °С, часті чергування теплих і вологих днів з відносною вологістю повітря понад 80 %. Розвиток септоріоду колоса на сортах пшениці озимої у фазу повної стиглості становив 2,1–2,4 %, жита – 1,4–1,7, тритикале – 0,8–1,0 %, фузаріозу був нижчим, відповідно 1,6–1,8 %, 1,1–1,4 і 0,8–1,0 %. За перестою зерна на корені впродовж 4, 8, 12 діб та під впливом відносної вологості повітря відсоток розвитку даних хвороб колосу збільшувався.

Розвиток септоріозу колосу пшениці озимої (2019 р.) у фазу повної стиглості становив 0,9 %, фузаріозу – 0,8 %. За перестою зерна на корені впродовж 4, 8, 12 діб та під впливом відносної вологості повітря відсоток розвитку даних хвороб колосу в жита був вищим, ураження септоріозом на 12 добу становило 2,2 %, фузаріозом – 1,7 %.

У фазу повної стиглості 2020 р. розвиток септоріозу сортів пшениці озимої складав 3,0 %, жита – 2,3, тритикале – 2,0 %. На 4 добу після її настання спостерігали збільшення даного захворювання до 3,1 %, 2,5 і 2,2 %, на 8, відповідно 3,3 %, 2,7 і 2,5 %, а на 12 добу – 3,5 %, 2,8 і 2,7 %. Такою була закономірність й за розвитком фузаріозу. На 12 добу після настання повної стиглості

найнижчий відсоток захворювання був у сорту пшениці озимої Оберіг Миронівський (2,9 %), жита – Кобза (2,4 %), тритикале – Обрій миронівський (2,5 %).

Поширення хвороб колосу за роки досліджень залежало від погодних факторів, які складалися в період повна стиглість – збирання та стійкості сортів до даних захворювань (табл. 5). Найвищий відсоток розвитку септоріозу спостерігали на 12 добу після настання повної стиглості 3,3 % у пшениці, 2,4 – жита, 1,9 % – тритикале, а фузаріозу, відповідно: 2,4 %, 1,9, 1,8 %.

Таблиця 5

Розвиток хвороб колосу зернових культур залежно від сортових особливостей (2016–2020 рр.), %

Сорт	Септоріоз				Фузаріоз			
	фаза повної стиглості	на добу після настання повної стиглості:			фаза повної стиглості	на добу після настання повної стиглості:		
		4	8	12		4	8	12
Пшениця								
Водограй білоцерківський (контроль)	2,3	2,6	2,9	3,3	1,3	1,3	2,2	2,4
Оберіг Миронівський	1,9	2,2	2,5	2,9	1,3	1,6	1,8	2,1
Мудрість одеська	2,2	2,5	3,0	3,6	1,8	2,0	2,5	2,7
Середнє	2,1	2,4	2,8	3,3	1,5	1,8	2,2	2,4
Жито								
Княже (контроль)	1,2	1,5	2,0	2,2	0,9	1,1	1,5	1,8
Кобза	1,3	1,7	1,9	2,2	1,0	1,3	1,5	1,8
Харків'янка	1,7	1,9	2,4	2,8	1,1	1,2	1,7	2,0
Середнє	1,4	1,7	2,1	2,4	1,0	1,2	1,6	1,9
Тритикале								
Маркіян (контроль)	1,0	1,4	1,8	2,2	0,9	1,2	1,7	2,1
Мольфар	0,6	1,0	1,3	1,7	0,8	1,0	1,3	1,7
Обрій миронівський	0,7	1,0	1,4	1,8	0,7	1,0	1,3	1,7
Середнє	0,8	1,1	1,5	1,9	0,8	1,1	1,4	1,8

	Сила впливу	$НІР_{0,05}$	Сила впливу	$НІР_{0,05}$
Фактор: А (погодні умови)	0,38	0,16	0,52	0,13
В (культура)	0,21	0,12	0,17	0,10
С (сорт)	0,12	0,12	0,10	0,10
Взаємодія факторів: АВ	0,21	0,27	0,12	0,23
АС	0,02	0,27	0,01	0,23
ВС	0,02	0,21	0,02	0,18
АВС	0,02	0,47	0,03	0,40
Залишок	0,01		0,03	

Вплив погодних умов на розвиток хвороб озимих зернових культур був найвищим 38 і 52 %, культури – 21 і 17 %, сорту – 12 і 10 %, взаємодія усіх факторів – 27 і 18 % за похибки 1 і 3 %.

Зернова й насіннєва продуктивність сортів озимих зернових культур

Аналіз структури врожаю 2016 р. озимих зернових культур у наших дослідах показав, що в погодних умовах, які склалися та залежно від біологічних особливостей сортів культур, що вивчалися кількість продуктивних стебел пшениці озимої на одиниці площі становила – 383–392 шт., жита – 323–376, тритикале – 306–317 шт., кількість зерен в колосі, відповідно 37 шт., 39 і 36 шт., а маса зерна з колоса 1,6 г, 1,7 і 1,6 г. У жита дані показники коливалися від 323 до 376 шт./м^2 (продуктивні стебла); 42,2–43,6 шт. (зерен в колосі) і 1,2–1,3 г (маса зерна з колоса).

Тритикале характеризувалося меншою кількістю продуктивних стебел – 306–317 шт/м^2, зерен в колосі – 38,8–40,4 шт. та вищою масою зерна з колоса 1,7–1,8 г. Аналізуючи рівень одержаної врожайності зерна пшениці озимої, жита й тритикале, можна констатувати, що зернова продуктивність даних культур була в межах середньо закладеної їх продуктивності. За максимальної урожайності одержаної в роки випробувань у пшениці даний показник коливався в межах – 6,12–6,66 т/га і тритикале – 5,26–5,65 т/га і нижчим був у жита озимого – 4,36–4,52 т/га. Реалізація закладеного генетичного потенціалу сортів в умовах ґрунтово-кліматичної зони була реалізована на 53,2–70,1 % пшеницею, 45,0–80,7 % житом і на 52,6–58,2 % тритикале, що вказує на ще невикористаний резерв даних культур. За достатньо високого виходу кондиційного насіння пшениці озимої 75,5–78 %, урожайність насіння становила 4,70–5,19 т/га. У жита дані показники відповідно коливалися 72,5–75,5 % і 3,16–3,36 т/га, а у тритикале – 68,7–69,4 % і 3,61–3,92 т/га.

У погодних умовах 2017 р. сорти пшениці озимої реалізували свій генетичний потенціал у середньому на 61 %, що вказує на ще невикористані резерви в технології вирощування даних сортів. Так урожайність зерна в сорту Водограй білоцерківський становила – 6,2 т/га, вищою була в сорту Оберіг Миронівський – 6,5 т/га (найбільша сила впливу фактор А – 84 %, $НІР_{0,05}$ = 0,63 т/га – за взаємодії факторів АВ). За виходу кондиційного насіння 73 % урожайність насіння

пшениці озимої в сорту Водограй білоцерківський становила 4,5 т/га. В сорту Оберіг Миронівський вихід кондиційного насіння становив 75 %, тому урожайність була вищою на 0,4 т/га з попереднім сортом. Зернова продуктивність сорту Мудрість одеська була на рівні 6,1 т/га, вихід кондиційного насіння складав 72 %, урожайність насіння – 4,4 т/га. Сорти жита озимого забезпечили урожайність зерна в межах 4,10–4,53 т/га, вихід кондиційного насіння – 71–73 %, урожайність насіння – 3,0–3,3 т/га. Продуктивність сортів, в умовах вирощуваної зони, була реалізована на 46–78 % і найвищою була в сорту Кобза.

За насіннєвою продуктивність найбільша сила впливу була за фактору А (культура) 68 %, за взаємодії факторів АВ – $НІР_{0,05}$ = 0,62 т/га. За виходу кондиційного насіння на всіх культурах $НІР_{0,05}$ становив 3,61 т/га. Найвищу насіннєву продуктивність в умовах досліджуваної ґрунтово-кліматичної зони сформував сорт тритикале Мольфар.

За вищого температурного режиму (2018 р.) в період формування врожаю озимих зернових та великої кількості опадів (у червні за середньобагаторічних даних 93 мм випало 153,5 мм, а у другій і третій декадах липня за норми 33 і 37 мм випало 46,2 і 63 мм) урожайність зерна сформувалася нижчою порівняно з 2017 р. Зернова продуктивність сортів пшениці озимої становила 5,62 т/га, жита – 5,15, тритикале – 5,81 т/га.

Порівняно з максимальною урожайністю за роки випробування сорти пшениці озимої реалізували свій генетичний потенціал у середньому на 52,9 %, жито на 71 і тритикале на 58,7 %, що вказує на ще невикористані резерви в технології вирощування даних сортів. Найвищу зернову продуктивність забезпечили: пшениці озимої сорт Водограй білоцерківський становила – 5,65 т/га, жито сорт Кобза – 5,25 т/га, тритикале – сорт Обрій миронівський – 5,96 т/га. Вплив культури на зернову продуктивність озимих зернових культур оцінювали в 52 %, сорту – 24 %, їх взаємодія – 12 %, інших факторів – 12 %. За виходу кондиційного насіння 70 % урожайність насіння пшениці озимої в сорту Водограй білоцерківський становила 3,96 т/га. В сорту Оберіг Миронівський вихід кондиційного насіння становив 73 %, тому урожайність була вищою 4,02 т/га. Насіннєва продуктивність сорту Мудрість одеська була на рівні 3,57 т/га, вихід кондиційного насіння складав 70 %. Сорти жита озимого забезпечили урожайність зерна в межах 5,06–5,25 т/га, вихід кондиційного насіння – 70–72 %, урожайність насіння – 4,17–4,47 т/га. В умовах

досліджуваної ґрунтово-кліматичної зони найпродуктивнішим був сорт Кобза, який забезпечив урожайність насіння 3,72 т/га. На насіннєву продуктивність найбільший вплив був фактору А (культура) 58 % ($НІР_{0,05}$ = 0,45 т/га), фактору В (сорт) – 22 %, їх взаємодія – 10 %, інших факторів – 10 %. Середня урожайність насіння сортів тритикале варіювала від 4,17 (Маркіян) до 4,47 т/га (Обрій миронівський), а вихід кондиційного насіння від 72 до 75 %.

Зернова продуктивність сортів пшениці озимої у 2019 р. становила 5,39 т/га, жита – 6,55, тритикале – 7,15 т/га. Сила впливу фактору А (культура) становить 72 % за $НІР_{0,05}$ = 0,24 т/га, фактор В (сорт) – 9 %, взаємодія факторів АВ – 14 % ($НІР_{0,05}$ = 0,42 т/га), залишок складав 5 %. У ґрунтово-кліматичних умовах досліджуваної зони потенціал продуктивності сортів, порівняно з максимальною урожайністю за роки випробування, був реалізований на 53,9 %, жита на 80,8 %, а тритикале на 71,7 %. Найвищу зернову продуктивність забезпечили сорти: пшениці озимої Оберіг Миронівський – 5,56 т/га, жита Кобза – 7,47 т/га, тритикале – Обрій миронівський – 7,32 т/га.

Сила впливу фактору А (культура) за насіннєвої продуктивності становить 84 % при $НІР_{0,05}$ = 0,16 т/га, фактор В (сорт) – 4 %, взаємодія факторів АВ – 7 % ($НІР_{0,05}$ = 0,28 т/га), залишок – 4 %. Урожайність насіння пшениці озимої в сорту Водограй білоцерківський становила 4,00 т/га за виходу кондиційного насіння (73 %). У сорту Оберіг Миронівський вихід кондиційного насіння становив 75 %, урожайність насіння була вищою 4,17 т/га. Насіннєва продуктивність сорту степового екотипу Мудрість одеська була дещо нижчою 3,59 т/га, вихід кондиційного насіння складав 70 %. Сила впливу фактору А (культура) становить 23 % за $НІР_{0,05}$ = 2,12 %, фактор В (сорт) – 10 %, взаємодія факторів АВ – 13 % ($НІР_{0,05}$ = 3,67 %), залишок – 53 %. За виходу кондиційного насіння 70–71% сорти жита озимого забезпечили урожайність зерна в межах 7,00–7,32 т/га, урожайність насіння – 5,11–5,46 т/га. Найбільш продуктивними був сорт пшениці озимої – Оберіг Миронівський, жита – Кобза, тритикале – Обрій миронівський.

У погодних умовах 2020 р. зернова продуктивність сортів пшениці озимої становила 4,84 т/га; жита – 5,95; тритикале – 6,84 т/га. За виходу кондиційного насіння пшениці – 71 %, жита – 72, тритикале – 75 %, урожайність була, відповідно: 3,43 т/га, 4,29 і 5,11 т/га.

Урожайність насіння (2016–2020 рр.) формувалася під впливом погодних чинників (сила впливу – 42 % при $НІР_{0,05}$ = 0,24 т/га) та реакції сорту (сила впливу – 11 % при $НІР_{0,05}$ = 0,19 т/га) конкретної культури на них (табл. 6). Найвищу врожайність насіння (4,40 т/га) забезпечив сорт пшениці озимої Оберіг Миронівський. Із сортів жита озимого високою насіннєвою продуктивністю відзначався сорт Кобза (3,90 т/га), а з тритикале - Обрій миронівський (4,59 т/га).

Стікання зерна

Однією з причин недобору урожаю зернових культур є так зване "стікання" зерна, яке відбувається в умовах західного регіону під впливом дощової погоди в період його формування, наливу і дозрівання.

Таблиця 6

Урожайність насіння сортів озимих зернових культур (2016–2020 рр.), т/га

Сорт	Роки досліджень					Середнє	± до контролю
	2016	2017	2018	2019	2020		
Пшениця							
Водограй білоцерківський (контроль)	4,70	4,50	3,96	4,00	3,49	4,13	-
Оберіг Миронівський	5,19	4,90	4,02	4,17	3,69	4,40	0,27
Мудрість одеська	4,62	4,40	3,57	3,59	3,10	3,86	-0,27
Середнє	4,84	4,60	3,85	3,92	3,43		
Жито							
Княже (контроль)	3,36	3,00	3,71	4,51	4,23	3,76	-
Кобза	3,33	3,30	3,72	4,59	4,57	3,90	0,14
Харків'янка	3,16	3,10	3,54	4,10	4,07	3,59	-0,17
Середнє	3,28	3,13	3,66	4,40	4,29		
Тритикале							
Маркіян (контроль)	3,61	3,50	4,17	5,11	4,97	4,27	-
Мольфар	3,75	4,00	4,21	5,27	5,14	4,47	0,20
Обрій миронівський	3,92	3,90	4,47	5,46	5,21	4,59	0,32
Середнє	3,76	3,80	4,28	5,28	5,11		

	Сила впливу	$НІР_{0,05}$
Фактор: А (погодні умови)	0,42	0,24
В (культура)	0,17	0,19
С (сорт)	0,11	0,19
Взаємодія факторів: АВ	0,02	0,42
АС	0,01	0,42
ВС	0,02	0,32
АВС	0,01	0,72
Залишок	0,24	

Це складний комплекс механічних, фізичних і біологічних, включаючи і мікробіологічні, процеси в дозріваючому зерні і на його поверхні, які виникають під впливом надмірного зволоження. Вони підсилюються на перестояних посівах (після повної стиглості) і втрати зерна можуть складати 15–50 і більше відсотків від біологічного врожаю. Дослідженнями О. П. Волощук та ін.[21] встановлено різну стійкість сортів пшениці й жита озимого до стікання зерна на 4, 8, 12 добу після настання повної стиглості в зоні Західного Лісостепу.

За даними наукових досліджень Ю. В. Воробйової[22] (Інститут СГ Карпатського регіону НААН) встановлено, що при перестої зерна на корені інтенсивність дихання у ранньостиглих сортів збільшувалася з 1,1 до 1,8 мг CO_2 г насіння/год, а у середньоранніх – з 1,2 до 2,0 мг CO_2 г насіння/год, а вміст сухої речовини зерна на 12 добу зменшувався на 11,1 % у середньоранніх та на 17,2 % у ранньостиглих сортів. Вивчаючи втрати маси 1000 насінин сухої речовини зерна сортів пшениці озимої різного екологічного типу підібрали сорти, які мають червоний колір зернівки, різної різновидності й груп стиглості (*lutescens* – Водограй білоцерківський (сс), *erythrospermum* – Оберіг Миронівський, Мудрість одеська (ср) (табл. 7).

Дослідженнями (2016 р.) встановлено, що на 4 добу після настання повної стиглості залежно від культури і сорту спостерігали достовірну різницю за втратою сухої речовини маси 1000 насінин у пшениці озимої на 0,9–1,4 г, або 2,1–3,3 %. Із збільшенням до 8 діб перестою зерна «на корені» втрати зростали до 4,1–5,1 %, а до 12 діб на – 5,8–6,9 %. Аналогічна закономірність спостерігалася і по житу озимому, оскільки дана культура має короткий період спокою.

[21] Вплив ензимо-мікозного виснаження зерна на показники насіннєвої продуктивності сортів пшениці озимої в умовах західної частини Лісостепу (2012) / Волощук О. П. та ін. Збірник наукових праць / НААНУ, Ін-т біоенергетичних культур і цукрових буряків. Вип. 14 : Новітні технології вирощування сільськогосподарських культур : Міжнар. наук.-практ. конф. молодих вчених (м. Київ, 6 квітня 2012 р.), с. 407–411.

[22] Воробйова Ю. В. (2015) Інтенсивність дихання та втрата сухої речовини зерна упродовж післязбирального періоду в сортів пшениці озимої. Актуальні проблеми агропромислового виробництва України : матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених (с. Оброшино, 18 листопада 2015 р.), с. 7–8.

Таблиця 7

Динаміка втрати маси 1000 зерен сортами озимих зернових культур після настання повної стиглості зерна (2016 р.)

Сорт	Повна стиглість		На добу, г/%		
	г	± до контролю	4	8	12
Пшениця					
Водограй білоцерківський (контроль)	43,2	-	0,9/2,1	2,0/4,5	2,7/6,2
Оберіг Миронівський	43,6	0,4	1,1/2,6	1,8/4,1	2,5/5,8
Мудрість одеська	42,4	-0,8	1,4/3,3	2,2/5,1	2,9/6,9
Середнє	43,1		1,1/2,7	2,0/4,6	2,7/6,3
Жито					
Княже (контроль)	31,3	-	1,2/3,8	1,7/5,5	2,3/7,3
Кобза	29,5	-1,8	1,3/3,7	1,5/5,1	2,1/7,0
Харків'янка	30,8	0,5	1,2/3,9	1,8/5,9	2,4/7,7
Середнє	30,5		1,2/3,8	1,7/5,5	2,3/7,3
Тритикале					
Маркіян (контроль)	43,6	-	1,3/3,0	2,0/4,6	3,0/6,9
Мольфар	42,5	-1,1	1,2/2,9	2,1/4,9	2,8/6,7
Обрій миронівський	45,4	1,8	1,5/3,4	2,0/4,3	3,0/6,5
Середнє	43,8		1,3/3,1	2,0/4,6	2,9/6,7
$НІР_{0,05}$	1,35		0,53/0,44	0,13/0,42	0,36/0,35

Досліджуючи (2017 р.) втрати сухої речовини маси 1000 зерен озимих зернових культур за більшої сили впливу фактору А (культура) – 81 %, $НІР_{0,05}$ = 2,27 г – за взаємодії факторів АВ (повна стиглість) слід відмітити, що на 4 добу після настання повної стиглості залежно від особливостей сорту вони становили в пшениці озимої – 0,4–0,7 г, жито – 0,9–1,0 г, тритикале – 0,6–0,7 г, на 8 добу зростали до 0,9–1,1 г – у пшениці, до 1,2–1,4 г – у жита та до 1,0–1,1 г – у тритикале озимих (табл. 8).

При перестої зерна на корені більш як 12 діб абсолютно-суха маса 1000 зерен знижувалася на 2,8–3,9 % у сортів пшениці, на 4,5–6,5 % - жита та на 3,9–4,2 % - тритикале. Найвищими втратами маси зерна при перестої на корені характеризувався сорт пшениці озимої Мудрість одеська, жита – Харків'янка, тритикале – Маркіян.

Таблиця 8

Динаміка втрати маси 1000 зерен сортами озимих зернових культур після настання повної стиглості їх (2017 р.)

Сорт	Повна стиглість		Втрати маси зерна на добу, г/%		
	г	± до контролю	4	8	12
Пшениця					
Водограй білоцерківський (контроль)	44,6	-	0,5/1,1	1,0/2,2	1,5/3,4
Оберіг Миронівський	46,7	2,1	0,4/0,9	0,9/1,9	1,3/2,8
Мудрість одеська	43,5	-1,1	0,7/1,6	1,1/2,5	1,7/3,9
Середнє	44,9		0,5/0,9	1,0/2,2	1,5/3,4
Жито					
Княже (контроль)	35,3	-	0,9/2,5	1,3/3,7	1,9/5,3
Кобза	37,8	2,5	0,8/2,1	1,2/3,2	1,7/4,5
Харків'янка	32,5	-2,8	1,0/3,1	1,4/4,3	2,1/6,5
Середнє	35,2		0,9/2,6	1,3/3,6	1,9/5,4
Тритикале					
Маркіян (контроль)	43,1	-	0,7/1,6	1,1/2,6	1,8/4,2
Мольфар	48,5	5,4	0,6/1,2	1,0/2,1	1,9/3,9
Обрій миронівський	45,3	2,2	0,7/1,5	1,1/2,4	1,9/4,2
Середнє	45,5		0,7/1,4	1,1/2,4	1,9/4,1

	Сила впливу	$НІР_{0,05}$
Фактор А (культура)	0,81	1,31
В (сорт)	0,11	1,31
Взаємодія факторів АВ	0,03	2,27
Залишок	0,06	

Оскільки період дозрівання – збирання характеризувався великою кількістю опадів (2018 р.), то маса 1000 насінин пшениці озимої сформувалася на рівні 42,6 г у сорту Мудрість одеська – 43,9 г Оберіг миронівський (табл. 9).

Середній показник маса 1000 зерен у сортів жита варіював від 33,5 г у сорту Харків'янка до 35,8 г у сорту Кобза, а у тритикале – 43,5 г (Маркіян) – 44,9 г (Мольфар). Вплив фактору А (культура) на масу 1000 насінин становив – 37 % ($НІР_{0,05}$ = 1,78 г), сорту – 22,0 % ($НІР_{0,05}$ = 1,78 г), взаємодія факторів АВ – 16 % ($НІР_{0,05}$ = 2,17 г), інших факторів – 25 %.

Таблиця 9

Динаміка втрати маси 1000 зерен сортами озимих зернових культур після настання повної стиглості їх (2018 р.)

Сорт	Повна стиглість		Втрати маси зерна на добу, г/%		
	г	± до контролю	4	8	12
Пшениця					
Водограй білоцерківський (контроль)	43,1	-	1,6/3,7	2,1/4,9	2,9/6,7
Оберіг Миронівський	43,9	0,8	1,4/3,2	1,9/4,3	2,5/5,7
Мудрість одеська	42,6	-0,5	1,9/4,5	2,6/6,1	3,4/8,0
Середнє	43,2		1,6/3,8	2,2/5,1	2,9/6,8
Жито					
Княже (контроль)	34,6	-	2,1/6,1	3,2/9,2	4,4/12,7
Кобза	35,8	1,2	1,9/5,3	2,8/7,8	3,9/10,9
Харків'янка	33,5	-1,1	2,4/7,2	3,5/10,4	4,7/14,0
Середнє	34,6		2,1/6,2	3,2/9,1	4,3/12,5
Тритикале					
Маркіян (контроль)	43,5	-	1,7/3,9	2,5/5,7	3,3/7,6
Мольфар	44,9	1,4	1,6/3,6	2,3/5,1	3,0/6,7
Обрій миронівський	44,1	0,6	1,5/3,4	2,2/5,0	3,1/7,0
Середнє	44,2		1,6/3,6	2,3/5,3	3,2/7,1

	Сила впливу	$НІР_{0,05}$
Фактор А (культура)	0,37	1,78
В (сорт)	0,22	1,78
Взаємодія факторів АВ	0,16	2,13
Залишок	0,25	

При перестої зерна на корені під впливом ензимо-мікозного виснаження зерна, втрати маси 1000 насінин на 4 добу після настання повної стиглості залежно від особливостей сорту становили в пшениці озимої – 1,4–1,9 г, жита – 1,9–2,4, тритикале – 1,5–1,7 г, а на 8 добу зростали до 1,9–2,6 г – у пшениці, до 2,8–3,5 – у жита та до 2,2–2,5 г – у тритикале. За тривалості перестою зерна на корені більш як 12 діб абсолютно-суха маса 1000 зерен знижувалася на 2,5–3,4 % у сортів пшениці, на 3,9–4,7 % - жита та на 3,0–3,3 % - тритикале. У озимих культур найнижчі втрати маси 1000 насінин спостерігали у сорту пшениці Оберіг Миронівський, жита – Кобза, тритикале – Мольфар.

Досліджуючи втрати маси 1000 насінин під впливом ЕМВЗ (2019 р.) ми встановили, що на 4 добу в сортів пшениці озимої вони

складали в середньому 3,6 %, жита – 5,7 %, тритикале – 3,4 % (табл. 10). На 8 добу вони зростали до 4,7 %; 10,2 і 4,8 %, а на 12 – відповідно до 6,4 %; 12,2 і 6,9 %. Найбільше втрачали суху речовину пшениця озима сорт Мудрість одеська, жито – Харків'янка, тритикале – Маркіян. Вплив культури (фактор А) на втрати маси 1000 насінин становив 71 % ($НІР_{0,05}$ = 1,88 г), сорту (фактор В) – 4 %, їх взаємодія (взаємодія факторів АВ) – 6 % ($НІР_{0,05}$ = 3,26 г), інших факторів – 19 %.

У 2020 р. втрати маси 1000 насінин на 4 добу після настання повної стиглості у пшениці озимої становили 3,1–4,7 %; 8 добу – 4,2–6,0 %; 12 добу – 6,5–7,8 % (табл. 11). Вищими були в сортів жита озимого, середній показник відповідно становив: 6,1–7,4 % (4 доба), 9,0–10,8 % (8 доба) і 13,2–14,3% (12 доба), а в тритикале –4,0–4,5 % (4 доба), 6,1–6,5 % (8 доба), 7,9–8,2 % (12 доба).

Таблиця 10

Динаміка втрати маси 1000 зерен сортами озимих зернових культур після настання повної стиглості їх (2019 р.)

Сорт	Повна стиглість		Втрати маси зерна на добу, г/%		
	г	± до контролю	4	8	12
Пшениця					
Водограй білоцерківський (контроль)	43,9	-	1,6/3,6	2,0/4,6	2,8/6,4
Оберіг Миронівський	44,6	0,7	1,3/2,9	1,7/3,8	2,5/5,6
Мудрість одеська	42,6	-1,3	1,8/4,2	2,4/5,6	3,1/7,3
Середнє	43,7		1,6/3,6	2,0/4,7	2,8/6,4
Жито					
Княже (контроль)	38,1	-	2,0/5,7	3,0/8,9	4,2/12,4
Кобза	40,3	2,2	1,9/5,1	2,5/7,4	3,6/10,7
Харків'янка	36,5	-1,6	2,2/6,4	3,3/10,2	4,5/13,6
Середнє	38,0		2,0/5,7	2,9/8,8	4,1/12,2
Тритикале					
Маркіян (контроль)	44,4	-	1,5/3,4	2,4/5,4	3,4/7,7
Мольфар	45,9	1,5	1,7/3,7	2,2/4,8	3,0/6,5
Обрій миронівський	46,7	2,3	1,4/3,0	2,0/4,3	3,0/6,4
Середнє	45,7		1,5/3,4	2,2/4,8	3,1/6,9

	Сила впливу	$НІР_{0,05}$
Фактор А (культура)	0,71	1,88
В (сорт)	0,04	1,88
Взаємодія факторів АВ	0,06	3,26
Залишок	0,19	

Вплив культури на зменшення маси 1000 насінин під впливом ЕМВЗ становив – 55 %, сорту – 24 %, їх взаємодія – 16 %, похибка – 4 %.

Залежно від погодних чинників, які складалися у період повна стиглість, тривалості перестою зерна «на корені», культури, біологічних особливостей сорту реагувати на умови втрати абсолютно сухої маси 1000 насінин за роки досліджень були різними (табл. 12). Середній показник по сортах пшениці озимої на 4 добу становив – 2,9 %, жита – 5,0, тритикале – 3,25 %. На 8 добу вони зростали, відповідно до 4,4 %, 7,4 і 4,7 %, а на 12 добу – до 6,0 %, 10,3 і 6,6 %.

Таблиця 11

Динаміка втрати маси 1000 зерен сортами озимих зернових культур після настання повної стиглості їх (2020 р.)

Сорт	Повна стиглість		Втрати маси зерна на добу, г/%		
	г	± до контролю	4	8	12
Пшениця					
Водограй білоцерківський (контроль)	42,8	-	1,8/4,3	2,4/5,6	3,2/7,4
Оберіг Миронівський	43,7	0,9	1,4/3,1	1,8/4,2	2,8/6,5
Мудрість одеська	42,1	-0,7	2,0/4,7	2,5/6,0	3,3/7,8
Середнє	42,9		1,7/4,0	2,2/5,3	3,1/7,2
Жито					
Княже (контроль)	37,5	-	2,3/6,1	3,6/9,5	5,2/13,9
Кобза	38,7	1,2	2,6/6,6	3,5/9,0	5,1/13,2
Харків'янка	36,6	-0,9	2,7/7,4	4,0/10,8	5,2/14,3
Середнє	37,6		2,5/6,7	3,7/9,8	5,2/13,8
Тритикале					
Маркіян (контроль)	45,6	-	2,0/4,5	3,0/6,5	3,7/8,2
Мольфар	46,3	1,2	2,0/4,3	2,8/6,1	3,7/8,0
Обрій миронівський	46,9	1,3	1,9/4,0	2,8/6,0	3,7/7,9
Середнє	46,3		2,0/4,3	2,9/6,2	3,7/8,0

	Сила впливу	$НІР_{0,05}$
Фактор А (культура)	0,55	1,62
В (сорт)	0,24	1,62
Взаємодія факторів АВ	0,16	2,85
Залишок	0,04	

Дані статистичного аналізу підтверджують, що найбільший вплив на явище ЕМВЗ мали погодні чинники – 45 %, дещо менший культура – 18 % і сорт – 15 %.

Таблиця 12

Динаміка втрати маси 1000 зерен сортами озимих зернових культур після настання повної стиглості їх (2016–2020 рр.)

Сорт	Повна стиглість		Втрати маси зерна на добу, г/%		
	г	± до контролю	4	8	12
Пшениця					
Водограй біло-церківський (контроль)	43,5	-	1,0/3,0	1,9/4,4	2,6/6,0
Оберіг Миронівський	44,5	1,0	1,1/2,5	1,6/3,7	2,3/5,3
Мудрість одеська	42,7	-0,8	1,6/3,3	2,2/5,0	2,9/6,8
Середнє	43,6		1,2/2,9	1,9/4,4	2,6/6,0
Жито					
Княже (контроль)	35,4	-	1,7/4,8	2,6/7,4	3,6/10,3
Кобза	36,4	1,0	1,7/4,6	2,3/6,5	3,3/9,3
Харків'янка	34,0	-1,4	1,9/5,6	2,8/8,3	3,8/11,2
Середнє	35,3		1,8/5,0	2,6/7,4	3,6/10,3
Тритикале					
Маркіян (контроль)	44,0	-	1,4/3,3	2,2/5,0	3,0/6,9
Мольфар	45,6	1,6	1,4/3,1	2,1/4,6	2,3/6,4
Обрій миронівський	45,7	1,7	1,4/3,1	2,0/4,4	2,9/6,4
Середнє	45,1		1,4/3,2	2,1/4,7	2,7/6,6

	Сила впливу	$НІР_{0,05}$
Фактор: А (погодні умови)	0,45	1,56
В (культура)	0,18	1,56
С (сорт)	0,15	3,10
Взаємодія факторів: АВ	0,06	2,67
АС	0,04	2,58
ВС	0,07	2,35
АВС	0,03	3,17
Залишок	0,02	

Економічна ефективність вирощування зернових культур

Рентабельність виробництва насіння сортів стійких до ензимомікозного виснаження зерна становила 46,8–75,1 %, жита 93,2–116,6 %, тритикале – 135,6–146,8 % (табл. 13).

Таблиця 13

Економічна оцінка вирощування зернових культур залежно від стійкості сорту до ензимо-мікозного виснаження зерна (2016–2020 рр.)

Сорт	Урожайність насіння, т/га	Вартість реалізованого насіння, тис. грн	Затрати на 1,0 га, тис. грн.	Умовно чистий прибуток, тис. грн/т	Собівартість продукції, тис. грн/т	Рентабельність, %
Пшениця озима						
Водограй білоцерківський (контроль)	3,49	33,9	20,5	13,4	5,9	65,4
Оберіг Миронівський	3,69	35,9	20,5	15,4	5,6	75,1
Мудрість одеська	3,10	30,1	20,5	9,6	6,6	46,8
Жито посівне						
Княже (контроль)	4,23	41,1	20,5	20,6	4,8	100,5
Кобза	4,57	44,4	20,5	23,9	4,5	116,6
Харків'янка	4,07	39,6	20,5	19,1	5,0	93,2
Тритикале озиме						
Маркіян (контроль)	4,97	48,3	20,5	27,8	4,1	135,6
Мольфар	5,14	50,0	20,5	29,5	4,0	143,9
Обрій миронівський	5,21	50,6	20,5	30,1	3,9	146,8

Примітка. Вартість 1 т насіння в цінах 2020 р. – 9,72 тис. грн.

ВИСНОВКИ

Адаптивний потенціал досліджуваних сортів озимих зернових культур на зміну факторів життєзабезпечення рослин був високим. Це обумовило оптимальний їх розвиток на час припинення осінньої вегетації і сприяло перезимівлі рослин – 92,9–93,6 % (пшениця озима), 90,7–92,1 % (жито), 92,2–92,8 % (тритикале).

Встановлено, що значні резерви продуктивності даних зернових культур скриті в біологічних особливостях сортів та їх реакції на контрольовані й неконтрольовані фактори довкілля, що забезпечили

реалізацію генетичного потенціалу лише на: 54,6 % - пшениці, 69,3 % - жита, 61,2 % - тритикале.

Ступінь ураження колосу патогенами залежав від наявності генів стійкості в рослин різних сортів, інфекційного навантаження складу популяцій гриба в зоні зараження та екологічних факторів. За меншої кількості опадів, яку спостерігали в період дозрівання й збирання зерна ураження колосу зернових культур септоріозом і фузаріозом було незначне 0,8–2,1 %. Найбільш стійкими до ураження хворобами колосу були сорти: Оберіг миронівський (пшениця), Княже (жито), Мольфар (тритикале).

Залежно від біологічних особливостей культури та сорту, насіннєва продуктивність озимих зернових культур становила: пшениці озимої – 3,86–4,40 т/га, жита – 3,59–3,90 т/га, тритикале – 4,27–4,59 т/га; вихід кондиційного насіння, відповідно: 71,0–76,5 %; 71,0–74,2 %; 69,1–75,0 %. На даний показник вплив погодних факторів становив – 42 %, культури – 17 %, сорту – 11 %.

Визначено, що основними джерелами стійкості пшениці озимої до ензимо-мікозного виснаження зерна є погодні умови, які складалися в період дозрівання-збирання зерна (III червня – II декади липня), зокрема вища сума ефективних температур та менша кількість опадів порівняно з середньобагаторічними даними 521 °С і 98 мм; тривалість перестою зерна на «корені»; лісостеповий екологічний тип, група стиглості сорту, різновидність, забарвлення насіннєвої шкірки, висока маса 1000 зерен; стабільна групова стійкість сортів до хвороб з збереженням високих показників ряду інших господарських ознак.

Встановлено, що ЕМВЗ призводить до значних втрат врожаю. Із перестоєм зерна на корені з 4 до 12 діб після настання повної стиглості втрати сухої речовини 1000 насінин зростали у пшениці озимої від 2,5–3,3 % (4 доба) до 3,7–5,0 % (8 доба) і 5,3–6,8 % (12 доба), у жита озимого, відповідно від 4,6–5,6 % (4 доба) до 6,5–8,3 % (8 доба) і 9,3–11,2 % (12 доба), тритикале від 3,1–3,3 % (4 доба) до 4,4–5,0 % (8) і 6,4–6,9 % (12 доба).

Найбільш стійкими до ЕМВЗ були сорти: Оберіг Миронівський (пшениця), Кобза (жито), Мольфар (тритикале), рентабельність виробництва насіння яких становила відповідно: 75,1 %, 116,6 % і 143,9 %.

АНОТАЦІЯ

Узагальнено результати досліджень та аналіз літературних джерел з вирощування озимих зернових культур та їх втрат врожаю. Обгрунтовано зміну погодних факторів та перспективність вирощування нових сортів з різною реакцією на мінливість умов середовища. Визначено, що найбільш екологічно-пластичним є лісостеповий екотип. Встановлено вплив погодних факторів на польову схожість висіяного насіння пшениці мякої озимої, жита посівного, тритикале, осінній розвиток рослин, їх перезимівлю, площу листкової поверхні та чисту продуктивність фотосинтезу. Проведено динаміку розвитку хвороб колоса на сортах досліджуваних культур. Підтверджено, що найвищу насіннєву продуктивність забезпечив сорт пшениці озимої Оберіг Миронівський; жита – сорт Кобза; тритикале - Обрій миронівський. Встановлено втрати врожаю при перестої зерна «на колосі» впродовж 4–12 діб під впливом ензимо-мікозного виснаження зерна. Дано економічну оцінку вирощування сортів озимих зернових культур стійких до ЕМВЗ.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

Албу К. М. (2004) Чорний зародок. Насінництво, № 4, с. 6–8.

Волощук О. П., Воробйова Ю. В. (2011) Зниження хіміко-технологічних показників якості зерна сортів пшениці озимої під впливом ензимо-мікозного виснаження зерна. Передгірне і гірське землеробство і тваринництво, вип. 53 (II), с. 17–21.

Воробйова Ю. В. (2015) Інтенсивність дихання та втрата сухої речовини зерна упродовж післязбирального періоду в сортів пшениці озимої. Актуальні проблеми агропромислового виробництва України : матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених (с. Оброшино, 18 листопада 2015 р.), с. 7–8.

Вплив ензимо-мікозного виснаження зерна на показники насіннєвої продуктивності сортів пшениці озимої в умовах західної частини Лісостепу (2012) / Волощук О. П. та ін. Збірник наукових праць / НААНУ, Ін-т біоенергетичних культур і цукрових буряків. Вип. 14 : Новітні технології вирощування сільськогосподарських культур : Міжнар. наук.-практ. конф. молодих вчених (м. Київ, 6 квітня 2012 р.), с. 407–411.

Глива В. В. (2011) Вплив екологічної пластичності сортів пшениці озимої на рівень реалізації їх генетичного потенціалу в умовах Лісостепу Західного. Передгірне і гірське землеробство і тваринництво, вип. 53 (I), с. 46–52.

Екологічне випробування сортів пшениці озимої в умовах Західного Лісостепу (2016) / Волощук О. П. та ін. Передгірне та гірське землеробство і тваринництво, вип. 59, с. 40–45.

Елементи технології виробництва високоякісного насіння пшениці озимої в Західному Лісостепу України (2017) / Волошук І. С. та ін. Львів : Сполом, 244 с.

Каленська С. М., Скотарь О. В. (2002) Продуктивність посівів озимого тритикале в зоні. Інститут землеробства УААН. Київ : Фітосоціоцентр, вип. 3–4, с. 103–109.

Любич В. В. (2017) Вплив абіотичних та біотичних чинників на продуктивність сортів і ліній пшениці спельти. Вісник Полтавської державної аграрної академії, № 3, с. 18–24.

Мазільніков Г. В. (2001) Чорноколосиця озимої пшениці. Проблеми та її розв'язання. НТБ Миронівського інституту пшениці імені В. М. Ремесла. Київ : Аграрна наука, вип. 1, с. 157–163.

Матнієць В. Г., Єльнікова М. І., Панченко І. А. (1997) Залежність між метеорологічними умовами, тривалістю періоду розвитку зернівки та якістю зерна озимої пшениці. Селекція і насінництво, вип. 79, с. 61–68.

Наукове обґрунтування стабільності прояву морфологічних ознак пшениці м'якої (Triticum aestivum L.) при проведенні кваліфікаційної експертизи на ВОС (2012) / П. М. Василюк та ін. Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин, № 1, с. 36–39.

Озима пшениця в Степу. Господарськи цінні ознаки і насінництво (2007) / А. В. Черенков та ін. Насінництво, № 8 (серпень), с. 16–19.

Приймачук Т. Ю. (2006) Функціонування ринку насіння озимої пшениці. Вісник аграрної науки, № 1 (січень), с. 81–82.

Причини недобору зерна (2016) / Попов С. та ін. Агробізнес сьогодні, № 17 (336), с. 16–17.

Рудник-Іващенко О. І. (2012) Особливості вирощування озимих культур за умов змін клімату. Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин, № 2, с. 8–10.

Сайко В. Ф. (2003) Зерно України для внутрішнього і зовнішнього ринків. Вісник аграрної науки, № 9 (вересень), с. 20–24.

Уліч Л. І., Бочкарьова Л. П. (2010) Вдосконалення діагностики стійкості сортів озимих культур до абіотичних факторів зовнішнього середовища. Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин. Київ, № 2 (12), с. 45–50.

Урожай і якість зерна сортів озимої пшениці залежно від добрив (2002) / М. С. Свідерко та ін. Передгірне та гірське землеробство і тваринництво, вип. 44, с. 82–86.

Федорова Н. А., Бондаренко В. М. (1983) Озимая пшеница и условиях произростания. Сортовая агротехника зерновых культур. Київ : Урожай, с. 17–30.

Хахула В. С., Уліч Л. І., Уліч О. Л. (2013) Вплив екологічного чинника на реалізацію селекційного потенціалу нових сортів пшениці озимої м'якої. Агробіологія, № 11, с. 44–49.

Чебаков М. Л. (2004) Пошук і створення вихідного матеріалу озимої пшениці, адаптованої до умов Лісостепу України. НТБ Миронівського ін-ту пшениці імені В. М. Ремесла НААН. Київ : Аграрна наука, вип. 4, с. 10–18.

ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ СТИМУЛЯТОРА РОСТУ Й МІКРОЕЛЕМЕНТІВ У ПЕРЕДПОСІВНІЙ ОБРОБЦІ НАСІННЯ РІПАКУ ОЗИМОГО

Ефективне використання культур, які забезпечують гарантований збут продукції за умов високої рентабельності виробництва має важливе значення на сучасному етапі розвитку сільського господарства України[1, 2].

Ріпак озимий – цінна олійна, кормова і технічна культура широкого використання, вирощування якої дає можливість поповнити ресурси рослинної олії на харчові цілі, а також забезпечити тваринництво кормовим білком [3, 4]. Широке використання потенційних можливостей ріпаку озимого надзвичайно актуальне в тих областях де вирощування соняшнику обмежене ґрунтово-кліматичними умовами[5, 6].

На даний час ринкова економіка стимулює до збільшення площ посіву, однак за багатого внеску вчених в теорію й практику формування агроценозів ріпаку озимого - В. Д. Гайдаша, В. В. Лихочвора, В. Я. Щербакова, О. І. Полякова, В. В. Карпачева, Г. А. Жоліка, В. П. Савенкова, Д. Шпаара урожайність залишається ще низькою.

У Західному Лісостепу високу продуктивність ріпаку озимого пов’язують зі створенням регіональних зон концентрованого вирощування озимої й ярої форми на значних площах, що дозволяє ефективно використовувати ґрунтово-кліматичні й матеріальні ресурси в технологічному процесі, використанням нових високопродуктивних сортів й гібридів та ефективних агрозаходів[7, 8, 9].

---

[1] Агротехнологічні основи вирощування насіння ріпаку озимого в умовах Західного Лісостепу України (2017) / І. С. Волошук та ін. Львів : Сполом,. 212 с. ISBN 978-966-919-264-6

[2] Рудик О. В., Переходько Н. І., Петрук М. П. (2006) Інтенсивна технологія вирощування озимого ріпаку: метод. рек.. Рівне : РДСГДС, 12 с.

[3] Агробіологічний контроль за станом посівів озимих зернових культур та озимого ріпаку під час осінньо-зимової вегетації : метод. рек. (2012) Інститут сільського господарства Західного Полісся НААН ; відп. за вип. М. М. Лук'янчик. Рівне. 18 с.

[4] Гауе О. (2013) Озимий ріпак: потужне повернення значущої культури. Пропозиція, № 7, с. 76–77.

[5] Волощук О. П., Волощук І. С., Косовська Р. Ю. (2012) Вплив передпосівної обробки насіння та позакореневого підживлення рослин рістрегуляторами на перезимівлю ріпаку озимого. Передгірне та гірське землеробство і тваринництво, вип. 54 (І), с. 15–25.

[6] Жаркова О. (2014) Озимий ріпак – нові пропозиції. Пропозиція, № 7, с. 72–77.

[7] Лихочвор В. В., Проць Р. Р. (2005) Ріпак. Львів : Українські технології, 88 с.

[8] Основи наукових досліджень в агрономії (2014) / В. О. Єщенко та ін. Вінниця : Едельвейс і К°, 332 с.

Однак зміни погодних умов, які спостерігаються за останні роки та щорічне занесення до «Державного реєстру рослин сортів, придатних для поширення в Україні» нових більш продуктивних сортів вимагає наукового обґрунтування питань розкриття їх потенціалу, встановлення параметрів ростових процесів, виявлення закономірностей формування урожайності та якості насіння залежно від технологій їх вирощування[10, 11].

Однією із складових технологій вирощування ріпаку озимого на насіння є оптимізація умов живлення. У структурі їх витрат базисним елементом виступають мінеральні добрива, що становлять найвагомішу частку (до 50 %) і на яких вибудовується взаємозв'язок всіх інших. Високі норми їх застосування, за інтенсивних технологій, стають обмежуючим чинником зростання врожайності культури, подальше збільшення залежить від елементів живлення які є в мінімумі. Використання для живлення рослин гумінових речовин, які позитивно впливають на їх ріст і розвиток, уперше було досліджено в кінці ІХХ ст. і представлено в класичних роботах Л. А. Христєвої, М. М. Кононової, В. Тюріна і І. С. Ваксмана.

Розширення посівних площ та підвищення врожайності культури дасть можливість поповнити ресурси рослинної олії на харчові цілі, тваринництво – кормовим білком, а це є важливим завданням для різних агрокліматичних зон України, особливо Лісостепу Західного.

Стимулювання процесу проростання насіння ріпаку озимого

Більшість селекціонерів переконані в тому, що потенційні можливості сучасних сортів сільськогосподарських культур щодо їх урожайності не повністю реалізуються внаслідок порушення системи насінництва, в якій важливим залишається фактор якості посівного матеріалу[12, 13, 14].

---

[9] Екофізіологічні особливості та продуктивність ріпаку (2008) / Б. І. Гуляєв та ін. Физиология и биохимия культурных растений, т. 40, № 2, с. 101–109.

[10] Волощук О. П., Косовська Р. Ю. (2011) Біологічні препарати Вимпел-К, Вимпел у підвищенні насіннєвої продуктивності рослин ріпаку озимого. Передгірне та гірське землеробство і тваринництво, вип. 53 (ІІ), с. 22–26.

[11] Марков І. (2011) Інтенсивна технологія вирощування ріпаку. Агробізнес сьогодні (тематичний додаток), № 10, с. 1–2.

[12] Сніжок О. В. (2008) Ефективність хімічного захисту сходів озимого ріпаку від шкідників в Західному Лісостепу України. Захист і карантин рослин, вип. 54, с. 365–370.

[13] Санін В. (2011) Позакореневе підживлення озимого ріпаку. Пропозиція, № 4, с. 66–67.

[14] Біологічно активні речовини в рослинництві (2008) / З. М. Грицаєнко та ін. Київ : НІЧЛАВА, с. 6–14.

Встановлюючи ефективність застосування протруйника Круїзер, стимулятора росту Вимпел-К і мікродобрива Оракул насіння, ми виявили їх достовірний плив на інтенсивність росту пагінців ріпаку озимого (рис. 1). Якщо на контролі маса 100 пагінців становила 1,42 г то за варіанту протруювання насіння Круїзером в нормі 3,0 л/т збільшувалася на 0,31 г. За застосування стимулятора росту Вимпел-К (500 г/т) даний показник зростав на 0,45 г, а за мікродобрива Оракул насіння був у межах помилки ($НІР_{05}$ 0,06). Найвищу масу 100 пагінців спостерігали за поєднаного застосування протруйника з стимулятором росту та мікродобривом – 2,11 г, що було достовірним до протруйника Круїзер (3,0 л/т) – 0,69 г, до стимулятора росту Вимпел-К (500 г/т) – 0,38 г, до мікродобрива Оракул насіння (1000 г/т) та їх сумісних застосувань.

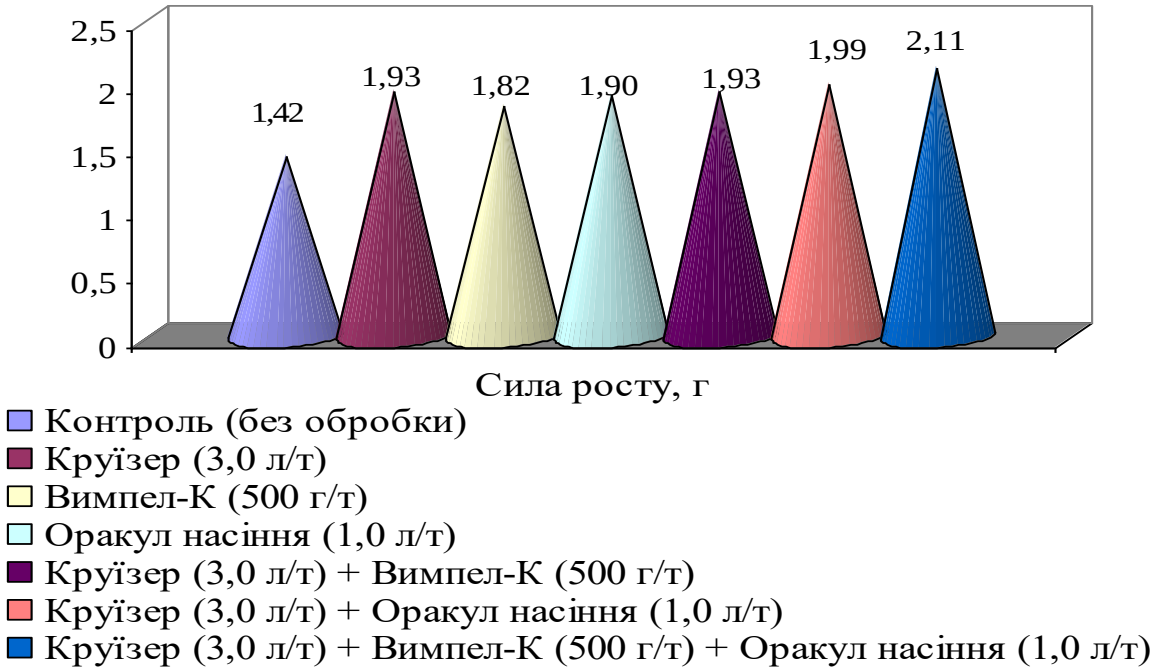


Рис. 1. **Інтенсивність росту проростків ріпаку озимого сорту Черемош залежно від передпосівної обробки насіння (2016-2018 рр.), г**

Внаслідок кращої інтенсивності росту пагінців на вище згаданих варіантах показник енергії проростання насіння зростав на 1–7 % (рис. 2).

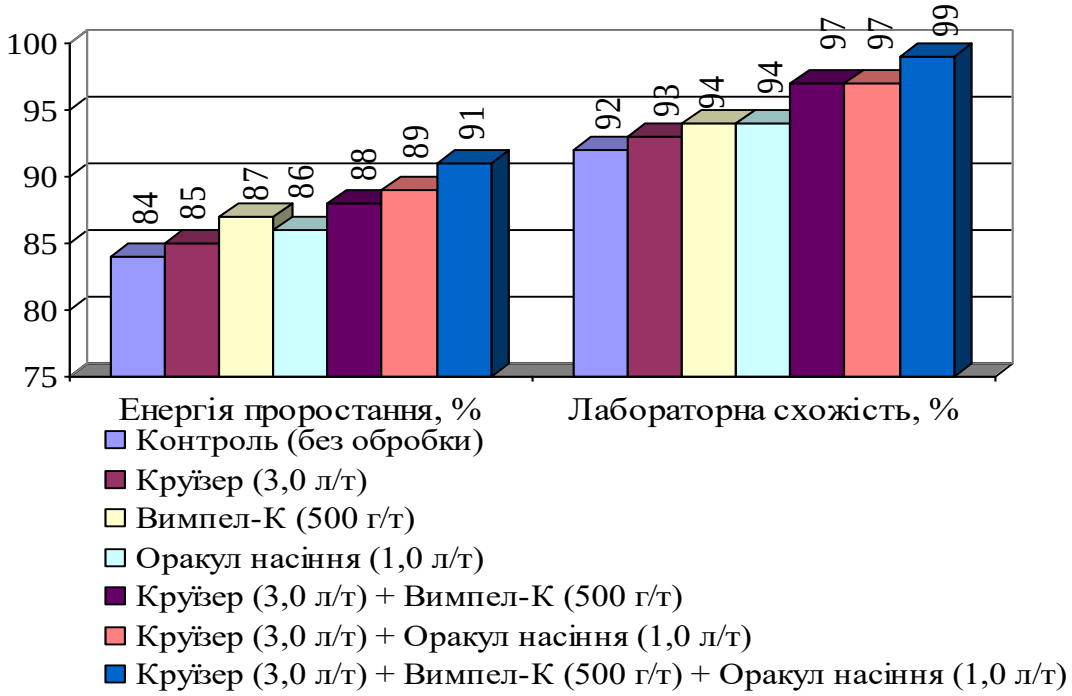


Рис. 2. **Енергія проростання та лабораторна схожість насіння ріпаку озимого сорту Черемош залежно від передпосівної його обробки препаратами (2016–2018 рр.), %**

Застосування стимулятора росту Вимпел-К (500 г/т) сприяло достовірному підвищенню даного показника на 3,0 % до контролю і 2,0 % до протруйника насіння ($НІР_{05}$ 0,9). Дещо нижчою на 2,0 % до контролю і 1,0 % до стимулятора росту була енергія проростання за використання мікродобрива Оракул насіння. Однак за поєднання даних препаратів цей показник зростав і найвищим був на варіанті сумісного застосування протруйника, стимулятора росту й мікродобрива – 91 %. На варіанті передпосівної обробки насіння Круїзер + Вимпел-К + Оракул насіння лабораторна схожість насіння становила 99 %. За $НІР_{05}$ 0,7 достовірні відмінності спостерігалися між усіма варіантами досліду. Порівняно з абсолютним контролем (без обробки) на варіанті передпосівної обробки насіння інсектицидним протруйником Круїзер (3,0 л/т) + Вимпел-К (500 г/т) + Оракул насіння (1,0 кг/т) вона була вищою на 7 %, а з варіантом протруювання насіння – на 6 %, це вказує на те, що Вимпел-К і Оракул насіння позитивно впливають на фізіологічні процеси, які відбуваються при проростанні насінини.

Застосовуючи регулятор росту й мікродобриво у передпосівній обробці насіння можна суттєво підвищити польову схожість на що вказують одержані дані. Так у 2015 р. на варіанті без протруювання насіння середній показник по сортах польової схожості становив

84,2 %, різниця між сортами за цим показником була в межах помилки 0,4 % ($НІР_{05}$ 0,82). Протруювання насіння сприяло підвищенню польової схожості на 3,6 %. При застосуванні регулятора росту Вимпел-К в нормі 500 г/т даний показник підвищувався на 5,4 % до контролю і на 1,8 % до протруйника насіння Круїзер (3,0 л/т). За застосування мікродобрива Оракул насіння (1,0 л/т) польова схожість була вищою порівняно з необробленим насінням на 6,4 %, з протруйником – 2,8 %, з регулятором росту – 1,0 %. За сумісного поєднання протруйника й стимулятора росту польова схожість була вищою на: 11,5 % до контрою, 7,9 % до протруйника, 6,1 % до одиничного його внесення. Круїзер (3,0 л/т) з Оракул насіння (1,0 л/т) забезпечив даний показник, відповідно на: 12,1 %, 8,5, 6,75, 5,7, 0,6 %. За варіанту сумісного застосування протруйника з стимулятором росту й мікродобривом польова схожість насіння була вищою до контролю на 13,0 %, що вказує на позитивний вплив на процес проростання насіння.

Погодні умови періоду сівба – сходи 2016 р. були сприятливими для одержання дружніх сходів ріпаку озимого. За вмісту продуктивної вологи в орному шарі ґрунту (0–20 см) 19–20 мм повні сходи відзначено на 6–7 добу. На контрольному варіанті польова схожість насіння ріпаку озимого становила в середньому 85,2 %. Передпосівна обробка насіння інсектицидним протруйником Круїзер (3,0 л/т) сприяла достовірному підвищенню даного показника на 9,2 % ($НІР_{05}$ 1,27). При використанні стимулятора росту Вимпел-К (500 г/т) польова схожість підвищилася до 96,0–96,5 %. Мікродобриво на хелатній основі Оракул насіння (1,0 л/т) забезпечило значний стартовий ефект для рослин ріпаку озимого, збільшивши показник польової схожості на 11,5 % порівняно з необробленим (контроль). За сумісного застосування протруйника із стимулятором росту польова схожість насіння збільшувалася на 13,7 %, а з мікродобривом – на 13,9 % порівняно з контролем. Найвищий ефект досягнуто за протруєння насіння Круїзером і обробки стимулятором росту Вимпел та мікродобривом Оракул насіння, підвищення польової схожості до контролю зростало на 13,8 %. Відсутність опадів у третій декаді серпня 2017 р. спричинила зміщення строків сівби ріпаку озимого до першої декади вересня. На даний період продуктивна вологість ґрунту складала 18 мм, що було достатнім для проростання насіння. На варіанті передпосівного протруювання насіння польова схожість була на 5,9 % вищою з

варіантом контролю (необроблене насіння) ($НІР_{05}$ 0,91). Стимулятор росту Вимпел-К сприяв вищому цьому показнику на 9,8 % до контролю і на 3,9 % до протруйника. Ефективним було застосування мікродобрива Оракул насіння, яке забезпечувало даний показник на: 10,7 % до контролю, 4,8 % до протруйника і на 0,9 % до стимулятора росту. Однак за варіантів сумісного застосування протруйника з стимулятором росту і мікродобривом польова схожість була найвищою, відповідно на 14,7 % до контролю.

За три роки досліджень середній показник польової схожості на контролі становив 84,5 % (табл. 1).

Таблиця 1

Польова схожість насіння ріпаку озимого залежно від передпосівної обробки насіння препаратами (2015–2017 рр.), %

Обробка насіння	Сорт								Середнє за сортами	± до контролю
	Черемош				Анна					
	2015	2016	2017	середнє	2015	2016	2017	середнє		
Контроль (без обробки)	83,8	85,4	84,3	84,5	84,6	84,9	83,7	84,4	84,5	-
Круїзер (3,0 л/т)	87,2	94,7	90,1	90,7	88,4	94,1	89,6	90,7	90,7	6,2
Вимпел-К (500 г/т)	89,0	96,5	93,5	93,0	90,1	96,0	94,0	93,4	93,2	8,7
Оракул насіння (1,0 л/т)	90,3	96,8	94,9	94,0	90,9	96,4	94,4	93,9	94,0	9,5
Круїзер (3,0 л/т) + Вимпел-К (500 г/т)	95,2	99,1	98,3	97,5	96,1	98,6	97,8	97,5	97,5	13,0
Круїзер (3,0 л/т) + Оракул насіння (1,0 л/т)	95,7	99,3	98,5	97,8	96,9	98,9	98,0	97,9	97,9	13,4
Круїзер (3,0 л/т) + Вимпел (500 г/т) + Оракул насіння (1,0 л/т)	97,3	99,0	98,8	98,4	97,0	99,0	98,9	98,3	98,4	13,9
$НІР_{05}$	0,83	0,56	0,97		0,80	1,98	0,84			

Інсектицидний протруйник Круїзер забезпечував порівняно з абсолютним контролем (без протруювання) вищу на 6,2 % польову схожість. За застосування регулятора росту Вимпел-К в нормі 500 г/т даний показник перевищував контроль на 8,7 %, а протруйник на 2,5 %, за мікродобрива Оракул насіння таке перевищення становило відповідно 9,5 % (до контролю), 3,3 % до протруйника і 0,8 % до регулятора росту. Найбільш ефективним було поєднання цих

препаратів. За варіанту обробки Круїзер (3,0 л/т) + Вимпел-К (500 г/т) польова схожість була вищою у порівнянні з контролем на 13,0 %, з протруйником на 6,8 %, з регулятором росту на 4,3 %, з мікродобривом на 3,5 %.

Незначно вищою була польова схожість за сумісного застосування протруйника Круїзер і мікродобрива Оракул насіння відповідно: 13,4 %, 7,2, 4,7, 3,9 %. Передпосівна обробка насіння протруйником сумісно з стимулятором росту й мікродобривом сприяла вищій польовій схожості на 13,9 % до контролю (без обробки), на 7,7 % порівняно з протруйником Круїзер, на 5,2 % до стимулятора росту і на 4,4 % до мікродобрива.

Кореляція між інтенсивністю росту пагінців і польовою схожістю була повною прямою і становила на контролі (без обробки насіння) +0,999, а на досліджуваних варіантах +1,000 (табл. 2).

Таблиця 2

Кореляція між інтенсивністю росту пагінців та польовою схожістю насіння ріпаку озимого залежно від передпосівної обробки насіння препаратами, %

Обробка насіння	Інтенсив-ність росту 100 пагінців, г	Польова схожість насіння, %	r*
Контроль (без обробки)	1,42	84,5	+0,999
Круїзер (3,0 л/т)	1,73	90,7	+1,000
Вимпел-К (500 г/т)	1,87	93,2	+1,000
Оракул насіння (1,0 л/т)	1,90	94,0	+1,000
Круїзер (3,0 л/т) + Вимпел-К (500 г/т)	1,93	97,5	+1,000
Круїзер (3,0 л/т) + Оракул насіння (1,0 л/т)	1,99	97,9	+1,000
Круїзер (3,0 л/т) + Вимпел (500 г/т) + Оракул насіння (1,0 л/т)	2,11	98,4	+1,000

Особливості росту й розвитку рослин у осінній період

Наші дослідження показали, що на час припинення осінньої вегетації рослини (яка за середніми багаторічними даними у нашій зоні наступає 15–17 листопада) мали різні показники росту й розвитку під впливом погодних умов та досліджуваних факторів (табл. 3). На варіанті із застосуванням інсектицидного протруйника Круїзер (3,0 л/т) на фоні внесення мінеральних добрив $N_{40}P_{90}K_{140}$

висота рослин ріпаку озимого становила в середньому 18,5 см, що на 4,8 см вище порівняно з абсолютним контролем.

Таблиця 3

Розвиток рослин ріпаку озимого на час припинення осінньої вегетації залежно від передпосівної обробки насіння (2015–2017 рр.)

Обробка насіння	Сорт	Довжина кореня, см	Довжина листкової поверхні, см	Кількість листків, шт.	Діаметр кореневої шийки, мм	Висота кореневої шийки над рівнем ґрунту, см	Маса сирої рослини, г		Повітряно-суха маса рослини, г	
							коріння	стебло	коріння	стебло
Контроль (без обробки)	Черемош	11,0	12,7	6,3	4,0	0,9	1,8	4,6	0,4	0,9
	Анна	12,0	14,6	6,4	4,5	1,0	2,1	4,8	0,6	1,2
	середнє	11,5	13,7	6,4	4,3	1,0	2,0	4,7	0,5	1,1
Круїзер (3,0 л/т)	Черемош	12,2	18,1	6,9	5,2	1,1	2,5	8,4	0,6	2,0
	Анна	12,8	18,8	6,8	5,5	1,1	2,8	8,6	0,7	2,1
	середнє	12,5	18,5	6,9	5,4	1,1	2,7	8,5	0,7	2,1
Вимпел-К (500 г/т)	Черемош	12,8	19,4	7,3	5,8	1,2	3,1	9,5	0,8	2,3
	Анна	13,7	19,8	7,4	6,0	1,2	3,5	9,7	1,0	2,4
	середнє	13,3	19,6	7,4	5,9	1,2	3,3	9,6	1,0	2,4
Оракул насіння (1,0 л/т)	Черемош	12,6	19,1	7,0	5,6	1,2	2,9	9,3	0,9	2,2
	Анна	13,3	19,5	7,1	5,8	1,1	3,0	9,5	0,9	2,3
	середнє	13,0	19,3	7,1	5,7	1,2	3,0	9,4	0,9	2,3
Круїзер (3,0 л/т) + Вимпел-К (500 г/т)	Черемош	13,8	23,7	7,9	6,2	1,3	4,1	16,0	1,32	3,0
	Анна	14,4	24,5	7,9	6,3	1,2	4,3	16,8	1,4	3,3
	середнє	14,0	24,1	7,9	6,3	1,3	4,2	16,4	1,4	3,2
Круїзер (3,0 л/т) + Оракул насіння (1,0 л/т)	Черемош	13,3	23,3	7,6	6,0	1,3	3,8	15,7	1,2	2,8
	Анна	13,9	23,8	7,7	6,1	1,2	4,0	16,2	1,3	3,1
	середнє	13,6	23,6	7,7	6,1	1,3	3,9	16,0	1,3	3,0
Круїзер (3,0 л/т) + Вимпел (500 г/т) + Оракул насіння (1,0 л/т)	Черемош	14,3	24,5	8,1	6,3	1,4	4,3	16,6	1,4	3,3
	Анна	14,0	24,1	8,0	6,2	1,3	4,2	16,4	1,4	3,2
	середнє	14,2	24,3	8,0	6,2	1,4	4,3	16,5	1,4	3,3
$НІР_{05}$		0,5	0,90	0,08	0,13	0,09	0,23	0,13	0,09	0,12

Діаметр кореневої шийки рослин був більшим ніж на абсолютному контролі на 1,1 мм. Рослини мали 6,9 шт добре розвинених листків. Відповідно, вищими були сира і повітряно-суха

маси рослин. Маса кореня становила 2,7 г, а листкової поверхні 8,5 г, тоді як на абсолютному контролі дані показники були в межах 2,0 та 4,7 г, відповідно.

Повітряно-суха маса кореня збільшилася на 0,21 г, а листкової поверхні на 1,0 г порівняно із повітряно-сухою масою кореня та листкової поверхні на абсолютному контролі. При обробці насіння стимулятором росту Вимпел-К (500 г/т) висота рослин становила 19,6 см, що на 6,9 см більше порівняно з абсолютним контролем. Довжина кореня збільшилася на 1,8 см і становила 13,3 см. Діаметр кореневої шийки був у межах 5,8–6,0 мм. Висота кореневої шийки над рівнем ґрунту – 1,2 см. Відзначено і збільшення кількості листків на рослині – 7,4 шт, що на 1,0 шт більше порівняно із абсолютним контролем та 0,5 шт – порівняно з варіантом застосування протруйника. Сира маса кореня становила 3,3 г, що на 1,3 г більше порівняно з абсолютним контролем. Сира маса листя дорівнювала 9,6 г, тоді як на контролі – 4,7 г. Повітряно-суха маса кореня збільшилася на 0,46 г, а листкової поверхні на 1,3 г порівняно з абсолютним контролем. Дещо меншими були рослини на варіанті із застосуванням мікродобрива Оракул насіння (1,0 л/т). Сумісне застосування протруйника Круїзер (3,0 л/т) з стимулятором росту Вимпел-К сприяло збільшенню висоти рослин на 10,4 см, а кореня на 2,5 см порівняно з абсолютним контролем. До періоду зимового спокою розвинули 7,9 шт справжніх листків. Діаметр кореневої шийки, яка розташовувалася на висоті 1,3 см над рівнем ґрунту, дорівнював 6,3 мм, що на 2,0 мм більше ніж на контрольному варіанті. Сира маса кореня становила 4,2 г а листкової поверхні 16,4 г, а повітряно-суха – 1,36 та 3,2 г відповідно. За варіанту передпосівної обробки насіння Круїзером (3,0 л/т) + Вимпел (500 г/т)+ Оракул насіння (1,0 л/т) показники структури рослин були найвищими.

Вміст цукрів у кореневій шийці та перезимівля рослин

У 2015 р. вміст цукрів у кореневій шийці ріпаку озимого залежав від осіннього розвитку рослин на який впливали препарати застосовані в передпосівній обробці насіння. Протруйник Круїзер (3,0 л/т) підвищував вміст цукрів у кореневій шийці рослин на 1,5 % порівняно з контролем ($НІР_{05}$ 0,64). За застосування регулятора росту Вимпел-К (500 г/т) і мікродобрива Оракул насіння (1,0 л/т) цей

показник був вищим відповідно на 2,2 та 1,9 % у порівнянні з контролем і на 0,7 та 0,4 % – із протруйником. Сумісне поєднання протруйника з регулятором росту та протруйника з мікродобривом у передпосівній обробці насіння збільшувало вміст цукрів у кореневій шийці ріпаку озимого відповідно на 2,6 та 2,4 % порівняно з варіантом, на якому даний агрозахід не проводили. Поєднання протруйника з стимулятором і мікродобривом забезпечили найвищий вміст цукрів у кореневій шийці (29,1 %). Добрий ріст і розвиток рослин в осінній період 2016 р. сприяв накопиченню значної кількості цукрів у кореневій шийці рослин ріпаку озимого. За передпосівної обробки насіння ріпаку озимого інсектицидним протруйником Круїзер (3,0 л/т) вміст цукрів у кореневій ріпаку озимого збільшився на 1,7 % порівняно з необробленим насінням ($НІР_{05}$ 0,66). Мікродобриво Оракул насіння (1,0 л/т) і стимулятор росту Вимпел-К (500 г/т) підвищили даний показник, відповідно на 2,1 та 2,3 %, а їх поєднання з протруйником – на 2,9 і 2,8 %.

У 2017 р. при протруюванні насіння ріпаку озимого препаратом Круїзер (3,0 л/т) спостерігали підвищення вмісту цукрів у кореневій шийці ріпаку озимого на 1,0 % ($НІР_{05}$ 0,89) порівняно з необробленим насінням. Застосування стимулятора росту Вимпел-К (500 г/т) дозволило підвищити вміст цукрів у середньому по сортах на 1,9 % ($НІР_{05}$ 0,09) порівняно з контролем. Більшим на 2,3 % цей показник був на варіанті передпосівної обробки мікродобривом Оракул насіння (1,0 л/т). Поєднання стимулятора росту та мікродобрива з протруйником підвищило вміст цукрів на 3,0–3,1 % порівняно з варіантом без обробки насіння. У середньому за три роки досліджень інсектицидний протруйник Круїзер у нормі 3,0 л/т підвищував вміст цукрів у кореневій шийці ріпаку озимого на 1,3 % (табл. 4).

Мікродобриво Оракул насіння (1,0 л/т) та стимулятор росту Вимпел-К (500 г/т) збільшували даний показник відповідно на 2,0–2,1 %. Ефективнішим виявилося поєднання у передпосівній обробці насіння мікродобрива та стимулятора росту з протруйником. При комплексному їх застосуванні вміст цукрів у кореневій шийці рослин був вищим на 2,7–2,8 % порівняно з контролем та на 1,4–1,5 % – із протруйником. Як правило, озимий ріпак переносить морози до -15 °С без снігового покриву. Глобальне потепління, яке спостерігається за останні роки, дозволяє вирощувати дану культуру в різних ґрунтово-кліматичних зонах України, однак в холодні зими ріпак піддається вимерзанню. Сорти з низько розміщеними

верхівками головних пагонів при добре розвинутих стеблостоях в залежності від ходу зниження температур можуть переносити до -25 °С.

Таблиця 4

Вміст цукрів у кореневій шийці ріпаку озимого залежно від передпосівної обробки насіння препаратами (2015–2017 рр.), %

Обробка насіння	Сорт								Середнє по сортах	± до контролю
	Черемош				Анна					
	2015	2016	2017	середнє	2015	2016	2017	середнє		
Контроль (без обробки)	25,3	25,8	26,5	25,9	25,5	26,0	27,0	26,2	26,1	-
Круїзер (3,0 л/т)	26,8	27,4	27,6	27,3	27,0	27,7	27,9	27,5	27,4	1,3
Вимпел-К (500 г/т)	27,5	28,0	28,5	28,0	27,7	28,3	28,8	28,3	28,2	2,1
Оракул насіння (1,0 л/т)	27,2	27,9	28,9	28,0	27,4	28,1	29,2	28,2	28,1	2,0
Круїзер (3,0 л/т) + Вимпел-К (500 г/т)	27,9	28,6	29,6	28,7	28,1	28,7	29,9	28,9	28,8	2,7
Круїзер (3,0 л/т) + Оракул насіння (1,0 л/т)	27,7	28,6	29,8	28,7	27,9	29,0	30,0	29,0	28,9	2,8
Круїзер (3,0 л/т) + Вимпел (500 г/т) + Оракул насіння (1,0 л/т	28,4	29,0	30,1	29,2	28,1	29,2	29,9	29,0	29,1	3,0
$НІР_{05}$	0,45	0,59	0,67		0,83	0,73	1,11			

Озимий ріпак вважається культурою, чутливою до низьких температур. Відсутність снігового покриву у поєднанні із тривалою мінусовою температурою призводить до часткового пошкодження його посіву, або навіть повної загибелі рослин. Чутливість окремих гібридів ріпаку до впливу морозу може бути різною, оскільки вони значно різняться за рівнем стійкості до цього фактора, у сортів адаптивні властивості є вищими. Небезпека загибелі більша у слабо розвинутих рослин, та у тих які пошкоджені хворобами і шкідниками, а також при недостатньому постачанні калієм і фосфором. При раптовому похолоданні, якщо тривають інтенсивні процеси обміну речовин, ця небезпека є теж великою. Це спостерігається на початку зими, або при заморозках навесні. І навпаки, якщо проходить поступове загартовування, рослині не завдається шкода при

температурах -20 °С, як показує досвід в різних регіонах. Осінні холоди пошкоджують також бруньки і зародки квіток, внаслідок чого формуються пусті стручки. Часто можна спутати ці пошкодження з пошкодженнями яких завдає ріпаковий квіткоїд. Мінливі температури біля точки замерзання визивають ензимну активність всередині клітин, які знижують їх холодостійкість до -6 … -8 °С. Особливо чутливі до цього сильно розвинуті, або рослини що рано вступають в ріст. Друга причина вимерзання – висушування рослин. Це залежить від недостатнього осідання ґрунту, внаслідок неякісної його обробки. В результаті обриваються кореневі волоски, особливо в молодих рослин на суглинкових ґрунтах. Якщо навесні плюсові температури вдень чергуються з мінусовими вночі, при яких верхні шари замерзають, також відбуваються обриви коренів і на них виникають тріщини і розриви. Нерідко в них попадають збудники хвороб (кореневі гнилі, шийки, стебла) Розриви і тріщини порушують подачу поживних речовин та води в рослини,що приводить до гибелі рослин та зниження урожаю. Особливо тривалі засухи до початку періоду вегетації знижують здатність рослин до регенерації і разом з нічними заморозками часто є причиною загибелі ріпаку. В безсніжні морозні зими посіви, у яких точка росту до зими уже піднімалась, можуть при сильних вітках пошкоджуватись механічно частинками землі і камінчиками, які вітер носить по поверхні полів. Випрівання посівів також призводить до загибелі ріпаку. Якщо в регіонах з достатнім сніговим покривом верхній шар підтає, а потім температури знижуються і утворюється льодова кірка, то припиняється доступ повітря. В такому випадку створюються сприятливі умови для розвитку пліснявих грибів.

У наших дослідах, осіннє накопичення необхідної кількості цукрів обумовило добру перезимівлю рослин. Захист ріпаку озимого від шкідників при протруюванні насіння сприяв вищій перезимівлі рослин на 2,2 % ($НІР_{05}$ 0,97). Стимулятор росту Вимпел-К, який являється потужним антистресантом, кріопротектором та адаптогеном у нормі 500 г/т збільшував кількість рослин, які вижили на 3,5 %, тоді як мікродобриво оракул насіння (1,0 л/т) на 2,7 %. При комплексній обробці насіння перезимівля рослин збільшувалася на 4,7–5,2 % порівняно з контролем (без обробки). При підрахунку кількості рослин, які вижили на час відновлення весняної вегетації у 2017 р. виявили їх збільшення на варіантах з передпосівною обробкою насіння. Так, використання протруювача збільшило

кількість рослин, які перезимували на 2,1 % ($НІР_{05}$ 1,33). Стимулятор росту вимпел-К у нормі 500 г/т, що виявляє також і захисний вплив, підвищив перезимівлю у середньому по сортах на 3,3 %, а його застосування разом із протруйником – на 4,9 %. При застосуванні мікродобрива Оракул насіння (1,0 л/т) перезимівля була вищою ніж на контролі на 2,6 %, тоді як поєднання його з протруювачем збільшило даний показник на 4,4 % порівняно з варіантом на якому передпосівну обробку насіння не проводили.

Перезимівля ріпаку озимого у 2018 р. на контрольному варіанті (без обробки насіння) в середньому по сортах становила 87,1 % ($НІР_{05}$ 0,91). За передпосівного протруювання насіння даний показник збільшився на 1,4 %. При застосуванні мікродобрива Оракул насіння (1,0 л/т) і стимулятора росту Вимпел-К (500 г/т) кількість рослин, що перезимували збільшилася на 2,5 та 2,9 % відповідно, а при поєднанні їх із протруйником – на 4,2–4,8 %.

У середньому за три роки досліджень (2016–2018 рр.) передпосівна обробка насіння протруйником Круїзер (3,0 л/т) за рівня мінерального живлення рослин $N_{40}P_{90}K_{140}$ підвищувала перезимівлю рослин на 1,9 % порівняно з контролем (без обробки насіння) (табл. 5).

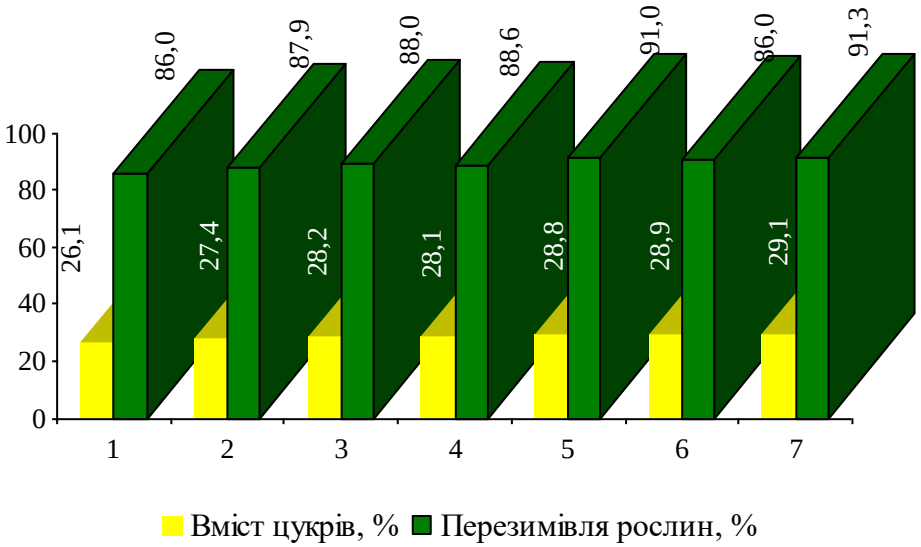
Стимулятор росту Вимпел-К (500 г/т) та мікродобриво Оракул насіння (1,0 л/т) забезпечили перезимівлю рослин на рівні 89,2 і 88,6 %, відповідно. На варіантах застосування протруйника з мікродобривом та протруйника з регулятором росту перезимівля була вищою на 4,4–5,0 % порівняно з контролем. За варіанту Круїзер (3,0 л/т) + Вимпел (500 г/т) + Оракул насіння (1,0 л/т) відсоток перезимівлі рослин був вищим до контролю на 5,2 %, до протруйника на 3,4 %.

Середні дані, подані на рис. 3 підтверджують про залежність перезимівлі рослин від вмісту накопичених вуглеводів у кореневій шийці. Дані показники змінювалися під впливом передпосівної обробки насіння стимулятором росту та мікроелементами.

Таблиця 5

Перезимівля ріпаку озимого залежно від передпосівної обробки насіння препаратами (2016–2018 рр.), %

Обробка насіння	Сорт								Середнє по сортах	± до контролю
	Черемош				Анна					
	2016	2017	2018	середнє	2016	2017	2018	середнє		
Контроль (без обробки)	84,8	85,6	86,8	85,7	85,3	86,0	87,4	86,2	86,0	-
Круїзер (3,0 л/т)	86,9	87,7	88,2	87,6	87,6	88,1	88,7	88,1	87,9	1,9
Вимпел-К (500 г/т)	88,2	88,8	89,6	88,9	88,9	89,3	90,3	89,5	89,2	3,2
Оракул насіння (1,0 л/т)	87,6	88,1	89,2	88,3	88,0	88,6	90,0	88,9	88,6	2,6
Круїзер (3,0 л/т) + Вимпел-К (500 г/т)	89,9	90,5	91,7	90,7	90,6	90,9	92,0	91,2	91,0	5,0
Круїзер (3,0 л/т) + Оракул насіння (1,0 л/т)	89,5	90,1	91,1	90,2	90,0	90,4	91,4	90,6	90,4	4,4
Круїзер (3,0 л/т) + Вимпел (500 г/т) + Оракул насіння (1,0 л/т)	90,0	91,6	92,2	91,3	90,3	91,0	92,3	91,2	91,3	5,2
$НІР_{05}$	0,67	1,64	0,93		1,27	1,01	0,89			



Примітка. 1 – контроль (без обробки), 2 – Круїзер (3,0 л/т), 3 – Вимпел-К (500 г/т), 4 – Оракул насіння (1,0 л/т), 5 – Круїзер (3,0 л/т) + Вимпел-К (500 г/т), 6 – Круїзер (3,0 л/т) + Оракул насіння (1,0 л/т), 7 – Круїзер (3,0 л/т) + Вимпел-К (500 г/т) + Оракул насіння (1,0 л/т).

Рис. 3. **Вміст цукрів і перезимівля рослин ріпаку озимого залежно від передпосівної обробки насіння препаратами (2016–2018 рр.), %**

Розвиток хвороб рослин ріпаку озимого

Дані табл. 6 підтверджують, що за використання інсектицидного протруйника Круїзер захворювання рослин було нижчим порівняно з контролем (без обробки), відповідно на: 2,4% пероноспорозом, 3,3% альтернаріозом, 1,2% фомозом. За рахунок руйнування токсичних органічних речовин та знешкодження чужорідних токсинів у рослині, стимулятор росту Вимпел-К (500 г/т) сприяв їх стійкості до захворювань, тому ураження було менше порівняно з контролем на 2,9% – пероноспорозом, 4,2% – альтернаріозом, 1,8% – фомозом. На варіантах застосування мікродобрива Оракул насіння, до складу якого входять: калій, сірка, мідь, марганець та молібден, відсоток захворювання був на рівні стимулятора росту. При поєднаному застосуванні інсектицидного протруйника насіння Круїзер (3,0 л/т) з стимулятором росту Вимпел-К (500 г/т) та Круїзер (3,0 л/т) з мікродобривом Оракул насіння (1,0 л/т) розвиток хвороб ріпаку озимого був найнижчим, відповідно: 6,7% – переноспороз, 19,4% – альтернаріоз, 4,1% – фомоз.

Таблиця 6

Розвиток хвороб ріпаку озимого залежно від передпосівної бробки насіння препаратами (2016–2018 рр.)

Обробка насіння	Норма застосування препарату, л/т, г/т	Хвороби:					
		пероноспороз (*Peronospora brassicae* Gaeum)		альтернаріоз (*Alternaria brassicola* Wilts)		фомоз (*Phoma lingum* Desm.)	
		%	± до контролю	%	± до контролю	%	± до контролю
Контроль (без бробки)	-	12,5	-	28,7	-	6,9	-
Круїзер	3,0	10,1	-2,4	25,4	-3,3	5,7	1,2
Вимпел-К	500	9,6	-2,9	24,5	-4,2	5,1	1,8
Оракул насіння	1,0	9,2	-3,3	24,6	-4,1	5,0	1,9
Круїзер + Вимпел-К	3,0 + 500	7,7	-4,8	22,0	-6,7	4,3	2,6
Круїзер + Оракул насіння	3,0 + 1,0	7,9	-4,9	22,5	-6,2	4,5	2,4
Круїзер + Вимпел + Оракул насіння	3,0 + 500 +1,0	6,7	-5,8	19,4	-9,3	4,1	-2,8
$НІР_{05}$		0,4		0,3		0,2	

Урожайність насіння

У 2016 р. середня урожайність на контрольному варіанті (без обробки насіння) становила 2,74 т/га. Вищою на 0,14 т/га вона була за протруювання насіння препаратом Круїзер (3,0 л/т) ($НІР_{05}$ 0,04). Стимулятор росту Вимпел-К (500 г/т) сприяв збільшенню продуктивності рослин на 0,27 т/га порівняно з контролем. Дещо ефективнішим виявилося мікродобриво Оракул насіння (1,0 л/т) сприяючи приросту урожайності на 0,33 т/га. За комплексної обробки насіння протруйником Круїзер (3,0 л/т) та стимулятором росту Вимпел-К (500 г/т) урожайність сортів в середньому збільшилася на 0,47 т/га. Високий приріст до контролю (0,59 т/га) забезпечило мікродобриво Оракул насіння (1,0 л/т) у поєднанні з протруйником. За варіанту Круїзер (3,0 л/т) + Вимпел-К (500 г/т) + Оракул насіння (1,0 л/т) приріст сягав 0,60 т/га.

У 2017 р. при протруюванні насіння сортів ріпаку озимого препаратом Круїзер (3,0 л/т) збільшення до контролю становило 0,09 т/га ($НІР_{05}$ 0,02). За включення у передпосівну обробку насіння стимулятора росту Вимпел-К у нормі 500 г/т підвищення урожайності становило 0,16 т/га, таку ж ефективність (0,15 т/га) забезпечило мікродобриво Оракул насіння (1,0 л/т). Більшою була продуктивність рослин за варіантів передпосівної обробки насіння стимулятором росту та мікродобривом у комплексі з протруйником, сприяючи підвищенню урожайності на 0,24 і 0,20 т/га відповідно і найвищою за їх потрійного застосування 0,55 т/га.

Погодні умови 2018 р. та застосовані у передпосівній обробці насіння препарати сприяли одержанню високого врожаю насіння. На контролі середній по сортах показник становив 3,43 т/га, за протруювання насіння збільшувався на 0,07 т/га ($НІР_{05}$ 0,05). Вимпел як стимулятор росту підвищував урожайність насіння на 0,22 т/га до контролю і на 0,15 т/га до протруйника. Ефективність мікродобрива була на рівні Вимпел-К. За сумісних застосувань протруйника з стимулятором і протруйника з мікродобривом приріст урожайності становив 0,33 і 0,38 т/га. Найвищою була урожайність насіння за поєднання препаратів Круїзер (3,0 л/т) + Вимпел-К (500 г/т) + Оракул насіння (1,0 л/т) – 3,90 т/га, приріст до контролю становив 0,47 т/га, до протруйника – 0,40 т/га.

За три роки досліджень середня урожайність насіння сортів на контролі (без передпосівної обробки насіння) становила 3,14 т/га (рис. 4).

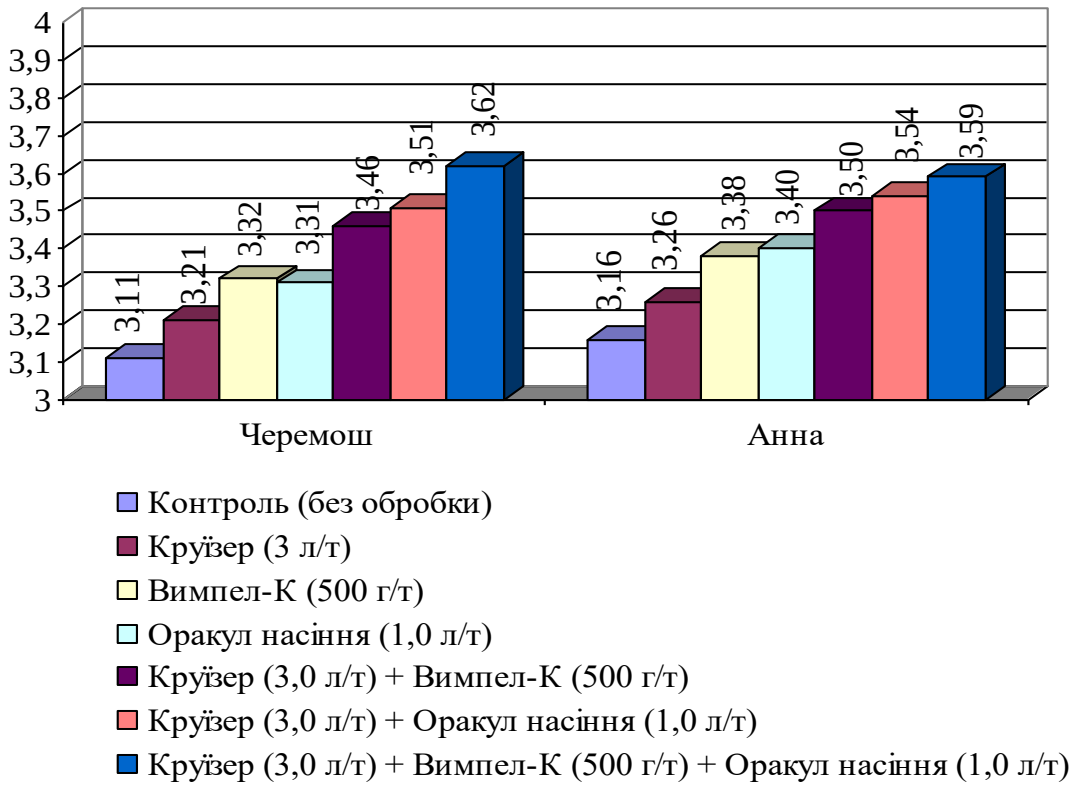


Рис. 4 **Урожайність насіння сортів ріпаку озимого залежно від передпосівної обробки препаратами (2016-2018 рр.), т/га**

Протруювання насіння сприяло приросту урожайності на 0,10 т/га. Достовірним був приріст урожайності від застосування регулятора росту Вимпел-К в нормі 500 г/т, що становив 0,21 т/га до контролю, а до протруйника – 0,11 т/га. За застосування мікродобрива оракул насіння приріст був на рівні регулятора росту – 0,22 т/га. Вищий приріст урожайності забезпечив протруйник у поєднанні з регулятором росту і мікродобривом відповідно 0,34 та 0,39 т/га.

На варіанті Круїзер (3,0 л/т) + Вимпел-К (500 г/т) + Оракул насіння (1,0 л/т) урожайність насіння перевищувала на 0,46 т/га, протруйник насіння Круїзер (3,0 л/т) – 0,36 т/га, стимулятор росту Вимпел-К (500 г/т) – 0,25 т/га, мікродобриво Оракул насіння (1,0 л/т) – 0,24 т/га, Круїзер (3,0 л/т) + Вимпел-К (500 г/т) – 0,12 т/га, Круїзер (3,0 л/т) + Оракул насіння (1,0 л/т) – 0,07 т/га.

Вплив фактору А (сорт) на урожайність насіння становив 21 % ($НІР_{05}$ 0,06), В (препаратів) – 17 % ($НІР_{05}$ 0,10), взаємодія АВ – 10 % ($НІР_{05}$ 0,15), погодних факторів – 52 %.

Посівні якості зібраного насіння

У 2016 р. маса 1000 насінин на контролі в середньому по сортах становила 3,60 г, за протруювання насіння була на 0,08 г вищою ($НІР_{05}$ 0,09). Достовірний вплив на даний показник спостерігали при застосуванні стимулятора росту Вимпел-К (500 г/т) та мікродобрива Оракул насіння (1,0 л/т) які збільшували масу 1000 насінин на 0,17 і 0,20 г порівняно з необробленим насінням. Застосовуючи стимулятор росту та мікродобриво разом із протруйником маса 1000 насінин підвищувалася на 0,27–0,30 г порівняно з контрольним варіантом. Найвищою вона була за варіанту Круїзер (3,0 л/т) + Вимпел (500 г/т) + Оракул насіння (1,0 л/т) і становила 4,16 г. Порівняно з попереднім роком маса 1000 насінин у 2017 р. була вищою, однак спостерігалася така ж закономірність за впливом препаратів які вивчали. Передпосівне протруювання насіння ріпаку озимого підвищило масу 1000 насінин на 0,12 г ($НІР_{05}$ 0,07). Між впливом мікродобрива Оракул насіння (1,0 л/т) і стимулятором росту Вимпел-К (500 г/га) спостерігали істотну різницю 0,18 і 0,12 г. При обробці насіння стимулятором росту і протруйником та мікродобриво і протруйником маса 1000 насінин становила 4,56 та 4,51 г відповідно, що перевищувало контрольний варіант (без обробки) на 0,32 і 0,27 г, а за поєднання протруйника з стимулятором росту і мікродобривом була вищою за контроль на 0,37 г. У 2018 р. маса 1000 насінин зібраного насіння сортів на контролі була нижчою і на контролі становила 4,37 г ($НІР_{05}$ 0,07). При застосуванні інсектицидного протруйника Круїзер (3,0 л/т) даний показник збільшився на 0,08 г. За обробки насіння мікродобривом і стимулятором росту приріст до контролю становив 0,13–0,14 г, а за їх сумісного поєднання з протруйником – 0,26–0,29 г. Значне (0,43 г) збільшення маси 1000 насінин спостерігали за варіанту протруйник + стимулятор росту + мікродобриво.

За три роки досліджень показник маси 1000 насінин на контролі становив 4,03–4,11 г (табл. 7). Передпосівне протруювання збільшувало цей показник у середньому по сортах на 0,10 г.

Таблиця 7

Маса 1000 насінин сортів ріпаку озимого залежно від передпосівної обробки препаратами (2016–2018 рр.), г

Обробка насіння	Сорт								Середнє по сортах	± до контролю
	Черемош				Анна					
	2016	2017	2018	середнє	2016	2017	2018	середнє		
Контроль (без обробки)	3,51	4,19	4,38	4,03	3,70	4,29	4,35	4,11	4,07	-
Круїзер (3,0 л/т)	3,59	4,33	4,44	4,12	3,78	4,39	4,45	4,21	4,17	0,10
Вимпел-К (500 г/т)	3,68	4,40	4,49	4,19	3,87	4,50	4,51	4,29	4,24	0,17
Оракул насіння (1,0 л/т)	3,71	4,36	4,50	4,15	3,90	4,47	4,52	4,30	4,23	0,16
Круїзер (3,0 л/т) + Вимпел-К (500 г/т)	3,78	4,52	4,63	4,31	3,97	4,60	4,62	4,40	4,36	0,29
Круїзер (3,0 л/т) + Оракул насіння (1,0 л/т)	3,80	4,47	4,65	4,31	4,00	4,55	4,67	4,41	4,36	0,29
Круїзер (3,0 л/т) + Вимпел (500 г/т) + Оракул насіння (1,0 л/т)	4,13	4,59	4,78	4,50	4,19	4,62	4,82	4,54	4,52	0,45
$НІР_{05}$		0,10	0,05	0,08		0,07	0,09	0,05		

При застосуванні стимулятора росту Вимпел-К (500 г/т) та мікродобрива Оракул насіння (1,0 л/т) маса 1000 насінин підвищувалася на 0,16–0,17 г. Сумісна передпосівна обробка стимулятором росту і мікродобривом з протруйником збільшувала даний показник на 0,29 г, а за поєднання цих препаратів на 0,45 г до контролю і на 0,35 г до протруйника Круїзер (3,0 л/т).

Препарати, що досліджували мали вплив через масу 1000 насінин і погодні умови, які складалися за період формування – дозрівання, на енергію проростання зібраного насіння сортів Черемош і Анна.

За роки наших досліджень на контрольному варіанті даний показник становив 86,2–87,0 %, за протруювання насіння достовірно збільшувався на 0,2–0,4 %, за регулятора росту – на 0,6–0,7 %, мікродобрива – на 1,6–1,7 %, а за сумісного застосування протруйника з регулятором росту – на 2,1–2,2 % ($НІР_{05}$ 0,2) (табл. 8). Високим даний показник був на варіанті передпосівної обробки насіння протруйником Круїзер (3,0 л/т) і мікродобрива Оракул

насіння (1,0 л/т) – 89,8 % і Круїзер (3,0 л/т) + Вимпел (500 г/т) + Оракул насіння (1,0 л/т) – 90,6 %.

Таблиця 8

Енергія проростання зібраного насіння сортів ріпаку озимого залежно від передпосівної обробки препаратами (2016–2018 рр.), %

Сорт	Обробка насіння						
	контроль (без обробки)	Круїзер (3,0 л/т)	Вимпел-К (500 г/т)	Оракул насіння (1,0 л/т)	Круїзер (3,0 л/т) + Вимпел-К (500 г/т)	Круїзер (3,0 л/т) + Оракул насіння (1,0 л/т)	Круїзер (3,0 л/т) + Вимпел 500 г/т) + Оракул насіння (1,0 л/т)
Черемош	86,2	86,6	86,9	87,8	88,4	89,3	90,2
Анна	87,0	87,2	87,6	88,7	89,1	90,2	91,0
Середнє	86,6	86,9	87,3	88,3	88,8	89,8	90,6
± до контролю	-	0,3	0,7	1,7	2,2	3,2	4,0
$НІР_{05}$	0,2						

Аналогічну закономірність спостерігали й за лабораторною схожістю насіння (табл. 9). Якщо на контролі (необроблене насіння) показник становив 89,7 %, то за протруювання насіння був у межах помилки. Із варіанту обробки стимулятором росту лабораторна схожість насіння була вищою за контрольний зразок на 4,4 %, мікродобрива на 6,0 %. Протруювання насіння Круїзером з регулятором росту сприяло вищій лабораторній схожості до контролю на 7,7 %, а з мікродобривом Оракул насіння – на 8,4 % і в межах помилки за варіанту Круїзер (3,0 л/т) + Вимпел (500 г/т) + Оракул насіння (1,0 л/т).

Таблиця 9

Лабораторна схожість зібраного насіння сортів ріпаку озимого залежно від передпосівної обробки препаратами (2016–2018 рр.), %

Сорт	Обробка насіння						
	контроль (без обробки)	Круїзер (3,0 л/т)	Вимпел-К (500 г/т)	Оракул насіння (1,0 л/т)	Круїзер (3,0 л/т) + Вимпел-К (500 г/т)	Круїзер (3,0 л/т) + Оракул насіння (1,0 л/т)	Круїзер (3,0 л/т) + Вимпел 500 г/т) + Оракул насіння (1,0 л/т)
Черемош	89,1	90,4	93,8	95,0	96,7	97,3	98,0
Анна	90,2	90,2	94,4	96,3	98,1	98,9	98,6
Середнє	89,7	90,3	94,1	95,7	97,4	98,1	98,3
± до контролю	-	0,6	4,4	6,0	7,7	8,4	8,7
$НІР_{05}$	0,6						

ВИСНОВКИ

Передпосівна обробка насіння стимулятором росту Вимпел-К (500 г/т) і комплексним мікродобривом Оракул насіння (1,0 л/т) стимулювала розвиток пагінців, що підвищувало їх силу росту на 0,31 г (маса 100 пагінців), енергію проростання й лабораторну схожість насіння на 6 % і польову схожість на 13,9 % до контролю (без обробки).

Під впливом мікродобрива Оракул насіння, в склад органічної молекули якого входять мікроелементи: фосфор, калій, сірка, мідь, марганець, молібден, та за рахунок активних речовин стимулятора росту Вимпел-К проходив інтенсивний ріст і розвиток рослин в осінній період, що збільшувало на: довжину кореневої – 3,2 см, довжину листкової пластинки – 11,6 см, кількість листків – 1,7 шт, діаметр кореневої шийки – 2,2 мм, її висоту над рівнем ґрунту – 0,9 см, та повітряно-суху масу кореня – 0,97 г і рослини – 2,4 г.

Стимулятор росту Вимпел-К (500 г/т), мікродобриво Оракул насіння (1,0 л/т) та протруйник Круїзер (3,0 л/т) позитивно впливали на накопичення достатнього (29,1 %) вмісту вуглеводів у кореневій шийці, що забезпечувало високий відсоток перезимівлі рослин 91,3 %

та зниження розвитку хвороб 5,8 % – пероноспорозу, 9,3 % – альтернаріозу, 2,8 % – фомозу.

На фоні мінерального живлення рослин – $N_{30}P_{135}K_{240}$ + N_{60} при відновленні вегетації рослин + N_{60} – через 2 тижні після першого підживлення та передпосівної обробки насіння протруйником Круїзер (3,0 л/т) + стимулятор росту Вимпел-К (500 г/т) + мікродобриво Оракул насіння (1,0 л/т) приріст урожайності до контролю становив 0,46 т/га, до протруйника – 0,36 т/га.

Ефективне поєднання Круїзер (3,0 л/т) + Вимпел (500 г/т) + Оракул насіння (1,0 л/т) у передпосівній обробці насіння сприяло одержанню високих посівних якостей насіння, зокрема маси 1000 насінин – 4,52 г, енергії проростання насіння – 90,2–91,0 %, лабораторній схожості – 98,0–98,6 %.

АНОТАЦІЯ

Обґрунтовано народногосподарське значення ріпаку озимого, як культури концентрованого вирощування у зоні Західного Лісостепу. Встановлено, що важливим агрозаходом отримання повних і дружніх сходів в польових умовах є застосування стимуляторів росту й мікроелементів у передпосівній обробці насіння. Підтверджено, що за поєднання в бакових сумішах протруйника Круїзер (3,0 л/т) + стимулятора росту Вимпел -К (500 г/т) + комплексного мікродобрива Оракул насіння (1,0 л/т) рослини входять у зиму з добре розвинутою розеткою листків, оптимальним діаметром кореневої шийки та накопиченою кількістю цукрів у ній. За таких оптимальних параметрів розвитку рослин підвищується їх стійкість до несприятливих умов перезимівлі та хвороб. На фоні основного внесення мінеральних добрив і додаткового – мікродобрива, урожайність достовірно зростає. Кращий рівень живлення рослин за даних варіантів сприяє формуванню насіння високих посівних якостей.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

Агробіологічний контроль за станом посівів озимих зернових культур та озимого ріпаку під час осінньо-зимової вегетації : метод. рек. (2012) Інститут сільського господарства Західного Полісся НААН; відп. за вип. М. М. Лук'янчик. Рівне. 18 с.

Агротехнологічні основи вирощування насіння ріпаку озимого в умовах Західного Лісостепу України (2017) / І. С. Волошук та ін. Львів : Сполом,. 212 с. ISBN 978-966-919-264-6

Біологічно активні речовини в рослинництві (2008) / З. М. Грицаєнко та ін. Київ : НІЧЛАВА, с. 6–14.

Волощук О. П., Косовська Р. Ю. (2011) Біологічні препарати Вимпел-К, Вимпел у підвищенні насіннєвої продуктивності рослин ріпаку озимого Передгірне та гірське землеробство і тваринництво, вип. 53 (ІІ), с. 22–26.

Волощук О. П., Волощук І. С., Косовська Р. Ю. (2012) Вплив передпосівної обробки насіння та позакореневого підживлення рослин рістрегуляторами на перезимівлю ріпаку озимого Передгірне та гірське землеробство і тваринництво, вип. 54 (І), с. 15–25.

Гауе О. (2013) Озимий ріпак: потужне повернення значущої культури. Пропозиція, № 7, с. 76–77.

Екофізіологічні особливості та продуктивність ріпаку (2008) / Б. І. Гуляєв та ін. Физиология и биохимия культурных растений, т. 40, № 2, с. 101–109.

Жаркова О. (2014) Озимий ріпак – нові пропозиції. Пропозиція, № 7, с. 72–77.

Лихочвор В. В., Проць Р. Р. (2005) Ріпак. Львів : Українські технології, 88 с.

Марков І. (2011) Інтенсивна технологія вирощування ріпаку. Агробізнес сьогодні (тематичний додаток), № 10, с. 1–2.

Основи наукових досліджень в агрономії (2014) / В. О. Єщенко та ін. Вінниця : Едельвейс і К°, 332 с.

Рудик О. В., Переходько Н. І., Петрук М. П. (2006) Інтенсивна технологія вирощування озимого ріпаку: метод. рек. Рівне : РДСГДС, 12 с.

Санін В. (2011) Позакореневе підживлення озимого ріпаку. Пропозиція, № 4, с. 66–67.

Сніжок О. В. (2008) Ефективність хімічного захисту сходів озимого ріпаку від шкідників в Західному Лісостепу України Захист і карантин рослин, вип. 54, с. 365–370.

Наукове видання

Монографія

Олег Стасів
Юрій Оліфір
Оксана Качмар
Оксана Вавринович
Олександр Дубицький
Ангеліна Дубицька
Роман Ільчук
Антін Шувар
Наталія Рудавська
Ігор Волощук
Григорій Коник
Олександра Волощук
Валентина Глива

Інноваційні технології:
грунтознавство, землеробство та рослинництво

ISBN 978-617-95252-1-6

Формат 30х42/4. Тираж 500 пр. Ум. друк. арк. 14,70

Видавець та виготовлювач:
Інститут сільського господарства Карпатського регіону
Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи
до державного реєстру видавців, виготовлювачів і розповсюджувачів видавничої продукції
ДК № 7457 від 28.09.2021 р.