

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА

Кваліфікаційна наукова праця
на правах рукопису

КОРОБКО ОЛЕКСАНДР ОЛЕКСАНДРОВИЧ

УДК 581.1:[632.954: 631.811.98:635.657](477.4)

ДИСЕРТАЦІЯ
БІОЛОГІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ЗАСТОСУВАННЯ ГЕРБІЦИДУ,
РЕГУЛЯТОРА РОСТУ РОСЛИН І МІКРОБНОГО ПРЕПАРАТУ У
ПОСІВАХ НУТУ В УМОВАХ ПРАВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ
УКРАЇНИ

03.00.12 – фізіологія рослин
20 – аграрні науки та продовольство

Подається на здобуття наукового ступеня кандидата сільськогосподарських наук

Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело
_____ О. О. Коробко

Науковий керівник – Карпенко Віктор Петрович, доктор сільськогосподарських наук, професор

Умань – 2019

АНОТАЦІЯ

Коробко О. О. Біологічне обґрунтування застосування гербіциду, регулятора росту рослин і мікробного препарату у посівах нуту в умовах Правобережного Лісостепу України. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата сільськогосподарських наук за спеціальністю 03.00.12 – фізіологія рослин. – Уманський національний університет садівництва. Умань. 2019.

У дисертаційній роботі обґрунтовано актуальність теми, сформульовано мету і завдання, визначено об'єкт і предмет дослідження, висвітлено наукову новизну та практичне значення одержаних результатів. Проаналізовано результати багаторічних наукових досліджень вітчизняних і зарубіжних авторів з вивчення впливу гербіцидів різних хімічних класів і регуляторів росту рослин, мікробних препаратів внесених окремо і в поєднанні, на проходження біологічних процесів у рослинах сільськогосподарських культур, у тому числі й у нуту, та – мікробіологічних процесів у ґрунті; розглянуто вплив гербіцидів, регуляторів росту рослин і мікробних препаратів на формування врожаю, його якості та економічної ефективності вирощування зернобобових культур.

На основі ґрунтового аналізу літературних джерел узагальнено необхідність проведення подальших досліджень у напрямку вирішення завдання комплексної дії гербіциду, регулятора росту рослин і мікробного препарату на фізіолого-біохімічні й інших процеси в нуті залежно від ґрунтово-кліматичних умов, що й визначило основні напрями досліджень за темою дисертаційної роботи.

Робота виконувалась упродовж 2015–2017 років в умовах дослідного поля навчально-виробничого відділу Уманського національного університету садівництва, розташованого в Маньківському природно-сільськогосподарському районі Середньо-Дніпровсько-Бузькому окрузі Лісостепової Правобережної провінції України.

У досліджах вивчали ґрунтовий гербіцид Панда, к.е., (Пендиметалін, 330 г/л), регулятор росту рослин (РРР) Стимпо, в.с.р., (модифікована діюча речовина регулятора росту рослин Емістиму С – 1,0 г/л, комплекс біогенних мікроелементів – 0,014 г/л + Аверсектин С – природний комплекс, що складається з 8 індивідуальних авермектинів, – 0,01 г/л) і мікробний препарат (МБП) Ризобофіт (аналог Ризоактив Бобові марка Р, р., бульбочкові бактерії роду *Rhizobium* (*Mesorhizobium ciceri* L.), титр життєздатних клітин не менше – $4,0 \cdot 10^9$ КУО/мл препарату).

Встановлено, що гербіцид Панда у нормах 3,0; 4,0; 5,0 і 6,0 л/га, внесений окремо та на фоні застосування Стимпо (0,025 л/т) і МБП Ризобофіт (1,0 л/т), зумовлював підвищення активності окремих антиоксидантних ферментів класу оксидоредуктаз у рослинах нуту за можливого зростання рівня детоксикаційних процесів. У середньому за три роки дослідження за самостійної дії МБП Ризобофіт (1,0 л/т) і РРР Стимпо (0,025 л/т) у фазі п'яти листків культури спостерігалось зростання активності каталази відносно контролю I на 1–3%. У разі застосування для передпосівної обробки насіння суміші МБП Ризобофіт (1,0 л/т) і РРР Стимпо (0,025 л/т) збільшення активності каталази в рослинах нуту відносно контролю I складало 8%.

За самостійного застосування гербіциду Панда в нормах 3,0–5,0 л/га активність каталази у фазі п'яти листків нуту зростала відносно контролю I на 7–15%, за використання гербіциду в таких же нормах на фоні обробки насіння РРР Стимпо (0,025 л/т) – 13–19%, на фоні обробки МБП Ризобофіт (1,0 л/т) – 9–16%, на фоні обробки сумішшю РРР Стимпо і МБП Ризобофіт – 16–25%. За дії норми гербіциду 6,0 л/га рівень активності каталази був дещо нижчим.

Дослідження активності пероксидази у варіантах самостійного використання гербіциду Панда в нормах 3,0–5,0 л/га у фазі п'яти листків культури продемонструвало її зростання відносно контролю I на 10–22%, за внесення цих же норм гербіциду на фоні обробки насіння РРР Стимпо (0,025

л/т) – 18–29%, на фоні використання МБП Ризобофіт (1,0 л/т) – 14–24%, на фоні обробки сумішшю РРР Стимпо (0,025 л/т) і МБП Ризобофіт (1,0 л/т) – 24–35%.

Стосовно активності фермента поліфенолоксидази, то у фазі п'яти листків культури в усіх варіантах дослідження даний фермент демонстрував високу активність, зокрема, за комплексного використання РРР Стимпо (0,025 л/т) з МБП Ризобофіт (1,0 л/т) та внесення по даному фону гербіциду Панда в нормах 3,0–6,0 л/га активність ферменту зростала до контролю I на 17–33%. Дослідження активності ферментів у фазах цвітіння і формування бобів продемонструвало подібну залежність їх активності, яка навіть за норми гербіциду 6,0 л/га перевищувала контрольні показники. Отже, застосування гербіциду на фоні біологічних препаратів у порівнянні із його самостійним внесенням забезпечує зниження негативної дії ксенобіотика на рослини за рівня зростання проходження в рослинах обмінних процесів, обумовлених рослинно-мікробною взаємодією, наслідком якої є покращення умов живлення, росту й розвитку рослин нуту.

Виявлено, що накопичення хлорофілу *a* в листках нуту упродовж вегетації в середньому по дослідженні зростало з фази п'яти листків до фази цвітіння на 30%, з фази цвітіння до фази утворення бобів – 25%. Зменшення вмісту хлорофілу *a* в листках нуту у фазі утворення бобів у порівнянні до попередніх фаз, очевидно, пов'язане зі зниженням інтенсивності проходження в рослинах метаболічних процесів та зі збільшенням площі фотосинтезуючої поверхні, причому найбільш помітним зниження даного показника було на гербіцидному фоні без використання біологічних препаратів.

Накопичення хлорофілу *b* у листках нуту упродовж вегетації проходило найбільш активно на фоні використання МБП Ризобофіту і РРР Стимпо, водночас від фази цвітіння до фази утворення бобів вміст хлорофілу *b* знижувався, що може розглядатися у функціонуванні листкового апарату як пристосувальна ознака за взаємного затінення листків.

Найбільш високий вміст хлорофілів *a* і *b* та їх суми в листках нуту було відмічено за використання гербіциду Панда в нормах 3,0–4,0 л/га на фоні обробки насіння перед сівбою сумішшю РРР Стимпо і МБП Ризобофіт, що в середньому за фазами розвитку культури перевищувало контроль I на 11–16%; 2–9% і 10–14% відповідно. Це може свідчити про створення в даних варіантах досліду найбільш сприятливих умов для проходження фізіолого-біохімічних процесів, у тому числі й фотосинтетичних.

Встановлено, що площа листкового апарату нуту формувалась залежно від застосовуваних норм гербіциду, регулятора росту рослин і мікробного препарату та фаз розвитку культури. Так, активне наростання листкового апарату відмічено від фази п'яти листків до фази цвітіння, від фази цвітіння до фази формування бобів – площа листків зменшувалась, що пов'язано з їх природним відмиранням у нижніх ярусах.

У середньому по досліді найбільша площа листкового апарату нуту формувалась за використання гербіциду Панда в нормах 3,0 і 4,0 л/га по фоні обробки перед сівбою насіння РРР Стимпо і МБП Ризобофіт, де перевищення до контролю I у фазах п'яти листків, цвітіння і утворення бобів складало 50–66%, 40–84% і 47–67% відповідно.

Між площею листкового апарату нуту і його врожайністю встановлено кореляційний зв'язок на рівні $r=0,48$.

З'ясовано, що комплексне використання гербіциду, регулятора росту рослин і мікробного препарату забезпечувало суттєве покращення ростових процесів нуту, що може бути наслідком дії кількох чинників: підвищення фізіолого-біохімічної активності в рослинах з боку дії РРР Стимпо; покращення азотного живлення завдяки дії МБП Ризобофіт; створення оптимальних фітосанітарних умов у посівах у результаті знищення бур'янів гербіцидом.

Встановлено, що чиста продуктивність фотосинтезу (ЧПФ) посівів нуту варіювала як за роками, так і залежно від використання різних норм гербіциду та дії біологічних препаратів. У 2015 р. у період фаз п'яти листків

– цвітіння за дії мікробного препарату Ризобофіт ЧПФ нуту зростала відносно контролю I на 10%, за дії регулятора росту рослин Стимпо (0,025 л/т) – на 15%, за сумісного застосування МБП Ризобофіт (1,0 л/т) і РРР Стимпо (0,025 л/т) – на 23% відповідно. За самостійної дії гербіциду Панда в нормах 3,0; 4,0; 5,0; 6,0 л/га у період фаз п'яти листків–цвітіння ЧПФ посівів нуту зростала відносно контролю I на 24; 47; 26 і 18% відповідно. За комплексного використання для обробки насіння регулятора росту рослин Стимпо (0,025 л/т) і мікробного препарату Ризобофіт (1,0 л/т) та внесення по даному фону гербіциду Панда в нормах 3,0; 4,0; 5,0; 6,0 л/га ЧПФ у посівах нуту у період фаз п'яти листків–цвітіння зростала відносно контролю I на 32; 66; 52 і 38% відповідно.

Аналогічна залежність у формуванні показників ЧПФ простежувалась упродовж наступних років дослідження. У середньому за роки досліджень найвищі показники ЧПФ було відмічено у варіанті застосування гербіциду Панда в нормі 4,0 л/га на фоні обробки насіння перед сівбою РРР Стимпо і МБП Ризобофіт, де перевищення до контролю I складало 65%.

Між показниками чистої продуктивності фотосинтезу і врожайністю посівів нуту встановлено кореляційну залежність на рівні $r=0,51$.

Досліджено, що формування бобово-ризобіального апарату *Cicer arietinum* L. – *Mesorhizobium ciceri* залежало від норм використання гербіциду Панда окремо та на фоні дії МБП Ризобофіт і РРР Стимпо, проте максимальне наростання бульбочок і їх маси простежувалось у фазі цвітіння у варіанті досліду з обробкою перед сівбою насіння МБП Ризобофіт у суміші з РРР Стимпо та за внесення по даному фону гербіциду Панда в нормах 3,0–5,0 л/га, де в середньому за роки досліджень перевищення до контролю I за кількістю бульбочок складало 3,9–5,6 рази, за масою – 2,7–3,2 рази. Формування в даних варіантах досліду найвищих показників бобово-ризобіального апарату *Cicer arietinum* L. – *Mesorhizobium ciceri* обумовлювалось як позитивною дією на рослини МБП і РРР, зокрема завдяки останньому зростали розміри кореневої системи, яка слугує об'єктом

колонізації для симбіотичних бактерій, так і дією даних препаратів на проходження у рослинах фізіолого-біохімічних процесів, якими визначається активність мікробіоти симбіотичного характеру взаємовідносин.

Встановлено, що за самостійної дії гербіциду Панда в нормах 3,0–6,0 л/га загальна чисельність ризосферних бактерій зростала відносно контролю І на 30–47%; за внесення гербіциду в таких же нормах на фоні використання регулятора росту рослин Стимпо (0,025 л/т) – 31–70%, на фоні використання мікробного препарату Ризобофіт (1,0 л/т) – 20–77%, на фоні комплексного використання РРР Стимпо (0,025 л/т) з МБП Ризобофіт (1,0 л/т) – 43–106%.

Дослідження окремих еколого-трофічних груп мікроорганізмів у ризосфері нуту показали, що у середньому за три роки досліджень за дії гербіциду Панда в нормах 3,0–6,0 л/га кількість целюлозолітичних мікроорганізмів зростала на 1–17%, амоніфікувальних – 1–4%, нітрифікувальних – 13–19%, за внесення гербіциду Панда в тих же нормах на фоні використання регулятора росту рослин Стимпо (0,025 л/т) кількість даних груп мікроорганізмів зростала на 18–32%, 4–11% і 13–19%, на фоні комплексного використання регулятора росту рослин Стимпо (0,025 л/т) з мікробним препаратом Ризобофіт (1,0 л/т) – 37–93%, 21–31% і 44–100% відповідно. Зростання чисельності ризосферної мікробіоти може бути пов'язано зі створенням для її розвитку позитивних умов з боку діяльності симбіотичного апарату, завдяки діяльності якого покращувалося живлення рослин, проходження в них фотосинтетичних процесів, а в підсумку – виділення в ризосферу достатньої кількості ексудатів, які слугують живильним середовищем для мікробіоти.

Встановлено, що в середньому за 2015–2017 рр. досліджень за самостійної дії МБП Ризобофіт на 30 добу обліку спостерігалось зростання забур'яненості посівів нуту відносно контролю І на 31%, маси бур'янів на 52%. За дії РРР Стимпо (0,025 л/т) кількість бур'янів збільшувалась до контролю І на 19%, але водночас їх маса знижувалась на 6%. За дії гербіциду в нормах 3,0–6,0 л/га в комбінації з регулятором росту та мікробним

препаратом забур'янення посівів зменшувалось відносно контролю I у середньому на 76–91%, а маса бур'янів – на 75–96%, відповідно. Така тенденція може свідчити про створення за комплексного використання препаратів більш сприятливих умов для проходження в рослинах фізіолого-біохімічних процесів, обумовлених безпосередньою стимулюючою дією на рослини нуту біопрепаратів, за якої зростає рівень біометричних показників культури, що в підсумку підвищує конкурентну здатність до бур'янів.

Доведено, що застосування гербіциду Панда у нормах 4,0–6,0 л/га в комбінації з РРР Стимпо (0,025 л/т) з МБП Ризобофіт (1,0 л/т) у середньому за 2015–2017 рр. сприяло збільшенню врожайності культури на 0,14–0,64 т/га. Позитивна дія даних препаратів на формування урожайності нуту, очевидно, зумовлена сумарною дією на рослини кількох чинників: першого – зниження конкуренції з боку бур'янів за вологу, мінеральне живлення, світло тощо; другого – антистресової, протекторної і стимулювальної дії РРР на фізіолого-біохімічні процеси в рослинах та третьою – дії МБП, який забезпечував підвищення рівня азотного живлення рослин з боку діяльності бульбочкових бактерій. У комплексі це сприяло формуванню рослинами нуту потужного листкового апарату та біомаси, які виступали додатковим чинником у пригніченні в посівах бур'янів та формуванні підвищеної продуктивності посівів.

Встановлено, що сумісне використання МБП Ризобофіт (1,0 л/т) з РРР Стимпо (0,025 л/т) за наступного внесення гербіциду Панда в нормах 3,0 і 4,0 л/га забезпечило максимальне збільшення маси 1000 зерен нуту відносно контролю I – 16 і 46% відповідно, при цьому вміст білка у цих варіантах досліду збільшився в порівнянні до контролю I на 4–7%.

Результати проведеної економічної та енергетичної оцінки використання препаратів показали, що в технології вирощування нуту найбільш економічно вигідним було внесення гербіциду Панда в нормі 4,0 л/га на фоні використання МБП Ризобофіт і РРР Стимпо, де отримано

умовно чистий прибуток у розмірі 12632 грн., що у порівнянні із контролем І більше у 2,3 рази за рентабельності 124%.

Узагальнено, що для проходження біологічних процесів і підвищення продуктивності посівів нуту в умовах Правобережного Лісостепу України його насіння перед сівбою доцільно обробляти сумішшю мікробного препарату на основі симбіотичних бактерій *Mesorhizobium Ciceri* з титром життєздатних клітин не менше $4,0 \cdot 10^9$ КУО/мл (Ризобофіт, р.; аналог Ризоактив Бобові марка Р, р.) у нормі 1,0 л/т, регулятора росту рослин Стимпо, в. с. р. у нормі 0,025 л/т та вносити по даному фону для боротьби з бур'янами гербіцид Панда к. е. у нормі 4,0 л/га.

Ключові слова: біологічне обґрунтування, гербіцид, регулятор росту рослин, мікробний препарат, комплексне застосування, нут.

СПИСОК НАУКОВИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Праці, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації:

1. Карпенко В. П., Коробко О. О. Вплив гербіциду і біологічних препаратів на забур'яненість і густоту посівів нуту. Вісник Полтавської державної аграрної академії. Полтава. 2018. №4. С. 51–56.

2. Карпенко В. П., Коробко О. О. Вплив гербіциду і біологічних препаратів на динаміку вмісту хлорофілів у листках нуту. Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва. Умань. 2018. №93(1). С. 47–55.

3. Карпенко В. П., Коробко О. О. Вплив біологічно активних речовин на ростові процеси рослин нуту в умовах Правобережного Лісостепу України. Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка. 2018. №29. С. 17–24.

4. Карпенко В. П., Коробко О. О. Продуктивність нуту за впливу гербіциду і біологічних препаратів. Вісник Уманського національного університету садівництва. Умань. 2018. №2. С. 64–67.

5. Карпенко В. П., Коробко О. О. Вплив гербіциду і біологічних препаратів на фотосинтетичну продуктивність і врожайність нуту. Вісник Миколаївського національного університету. Миколаїв. 2018. №4(100). С. 48–54.

Праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:

6. Карпенко В. П., Коробко О. О. Елементи біологізованої технології вирощування нуту. Рекомендації виробництву. Черкаси: Видавництво «Брама-Україна». 2019. 24 с.

7. Карпенко В. П., Коробко О. О. Перспективи застосування біологічно активних речовин при вирощуванні нуту. Зб. наук. праць Міжн. наук.-практ. конф., "Селекція, насінництво, технології вирощування круп'яних та інших сільськогосподарських культур: досягнення і перспективи" ПДТУ (м. Кам'янець-Подільський. 25–26 квітня 2016 р.). Тернопіль: Крок. 2016. С. 240–242.

8. Коробко О. О. Агроекологічне обґрунтування використання гербіцидів в посівах нуту. Зб. наук. праць Всеукраїнської наук.-практ. конф. молодих вчених, "Актуальні проблеми природничих та гуманітарних наук у дослідженнях молодих учених" ЧНУ ім. Б. Хмельницького (м. Черкаси. 27–28 квітня 2017 р.) Черкаси. 2017. С. 126–128.

9. Коробко О. О. Агроекологічне обґрунтування використання гербіцидів та регуляторів росту в посівах нуту. Зб. наук. праць Міжн. наук.-практ. конф., "Актуальні питання сучасних технологій вирощування сільськогосподарських культур в умовах змін клімату" ПДТУ (м. Кам'янець-подільський. 15–16 червня 2017 р.). Тернопіль: Крок. 2017. С. 105–107.

10. Коробко О. О. Вплив біологічно активних речовин на ріст і розвиток рослин нуту в умовах Правобережного Лісостепу України. Зб. наук. праць Міжн. наук.-практ. конф., 2018, "Національне виробництво й економіка в умовах реформування: стан і перспективи інноваційного розвитку та міжрегіональної інтеграції" ПДТУ (м. Кам'янець-Подільський. 31 жовтня 2018 р.). Тернопіль: Крок. 2018. С. 58–60.

11. Карпенко В. П., Коробко О. О. Формування продуктивності нуту за дії гербіциду, регулятора росту рослин і мікробного препарату. Зб. наук. праць Всеукраїнської наук. конф. молодих учених, ЧНУ ім. Б. Хмельницького. "Актуальні проблеми природничих і гуманітарних наук у дослідженнях молодих вчених" (м. Черкаси, 16 травня 2019 р.) Черкаси. 2019. С. 145–146.

12. Карпенко В. П., Коробко О. О. Вплив гербіциду і біологічних препаратів на забур'яненість посівів нуту. Зб. наук. праць Всеукраїнської наук.-практ. конф. "Генетика і селекція у сучасному агрокомплексі". (м. Умань. 26 червня 2019 р.). Уманський НУС. Умань. 2019. С. 115–116.

ANNOTATION

Korobko O.O. Biological substantiation of herbicide`s application, plant growth regulator and microbial preparation in chickpea crops in the conditions of the Right Bank Forest Steppe of Ukraine. – Qualifying paper on the rights of the manuscript.

Thesis for a Candidate Degree in Agricultural Sciences, specialty 03.00.12 – Plant Physiology. – Uman National University of Horticulture. Uman. 2019.

The relevance of the topic is substantiated in the thesis, the purpose and task are formulated, the object and subject of the research are defined, the scientific novelty and practical significance of the obtained results are highlighted. The results of long-term scientific researches of domestic and foreign authors on the herbicides` influence of different chemical classes and plant growth regulators, microbial preparations, introduced separately and in combination, analyzed on the biological processes in crops, including chickpea crops and microbiological processes in the soil. The influence of herbicides, plant growth regulators and microbial agents on crop formation, its quality and cost-effectiveness of growing leguminous crops are considered.

Generalized from facts of a thorough analysis of literary sources, the necessity of further research in the direction of solving the problem of herbicide`s

complex action, plant growth regulator and microbial preparation on physiological, biochemical and other processes in chickpea depending on the soil and climatic conditions, which determined the main areas of research to the topic of the thesis.

The work was carried out during 2015–2017 under the conditions of the research field of the training and production department of Uman National University of Horticulture, located in Mankivka natural-agricultural district of the Middle Dnieper-Buh district of the Forest Steppe Right Bank province of Ukraine.

The experiments investigated the soil herbicide Panda (Pendimethalin, 330 g/l), plant growth regulator (PGR) Stimpo, (modified active ingredient of plant growth regulator Emistim C – 1,0 g/l, the complex of biogenic trace elements - 0,014 g/l + Aversectin C – a natural complex consisting of 8 individual avermectins – 0,01 g/l) and microbial preparation (MBP) Rizobofit (analogue of RizoaktivLegumes P, r., bulbus bacteria of the genus *Rhizobium* (*Mesorhizobium ciceri* L.), the titre of viable cells is not less than $4,0 \cdot 10^9$ CFU / ml aalendrin).

Panda herbicide was found to be 3,0; 4,0; 5,0 and 6,0 l/ha separately and against the background of Stimpo (0,025 l/t) and MBP Rizobofit (1,0 l/t), caused an increase in the activity of individual antioxidant enzymes of the class of oxidoreductases in chickpea plants with possible growth level of detoxification processes. On average, over the three years of the study, with the independent action of MBP Rizobofit (1,0 l/t) and PGR Stimpo (0,025 l/t) in the phase of five leaves of culture, the activity of catalase relative to control I by 1–3% was observed. In the case of the application of pre-sowing seeds of a mixture of MBP Rizobofit (1,0 l/t) and PGR Stimpo (0,025 l/t) increase in the activity of catalase in chickpea plants relative to control I was 8%.

With self-application of herbicide Panda at 3,0–5,0 l/ha the catalase activity in the phase of five chickpeas increased relative to control I by 7–15%, for the use of the herbicide in the same norms against the background of PGR Stimpo treating seeds (0,025 l/t) – 13–19%, on the background of MBP Rizobofit processing (1,0 l/t) – 9–16%, on the background of a mixture treating of PGR Stimpo and MBP

Rizobofit – 16–25%. Due to the action of the herbicide norm of 6,0 l/ha, the level of catalase activity was somewhat lower.

A study of peroxidase activity in Panda herbicide self-application variants of 3,0–5,0 l/ha in the phase of five leaves of the crop showed a 10–22% increase in control relative to control I, by introducing the same herbicide norms against seeds treating PGR Stimpo (0,025 l/t) – 18–29%, against the background of using Rizobofit MBP (1,0 l/t) - 14–24%, against the background of a mixture treating PGR Stimpo (0,025 l/t) and MBP Rizobofit (1,0 l/t) – 24-35%.

Regarding the activity of the enzyme polyphenol oxidase, in the phase of five leaves of culture in all variants of the experiment, this enzyme showed high activity, in particular, with the complex use of PGR Stimpo (0,025 l/t) with MBP Rizobofit (1,0 l/t) and given the background of the herbicide Panda at the rate of 3,0–6,0 l/ha enzyme activity increased to control I by 17–33%. The study of enzyme activity in the flowering and bean phases showed a similar dependence of their activity, which even exceeded the control values at the herbicide norms of 6,0 l/ha. Therefore, the application of herbicide against the background of biological preparations in comparison with its own application provides a reduction of the negative effect of xenobiotic on plants at the level of passage growth in plants of metabolic processes, which result in improving the nutrition, growth and development of chickpea plants.

It was found that the accumulation of chlorophyll *a* in the chickpea during the growing season increased, on average, from a phase of five leaves to a flowering phase of 30%, from a flowering phase to a bean formation phase of 25%. The decrease in the content of chlorophyll *a* in the chickpea leaves in the phase of beans formation compared with the previous phases, apparently, is associated with a decrease in the intensity of passage in plants of metabolic processes and an increase in the area of photosynthetic surface, with the most noticeable decrease of this indicator was on the use of herbicidal background aalendrin.

The accumulation of chlorophyll *b* in the chickpea leaves during the growing season was the most active against the background of the MBP Rizobofit use and

PGR Stimpo, while at the same time from the flowering phase to the formation of beans chlorophyll *b* content decreased, which may be considered in the functioning of the leaf apparatus as an adaptive feature.

The highest content of chlorophylls *a* and *b* and their sum in chickpea leaves was noted for the use of Panda herbicide at 3,0–4,0 l/ha against seeds treating before sowing with a mixture of PGR Stimpo and MBP Rizobofit, which averages the development stages of culture exceeded control I by 11–16%; 2–9% and 10–14% respectively. This may indicate the creation in these variants of the experience of the most favorable conditions for the passage of physiological and biochemical processes, including photosynthetic.

It was established that the area of the chickpea leaf apparatus was formed depending on the applied norms of the herbicide, plant growth regulator and microbial preparation and phases of culture development. Thus, the active growth of the leaf blossom was noted from the five leaves phase to the flowering phase, from the flowering phase to the bean formation phase – the leaf area decreased, which was due to their natural extinction in the lower tiers.

On average, the largest area of the chickpea leaf apparatus was formed by the use of Panda herbicide at 3,0 and 4,0 l/ha against the background of sowing treating of PGR Stimpo and MBP Rizobofit seeds, where the excess to control I in the five leaves phases, flowering and bean formation was exceeded to 50–66%, 40–84% and 47–67% respectively.

A correlation relationship of $r = 0,48$ was established between the area of the chickpea leaf apparatus and its yield.

It was distinguished that the combined use of herbicide, plant growth regulator and microbial preparation provided a significant improvement in the growth of chickpea, which may be due to several factors: increasing of physiological and biochemical activity in plants by the action of PGR Stimpo; improving nitrogen nutrition through the action of Rizobofit MBP; the creation of optimal phytosanitary conditions in crops as a result of the destruction of weeds by herbicide.

It was found that the net productivity of photosynthesis (NPPh) of chickpea crops varied both over the years and depending on the use of different herbicide norms and the effects of biological agents. In 2015, during the phase of five leaves - flowering under the action of the microbial preparation Rizobofit, the NPPh chickpea grew relative to control I by 10%, under the actions of the plant growth regulator Stimpo (0,025 l/t) – by 15%, with the joint application of MBP Rizobofit (1,0 l/t) and PGP Stimpo (0,025 l/t) – by 23% respectively. For individual action of Panda herbicide in norms 3,0; 4,0; 5,0; 6,0 l/ha during the phase of five leaves – flowering NPPh of chickpeas increased relative to control I by 24; 47; 26 and 18%, respectively. For complex use for seed treating of plant growth regulator Stimpo (0,025 l/t) and microbial preparation Rizobofit (1,0 l/t) and application on this background of Panda herbicide in norms 3,0; 4,0; 5,0; 6,0 l/h NPPh in the chickpea crops during the five leaves-flowering phase increased relative to control I by 32; 66; 52 and 38% respectively.

A similar dependence in the formation of the NPPh indicators was observed during the following years of the study. On average, during the years of research, the highest NPPh values were observed in the application of Panda herbicide 4,0 l/ha against the background of seeds treating before sowing PGR Stimpo and MBP Rizobofit, where the excess to control I was 65%.

There was a correlation between $r = 0,51$ between the indices of net photosynthesis productivity and the yield of chickpea crops.

Formation of the bean-rhizobial apparatus *Cicer arietinum* L. – *Mesorhizobium ciceri* was investigated depending on the norms of Panda herbicide use separately and against the background of MBP Rizobofit and PGR Stimpo, however, the maximum increase of the tubers and their mass was observed in the blossoming phase during the blossoming phase MBP seeds Rizobofit mixed with PGR Stimpo and for the application of Panda herbicide at the rate of 3,0–5,0 l/ha, where the average for the years of research exceedance to control I and number of bulbus was 3,9–5,6 times, by weight – 2,7–3,2 times. Formation in these variants of the experiment of the highest indices of legume-rhizobial apparatus *Cicer*

arietinum L. – *Mesorhizobium ciceri* was conditioned as a positive effect on MBP and PGR plants, in particular due to the latter the size of the root system, which serves as a subject of colonization for the symbiotic bacterium, was increased and the preparations for the passage in plants of physiological-biochemical processes, which determine the activity of the microbiota of symbiotic nature of relationships.

It was found that with the individual action of Panda herbicide in the norms of 3,0–6,0 l/ha, the total number of rhizospheric bacteria increased relative to control I by 30–47%; for application of the herbicide in the same norms against the background of the use of the plant growth regulator Stimpo (0,025 l/t) – 31–70%, against the background of the microbial preparation Rhizobofit use (1,0 l/t) – 20–77%, against the background of complex use PGR Stimpo (0,025 l/t) with MBP Risobofit (1,0 l/t) – 43–106%.

Studies of selected ecologo-trophic groups of microorganisms in the chickpea rhizosphere have shown that, on average, over the three years of studies with Panda herbicide at 3,0–6,0 l/ha, the number of cellulolytic microorganisms increased by 1–17%, and of ammonia – 1–4 %, nitrifying – 13–19%, for the application of Panda herbicide in the same standards against the use of the plant growth regulator Stimpo (0,025 l/t) the number of these groups of microorganisms increased by 18–32%, 4–11% and 13–19%, against the background of the complex use of the plant growth regulator Stimpo (0,025 l/t) with a microbial preparation rhizobophyte volume (1,0 l/t) – 37–93%, 21–31% and 44–100% respectively. The increase in the number of rhizospheric microbiota may be associated with the creation of positive conditions for its development by the activity of the symbiotic apparatus, due to the activity of which improved the nutrition of plants, the passage of photosynthetic processes and ultimately – the allocation of a sufficient number of exudates in the rhizosphere, which serve for microbiota.

The article depicts that, for the period of 2015–2017, studies on the self-action of MBP Risobofit for 30 days of accounting showed an increase of weediness of chickpea crops relative to control I by 31%, weeds by 52%. The PGR Stimpo action (0,025 l/t) increased weed control by 19%, but at the same time

reduced its mass by 6%. Due to the herbicide action in the norms of 3,0–6,0 l/ha in combination with the growth regulator and the microbial preparation, the weediness of crops decreased relative to control I by 76–91% on average, and the weight of weeds – by 75–96%, respectively. This tendency may indicate the creation of more favorable conditions for the passage in plants of physiological and biochemical processes, due to the direct stimulating effect on the chickpea plants of biological products, which increases the biometric indices of the crop, which ultimately increases the competitive ability.

It was proved that the use of Panda herbicide at 4,0–6,0 l/ha in combination with Stimpo PGR (0,025 l/t) with Rizobofit MBP (1,0 l/t) averaged over 2015–2017 years increased crop yields at 0,14–0,64 t/ha. The positive effect of these alendrin on the formation of increased chickpeas yield, apparently, is due to the total effect on the plants of several factors: the first is the reduction of competition from weeds for moisture, mineral nutrition, light, etc.; the second – anti-stress, protective and stimulating effects of PGR on physiological and biochemical processes in plants and the third – the action of MBP, which provided an increase in the level of nitrogen nutrition of plants by the activity of bulbus bacteria. In the complex, it promoted the formation of powerful chickpea and biomass chickpeas, which acted as an additional factor in suppressing weeds and forming improved crop productivity.

It was found that the joint use of MBP Rizobofit (1,0 l/t) with PGR Stimpo (0,025 l/t) with subsequent application of Panda herbicide in the norms of 3,0 and 4,0 l/ha resulted in the maximum increase in weight of 1000 chickpeas relative to the control I – 16 and 46%, respectively, with protein content in these variants of the experiment increased compared to control I by 4–7%.

The results of the economic and energy evaluation of the alendrin use showed that in the technology of chickpea cultivation the most economically advantageous was the application of Panda herbicide at a rate of 4,0 l/ha against the use of MBP Rizobofit and PGR Stimpo, which received a relatively net profit

of 12632 UAH. which is 2,3 times more than control I, with a profitability of 124%.

It is generalized that in order to undergo biological processes and increase productivity of chickpea crops in the conditions of the Right Bank Forest Steppe of Ukraine, it is expedient to treat its seeds before sowing with a mixture of microbial preparation on the basis of symbiotic bacteria *Mesorhizobium Siceri* analogue Rizoaktiv Legumes brand P, r.) in the rate of 1,0 l/t, plant growth regulator Stimpo, in average of 0,025 l/t and apply a Panda herbicide of 4,0 l/ha to this background against the weeds.

Key words: biological substantiation, herbicide, plant growth regulator, microbial preparation, complex application, chickpea.

SUMMARY

LIST OF SCIENTIFIC PAPERS ON THE TOPIC OF DISSERTATION

Papers to publish major scientific results of this thesis paper:

1.Karpenko V. P., Korobko O. O. Influence of herbicide and biological preparations on weediness and density of chickpea crops. Bulletin of the Poltava State Agrarian Academy. Poltava. №4. 2018. P. 51–56.

2.Karpenko V. P., Korobko O. O. Influence of herbicide and biological preparations on the dynamics of chlorophyll content in chickpea leaves. Proceedings of the Uman National University of Horticulture. Uman. 2018. №93(1). P. 47–55

3. Karpenko V. P., Korobko O. O. Influence of biologically active substances on the growth processes of chickpea plants in the conditions of the Right-bank Forest Steppe of Ukraine. Podilskyi Herald: Agriculture, Technology, Economics. 2018. №29. P. 17–24.

4.Karpenko V. P., Korobko O. O. Chickpea productivity under the influence of herbicide and biological products. Bulletin of the Uman National University of Horticulture. Uman. 2018. №2. P. 15.

5. Karpenko V. P., Korobko O. O. Influence of herbicide and biological preparations on photosynthetic productivity and yield of chickpeas. Bulletin of the Nikolaev National University. Mykolaiv. №4(100). 2018. P. 48–54.

Papers proving this thesis paper materials validation:

6. Karpenko V. P., Korobko O. O. Elements of biologys technology of growing of chickpea. Recommending to a production. Cherkasy: Publishing house «Gates-Ukraine». 2019. 24 c.

7. Karpenko V. P., Korobko O. O. Prospects for the use of biologically active substances in the cultivation of chickpeas. Coll. Sciences. vs. Int. Research Practice conf., "Breeding, seed production, technologies of cultivation of cereals and other crops: achievements and prospects" PDTU (Kamyanets-Podilsky. April 25–26, 2016). Ternopil: Step. 2016. P. 240–242.

8. Korobko O. O. Agroecological substantiation of the use of herbicides in chickpea crops. Coll. Sciences. works of the All-Ukrainian Sciences.-Pract. Conf. young scientists, "Actual problems of natural sciences and humanities in research of young scientists" B Khmelnytsky (Cherkasy. April 27–28, 2017). Cherkasy. 2017. P. 126–128.

9. Korobko O. O. Agroecological substantiation of the use of herbicides and growth regulators in chickpea crops. Coll. Sciences. vs. Int. Research Practice Conf., "Actual problems of modern technologies of growing of agricultural cultures are in the conditions of changes of climate" PDTU (Kamyanets-Podilsky. June 15–16, 2017). Ternopil: Step. 2017. P. 105–107.

10. Korobko O. O. Influence of biologically active substances on the growth and development of chickpea plants in the conditions of the Right-bank Forest Steppe of Ukraine. Coll. Sciences. vs. Int. Research Practice Conf., 2018, "National Production and Economy in Reforming: the State and Prospects of Innovative Development and Interregional Integration" PDTU (Kamianets-Podilskyi, October 31, 2018). Ternopil: Step. 2018. P. 58–60.

11. Karpenko V. P., Korobko O. O. Formation of chickpea productivity by the action of herbicide, plant growth regulator and microbial preparation. Coll.

Sciences. works of All-Ukrainian Sciences. Conf. young scientists, ChNU them. Khmel'nitsky. "Actual Problems of Natural Sciences and Humanities in Young Scientists Research" (Cherkasy, May 16, 2019) Cherkasy. 2019. P. 145–146.

12. Karpenko V. P., Korobko O. O. Effect of herbicide and biologicals on weediness of chickpea crops. Coll. Sciences. works of the All-Ukrainian Sciences.-Pract. Conf. "Genetics and Breeding in Modern Agro Complex". (Uman, June 26, 2019). Uman NUS. Uman. 2019. P. 115–116.

УМОВНІ ПОЗНАЧЕННЯ

- АФК – активна форма кисню
БАР – біологічно активна речовина
в.с.р – водно-спиртовий розчин
д.р. – діюча речовина
ДНК – дезоксирибонуклеїнова кислота
к.е. – концентрат емульсії
КУО – колонієутворююча одиниця
МБП – мікробний препарат
МПА – м'ясопептонний агар
МПБ – м'ясопептонний бульйон
ПОЛ – пероксидне окиснення ліпідів
РРР – регулятор росту рослин
ФАР – фотосинтетично активна радіація
ЧПФ – чиста продуктивність фотосинтезу

ЗМІСТ

ВСТУП	24
РОЗДІЛ 1. БІОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ В РОСЛИНАХ І В ҐРУНТІ ЗА ДІЇ ФІЗІОЛОГІЧНО АКТИВНИХ РЕЧОВИН ТА ЇХНІЙ ВПЛИВ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ ПОСІВІВ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР, У ТОМУ ЧИСЛІ Й НУТУ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)	32
1.1. Фізіолого-біохімічні зміни в рослинах за роздільного та інтегрованого застосування гербіцидів, регуляторів росту рослин і мікробних препаратів.....	32
1.2. Функціонування бобово-ризобіального апарату і мікробіоти ґрунту за дії хімічних і біологічних препаратів.....	40
1.3. Ефективність застосування гербіцидів, регуляторів росту рослин і мікробних препаратів у посівах зернобобових культур, у тому числі й нуту.....	46
РОЗДІЛ 2. УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ	52
2.1. Місце, агрокліматичні та погодні умови проведення дослідження.....	52
2.2. Схема дослідження і методика виконання досліджень.....	59
РОЗДІЛ 3. ВПЛИВ ГЕРБІЦИДУ, РЕГУЛЯТОРА РОСТУ РОСЛИН І МІКРОБНОГО ПРЕПАРАТУ НА ПРОХОДЖЕННЯ ФІЗІОЛОГО-БІОХІМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ У РОСЛИНАХ НУТУ	66
3.1. Активність антиоксидантних ферментів.....	66
3.2. Накопичення хлорофілів.....	85
3.3. Формування площі листкового апарату.....	98
3.4. Динаміка ростових процесів.....	108
3.5. Чиста продуктивність фотосинтезу.....	122
РОЗДІЛ 4. БОБОВО-РИЗОБІАЛЬНИЙ АПАРАТ "<i>CICER ARIETINUM</i> L. – <i>MESORHIZOBIUM CICERI</i>" ТА АКТИВНІСТЬ МІКРОБІОТИ	

РИЗОСФЕРИ НУТУ ЗА ДІЇ ГЕРБІЦИДУ, РЕГУЛЯТОРА РОСТУ РОСЛИН І МІКРОБНОГО ПРЕПАРАТУ.....	131
4.1. Формування бобово-ризобіального апарату.....	131
4.3. Чисельність окремих груп мікробіоти.....	137
РОЗДІЛ 5. ЗАБУР'ЯНЕНІСТЬ ПОСІВІВ НУТУ ЗА ДІЇ ГЕРБІЦИДУ, РЕГУЛЯТОРА РОСТУ РОСЛИН І МІКРОБНОГО ПРЕПАРАТУ.....	147
РОЗДІЛ 6. ЕКОНОМІЧНА Й ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ НУТУ ЗА ДІЇ ГЕРБІЦИДУ, РЕГУЛЯТОРА РОСТУ РОСЛИН І МІКРОБНОГО ПРЕПАРАТУ.....	154
6.1. Урожайність і якість зерна.....	154
6.2. Економічна та енергетична ефективність застосування препаратів.....	162
ВИСНОВКИ.....	168
РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ.....	171
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	172
ДОДАТКИ.....	196

ВСТУП

Сучасна концепція збалансованого розвитку агроєкосистем в Україні передбачає максимальну реалізацію потенціалу природних ресурсів [1]. У цьому аспекті все більш актуальними стають біологічні фактори підвищення врожайності рослин і збереження родючості ґрунтів, серед яких – збільшення частки посівів бобових і зернобобових культур як важливого чинника в покращенні азотного балансу ґрунтів за рахунок азотфіксувальної діяльності бобово-ризобіального апарату [2–4].

Саме бобові культури, поряд із забезпеченням цінними харчовими продуктами і кормами, відіграють виняткове значення у фітомеліорації, ремідації та фітосанітарному очищенні ґрунтів, зниженні енерговитрат у рослинництві. Відмітні риси зернобобових культур – недетермінантний тип росту і здатність до азотфіксації у симбіозі з бульбочковими бактеріями. Однак, поряд з очевидними перевагами, у зернобобових є і недоліки. Їхня врожайність нижча, ніж зернових культур. Також вони є чутливішими до хвороб, шкідників і бур'янів, які значно знижують їхню врожайність. У науковому плані ці культури також є менш вивченими порівняно з зерновими, хоча в ХІХ ст. багато видатних відкриттів було зроблено саме з використанням в якості об'єкта дослідження бобових рослин: встановлення Г. І. Менделем законів успадкування на горосі, отримання В. Л. Йогансенем чистих ліній у квасолі та інші [5].

У ХХ ст. значення зернобобових культур в сільськогосподарському виробництві поступово знизилося, чому сприяло збільшення виробництва мінеральних добрив, пестицидів та інших агрохімікатів, які визначили шлях розвитку сільського господарства на індустріальній основі [6]. Це дозволило отримувати високі врожаї зернових культур і вирощувати їх як монокультуру. Проте у ХХІ ст. екологічні, біологічні і біодинамічні напрямки сільськогосподарського виробництва передбачають використання бобових культур в якості підтримувачів і поліпшувачів родючості ґрунтів за

одночасного формування врожаю за рахунок фіксації атмосферного азоту. Зважаючи на це, Генеральною Асамблеєю ООН 2016 рік був оголошений "Міжнародним роком зернобобових", що мало б сприяти підвищенню обізнаності стосовно бобових культур, зростанню їхнього виробництва і товарообігу, заохоченню до нових і більш раціональних методів їхнього використання у харчуванні [6].

Актуальність теми. До нинішнього часу в Україні пріоритетність серед зернобобових культур простежувалась за соєю і горохом. Проте, зазначені культури мають низку агротехнічних переваг і недоліків, серед останніх необхідно виділити запізнелі строки збирання сої, що робить її малосприятливим попередником для озимих культур та досить високу вимогливість гороху до вологи, схильність до вилягання та складнощі під час збирання [7].

На противагу цим культурам високою агротехнічністю, посухостійкістю й технологічністю в збиранні відзначається нут. Як культура симбіотичного характеру взаємовідносин з мікроорганізмами він здатний накопичувати 80–130 кг/га азоту [8] та залишає на кожному гектарі пожнивні рештки, еквівалентні 15–20 т перегною [9, 10].

В останні роки площі під нутом в Україні коливалися від 50 до 70 тис. га [11], проте їх розширення стримується недостатньою вивченістю біології культури і технології вирощування [7]. Особливе значення в розробленні технологій вирощування нуту займають гербіциди, оскільки дана культура є чутливою до забур'яненості посівів, особливо на ранніх етапах органогенезу [10]. Але, водночас, ці хімічні сполуки здатні негативно впливати як на агроценози, так і на природне середовище, що обмежує використання зерна нуту в харчуванні, в тому числі й дієтичному. Зважаючи на це, актуальним є пошук шляхів зниження негативної дії хімічних речовин на посіви культури, серед яких слід виокремити часткову заміну останніх на біологічні препарати природного походження – мікробні та з рістрегулювальною дією.

Дослідження науковців Н. А. Ламана, 2005; Е. І. Кошкіна, 2005; К. В. Новожилова, 2005; В. П. Деєвої, 2008; З. М. Грицаєнко, 2011; В. П. Карпенка, 2012; С. В. Пиди, 2012; С. М. Каленської, 2015; В. І. Січкара, 2016 засвідчують чітку залежність і позитивний вплив біологічних препаратів на проходження основних фізіологічних процесів у рослинах і мікробіологічних – у ґрунті, що в цілому сприяє формуванню високої продуктивності посівів. Проте, в посівах нуту комплексна дія гербіцидів, регуляторів росту рослин та мікробних препаратів не вивчалася. У зв'язку з цим, актуальним є вирішення завдання біологічного обґрунтування застосування гербіциду, регулятора росту рослин і мікробного препарату в посівах нуту, що дозволить рекомендувати виробництву ефективне поєднання препаратів з мінімальним хімічним навантаженням на агробіоценози, за якого технологія вирощування культури забезпечуватиме одержання врожаїв високої якості.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. В основу дисертації покладені результати наукової роботи автора, що виконувалась упродовж 2015–2017 років і була складовою частиною тематики досліджень кафедри біології Уманського НУС "Розробка новітніх технологій виробництва зернових культур в сівозміні при застосуванні гербіцидів, рістрегулюючих речовин і мікробіологічних препаратів "(номер державної реєстрації 0105U00560), що входить у Програму наукових досліджень Уманського національного університету садівництва "Оптимізація використання природного і ресурсного потенціалу агроecosystem Правобережного Лісостепу України" (номер державної реєстрації 0116U003207).

Мета і завдання дослідження. Мета дослідження – з'ясувати вплив різних норм гербіциду Панда, внесених окремо і по фоні обробки насіння перед сівбою біологічними препаратами – регулятором росту рослин Стимпо і мікробним препаратом Ризобофіт, на проходження основних фізіолого-біохімічних процесів у рослинах нуту та мікробіологічних – у ґрунті і на цій основі розробити і запропонувати виробництву науково обґрунтовані заходи

з комплексного використання гербіциду й біологічних препаратів, які б забезпечували формування високої продуктивності посівів і якісного зерна.

Для досягнення поставленої мети передбачалося вирішити наступні завдання:

– дослідити активність основних ферментів антиоксидантної системи рослин нуту за роздільної та комбінованої дії гербіциду й біологічних препаратів;

– встановити вплив гербіциду, регулятора росту рослин і мікробного препарату на накопичення хлорофілів *a* і *b* і їх суми в листках нуту;

– з'ясувати особливості формування площі листкового апарату й проходження ростових процесів нуту за дії досліджуваних препаратів;

– дослідити чисту продуктивність фотосинтезу посівів нуту на фоні застосування регулятора росту рослин, мікробного препарату і гербіциду;

– вивчити особливості формування бобово-ризобіального апарату *Cicer arietinum* L. – *Mesorhizobium ciceri* залежно від застосування гербіциду, регулятора росту рослин і мікробного препарату;

– з'ясувати дію досліджуваних препаратів на формування й функціонування основних ризосферних угруповань мікробіоти нуту;

– встановити особливості забур'янення посівів нуту за роздільного та поєднаного застосування регулятора росту рослин, мікробного препарату й гербіциду;

– провести аналіз урожайності нуту і його якості за дії гербіциду, регулятора росту рослин і мікробного препарату;

– дати економічне й енергетичне обґрунтування роздільному й комплексному застосуванню досліджуваних препаратів у посівах нуту.

Об'єкт дослідження – фізіолого-біохімічні процеси в рослинах нуту, мікробіологічні – в ґрунті, продуктивність посівів нуту за використання

гербициду Панда, регулятора росту рослин Стимпо і мікробного препарату Ризобофіт.

Предмет дослідження – сорт нуту Пам'ять, гербицид Панда, регулятор росту рослин Стимпо та мікробіологічний препарат Ризобофіт.

Методи дослідження – у роботі застосовували загальнонаукові (аналіз, синтез, дедукція, індукція, абстрагування, узагальнення) та спеціальні методи досліджень: польовий – закладання дослідів у польових умовах для з'ясування достовірності впливу досліджуваних факторів; лабораторний – дослідження фізіолого-біохімічних, морфологічних та мікробіологічних кількісних і якісних змін у рослинах і ґрунті;

– математично-статистичні – для оцінки достовірності отриманих результатів, з'ясування залежностей між досліджуваними показниками; економіко-математичний – для встановлення економічної та енергетичної ефективності використання препаратів.

Наукова новизна одержаних результатів. Наукова новизна роботи полягає в обґрунтуванні фізіолого-біохімічних, мікробіологічних та продукційних змін у рослинах нуту і ґрунті за дії різних норм гербициду і біологічних препаратів.

В умовах Правобережного Лісостепу України вперше: встановлено, що використання гербициду Панда в нормах 3,0–6,0 л/га по фоні обробки насіння нуту регулятором росту рослин Стимпо 0,025 л/т і мікробним препаратом Ризобофіт 1,0 л/т істотно впливає на проходження основних фізіологічних процесів у рослинах нуту, що проявляється у зростанні на 3–55% активності антиоксидантних ферментів класу оксидоредуктаз – каталази, пероксидази і поліфенолоксидази; виявлено закономірності накопичення хлорофілів *a* і *b* та їх суми у рослинах нуту за використання регулятора росту рослин Стимпо, мікробного препарату Ризобофіт і різних норм гербициду Панда; відзначено особливості формування листкового апарату та досліджено чисту продуктивність фотосинтезу посівів на фоні застосування регулятора росту рослин, мікробного препарату та гербициду;

доведено, що найвища активність проходження основних фізіолого-біохімічних процесів у рослинах нуту простежується за використання гербіциду Панда у нормах 3,0 і 4,0 л/га на фоні обробки насіння перед сівбою регулятором росту рослин Стимпо у нормі 0,025 л/т і мікробним препаратом Ризобофит у нормі 1,0 л/т; доведено, що гербіцид Панда у нормах 3,0 і 4,0 л/га на фоні передпосівної обробки насіння регулятором росту рослин Стимпо у нормі 0,025 л/т і мікробним препаратом Ризобофит у нормі 1,0 л/т забезпечує формування оптимального за функціонуванням бобово-ризобіального апарату *Cicer arietinum* L. – *Mesorhizobium ciceri*, на фоні активізації діяльності якого на 24–100% зростає чисельність основних мікробних угруповань ризосфери нуту; дістала подальшого розвитку низка питань стосовно формування забур'яненості посівів, урожайності та якості зерна нуту, економічної й енергетичної ефективності вирощування культури залежно від впливу на фізіолого-біохімічний і мікробіологічний стан посівів гербіциду, регулятора росту рослин і мікробного препарату; випробувана модель комплексного використання гербіциду, регулятора росту рослин і мікробного препарату в посівах нуту може бути використана для розробки подібних комплексів у технологіях вирощування інших зернобобових культур.

Практичне значення одержаних результатів. За результатами експериментальних досліджень доведена можливість комплексного застосування в посівах нуту гербіциду, регулятора росту рослин і мікробного препарату з метою підвищення продуктивності посівів і покращення якості зерна. Науково обґрунтовані результати дослідження пройшли виробничу перевірку в умовах приватного сільськогосподарського підприємства "Еліт" (с. Нерубайка, Новоархангельського району, Кіровоградської області, акт впровадження від 10 жовтня 2018 р.) на площі 21 га та на базі сільськогосподарського товариства з обмеженою відповідальністю "Іскра" (с. Нечаєво, Шполянського району, Черкаської області, акт впровадження від 7

листопада 2018 р.) на площі 5 га, де забезпечили отримання високого економічного прибутку.

Матеріали дисертаційної роботи використано при написанні рекомендацій виробництву "Елементи біологізованої технології вирощування нуту" та апробовані під час викладання дисциплін Фізіологія рослин, "Біологія" в Уманському національному університеті садівництва та Фізіологія і біохімія рослин, Агробіоценологія з основами агроєкології, Агробіологічні та економічні основи сільського господарства в Черкаському національному університеті ім. Б. Хмельницького.

Особистий внесок здобувача полягає у самостійному опрацюванні наукової літератури за темою дисертації, оволодінні необхідними методиками досліджень, виконанні польових, лабораторних досліджень, узагальненні отриманих результатів, формуванні основних положень дисертаційної роботи, написанні наукових статей та впровадженні результатів досліджень у виробництво.

Апробація результатів дисертації. Основні положення дисертації щорічно доповідались і обговорювались на засіданнях кафедри біології Уманського національного університету садівництва (2015–2018 рр.); Міжнародній науково-практичній конференції "Селекція, насінництво, технології вирощування круп'яних та інших сільськогосподарських культур: досягнення і перспективи" (м. Кам'янець-Подільський, 2016 р.); Всеукраїнській науково-практичній конференції молодих вчених "Актуальні проблеми природничих та гуманітарних наук у дослідженнях молодих учених" (Черкаси, 2017 р.); Міжнародній науково-практичній конференції "Актуальні питання сучасних технологій вирощування сільськогосподарських культур в умовах змін клімату" (м. Кам'янець-Подільський, 2017 р.); Міжнародній науково-практичній конференції "Національне виробництво й економіка в умовах реформування: стан і перспективи інноваційного розвитку та міжрегіональної інтеграції" (м. Кам'янець-Подільський, 2018 р.); Всеукраїнській науковій конференції

молодих учених "Актуальні проблеми природничих і гуманітарних наук у дослідженнях молодих вчених" (м. Черкаси, 2019 р.), Всеукраїнській науково-практичній конференції "Генетика і селекція у сучасному агрокомплексі" (м. Умань, 2019 р.).

Публікації. Основні положення дисертації висвітлені в 12 публікаціях, у тому числі: 5 – у фахових виданнях, з них 3 – входять до наукометричних баз, 1 – рекомендації виробництву, 6 – тез доповідей на наукових конференціях

Обсяг і структура дисертації. Дисертаційну роботу викладено на 218 сторінках машинописного тексту, в т. ч. 136 – основного тексту, включаючи 27 таблиць і 11 рисунків. Вона складається з анотації, вступу, шести розділів, висновків, рекомендацій виробництву, списку використаних джерел наукової літератури, що нараховує 220 найменувань, з них 21 латиницею.

РОЗДІЛ 1

БІОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ В РОСЛИНАХ І ҐРУНТІ ЗА ДІЇ ФІЗІОЛОГІЧНО АКТИВНИХ РЕЧОВИН ТА ЇХНІЙ ВПЛИВ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ ПОСІВІВ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР, У ТОМУ ЧИСЛІ Й НУТУ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)

1.1. Фізіолого-біохімічні зміни в рослинах за роздільного та інтегрованого застосування гербіцидів, регуляторів росту рослин і мікробних препаратів

Багаторічні дослідження і практика переконливо свідчать про те, що лише агротехнічними заходами захистити посіви зернобобових культур від бур'янів неможливо. Однак, дія препаратів хімічного й біологічного походження має істотний вплив на фізіолого-біохімічні процеси в рослинах [12]. Вона відображається у змінах рівня таких показників як активність ферментів, вміст хлорофілів, інтенсивність нагромадження органічної речовини, урожайність тощо.

Сільськогосподарські рослини постійно знаходяться в умовах екологічного стресу, оскільки страждають від хвороб і шкідників, неконтрольного застосування пестицидів, надлишку або нестачі добрив. Серед стресових чинників особливе місце займають гербіциди, оскільки основною мішенню їхньої дії є рослинний організм. Про важливість вказаних засобів захисту рослин в технологічних процесах вирощування сільськогосподарських рослин свідчить той факт, що значна частина посівних площ зайнята культурами, які потребують гербіцидного захисту [13].

Наявність бур'янів у посівах нуту суттєво впливає як на продуктивність культури, так і на якість урожаю. Тому ретельне їх знищення – одна з важливих умов отримання високих врожаїв даної культури [14]. Однак, за обробки гербіцидами рослини піддаються стресу, наслідком якого може бути

порушення основних життєво важливих процесів у рослині, так і стану рівноваги ґрунтової екосистеми. Зважаючи на поширеність застосування гербіцидів, з'ясування їх дії та наслідків стресового стану в рослинах займає чільне місце та є актуальним [15].

Стрес – це інтегральна відповідь рослинного організму на шкідливу дію певного чинника, яка спрямована на виживання за рахунок мобілізації і формування захисних систем [16].

Останнім часом накопичені численні дані про те, що загальним інтегральним показником, що характеризує негативну дію стресорів різної природи, в тому числі й гербіцидів, є посилення генерації в рослинному організмі активних форм кисню (АФК) [18–20].

У відповідь на посилення генерації АФК, як правило, в рослинах спостерігається активація елементів антиоксидантної захисної системи: ферментів – каталази, пероксидази, поліфенолоксидази, глутатіонредуктази, супероксиддисмутази, а також низько- та високомолекулярних сполук, що містять тіольні- та селеногрупи, зокрема цистеїну, цистину й інших [21–23].

Негативне значення АФК в рослинах зумовлене реагуванням їх з білками, ліпідами, нуклеїновими кислотами, структурами мембран та макромолекул, що, в свою чергу, негативно впливає на проходження фізіологічних процесів у рослинах та на формування їх продуктивності [24]. Утворення підвищеної кількості АФК є особливо небезпечним за порушення балансу між їх утворенням і руйнуванням [25–27].

Вирішальне значення у нейтралізації АФК у клітинах рослинного організму також відіграють низькомолекулярні антиоксиданти – аскорбінова кислота, глутатіон, α -токоферол, пролін, поліамін, каротиноїди, антоціани тощо [28].

Захисна реакція рослин на дію ксенобіотика специфічна для кожного виду рослин. Так, у працях В. Ладоніна та ін. [29] відмічається, що в рослинах гороху під впливом гербіциду 2,4-Д різко змінювалась активність

пероксидази, але у рослинах ячменю гербіцид на розподіл пероксидазної і каталазної активності не впливав.

У даний час накопичено багато даних про вплив гербіцидів на функціональні показники рослин, у т. ч. синтез ферментів, зміну накопичення хлорофілів, активність фотосинтезу, росту та формування врожайності [30, 31].

Як зазначає І. В. Косаківська [32], загальним у відповідь всіх живих організмів на стресові впливи є експресія стрес-залежних генів і білків, активність яких спрямована на захист клітин і підтримку гомеостазу. За даними автора, така реакція спостерігається під впливом екстремальних температур, ультрафіолетового та радіоактивного опромінення, токсичних речовин, змін водного режиму, мутагенів і т. п. Однак, найбільшу частку впливу на сільськогосподарські рослини мають ксенобіотики, які застосовуються у системі захисту рослин [33, 34]. Їхня дія проявляється в зміні проходження в рослинах фізіолого-біохімічних реакцій [35, 36].

Вплив гербіцидів, за оптимальних норм внесення, чинить незначну дію на фізіолого-біохімічний стан у рослинах, при цьому простежується покращення живлення рослин за рахунок зменшення конкуренції з бур'янистою рослинністю. За даними В. П. Карпенка із співавторами [37], гербіцид Калібр 75 у нормах 40, 50 і 60 г/га за самотійної дії позитивно впливав на проходження реакцій обміну, що виявлялось в активації окремих ферментів класу оксидоредуктаз (каталази, пероксидази) і може свідчити про підвищення рівня детоксикаційних процесів у рослинному організмі.

Як відзначає В. Я. Білоножко із співавт. [38], за підвищених норм застосування гербіциду Гранстар 75 та його бакових сумішей із гербіцидами 2,4-ДА 500 і Дікопур Ф 600 у листках ячменю ярого простежувалось зниження вмісту хлорофілів a і b та їх суми (2–21%), що є наслідком гальмування під дією гербіцидів синтезу хлорофілів. Подібну реакцію рослин у своїх дослідях відмічав О. І. Заболотній із співавт. [39], які відзначали в рослинах кукурудзи нижчий вміст суми хлорофілів ($a+b$), хлорофілу a ,

хлорофілу *b* та каротиноїдів, як і показника чистої продуктивності фотосинтезу (ЧПФ), за внесення 2,5 л/га Трофі 90. С. І. Сорокіна [40] встановила зменшення вмісту хлорофілів *a* і *b* та їх суми у рослинах сої за самостійної дії гербіцидів метрибузину 0,5 кг/га, трифлураліну 2,4 кг/га, метолахлору 1,5 кг/га, імазетапіру 80 г/га, імазамоксу 30 г/га, тифенсульфурон-метилу 2,25 г/га.

І. Б. Леонтюк [41] спостерігала активізацію чистої продуктивності фотосинтезу в посівах пшениці озимої за дії гербіцидів Гроділу (15–25 г/га) та Трезору (1,0–1,4 кг/га), де перевищення до контролю складало 3 і 10% відповідно.

На думку вчених, якщо втрати врожаю через забур'яненість чи інші фактори оцінюються в 10–15%, то стрес, викликаний гербіцидами, навіть, незважаючи на позитивні наслідки знищення бур'янів та подолання негативних факторів впливу, може бути наслідком зниження врожаю до 50%. Тому вирішення проблеми зниження стресового впливу гербіцидів на урожай культурних рослин є актуальним завданням [42].

Ряд вчених [43–45] відзначають, що застосування гербіцидів з антидотами, є одним з перспективних напрямків, що дозволяє зберегти і стабілізувати продуктивність сільськогосподарських культур.

На жаль, в даний час хімічні антидоти для гербіцидів використовуються ще недостатньо широко і ефективно, оскільки більшість з них мають вузьку специфіку дії. Внаслідок цього, важливим є пошук заходів і засобів, що знижують негативний вплив хімічних сполук на рослини. Встановлено, що багато препаратів групи регуляторів росту рослин (РРР), а також деякі біофунгіциди, дозволяють істотно нівелювати стресовий стан рослин під час обробки гербіцидами. До таких препаратів відносять Фітоспорин, Планриз, Альбіт, Гуммі, Стифун, Крезацин, Фетіл, Рифтал і ін., які виявляють у відношенні до рослин антистресові властивості. Їх використання можливе і разом з гербіцидами [46].

Упродовж декількох років Т. А. Рябчинська й інші [47] досліджували антидотну дію низки регуляторів росту (Альбіт, Імуноцітофіт, Стимунол ЕФ). Останній препарат відрізняється від інших наявністю не однієї-двох діючих речовин елісаторної дії, а їхнього комплексу, що включає більше 10 сполук природного походження. Дослідження проводили на цукрових буряках, вівсі, кукурудзі, сої. Необхідно відзначити, що прояв гербіцидного стресу мав короткочасний характер і згодом нівелювався в результаті активізації життєдіяльності рослин.

На думку Є. К. Яблонської і ін. [48], одним із шляхів підвищення стійкості рослин до дії гербіцидів є активація обмінних процесів внаслідок впливу імуномодуляторів і адаптогенів, що підвищують стійкість рослин до стресових чинників навколишнього середовища.

За даними Ю. А. Соколова [49, 50], в цілому індукована резистентність рослин, як правило, має широкий спектр антипатогенної дії, забезпечує підвищену стійкість і до інфекційних хвороб.

Серед регуляторів росту рослин, які в умовах збільшення техногенного навантаження зменшують вплив ксенобіотиків, виділяють гумат натрію, гумат калію, дріжджовий екстракт, Емістим (метаболіт ендоефітних грибів із коренів обліпихи та женьшеню), природні регулятори росту – ауксини, цитокініни, гібереліни, фітогормони з відходів пивоварної та спиртової промисловості, екстракти морських водоростей, біогумус тощо [51–53].

У дослідженнях В. П. Карпенка із співавт. [37], показано позитивний вплив гербіциду в комбінації з біологічними препаратами на активність антиоксидантних ферментів. Так, поєднання застосування різних норм (30–60 г/га) гербіциду Калібр 75 з РРР Біолан зумовлювало зростання активності антиоксидантних ферментів у рослинах ячменю озимого. Підвищення активності ферментів простежувалось і за сумісного застосування Калібру 75 з РРР Біолан по фоні обробки Біоланом насіння, що свідчить про підвищення антиоксидантного статусу рослин за активної участі даних ферментів в адаптації рослин до гербіцидного стресу.

В. С. Сергеев та Р. Г. Гільманов [54] зазначають, що обробка насіння пшениці ярої препаратами Гумі і Фітоспорин-М доповнює існуючу систему захисту рослин шляхом часткової нейтралізації токсичного ефекту гербіциду Діанат (0,3 л/га) та Дротик (0,7 л/га) і збільшує адаптивні можливості рослин. Використання біопрепаратів і біоактивованих добрив сумісно з гербіцидами в посівах пшениці ярої підвищує імунний статус рослин, знижує фітотоксичність гербіцидів та сприяє швидшому подоланню гербіцидного стресу.

У низці досліджень [55–57] доведена позитивна дія сумісного застосування регуляторів росту рослин і гербіцидів на вміст у листках рослин хлорофілу. Так, за даними З. М. Грицаєнко, В. П. Карпенка [55], внесення регулятора росту рослин Емістим С з гербіцидом Гранстар 10–25 г/га позитивно впливало на проходження основних фізіологічних процесів у рослинах ячменю ярого: збільшувався вміст хлорофілу і сухої речовини у листках на 5–8%, чиста продуктивність фотосинтезу підвищувалась на 20%, а за дії гербіциду Тітус 50 г/га в комбінації з біологічним препаратом Зеастимулін у нормі 10 мл/га – зростання вмісту хлорофілів на 1,34 мг/г сирої речовини по хлорофілу *a* та на 0,20 мг/г сирої речовини по хлорофілу *b* в рослинах кукурудзи [58].

В. О. Вакуленко із співавт. [59] відмічали позитивну дію Емістиму С та Агростимуліну на фотосинтетичні процеси у рослинах люпину білого та люпину жовтого. Обробка насіння РРР Емістим С сприяла інтенсивнішому накопиченню хлорофілу в листках рослин люпину білого сорту Макарівський.

За даними Р. М. Притуляка [60], в посівах тритикале озимого найвищий рівень показників чистої продуктивності фотосинтезу озимого тритикале формувався за дії гербіциду Пріма в нормі 0,8 л/га та Пуми супер у нормі 1,2 л/га, внесених сумісно з регулятором росту рослин Біолан у нормі 10 мл/га.

За даними І. Б. Леонтьюк [41], за сумісного застосування Гроділу (15–25 г/га) і Трезору (1,0–1,4 кг/га) з регуляторами росту рослин Емістим С та Агростимуліном збільшення чистої продуктивності фотосинтезу пшениці озимої складало від 6 до 31% порівняно з безгербіцидним контролем.

Застосування регуляторів росту рослин стало важливим елементом агротехнічної практики, спрямованої на підвищення врожайності сільськогосподарських культур. Останні 20–30 років характеризуються тим, що розробка, вивчення і застосування регуляторів росту рослин стали набувати масового характеру. Застосування регуляторів росту рослин підвищує врожайність і якість вирощуваної продукції, опірність до хвороб і інших стресових впливів, покращує зав'язування плодів, пришвидшує дозрівання, запобігає виляганню зернових культур, знижує вміст в продукції нітратів і радіонуклідів [61, 62].

Позитивний вплив на фізіологічний, в тому числі й антиоксидантний статус рослин, відмічали у своїх дослідженнях вчені й за використання мікробіологічних препаратів [12]. Так, здатність підвищувати загальний фізіологічний стан та імунітет рослин доведено на прикладі біопрепарату Агат-25К, за обробки яким у рослин активізувався загальний розвиток, підвищувалась продуктивність і покращувалась якість продукції. Однак, слід враховувати, що гербіциди в міру збільшення норми чинять пригнічуючий вплив на ґрунтову мікробіоту. Низка досліджень підтверджує прямий вплив гербіцидів на мікробіоту ґрунту [63, 64]. Зважаючи на це, важливим заходом підтримання мікробіологічної активності ґрунту є зменшення гербіцидного навантаження на посіви за рахунок внесення мікробних препаратів. Так, у дослідженнях Г. А. Карпова [65] відмічено, що за обробки насіння пшениці регулятором росту рослин Мелафен, енергія проростання насіння зростала на 11, а схожість – на 14 відсоткових пункти. За комплексної дії регулятора росту рослин Мелафен з інокулянтом Ризоаргін розвиток кореневої системи пшениці перевищував контроль на 52–76%.

У дослідженнях О. В. Голодриги та співавт. [66], передпосівна обробка насіння регуляторами росту рослин Біолан і Ризобофіт забезпечувала оптимізацію схожості та росту рослин сої, стимулювала накопичення маси надземними та підземними органами рослин і сприяла формуванню фотоасиміляційної листкової поверхні.

За даними Т. Ф. Трофимової [67], інокуляція насіння сої біологічними препаратами забезпечувала зростання врожайності у порівнянні із контролем на 8–30%, проте найвища врожайність відмічалась за дії Ризоторфіну – 23,3 ц/га, Азотобактерину – 21,3 ц/га, Агропону-С – 20,9 ц/га і Альбіту – 19,3 ц/га. При цьому вміст у зерні білків збільшувався на 7,8%, рівень рентабельності виробництва за використання Ризоторфіну складав 81%.

За даними О. М. Григор'євої [68], передпосівна бактеризація насіння сої біологічним препаратом Ризогумін (200 г на гектарну норму насіння) за посходового внесення регулятора росту рослин Біолан (20 мл/га) дозволила отримати приріст урожайності зерна на рівні 0,29 т/га або 13,1%.

Встановлено [69], що за використання в посівах ячменю ярого Агату-25 К сумісно з Лінтуром покращувалися фізичні показники зерна, а саме: крупність зростала до 89%, маса 1000 насінин – з 44,8 г до 48,9 г, натура – до 658,1 г/л при 635,2 г/л у контролі.

Підсумовуючи дослідження науковців, можна стверджувати, що використання регуляторів росту рослин сумісно з гербіцидами [12, 41, 70] та на фоні застосування мікробних препаратів [14, 71, 72], забезпечує підвищення стійкості культурних рослин до стресових чинників і сприяє активізації ростових і продукційних процесів. Однак, незважаючи на важливість дослідження проблеми сумісного застосування гербіцидів із біологічними препаратами, в науковій літературі зустрічаються лише поодинокі роботи, метою яких було з'ясування комплексного впливу на рослини нуту гербіциду, регулятора росту рослин та мікробного препарату [73–75].

Зважаючи на це, проблема комплексного застосування гербіцидів із біологічними препаратами та їх дія на метаболічні та продукційні зміни в рослинах нуту потребує подальшого активного вивчення.

1.2. Функціонування бобово-ризобіального апарату й мікробіоти ґрунту за дії хімічних і біологічних препаратів

Провідне значення в балансі поживних речовин і збереженні родючості ґрунту належить біологічним чинникам, у тому числі – фіксації атмосферного азоту симбіотичними [76–78] і вільноживучими діазотрофами [79]. Найбільш значущим для практики сільського господарства процесом є азотфіксація, здійснювана бульбочковими бактеріями в симбіозі з бобовими рослинами [80, 81]. Ця властивість дозволяє вирощувати бобові на ґрунтах з дефіцитним балансом азоту, тим самим економити дорогі азотні добрива і запобігати забрудненню водних джерел мінеральним азотом. Бобові рослини часто використовуються як сидерати для поліпшення родючості ґрунту, його хімічних і фізичних властивостей. Один гектар посівів нуту, в результаті спільної діяльності рослин і бактерій, засвоює від 100 до 480 кг атмосферного азоту за вегетацію [82].

Інокуляція насіння нуту бульбочковими бактеріями підвищує урожай за рахунок додаткового фіксування азоту повітря. Фіксація азоту повітря нутом здійснюється за наявності на кореневій системі рослин бульбочок, всередині яких розвиваються бульбочкові бактерії – *Mesorhizobium cicer* (раніше *Rhizobium cicer* [83, 84]. Для ефективної симбіотичної фіксації азоту бобовими рослинами необхідно, щоб штам бульбочкових бактерій належав до відповідної групи і був вірулентним і активним у відношенні до бобової рослини [85].

Загальний рівень біологічної азотфіксації на планеті становить 175–320 млн. т. азоту в рік, а використання в сільському господарстві мінеральних добрив – 110–140 млн. т на рік. Однак покриття потреби сільського

господарства в дефіциті азоту в ґрунтах за рахунок виробництва мінеральних добрив є нераціональним через великі енерговитрати на їхнє виробництво, тому підвищення ефективності процесу біологічної азотфіксації, головним чином за рахунок симбіотичної азотфіксації бобовими культурами, становить одне з важливих стратегічних завдань біологічної науки [86].

Завдяки кореневим бульбочкам між організмами відбувається обмін поживними речовинами: бактерії постачають рослині відновлений азот (амоній), а рослина забезпечує їх вуглеводами (дікарбоновими кислотами). Після генетичних перетворень і сигнальних процесів за участю рослинних флавоноїдів і бактеріальних ліпохітоолігосахаридів (так званих Nod-факторів) бактерії проникають в кореневі волоски через синтезовані специфічні рослинні структури – інфекційні нитки (infectionthreads – ITs), з ініціацією меристематичної активності в кортикальних клітинах кореня і утворенням примордіїв бульбочки. Бактерії розмножуються в інфекційних нитках корневих волосків і пересуваються по них до клітин рослини-господаря за допомогою ендцитозу, утворюючи органелоподібні структури – симбіосоми, які диференціюються в бульбочці в бактероїди, де відбувається процес фіксації атмосферного азоту за участю бактеріального нітрогеназного ферментного комплексу [87, 88].

Встановлено, що ефективний симбіоз між бобовими рослинами і бульбочковими бактеріями можливий тільки тоді, коли в бульбочки надходить достатня кількість вуглеводів, що утворюються в рослинах в процесі фотосинтезу, а з бульбочок в рослини транспортується азот, засвоєний з повітря бактеріями. Позитивний зв'язок між азотфіксацією і фотосинтезом відзначається в багатьох роботах [89–91].

За даними П. Р. Шотт [92], бобові рослини витрачають в середньому 5–7 мг вуглецю на кожен мг засвоєного бактеріями азоту. За співвідношенням швидкостей поглинання CO_2 і NO_3 розраховано, що на відновлення нітратів витрачається до 20% енергії, накопиченої під час фотосинтезу. У зв'язку з цим, вченими ведеться пошук штамів, які використовували б на одиницю

фіксованого азоту якомога менше енергії. Такими властивостями володіють штами з високою гідрогеназною активністю [93].

Азотфіксувальні мікроорганізми вимагають для своєї життєдіяльності певних умов зовнішнього середовища, і їх активність залежить від того, наскільки екологічні фактори конкретного регіону відповідають цим вимогам [94].

Активність азотфіксації є одним з інтегральних показників біологічної активності ґрунтів і тому широко використовується для ранньої діагностики забруднення ґрунтів важкими металами, отрутохімікатами, ксенобіотиками та застосовується під час санітарно-гігієнічного нормуванні токсичних речовин в ґрунті. Цей показник може бути інформативним під час оцінки просторової і тимчасової неоднозначності ґрунтів, під час з'ясування реакції бактеріального стану ґрунтів на внесення мінеральних і органічних добрив, на різні способи обробітку ріллі та ін.

За даними О. Б. Конончук із співавт. [95], передпосівна обробка насіння сої регуляторами росту рослин Регоплант і Стимпо підвищує інтенсивність утворення та функціонування спонтанного бобово-ризобіального симбіозу, що дозволяє повніше реалізувати потенціал азотфіксації в системі «*Glycine max – Bradyrhizobium japonicum*». Також відзначається що Регоплант і Стимпо посилюють ростові процеси рослин сої, активізують утворення і функціонування соєво-ризобіального симбіозу на основі аборигенних популяцій *Bradyrhizobium japonicum* та підвищують насіннєву продуктивність сої культурної (*Glycine max* (L.) Merr.) на 8% та 5,5% в умовах Тернопільської області.

Як зазначає П. Н. Маменко та інші [96–98], найбільш ефективним і екологічно безпечним методом підвищення продуктивності бобових культур і зниження собівартості врожаю є інокуляція насіння азотфіксувальними бактеріями-мікросимбіонтами. Використання біологічної азотфіксації дозволяє забезпечувати рослини дешевим і екологічно безпечним азотом за рахунок його фіксації бактеріями з атмосфери, а інтенсивне впровадження

бобових культур, в тому числі і нуту, на нових територіях сприяє збільшенню біологічної різноманітності їхніх мікросимбіонтів – бульбочкових бактерій (ризобій).

Вирощування різних за біологією зернобобових культур дозволяє підвищити стійкість виробництва їх в різні за зволоженням роки за рахунок біокліматичної взаємокомпенсації і слугує більш повному задоволенню потреб населення в різноманітних продуктах харчування. Тому, впровадження в сівозміну нових зернобобових культур є перспективним напрямком [99].

І. А. Тихонович та А. А. Завалін [100] вказують, що інокуляція зернобобових культур високоефективними штамми бульбочкових бактерій підвищує їхню продуктивність на 20–50%. Рівень приросту врожайності залежить від особливостей культури, ґрунтово-мікробіологічного стану і погодних умов. Найбільш чутливими до інокуляції виявилися сочевиця і нут, де приріст врожайності складав 50%.

Приріст врожайності рослин не єдиний критерій продуктивності азотфіксації. Як показано в низці досліджень, найбільш тісна кореляція існує між вмістом або накопиченням білка в рослинах і розмірами фіксації азоту [101–103].

Передпосівна інокуляція насіння нуту Ризоторфіном, на основі виробничого штаму бульбочкових бактерій *Mesorhizobium ciceri* 527 і подвійна інокуляція (Ризоторфін + внесення в ґрунт перед сівбою ґрунтово-кореневої суміші з-під мікоризованої суданської трави), справляють істотний вплив на формування симбіотичного апарату за рахунок формування бульбочок, підвищення їхньої маси і нітрогеназної активності. Найбільш високий відзив на інокуляцію мікробіологічними препаратами показали сорти нуту Краснокутський 195, Краснокутський 36, Ювілейний та інші, де приріст біомаси рослин у відношенні до контролю складав 9–34%; маси 1000 насінин – 5–26%, насінневої продуктивності – 8–53% [104].

І. М. Дідур, М. О. Темченко [105] вказують на те, що ріст і розвиток рослин нуту у значній мірі залежить як від попередньої обробки насіння інокулянтном, так і від позакореневих підживлень мікродобривом. За умов обробки насіння інокулянтном Біомаг (нут) та дворазового підживлення мікродобривом Урожай (бобові) збільшується рівень показників польової схожості, висоти рослин та густоти стояння, що в кінцевому результаті позитивно впливає на зернову продуктивність (приріст 0,58 т/га).

В умовах польового дослідження в Південному Степу України на фоні інтродукованої популяції ризобій нуту виявлено, що передпосівна бактеризація насіння комплексом препаратів (Ризобофіт, Фосфоентерин і Біополіцид) підвищила урожайність насіння сортів нуту Антей, Буджак і Пам'ять на 1,5–6,0 ц/га (38–54%) порівняно до моноінокуляції [106].

Результати наукових досліджень асиміляційної діяльності посівів нуту в Лісостепу України вказують на те, що фотосинтетичний потенціал посівів нуту змінюється залежно від фази розвитку рослин і досягає максимальних значень за період від утворення бобів до формування насіння. Встановлено, що безпосередній вплив на формування фотосинтетичної продуктивності посівів нуту має як передпосівна обробка насіння, так і сортові особливості досліджуваного сорту. Технологічний штам ST 282 з додаванням колоїдного розчину молібдену можна рекомендувати для виготовлення Ризобофіту під нут, який є більш ефективним порівняно з традиційним препаратом Ризобофіт на основі штаму *M. ciceri* Н-12. Встановлено, що безпосередній вплив на вміст хлорофілу *a* і *b* в листках рослин нуту має як передпосівна обробка насіння, так і сортові особливості досліджуваного сорту. За вмістом хлорофілів можна визначати потужність фотосинтетичного апарату, який характеризує не тільки окремі рослини, а й ценоз у цілому [107].

Заселення кореневої системи бульбочковими бактеріями відбувається у декілька етапів: рух мікробних клітин до поверхні коріння і їхнє закріплення, розмноження та подальша колонізація кореневої зони. На ці процеси суттєво впливають такі фактори як температура ґрунту, його рН, наявність вологи. За

даними В. Січкара [108], внесення ґрунтових гербіцидів негативно впливає на всі ці етапи і значною мірою знижує кількість бульбочок, які формуються на рослині. Автор наводить наукові дані про те, що такі гербіциди як Харнес, Трефлан 480, Базагран, Дуал Голд 960 ЕС інгібують активність нітрогенази – ключового ферменту системи симбіотичної азотфіксації.

Гербіциди як речовини з високою фізіологічною активністю суттєво впливають на мікробні угруповання ризосфери, пригнічують розвиток мікробіоти, особливо в початковий період після внесення. На жаль, реакція мікробної спільноти ґрунту на вищеназвані засоби захисту рослин вивчена недостатньо, а наукова інформація доволі часто відсутня і мало враховується під час застосування мікробних препаратів у рослинництві.

Важливим фактором підвищення ефективності азотфіксації є використання регуляторів росту рослин одночасно з інокуляцією насіння, наприклад, Емістиму С та Емістиму СМ. За допосівної обробки насіння сої регулятором росту рослин і препаратами бульбочкових бактерій спостерігали значне збільшення кількості бульбочок, площі листової поверхні рослин, вмісту фотосинтетичних пігментів, сухої маси проростків [109].

Регулятори росту рослин суттєво впливають на мікробіоту ґрунту за застосування також страхових гербіцидів, які вносять у період вегетативного росту культури, що було чітко доведено у дослідженнях Уманського національного університету садівництва [109, 110].

Досліджуючи питання впливу екологічних чинників на процес формування та функціонування бобово-ризобіального симбіозу, було виявлено, що рослини та мікроорганізми, які перебувають у симбіотичній взаємодії, піддаються різноманітним зовнішнім впливам, які викликають пригнічення як у рослини-живителя, так і ризобій. В інтенсивній технології вирощування нуту обов'язковим заходом є використання ґрунтових гербіцидів, які представлені високоактивними сполуками і здійснюють фізіологічну дію як на процеси метаболізму рослин, так і на бульбочкові бактерії, що в підсумку відображається на процесах формування і

функціонування азотфіксувального симбіозу. Токсичність гербіцидів для бобово-ризобіального симбіозу, як правило, оцінюють за інтенсивністю формування бульбочок на корінні рослин. Численними роботами показано негативний вплив гербіцидів на взаємодію рослини з бактеріями. Відомо, що токсичність гербіцидів визначається хімічною будовою діючої речовини та її концентрацією в ґрунті. Зменшити негативний вплив гербіцидів можна під час їхнього застосування, завчасно, до сівби нуту. Під впливом гербіцидів досить істотно змінюються фізіолого-біохімічні показники рослин. Характер і ступінь змін залежать від хімічного складу препарату, технології його застосування, виду й навіть сорту культури. Проте встановлено загальну закономірність – фітотоксична дія гербіцидів на бобову рослину супроводжується зниженням числа бульбочок, зменшенням їхньої маси та зміною мікроструктури. Наведені в літературі результати досліджень стосуються мікробних препаратів та гербіцидів, більшість із яких уже давно не використовуються у землеробстві. Тому актуальним є вивчення впливу сучасних гербіцидів на формування бобово-ризобіального симбіозу рослин нуту за використання в комплексі з мікробними препаратами [111, 112].

Маловивченість комплексної дії гербіциду і біологічних препаратів у посівах нуту на формування і функціонування бобово-ризобіального апарату та мікробних угруповань створює передумови для подальших досліджень з даного наукового напрямку.

1.3. Ефективність застосування гербіцидів, регуляторів росту рослин і мікробних препаратів у посівах зернобобових культур, у тому числі й нуту

В технології вирощування нуту однією з суттєвих проблем є боротьба з бур'янами. У початковий період вегетації у рослин цієї культури в першу чергу розвивається коренева система, а потім – надземна маса, тому вони слабо конкурують з бур'янами. Розміри втрат врожаю залежать від фази

розвитку культури і щільності забур'янення. У сприятливі за погодніми умовами роки бур'яни знижують урожай нуту набагато більше, ніж в засушливі. Для боротьби із забур'яненістю, поряд з агротехнічними заходами, велике значення набуває хімічне контролювання. І хоча в останні роки на світовому ринку з'явилося багато нових препаратів, що мають низьку токсичність, широкий спектр дії на бур'яни, низькі норми витрат, для даної культури асортимент гербіцидів є обмеженим. Значної уваги потребують також препарати, якими можна працювати по сходах культури, в разі сильного забур'янення у весняний період.

За даними Р. А. Липчанської [113], ґрунтові гербіциди Гезагард (2,5 л/га) і Харнес (3,0 л/га) знижували густоту стояння рослин нуту в середньому за роки досліджень на 5%, а за дії Дуалу Голд (0,8 л/га) і Гезагарду (2,5 л/га) – на 12%. Однак, маса зерна з однієї рослини збільшувалась порівняно з контролем у варіанті з Гезагардом (2,5 л/га) на 0,13 г, з Дуалом Голдом (0,8 л/га) – на 1,42 г, Харнесом (3,0 л/га) – на 1,91 г. У середньому за роки досліджень найвищу врожайність було відмічено за внесення бакової суміші Дуалу Голду + Гезагард (0,8 + 2,5 л/га) – 2,66 т/га. Слабку ефективність показали гербіциди Дуал Голд (0,8 л/га) і Фюзилад Форте (1 л/га), в цих варіантах дана врожайність була на рівні контролю.

За твердженнями Р. Гутянського із співавт. [114], самостійна дія гербіциду Пульсар 40 (0,8 л/га) спричинила зменшення висоти рослин нуту на 20 см, зменшення маси 1000 зерен на 47 г/на 1000 зерен та врожаю нуту на 0,78 т/га.

Д. А. Штундук із співавт. та інші [115, 116] встановили, що високоефективним було використання бакових сумішей гербіцидів Зета 0,4 л/га + Пульсар 0,5 л/га, за яких підвищення врожайності нуту на 0,44 т/га в цьому варіанті обумовлювалось покращенням умов росту внаслідок зниження конкуренції з бур'янистою рослинністю (зниження вегетативної маси бур'янів складало 95%). Токсичну дію дані препарати чинили як на дводольні, так і на однодольні бур'яни впродовж всього вегетаційного

періоду. Високу ефективність у боротьбі з бур'янами показав гербіцид Гермес (1,0 л/га), внесений в фазу трьох справжніх листків нуту, де приріст урожайності культури склав 45,4%.

За врожайністю зерна кращі результати були отримані під час застосування на нуті бакової суміші гербіцидів Дуал голд (0,8 л/га) та Гезагард (2,5 л/га) – 2,66 т/га [117].

За даними Р. А. Гутянського із співавт. [118], у посівах нуту найкраще контролював кількість та масу злакових однорічних бур'янів грамініцид Міура (0,8 л/га). Інший грамініцид Лемур (1,5 л/га) дещо менше за препарат Міура, але більше за препарат Фюзілад Форте 150 ЕС (1,0 л/га) контролював злакові однорічні бур'яни. Протизлакові гербіциди Фюзілад Форте 150 ЕС, Лемур і Міура зменшували чисельність мишію сизого в посівах нуту відповідно на 91, 99 і 98%, а плоскухи звичайної – на 78, 89 і 98%. Грунтовий гербіцид Адвокат (1,0 л/га), на фоні якого застосовували грамініциди Фюзілад Форте 150 ЕС, Лемур і Міура, контролював чисельність лободи білої (*Chenopodium album*), щириці звичайної (*Amaranthus retroflexus*), чистеця однорічного (*Stachys annua*) і куколиці білої (*Melandrium album*) в посівах нуту відповідно на 83, 69, 93 і 95%. Стійким до гербіциду виявився паслін чорний (*Solanum nigrum*). Відчутне пригнічення злакових видів грамініцидами створювало передумови для зростання маси інших видів дводольних малорічних і багаторічних бур'янів. У зв'язку з цим, оптимальної комбінації гербіцидів для забезпечення найбільшого рівня урожайності нуту виявлено не було.

За твердженнями В. С. Задорожнього із співавт. [119], заходи щодо захисту посівів нуту від бур'янів потрібно проводити уже за наявності 10 шт./м² однорічних бур'янів і завершити в 20-ти денний строк від появи сходів культури. Високу вибірковість та гербіцидну активність в посівах нуту виявили ґрунтові препарати: Стомп, 33% к.е. (4,0 л/га); Харнес, 90% к.е. (1,5–3,0 л/га), Фронт'єр Оптима (0,8–1,0 л/га). У середньому зменшення забур'яненості складало 85–90%, а приріст урожаю – 0,72–0,84 т/га. Із

післясходових гербіцидів у посівах нуту в умовах змішаного типу забур'яненості доцільним було застосування Пульсару (0,9 л/га), Півоту (0,8 л/га). Загибель бур'янів складала в середньому 80–81%, а приріст урожаю – 0,73–0,74 т/га. Проти дводольних бур'янів ефективним було використання гербіциду Гармоник WG (8 г/га).

Слід відмітити, що для нуту немає жодного надійного страхового гербіциду в контролюванні широколистих бур'янів. Всі страхові гербіциди, які застосовуються на інших бобових культурах (горох, соя) проти широколистих бур'янів, призводять до пригнічення або повного знищення нуту. Нут дуже чутливий до залишкової дії деяких гербіцидів (наприклад, з діючою речовиною метсульфурон-метил), які застосовувалися в процесі вирощування попередніх культур [120].

Як показують дослідження науковців [121], зниження фітотоксичної дії гербіцидів на культурні рослини може бути досягнуто в результаті інтегрованого їхнього застосування з регуляторами росту рослин [122] та мікробними препаратами [120], що виявляють антистресову активність.

Різні аспекти формування стресостійкості розглядалися авторами з позицій стійкості до несприятливих погодних умов [123, 124], до впливу гербіцидів [12] стійкості окремих сортів [125]. Так, за дії лише регуляторів росту Альбіт (50 г/т), Силеплант (0,05 л/т), Циркон (40 мл/т) та Гумату Na/K вдалося активізувати чисту продуктивність фотосинтезу на 0,02–0,12 г/м² на добу, а за сумісної дії препарату Альбіт та Гумату Na/K отримали приріст урожаю 13 і 14% відповідно до контролю [126].

За даними М. М. Лісового із співавт. [106], на фоні застосування препарату для передпосівної обробки насіння нуту штамом *B. thuringiensis* 0376 у період вегетації нуту сортів Пам'ять, Триумф, Антей, Буджак, Розанна ушкодженість рослин фітофагом *Liriomiza cicerina* Rd. знизилась, що підвищило урожайність в середньому на 25, 38, 53, 30, 98% порівнянно до контролю.

В. С. Паштецький із співавт. [127] доводить, що бактеризація насіння нуту високоефективними штамми *Mesorhizobium ciceri* і біопрепаратами фосфатмобілізувальної та біопротекторної дії поліпшує структуру урожаю, підвищує продуктивність до 22% порівнянно з контролем без інокуляції, до 13% порівнянно з монообробкою ризобіями. Відмічено також, що на ефективність бактеризації впливають погодні умови року. За даними О. Л. Щигорцевої із співавт. [128], за дії фунгіциду Біополіциду сумісно з мікробним препаратом *M. ciceri* 065 в умовах півдня України отримали приріст урожайності зерна нуту сорту Тріумф в середньому за два роки до 20%, а сорту Розанна – 23% відносно варіантів із самостійною дією Вітаваксу 200 ФФ (3,0 л/т). При застосуванні Ризоплану зі штамом *M. ciceri* 065 урожайність зерна нуту сорту Розанна збільшувалася на 2,1 ц/га (15%), Александриту – на 3,0 ц/га (21%) порівняно з варіантами самостійної дії Вітаваксу (3,0 л/т).

О. Л. Туріна із співавт. [129] також відмічали поряд із підвищенням урожайності нуту на 0,1–0,6 т/га (5–16%) збільшення вмісту сирого протеїну в зерні на 1–3 відсоткових пункти за рахунок передпосівної бактеризації насіння біопрепаратами поліфункціональної дії Ризобофіт (Р), Фосфоентерин (Ф) та Альбобактерин (А) і формування високопродуктивних рослинно–мікробних систем в агроценозах бобових культур у зоні Степу України.

Як відмічає ряд авторів [130–135], сумісна дії регуляторів росту рослин та мікробних препаратів дає змогу краще розкрити продуктивність посівів нуту та збільшити конкурентну спроможність рослин до бур'янів [134–138], і як наслідок – підвищити їх врожайність [139–142]. Так, авторами було відмічено максимальне збільшення врожайності та вмісту білків у зерні нуту за комбінованої дії РРР Альбіт (50 г/т) та Ризотрофіну – 17 і 1,2 відсоткових пункти [143] а, за рахунок внесення азотних добрив як сумісно, так і окремо з препаратом азотфіксувальних бульбочкових бактерій вміст зростав на 2,1–5,5% порівняно з варіантом без внесення добрив [143].

Зважаючи на вищенаведені літературні дані, які підтверджують

ефективність заходів передпосівної обробки насіння регуляторами росту рослин і мікробними препаратами, важливого значення набувають дослідження ефективності їх дії на рослини нуту і мікробіологічний стан посівів на фоні застосування гербіцидів.

Зважаючи на вищенаведений літературний огляд, можна констатувати, що маловивченими залишаються аспекти сумісної дії гербіцидів, регуляторів росту рослин і мікробних препаратів на зміни активності в рослинах нуту антиоксидантних ферментів, вмісту в них хлорофілів, формування чистої продуктивності фотосинтезу, урожайності та якості зерна, економічної ефективності вирощування культури. Тому, з огляду на наведений літературний матеріал та відсутність окремих даних у літературі, можна стверджувати, що вивчення питань сумісної дії гербіцидів, регуляторів росту рослин і мікробних препаратів на фізіологічні, біохімічні та мікробіологічні зміни в рослинах нуту і ґрунті дадуть можливість розкрити сутність даної проблеми. Вивчення цих питань і визначило основні напрямки досліджень, що склали основу дисертаційної роботи.

РОЗДІЛ 2

УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1. Місце, агрокліматичні та погодні умови проведення досліду

Дослідження з вивчення впливу гербіциду Панда, регулятора росту рослин Стимпо і мікробіологічного препарату Ризобофіт на фізіолого-біохімічні процеси, функціонування симбіотичної азотфіксувальної системи (*Cicer arietinum* L. – *Mesorhizobium cicer*) і мікробних угруповань у ризосфері нуту виконували впродовж 2015–2017 рр. у польових умовах дослідного поля Уманського національного університету садівництва, яке розташоване в Маньківському природно-сільськогосподарському районі Середньо-Дніпровсько-Бузького округу Лісостепової Правобережної провінції України, з географічними координатами за Гринвічем 48°46' північної широти, 30°14' східної довготи. Висота над рівнем моря – 245 м.

Ґрунт дослідних ділянок – чорнозем опідзолений важкосуглинковий мав такі агрохімічні показники: вміст гумусу за ДСТУ 4289 – середній (3,2–3,3%) [144], рухомого фосфору і калію (за Чиріковим) – 110–120 і 80–90 мг/кг відповідно, легкогідролізованого азоту (за Корнфілдом) – 100–110 мг/кг, РН сольової суспензії – 5,6–5,8, гідролітична кислотність – 28–32 мг-екв. на 1 кг ґрунту [145–147].

Характерною ознакою ґрунту дослідного поля є глибоке промивання карбонатів (на 50–70 см нижче гумусового горизонту). Верхній шар (0–30 см) – темно-сірого кольору, грудкувато-бриластий, слабо ілювійований. Шар 30–40 см – горіхувато-зернистої структури, слабо ущільнений, вологий із великою кількістю корневих залишків трав'янистої рослинності. Товщина ґрунтового профілю, включаючи горизонт P(h)K, становить 140–160 см [148].

Територія дослідного поля представлена плато з схилами південно-східної та північно-західної експозиції. Ґрунтові води залягають досить глибоко, польові культури в основному використовують вологу опадів.

Нут досить холодостійкий, мінімальна температура проростання насіння $4-5^{\circ}\text{C}$, оптимальна температура – $+10-12^{\circ}\text{C}$. За морозостійкістю нут займає перше місце серед зернобобових культур. За рекомендаціями вчених СГІ-НЦНС (м. Одеса), до сівби нуту слід приступати, коли ґрунт на глибині загортання насіння (6–8 см) прогріється до $5-6^{\circ}\text{C}$. За рядового способу сівби норми висіву мають становити 500–700 тис., стрічкового – 400 тис., широкорядного – 300–500 тис. схожих насінин/га [6–8].

Оптимальна вологість ґрунту для підтримання ростових процесів має бути 60 – 70%, кількість води в орному шарі ґрунту для отримання дружніх сходів – 15–20 мм, для набухання і проростання насіння потрібно – 120–140% води від маси насіння [2].

За даними метеостанції Умань, дослідне поле Уманського НУС знаходиться в підзоні нестійкого зволоження (середньобагаторічний гідротермічний коефіцієнт зволоження території – 1,2) і характеризується теплим, помірно-вологим кліматом, але в окремі роки бувають посухи, рідше суховії. Літо тепле, помірно-вологе, а зима м'яка, хмарна, з частими відлигами і лише в окремі роки з сильними морозами [149].

Річна сума опадів у середньому складає 633 мм, а іноді коливається за роками від 300 до 750 мм. За теплий період (квітень – жовтень) випадає близько 370 мм опадів або 66% річної суми. Найбільші місячні суми опадів припадають на літні місяці – червень і липень (66–68 мм).

Нут вимогливий до умов освітлення. Довгий день подовжує проходження всіх фаз росту, а короткий – скорочує вегетаційний період. Сума активних температур за вегетаційний період (вище $+5^{\circ}\text{C}$) – 1200–1600 $^{\circ}\text{C}$ [2].

Середня температура найтеплішого місяця (липня) складає $+19,0^{\circ}\text{C}$, а найхолоднішого (січня) $-5,7^{\circ}\text{C}$. Абсолютний мінімум досягає -39°C , максимум – $+39^{\circ}\text{C}$. Період з середньодобовою температурою більше $+10^{\circ}\text{C}$ триває 160–165 діб. Середня річна температура становить $+7,4^{\circ}\text{C}$. Сума активних температур вище $+10^{\circ}\text{C}$ коливається в межах 2600–2660 $^{\circ}\text{C}$.

Сумарна сонячна радіація складає 90–94 ккал/см² (3838,5–4051,8 Мдж/м) за рік, а на частину сумарної ФАР (фотосинтетично активної радіації) за період вегетації з температурою повітря вище + 5°C приходить 39 ккал/см² (1663,4 Мдж/м²).

Тривалість теплового періоду року з позитивною добовою температурою повітря ($t > 0^{\circ}\text{C}$) складає 245 діб, у тому числі тривалість вегетаційного періоду більшості сільськогосподарських культур ($t > 5^{\circ}\text{C}$) – 201 доба, періоду активної вегетації сільськогосподарських культур ($t > 10^{\circ}\text{C}$) – 159 діб і найбільш забезпеченого теплом періоду ($t > 15^{\circ}\text{C}$) – 109 діб. Зимом середня добова температура повітря може досягати позитивних значень від 0 до +2°C, а іноді +5°C тепла. За період з температурою більше +10°C випадає лише 300–310 мм. Відносна вологість повітря становить 76%.

Весняний сезон починається з переходом середньодобової температури повітря через 0°C. Літо характеризується високими температурами – середня температура становить +18°C з коливаннями в окремі роки від +17 до +22°C.

Осінь найчастіше тепла, сонячна, іноді тривала. Перехід середньодобової температури нижче +10°C спостерігається лише в середині, а рідше – в кінці жовтня.

Зима помірно-холодна зі значною амплітудою коливання температури повітря в окремі дні, з незначними опадами, невеликим сніговим покривом, іноді з сильними східними вітрами. Глибина промерзання ґрунту сягає 27 см. Сніговий покрив до 16 см не стійкий, можливий з листопада і до кінця березня. Середня тривалість снігового покриву становить 84 дні.

Погодні умови за час проведення досліджень характеризувались певними особливостями (таблиця 2.1–2.3), однак в загальному були сприятливими для вирощування зернобобових культур, у тому числі і нуту.

Таблиця 2.1

Сума опадів за 2015–2017 рр. (за даними метеостанції Умань, мм)

Місяць	Рік												Середня багаторічна
	2015			Всього за місяць	2016			Всього за місяць	2017			Всього за місяць	
	Декада				декада				декада				
	I	II	III		I	II	III		I	II	III		
Січень	10,6	1,4	25,5	37,5	34,6	26,0	13,4	74	16,7	3,1	2,0	21,8	47
Лютий	7,7	0,0	12,5	20,2	18,9	26,7	13,9	59,5	30,6	2,7	5,6	38,9	44
Березень	8,4	24,7	21,6	54,7	4,7	1,7	20,5	26,9	1,7	17,0	7,1	25,8	39
Квітень	48,0	20,6	0,6	69,2	3,9	27,2	0,7	31,8	42,5	10,4	0,4	53,3	48
Травень	22,6	16,9	0,8	40,3	28,7	60,6	25,1	114,4	2,9	20,4	23,1	46,4	55
Червень	5,4	100,9	7,8	114,1	1,1	65,1	7,5	73,7	1,4	30,4	9,2	41,0	87
Липень	33,6	0,8	13,5	47,9	10,0	1,6	4,2	15,8	11,4	27,7	20,1	59,2	87
Серпень	2,4	14,4	0	16,8	12,3	15,2	0,4	27,9	10,7	202	17,0	229,7	59
Вересень	27,1	4,0	6,5	37,6	0	0	6,7	6,7	12,5	0,0	26,0	38,5	43
Жовтень	0	6,3	16,6	22,9	33,2	51,4	2,4	87,0	34,4	3,4	16,1	53,9	33
Листопад	7,8	19,9	19,5	47,2	19,8	20,3	9,1	49,2	13,0	4,7	20,2	37,9	43
Грудень	3,9	1,2	2,8	7,9	19,2	10,6	3,4	33,2	58,6	25,4	18,2	102,2	48
Всього за рік	516,3			600,1				748,6					633

Таблиця 2.2

Середня температура повітря за 2015–2017 рр.
(за даними метеостанції Умань, °С)

Місяць	Рік												Середня багаторічна
	2015			Середня за місяць	2016			Середня за місяць	2017			Середня за місяць	
	декада				декада				декада				
	I	II	III		I	II	III		I	II	III		
Січень	-4,9	0,8	-0,1	-1,4	-9,6	-2,8	-4,7	-5,6	-6,2	-4,4	-5,0	-5,2	-5,7
Лютий	-1,6	-4,5	3,6	-1,1	1,0	2,5	3,9	2,4	-6,6	-3,4	2,7	-2,8	-4,2
Березень	2,5	4,3	5,4	4,1	5,8	3,1	4,5	4,5	5,7	4,2	7,7	5,9	0,4
Квітень	4,6	9,5	12,0	8,7	12,0	13,8	11,1	12,3	11,1	7,6	10,6	9,7	8,5
Травень	13,0	14,9	18,7	15,6	14,0	12,8	17,1	14,7	14,2	12,7	17,3	14,8	14,6
Червень	20,4	19,4	18,2	19,3	16,1	19,5	24,5	20,1	19,2	18,8	22,0	20,0	17,6
Липень	21,6	19,4	22,9	21,3	20,1	23,0	21,8	21,6	19,2	20,0	22,4	20,6	19,0
Серпень	22,1	21,0	20,5	21,2	21,6	18,4	21,8	20,7	24,7	24,4	17,6	22,1	18,2
Вересень	19,1	17,1	17,0	17,7	19,7	16,2	11,2	15,7	17,1	19,1	13,4	16,5	13,6
Жовтень	9,2	6,4	5,2	6,9	11,2	3,8	4,6	6,5	9,2	11,7	5,5	8,7	7,6
Листопад	4,5	7,1	2,3	4,6	4,7	1,3	-1,0	1,7	6,3	3,4	0,6	3,4	2,1
Грудень	2,0	0,7	2,4	1,7	-2,1	-2,4	-1,3	-1,9	2,3	0,9	3,1	2,1	-2,4
Середня за рік	9,9				9,4				9,7				7,4

Таблиця 2.3

Відносна вологість повітря за 2015–2017 рр. (за даними метеостанції Умань,%)

Місяць	Рік											Середня багаторічна	
	2015			Середня за місяць	2016			Середня за місяць	2017				Середня за місяць
	декада				Декада				декада				
	I	II	III	I	II	III	I	II	III				
Січень	82	88	95	89	87	84	85	85	79	89	85	84	86
Лютий	81	78	84	81	81	83	83	82	85	84	80	83	85
Березень	75	76	65	72	82	71	70	74	82	81	66	76	82
Квітень	66	64	59	63	60	72	60	64	64	60	56	60	68
Травень	72	63	63	66	61	81	75	72	57	66	64	63	64
Червень	59	66	68	64	67	80	72	73	61	64	67	64	66
Липень	71	65	68	68	69	64	69	67	63	66	66	65	67
Серпень	58	63	59	60	65	76	62	68	67	55	68	64	68
Вересень	72	68	73	71	62	59	74	65	71	63	72	69	73
Жовтень	66	60	82	70	80	80	74	78	74	82	84	80	80
Листопад	81	82	88	84	82	87	85	85	84	86	88	86	87
Грудень	82	86	81	83	84	85	85	85	90	89	87	89	88
Середня за рік	72,5			74,9			73,5			76			

У 2015 році сума опадів склала 516,3 мм за середньобогаторічного показника 633 мм. Однак за період вегетації в середньому (квітень – липень) їхня кількість становила 271,5 мм при 277 мм опадів за середньобогаторічними даними. Найбільша кількість опадів випадала у квітні – червні – 223,6 мм, що забезпечило сприятливі умови для росту і розвитку рослин. Найвологішим місяцем протягом вегетаційного періоду був червень (114,1 мм), проте травень і липень були посушливими – 40,3 і 47,9 мм відповідно за середньобогаторічних – 55 і 87 мм.

Середня температура повітря за 2015 рік становила 9,9°C, що на 2,5°C перевищувала рівень середньобогаторічних показників. Протягом вегетації середні показники температури повітря становили 16,2°C у порівнянні до 14,2°C середньобогаторічних температур. Відносна вологість повітря протягом року була менша від рівня середньобогаторічного показника (76%) і становила 72,5%. Протягом періоду вегетації квітень – липень відносна вологість повітря становила 65,3%, при 66,3% середньобогаторічному показнику.

У 2016 сума опадів склала 600,1 мм. Проте за період вегетації квітень – липень кількість опадів становила 235,7 мм., що на 41,3 мм менше, ніж за середньобогаторічний показник, та на 35,8 мм менше, ніж у той же період 2015 року. Найвологішим місяцем протягом вегетації був травень (114,4 мм), що мало суттєвий вплив на формування вегетативної маси, а в результаті і врожайності. Температура повітря в середньому за 2016 рік склала 9,4°C і перевищувала рівень середньобогаторічних показників на 2,0°C. У період вегетації середні показники температури повітря становили 17,2°C, що на 3°C вище середньобогаторічних температур за аналогічний період.

Відносна вологість повітря упродовж вегетації 2016 р становила 69%, що на 2,75 відсоткових пункти вище середньобогаторічного показника. В цілому достатня кількість вологи в ґрунті, помірно підвищена вологість повітря та підвищена температура повітря дали змогу сформувати продуктивний посів з найбільшою врожайністю та якістю зерна нуту.

Погодні умови 2017 року були менш сприятливими, ніж у 2016 р. Сумарна кількість опадів за період вегетації квітень – липень склала 199,9 мм, що на 77,1 мм менше середньобогаторічного показника. Середня річна температура повітря була на рівні 9,7°C, що вище багаторічної норми на 2,3°C, у період вегетації – 16,3°C, що на 2,1°C вище середньобогаторічних температур. Відносна вологість повітря у вегетаційний період становила 63,2%, що на 3,3 відсоткових пункти менше середньобогаторічних показників відносної вологості повітря.

У цілому, ґрунтово-кліматичні умови регіону є сприятливими для вирощування більшості сільськогосподарських культур, зокрема, й нуту. Найоптимальніші погодні умови склалися у посівах нуту у 2016 р, менш сприятливі – у 2015 та 2017 роках. В загальному, лімітуючим чинником формування продуктивності посівів була забезпеченість рослин вологою, що знайшло своє відображення в одержаних експериментальних даних.

2.2. Схема досліду і методика виконання досліджень

Експериментальну частину роботи виконано упродовж 2015–2017 рр. у польових умовах навчально-виробничого відділу та лабораторних – науково-дослідної лабораторії "Екологічного моніторингу в агросфері" кафедри біології Уманського національного університету садівництва.

Дослідження виконували в посівах нуту (*Cicer arietinum* L.) сорту Пам'ять. Рід *Cicer* відноситься до родини *Fabaceae* L., підродини *Papilionaceae*, триби *Cicereae* Alef. [150] і має тільки один культурний вид – *Cicer arietinum* L. (нут баранячий або рогоподібний), що виділяється у три морфотипи: *desi* (дрібна насінина кутастої форми з темним забарвленням), *kabuli* (крупна насінина округлої форми із світлим забарвленням), *gulabi* (насіння горохоподібної форми різноманітного забарвлення та розміру) [151, 152].

Сорт нуту Пам'ять відноситься до євразійського підвиду (*Subsp. eurasiaticum* G. Pop.), тип *kabuli*, різновидність *bogemico-allutaceum* G. Pop. (богеміко-аллютацеум). Середньостиглий сорт, тривалість вегетаційного періоду 90–95 діб. Висота рослин 50–55 см, висота прикріплення нижніх бобів 20–22 см. Тип куща штаббовий, стійкий до вилягання. Опушення всіх вегетативних органів густе, сизо-зеленого кольору. Антоціанова пігментація відсутня. Квітки поодинокі, середнього розміру, білі. Боби ромбічної форми, середнього розміру, під час дозрівання жовто-солом'яного кольору. Насіння світло-буре, округле, середнє, маса 1000 насінин 280–300 г. Високопродуктивний, середня багаторічна урожайність за роки випробувань склала 1,74 т/га, найбільша – відмічена у 2000 і 2004 рр. – 2,11 т/га (що на 0,47 т/га вище стандарту) [6–8].

Характерна особливість сорту є стійкість до повторного відростання за підвищеної вологості, слабо уражується фузаріозом та аскохітозом, накопичує у насінні до 28–30% білка [153]. Із 2002 року внесений до Державного реєстру сортів України [154, 155].

Гербицид Панда, к.е., (Пендиметалін, 330 г/л), виробник ТОВ «Компанія «UKRAVIT», Україна [156, 157]. Має системну дію, проникає в бур'яни через первинну кореневу систему та сходи і гальмує ділення та ріст клітин. Чутливі до дії гербициду бур'яни гинуть відразу після проростання насіння або після появи сходів.

Гербицид виявляє високу активність до однорічних та багаторічних видів бур'янів – тонконіг звичайний (*Poa trivialis* L.), сорго алепське (*Sorghum halepense* L.), горицвіт літній (*Adonis vernalis* L.), приворотень польовий (*Alchemilla vulgaris*), щириця звичайна (*Amaranthus retroflexus* L.), курячі очка польові (*Anagallis arvensis* L.), роман польовий (*Anthemis arvensis* L.), лутига (*Atriplex* L.), грицики звичайні (*Capsella bursa-pastoris* L.), лобода біла (*Chenopodium album* L.), хрінниця круповидна (*Lepidium (cardaria) draba* L.), портулак городній (*Portulaca oleracea* L.), жовтець повзучий (*Ranunculus repens* L.), сухоребрик лікарський (*Sisymbrium officinale* L.), паслін чорний

(*Solanum nigrum*), зірочник середній (*Stellaria media* L.), кропива жалка (*Urtica urens* L.), вероніка польова (*Veronica arvensis*), фіалка польова (*Viola arvensis*), волошка синя (*Centaurea cyanus*).

Менш чутливі до дії гербіциду бур'яни: метлюг звичайний (*Apera spica-venti* (L.) P.Beauv), лисохвіст мишачохвостий (*Alopecurus pratensis* L.), плоскуха звичайна (*Echinochloa crus-galli* (L.) P.Beauv.), пальчатка криваво-червона (*Digitaria sanguinalis* (L.) Scop.), гірчиця польова (*Sinapis arvensis* L.), просо (види) (*Panicum*), мишій (види) (*Setaria*), канатник Теофраста (*Abutilon theophrasti* Moench), ценхрус якірцевий (*Cenchrus paucijlorus* Benth.), рутка лікарська (*Fumaria officinalis* L.), переліска однорічна (*Mercurialis annua* L.), незабудка польова (*Myosotis arvensis* L.), мак дикий (*Papaver rhoeas* L.), гірчак почечуйний (*Persicaria maculosa* Gray), редька дика (*Raphanus raphanistrum* L.) [157].

Технологія застосування гербіциду потребує заробки в ґрунт (за недостатньої вологості ґрунту), що значно підсилює його гербіцидну дію. Вносити препарат необхідно до сходів культури [157].

Регулятор росту рослин Стимпо, в.с.р., (модифікована діюча речовина регулятора росту рослин Емістиму С – 1,0 г/л, комплекс біогенних мікроелементів – 0,014 г/л + Аверсектин С – природний комплекс, що складається з 8 індивідуальних авермектинів, – 0,01 г/л) [156, 158]. Виробник – ДП Міжвідомчий науково-технологічний центр «Агробіотех» НАН та МОН України, Україна. Препарат широкого спектру дії, призначений для обробки насіння і обприскування посівів зернових, зернобобових, технічних, кормових, овочевих, баштанних культур, винограду, плодово-ягідних культур, їстівних грибів.

Регулятор росту рослин Стимпо сприяє прискореному діленню рослинних клітин, розвитку потужної кореневої системи, збільшенню площі листової поверхні і вмісту в рослинах хлорофілу, знижує фітотоксичну дію пестицидів, має антимутагенний ефект, покращує якість вирощеної продукції, підвищує врожайність, стійкість рослин до хвороб і

несприятливих факторів довкілля (переохолодження, перегрівання, браку або надлишку світла і вологи) [158].

Мікробний препарат (МБП) Ризобофіт (аналог Ризоактив Бобові марка Р), р., (бульбочкові бактерій *Bradyrhizobium japonicum* або бактерії роду *Rhizobium* (*Mesorhizobium ciceri* L.), титр життєздатних клітин не менше – $4,0 \cdot 10^9$ КУО/мл препарату). Виробник – Товариство з обмеженою відповідальністю «Науково-виробниче підприємство «Агроекологія», Україна [156, 159].

Застосування Ризобофіту дає змогу поліпшити умови азотного живлення бобових завдяки фіксації атмосферного азоту; підвищити врожай зерна та зеленої маси; збільшити вміст білка в рослинах. Застосування Ризобофіту забезпечує економію (20–35%) мінеральних добрив [159].

Ризобофіт використовується для передпосівної інокуляції насіння шляхом механізованої або ручної обробки посівного матеріалу. Бактеризація проводиться в день сівби.

Схема дослідів включала варіанти з використанням гербіциду Панда в нормах 3,0; 4,0; 5,0; 6,0 л/га окремо і по фоні обробки насіння – регулятором росту рослин Стимпо у нормі 0,025 л/т, мікробним препаратом Ризобофіт у нормі 1,0 л/т та сумішшю регулятора росту рослин Стимпо і мікробного препарату Ризобофіт у тих же нормах:

1. Без використання препаратів (контроль I);
2. Без використання препаратів + ручні прополювання упродовж вегетації (контроль II);
3. МБП Ризобофіт 1,0 л/т;
4. РРР Стимпо 0,025 л/т;
5. МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т;
6. Панда 3,0 л/га;
7. Панда 3,0 л/га, МБП Ризобофіт 1,0 л/т;
8. Панда 3,0 л/га, РРР Стимпо 0,025 л/т;
9. Панда 3,0 л/га, МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т;

10. Панда 4,0 л/га;
11. Панда 4,0 л/га, МБП Ризобофiт 1,0 л/т;
12. Панда 4,0 л/га, РРР Стимпо 0,025 л/т;
13. Панда 4,0 л/га, МБП Ризобофiт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т;
14. Панда 5,0 л/га;
15. Панда 5,0 л/га, МБП Ризобофiт 1,0 л/т;
16. Панда 5,0 л/га, РРР Стимпо 0,025 л/т;
17. Панда 5,0 л/га, МБП Ризобофiт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т;
18. Панда 6,0 л/га;
19. Панда 6,0 л/га, МБП Ризобофiт 1,0 л/т;
20. Панда 6,0 л/га, РРР Стимпо 0,025 л/т;
21. Панда 6,0 л/га, МБП Ризобофiт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т.

Площа облікової ділянки складала 42 м², повторення досліду – триразове з систематичним розміщенням варіантів. Фактор А – гербіцид Панда в різних нормах (3,0; 4,0; 5,0; 6,0 л/га), Фактор В – біологічні препарати – регулятор росту рослин Стимпо (0,025 л/т) і мікробний препарат Ризобофiт (1,0 л/т).

Польові досліди закладали в короткоротаційній сівозміні кафедри біології з таким чергуванням культур:

1. Ячмінь ярий з підсівом і без підсіву конюшини.
2. Конюшина, горох, кукурудза на силос, чорний пар.
3. Пшениця озима.
4. Соя, горох, нут.
5. Тритикале озиме, ячмінь озимий, гречка.
6. Кукурудза на силос.

Попередником для нуту слугувала пшениця озима.

Нут у дослідах вирощували за загальноприйнятою технологією [2]. Внесення гербіциду виконували ранцевим оприскувачем ОГ-12 з витратою робочого розчину 250 л/га [160].

Обліки та спостереження, фізіологічні, біохімічні, мікробіологічні дослідження, вивчення якості зерна у дослідах виконували згідно наступних методик:

– активність ферментів класу оксидоредуктаз – каталази (КФ 1.11.1.6), пероксидази (КФ 1.11.1.7), поліфенолоксидази (КФ 1.10.3.1) у листках нуту визначали в зразках листків, відібраних у польових умовах, у відповідні фази розвитку рослин за методиками, описаними Х. М. Починком [161];

– вміст у листках хлорофілів *a* і *b*, їхньої суми та їхнього співвідношення визначали спектрофотометричним методом [162] з наступним використанням для розрахунків формул D. Wettstein [163]:

$$C_a = 13,70 D_{665} - 5,76 D_{649};$$

$$C_b = 25,80 D_{649} - 7,60 D_{665};$$

$$C_{a+b} = 6,10 D_{665} + 20,04 D_{649} = 25,1D_{654};$$

– дослідження площі листків та біомаси рослин виконували згідно методик, описаних З. М. Грицаєнко із співавторами [163];

– спостереження за ростовими процесами рослин здійснювали вимірюванням 100 типових рослин у межах варіанту [163];

– чисту продуктивність фотосинтезу посівів розраховували за методикою О. О. Ничипоровича [164];

– формування бобово-ризобіального апарату бактерій *Cicer arietinum* L. – *Mesorhizobium cicer* досліджували за методикою, описаною В. В. Волкогоном із співавт. [165];

– дослідження мікробіоти у ризосфері нуту виконували за загальноприйнятими методиками, описаними під редакцією Д. Г. Звягінцева: зокрема загальну чисельність бактерій визначали шляхом висіву ґрунтової суспензії відповідних розведень на МПА, амоніфікувальних бактерій – на МПБ, нітрифікувальних – на елективному середовищі С.М. Виноградського, целюлозолітичних – на середовищі на О. О. Імшенецького та Л. І. Солнцевої, чисельність мікроорганізмів виражали в колонієутворюючих одиницях (КУО) в 1 г сухого ґрунту [166];

- облік забур'яненості посівів нуту виконували за кількістю і за масою бур'янів на 1 м² у дев'ятиразовій повторності у варіанті [167];
- облік урожаю виконували поділянково, збиранням і обмолочуванням валків комбайном "Сампо" з наступним зважуванням і перерахунком на стандартну вологість [168];
- оцінку якості зерна нуту проводили згідно ДСТУ 6019: 2008 [169], масу 1000 зерен визначали за ДСТУ ISO 520:2015 [170], вміст у зерні білку визначали спектрофотометричним методом [171–173].
- економічну оцінку ефективності використання біологічних препаратів розраховували за загальноприйнятими методиками на основі діючих нормативів з використанням технологічних карт;
- енергетичну ефективність оцінювали за рекомендаціями, описаними О. К. Медведовським і П. І. Іваненком [174];
- статистичну обробку результатів досліджень проводили за методами дисперсійного та кореляційного аналізів, описаними Б. А. Доспеховим [175].

РОЗДІЛ 3

ВПЛИВ ГЕРБІЦИДУ, РЕГУЛЯТОРА РОСТУ РОСЛИН І МІКРОБНОГО ПРЕПАРАТУ НА ПРОХОДЖЕННЯ ФІЗІОЛОГО– БІОХІМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ У РОСЛИНАХ НУТУ

3.1. Активність антиоксидантних ферментів

Дія препаратів хімічного та біологічного походження має істотний вплив на фізіолого-біохімічні процеси в рослинах [13]. Вона відображається у змінах рівня таких показників як активність ферментів, вміст хлорофілу, інтенсивність нагромадження органічної речовини, урожайність і продуктивність посівів [176, 177]. Зміна в рослинах ферментативної активності у значній мірі залежить від підвищених концентрацій у фотосинтезувальних тканинах активних форм кисню, які продукуються у відповідь на біотичні та абіотичні стресові чинники, серед яких можливі водний дефіцит, засолення, низька або підвищена температура, дія пестицидів, важких металів, радіації, інфекції патогенів тощо [178–180]. АФК реагують з білками, ліпідами, нуклеїновими кислотами, ушкоджуючи структури мембран та макромолекул, що негативно впливає на проходження основних фізіолого-біохімічних процесів у рослинах та формування їхньої продуктивності [181].

Визначальну роль у нейтралізації АФК відіграє антиоксидантна система рослини, яка являє собою комплекс низькомолекулярних сполук та ферментів, зокрема й таких як каталаза, пероксидаза і поліфенолоксидаза. Так, каталазою та пероксидазою нейтралізується негативна дія АФК, в тому числі й H_2O_2 , шляхом розкладання його до води й кисню [182]. Зниження концентрації фенольних сполук, вміст яких може зростати в тканинах за дії гербіцидів [183], каталізує поліфенолоксидаза. Сумарне зростання активності антиоксидантних ферментів призводить до посилення у рослинах

метаболических процесів, які лежать в основі формування продуктивності посівів [12, 183].

У результаті проведених нами досліджень встановлено, що активність антиоксидантних ферментів у рослинах нуту варіювала як за роками, так і залежно від використання різних норм гербіциду Панда, внесених окремо та на фоні обробки насіння РРР Стимпо і МПБ Ризобофіт. Так, у 2015 р. за самостійної дії МПБ Ризобофіт (1,0 л/т) у фазі п'яти листків нуту спостерігалася незначна активність каталази (табл. 3.1.), яка зростала відносно контролю І на 1%, а за самостійної дії РРР Стимпо (0,025 л/т) – на 3%.

У варіантах сумісного застосування МПБ Ризобофіт (1,0 л/т) і РРР Стимпо (0,025 л/т) збільшення активності каталази в рослинах нуту відносно контролю І складало 10% відповідно.

У варіантах самостійного застосування гербіциду Панда в нормах 3,0; 4,0 і 5,0 л/га активність каталази у фазі п'яти листків нуту зростала відносно контролю І на 11; 15 і 10% відповідно, водночас за норми 6,0 л/га – знизилась на 3%.

Внесення гербіциду в нормах 3,0–6,0 л/га на фоні використання регулятора росту рослин Стимпо (0,025 л/т) стимулювало активність каталази, яка відносно контролю І збільшувалась на 15; 18; 16 і 1% відповідно. На фоні використання мікробного препарату Ризобофіт (1,0 л/т) спостерігався подібний результат, однак за норми гербіциду 6,0 л/га активність ферменту відносно контролю І у незначній мірі знижувалась.

За комплексного використання регулятора росту рослин Стимпо (0,025 л/т) з мікробним препаратом Ризобофіт (1,0 л/т) та внесення по даному фону гербіциду Панда в нормах 3,0; 4,0; 5,0; 6,0 л/га каталазна активність у посівах нуту зростала відносно варіанту без застосування препаратів (контроль І) на 18; 27; 20 і 8% відповідно.

У фазі цвітіння нуту у 2015 році за самостійної дії МПБ Ризобофіт (1,0 л/т) активність каталази зростала відносно контролю І на 4%, за самостійної

дії РРР Стимпо (0,025 л/т) – на 3%. У варіантах сумісного застосування МБП Ризобофіт (1,0 л/т) з РРР Стимпо (0,025 л/т) збільшення активності ферменту відносно контролів I і II складало 7 і 3% відповідно.

Таблиця 3.1

Активність каталази в рослинах нуту сорту Пам'ять залежно від застосування гербіциду Панда, регулятора росту рослин Стимпо та мікробного препарату Ризобофіт (мкМоль розкладеного H_2O_2 /г сирової речовини за 1 хв, 2015 р.)

Гербіцид	Біологічний препарат	Фаза п'яти листків	Фаза цвітіння	Фаза формування бобів
Без гербіциду	без біологічних препаратів (контроль I)	46,1	54,3	38,3
	без біологічних препаратів + ручні прополювання (контроль II)	46,6	56,1	41,7
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	46,3	56,3	40,8
	РРР Стимпо 0,025 л/т	47,5	56,1	40,5
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	50,5	57,9	43,5
Панда 3,0 л/га	без біологічних препаратів	51,0	60,4	44,1
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	51,5	63,2	46,9
	РРР Стимпо 0,025 л/т	53,2	62,4	46,6
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	54,2	64,1	48,3
Панда 4,0 л/га	без біологічних препаратів	53,2	61,5	46,9
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	53,5	62,3	49,8
	РРР Стимпо 0,025 л/т	54,5	62,1	48,8
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	58,4	65,1	52,4
Панда 5,0 л/га	без біологічних препаратів	50,8	59,8	45,0
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	51,7	61,3	48,5
	РРР Стимпо 0,025 л/т	53,6	61,2	47,4
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	55,3	63,4	49,6
Панда 6,0 л/га	без біологічних препаратів	45,0	54,1	39,6
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	45,8	55,4	41,7
	РРР Стимпо 0,025 л/т	46,6	55,6	41,1
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	49,7	56,2	42,5
	<i>НІР₀₅</i>	1,4	1,6	1,2

У варіантах, де вносили лише гербіцид Панда в нормах 3,0; 4,0; 5,0 л/га активність каталази у фазі цвітіння нуту зростала відносно контролю I на 11; 13 і 10%. За внесення гербіциду в нормах 3,0–6,0 л/га на фоні використання регулятора росту рослин Стимпо (0,025 л/т) активність каталази відносно контролю I збільшувалась на 15; 14; 13 і 2% відповідно, а на фоні використання мікробного препарату Ризобофіт (1,0 л/т) – на 16; 15; 13 і 2%. Максимальна норма гербіциду 6,0 л/га дещо пригнічувала активність ферменту.

За комплексного використання регулятора росту рослин Стимпо (0,025 л/т) з мікробним препаратом Ризобофіт (1,0 л/т) та внесення по даному фону гербіциду Панда в нормах 3,0; 4,0; 5,0; 6,0 л/га активність каталази у посіві нуту зростала відносно варіанту без застосування препаратів (контроль I) на 18; 20; 17 і 3%.

Активність каталази у фазі формування нутом бобів за самостійної дії МПБ Ризобофіт (1,0 л/т) та РРР Стимпо (0,025 л/т) зростала відносно контролю I відповідно на 7 і 6%. У варіантах сумісного застосування МПБ Ризобофіт (1,0 л/т) та РРР Стимпо (0,025 л/т) збільшення активності ферменту у рослинах нуту відносно контролів I і II склало 14 і 4% відповідно.

У варіантах, де вносили лише гербіцид Панда в нормах 3,0; 4,0; 5,0 л/га активність каталази у фазі формування бобів зростала відносно контролю I на 15; 22; 17%. За внесення гербіциду в таких же нормах на фоні використання регулятора росту рослин Стимпо (0,025 л/т) – на 22; 27; 24 і 7%, а на фоні використання мікробного препарату Ризобофіт (1,0 л/т) – на 22; 30; 27 і 9%.

За комплексного використання регулятора росту рослин Стимпо (0,025 л/т) з мікробним препаратом Ризобофіт (1,0 л/т) та внесення по даному фону гербіциду Панда в нормах 3,0; 4,0; 5,0; 6,0 л/га активність ферменту у посіві нуту зростала відносно варіанту без застосування препаратів (контроль I) на 26; 37; 29 і 11%.

Аналогічна залежність в активності каталази простежувалася і в 2016 та 2017 роках (Додаток А, табл. А.1, А.2), однак у ці роки дослідження вона дещо варіювала. Так, у варіанті без застосування біологічних препаратів та гербіциду (контроль I) активність каталази у 2015 р. у фазі 5 листків склала 46,1 мкМоль розкладеного H_2O_2 /г сирової речовини, у той же час у 2016 і 2017 рр. – 47,8 і 45,1 мкМоль розкладеного H_2O_2 /г сирової маси, що може бути пов'язано з показниками погодних умов, які склалися у період проведення досліджень.

За комплексного використання у посівах нуту МПБ Ризобофіт (1,0 л/т) + РРР Стимпо (0,025 л/т) активність каталази в рослинах нуту зростала відносно контролю I у фазі п'яти листків, цвітіння та формування бобів на 9; 4 і 5% у 2016 році, та на 6; 5 і 7% – у 2017 році відповідно, а за використання по даному фону гербіциду Панда в нормах 3,0–6,0 л/га в середньому на 5–25%, 4–14%, 2–20% у 2016 р. та – 6–23%, 2–20%, 6–28% у 2017 р. відповідно до фаз розвитку.

Також необхідно відмітити залежність активності каталази в рослинах нуту упродовж вегетації: максимальна її активність простежувалася у фазі цвітіння, зниження активності відбувалася у фазі формування бобів.

У середньому за три роки дослідження (рис 3.1) за самостійної дії МПБ Ризобофіт (1,0 л/т) у фазі п'яти листків спостерігалось зростання активності каталази відносно контролю I на 1%, за самостійної дії РРР Стимпо (0,025 л/т) – на 3%.

У варіантах сумісного застосування МПБ Ризобофіт (1,0 л/т) і РРР Стимпо (0,025 л/т) збільшення активності ферменту в рослинах нуту відносно контролів I і II складало 8 і 7% відповідно.

У варіантах, де вносили лише гербіцид Панда в нормах 3,0; 4,0; 5,0 л/га активність каталази у фазі п'яти листків зростала відносно контролю I на 9; 15; 7% відповідно. За внесення гербіциду в таких же нормах на фоні використання регулятора росту рослин Стимпо (0,025 л/т) активність каталази відносно контролю I збільшилась на 13; 19; 13%, а на фоні

використання мікробного препарату Ризобіфит (1,0 л/т) – на 10; 16; 9%. За норми гербіциду 6,0 л/га рівень ферментативної активності був значно нижчий.

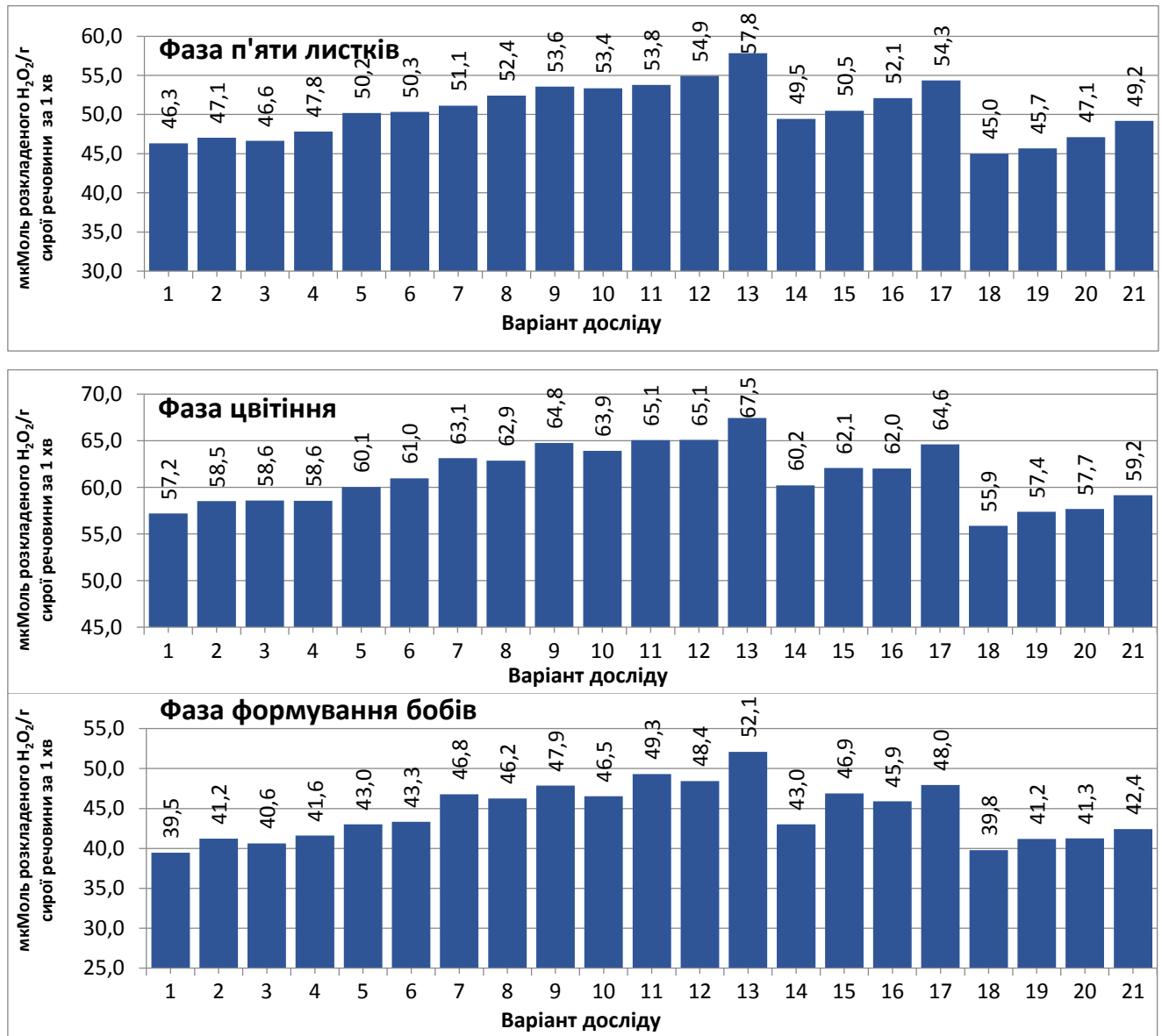


Рис 3.1. Активність каталази в рослинах нуту сорту Пам'ять залежно від застосування гербіциду Панда, РРР Стимпо та МБП Ризобіфит (середнє за 2015–2017 рр.):

1. Без використання біологічних препаратів і гербіциду (контроль I); 2. Без використання біологічних препаратів і гербіциду + ручні прополювання упродовж вегетації (контроль II); 3. МБП Ризобіфит 1,0 л/т; 4. РРР Стимпо 0,025 л/т; 5. МБП Ризобіфит 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т; 6. Панда 3,0 л/га; 7. Панда 3,0 л/га, МБП Ризобіфит 1,0 л/т; 8. Панда 3,0 л/га, РРР Стимпо 0,025 л/т; 9. Панда 3,0 л/га, МБП Ризобіфит 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т; 10. Панда 4,0 л/га; 11. Панда 4,0 л/га, МБП Ризобіфит 1,0 л/т; 12. Панда 4,0 л/га, РРР Стимпо 0,025 л/т; 13. Панда 4,0 л/га, МБП Ризобіфит 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т; 14. Панда 5,0 л/га; 15. Панда 5,0 л/га, МБП Ризобіфит 1,0 л/т; 16. Панда 5,0 л/га, РРР Стимпо 0,025 л/т; 17. Панда 5,0 л/га, МБП Ризобіфит 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т; 18. Панда 6,0 л/га; 19. Панда 6,0 л/га, МБП Ризобіфит 1,0 л/т; 20. Панда 6,0 л/га, РРР Стимпо 0,025 л/т; 21. Панда 6,0 л/га, МБП Ризобіфит 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т.

За комплексного використання регулятора росту рослин Стимпо (0,025 л/т) з мікробним препаратом Ризобофіт (1,0 л/т) та внесення по даному фону гербіциду Панда в нормах 3,0; 4,0; 5,0; 6,0 л/га активність каталази в листках нуту зростала відносно варіанту без застосування препаратів (контроль I) на 16; 25; 17 і 6% відповідно.

У фазі цвітіння за самотійної дії МПБ Ризобофіт (1,0 л/т) в середньому за 2015–2017 р. активність каталази зростала відносно контролю I на 2%, за дії РРР Стимпо (0,025 л/т) – на 2%, у варіантах сумісного застосування МПБ Ризобофіт (1,0 л/т) і РРР Стимпо (0,025 л/т) – на 5%.

У варіантах за самотійного застосування гербіциду Панда в нормах 3,0; 4,0; 5,0 л/га активність каталази у фазі цвітіння зростала відносно контролю I на 7; 12 і 5%, за внесення тих же норм гербіциду, але на фоні використання регулятора росту рослин Стимпо (0,025 л/т) – на 10; 14; 8% відповідно, а на фоні використання мікробного препарату Ризобофіт (1,0 л/т) – на 10; 14; 9%. Норма гербіциду 6,0 л/га пригнічувала активність даного ензиму, тому зростання було мінімальним і становило – 1%.

У фазі формування бобів активність каталази в середньому за 2015–2017 рр. за самотійної дії МПБ Ризобофіт (1,0 л/т) та РРР Стимпо (0,025 л/т) зростала відносно контролю I на 3 та 5% відповідно. У варіантах поєднаної дії МПБ Ризобофіт (1,0 л/т) з РРР Стимпо (0,025 л/т) – на 9%.

За дії гербіциду Панда в нормах 3,0; 4,0; 5,0; 6,0 л/га активність каталази у фазі формування бобів зростала відносно контролю I на 10; 18; 9; 1%, за внесення гербіциду в таких же нормах на фоні використання РРР Стимпо (0,025 л/т) активність каталази зростала відносно контролю I на 17; 23; 16 і 5%, а на фоні використання МБП Ризобофіт (1,0 л/т) – на 19; 25; 19 і 4%.

Максимальна активність ферменту спостерігалася за комплексного використання РРР Стимпо (0,025 л/т) з МБП Ризобофіт (1,0 л/т) та внесення по даному фону гербіциду Панда в нормах 3,0; 4,0; 5,0; 6,0 л/га, де перевищення до контролю I становило на 21; 32; 22 і 7% відповідно.

Наступним важливим ферментом антиоксидантного захисту рослинного організму є пероксидаза. Як показали дослідження, активність пероксидази у 2015 р. за самостійної дії МПБ Ризобофіт (1,0 л/т) у фазі п'яти листків культури (табл. 3.2) зростала відносно контролю I на 3%, за самостійної дії РРР Стимпо (0,025 л/т) – на 7%, разом з тим у варіантах сумісного застосування МПБ Ризобофіт (1,0 л/т) з РРР Стимпо (0,025 л/т) – на 15%.

Таблиця 3.2

Активність пероксидази в рослинах нуту сорту Пам'ять залежно від застосування гербіциду Панда, РРР Стимпо та мікробного препарату Ризобофіт (мкМоль окисненого гваяколу/г сирової речовини за 1 хв, 2015 р.)

Гербіцид	Біологічний препарат	Фаза п'яти листків	Фаза цвітіння	Фаза формування бобів
Без гербіциду	без біологічних препаратів (контроль I)	101,4	111,4	79,8
	без біологічних препаратів + ручні прополювання (контроль II)	102,4	117,5	81,8
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	104,8	113,8	84,5
	РРР Стимпо 0,025 л/т	108,5	117,5	86,4
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	116,6	125,6	91,8
Панда 3,0 л/га	без біологічних препаратів	118,9	127,8	102,2
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	120,3	129,2	100,8
	РРР Стимпо 0,025 л/т	125,2	134,2	106,2
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	131,2	140,2	112,4
Панда 4,0 л/га	без біологічних препаратів	125,5	134,4	107,0
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	127,5	136,4	106,8
	РРР Стимпо 0,025 л/т	128,6	137,6	107,3
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	142,0	151,0	122,0
Панда 5,0 л/га	без біологічних препаратів	120,6	129,5	103,1
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	123,7	132,7	104,6
	РРР Стимпо 0,025 л/т	125,8	134,8	105,9
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	130,9	142,1	112,7
Панда 6,0 л/га	без біологічних препаратів	101,4	112,6	86,7
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	103,9	115,6	87,0
	РРР Стимпо 0,025 л/т	104,8	116,0	87,6
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	114,8	126,0	96,2
	<i>НІР₀₅</i>	5,2	6,9	4,7

У варіантах, застосовування гербіциду Панда в нормах 3,0; 4,0; 5,0 л/га активність пероксидази у фазі п'яти листків нуту зростала відносно контролю I на 17; 24; 19%, водночас за норми 6,0 л/га – залишилась на рівні контролю I.

За внесення гербіциду в тих же нормах на фоні використання регулятора росту рослин Стимпо (0,025 л/т) активність пероксидази відносно контролю I збільшувалась на 24; 27; 24 і 3% відповідно, а на фоні використання мікробного препарату Ризобофит (1,0 л/т) – 19; 26; 22 і 3%

Найвища активність ферменту у фазу п'яти листків нуту простежувалась за комплексного використання регулятора росту рослин Стимпо (0,025 л/т) з мікробним препаратом Ризобофит (1,0 л/т) і внесення по даному фоні гербіциду Панда в нормах 3,0; 4,0; 5,0; 6,0 л/га, де показники активності перевищували контроль I на 29; 40; 29 і 13% відповідно.

У фазі цвітіння нуту за самостійної дії МПБ Ризобофит (1,0 л/т) та РРР Стимпо (0,025 л/т) активність пероксидази зростала відносно контролю I на 2 і 6% відповідно, у варіантах сумісного застосування МПБ Ризобофит (1,0 л/т) з РРР Стимпо (0,025 л/т) – на 13%.

У варіантах, де вносили лише гербіцид Панда в нормах 3,0; 4,0; 5,0; 6,0 л/га активність пероксидази у фазі цвітіння рослин нуту зростала до контролю I на 15; 21; 16 і 1%. За внесення гербіциду в тих же нормах на фоні використання регулятора росту рослин Стимпо (0,025 л/т) активність пероксидази відносно контролю I збільшилась на 21; 24; 21 і 4% відповідно, а на фоні використання мікробного препарату Ризобофит (1,0 л/т) – на 16; 23; 19 і 3%.

За комплексного використання регулятора росту рослин Стимпо (0,025 л/т) з мікробним препаратом Ризобофит (1,0 л/т) та внесення по даному фоні гербіциду Панда в нормах 3,0; 4,0; 5,0; 6,0 л/га активність ферменту зростала відносно варіанту без застосування препаратів (контроль I) на 26; 36; 28 і 13% відповідно.

Активність пероксидази у фазі формування нутом бобів за самостійної дії МПБ Ризобофит (1,0 л/т) зростала відносно контролю I на 6%, за

самостійної дії РРР Стимпо (0,025 л/т) – на 8%, у варіантах сумісного застосування МПБ Ризобофіт (1,0 л/т) з РРР Стимпо (0,025 л/т) – на 15% .

У варіантах самостійного використання гербіциду Панда в нормах 3,0; 4,0; 5,0; 6,0 л/га активність пероксидази у фазі формування нутом бобів зростала відносно контролю I на 28; 34; 29; 9%, а за внесення гербіциду в таких же нормах на фоні використання регулятора росту рослин Стимпо (0,025 л/т) – на 33; 34; 33 і 10%, водночас у варіантах на фоні використання мікробного препарату Ризобофіт (1,0 л/т) – на 26; 34; 31 і 9% відповідно.

За комплексного використання регулятора росту рослин Стимпо (0,025 л/т) з мікробним препаратом Ризобофіт (1,0 л/т) та внесення по даному фону гербіциду Панда в нормах 3,0; 4,0; 5,0; 6,0 л/га активність пероксидази до контролю I зростала на 41; 53; 41 і 21% відповідно.

Аналогічну залежність активності пероксидази спостерігали і в 2016 та 2017 роках, але як і у випадку з активністю каталази простежувався вплив на активність ферменту погодних умов, що знайшло своє відображення в одержаних даних (Додаток А, табл. А.3, А.4). Так, у 2016 р. найвища активність пероксидази була відмічена за внесення гербіциду Панда в нормах 3,0; 4,0; 5,0; 6,0 л/га по фоні обробки перед сівбою насіння РРР Стимпо (0,025 л/т) з МБП Ризобофіт (1,0 л/т), де перевищення відносно контролю I складало у фазу п'яти листків нуту, цвітіння та формування бобів 10–32%, 13–35%, 8–35% відповідно, у 2017 р. – 10–32%, 9–30%, 14–36% відповідно до контролю I та фаз розвитку культури.

У середньому за три роки досліджень (рис. 3.2) за самостійної дії МПБ Ризобофіт (1,0 л/т) у фазі п'яти листків нуту активність пероксидази зростала відносно контролю I на 2%, за самостійної дії РРР Стимпо (0,025 л/т) – 6%, за сумісної дії МПБ Ризобофіт (1,0 л/т) і РРР Стимпо (0,025 л/т) – 7%.

У варіантах самостійного використання гербіциду Панда в нормах 3,0; 4,0; 5,0 л/га активність пероксидази у фазі п'яти листків культури зростала відносно контролю I на 12; 22; 10%. За дії гербіциду в нормі 6,0 л/га – знизилась на 4%. А за внесення гербіциду в таких же нормах на фоні

використання регулятора росту рослин Стимпо (0,025 л/т) – на 19; 29; 18 і 4% відповідно, а на фоні використання мікробного препарату Ризобофіт (1,0 л/т) – на 14; 24; 14 і 1%.

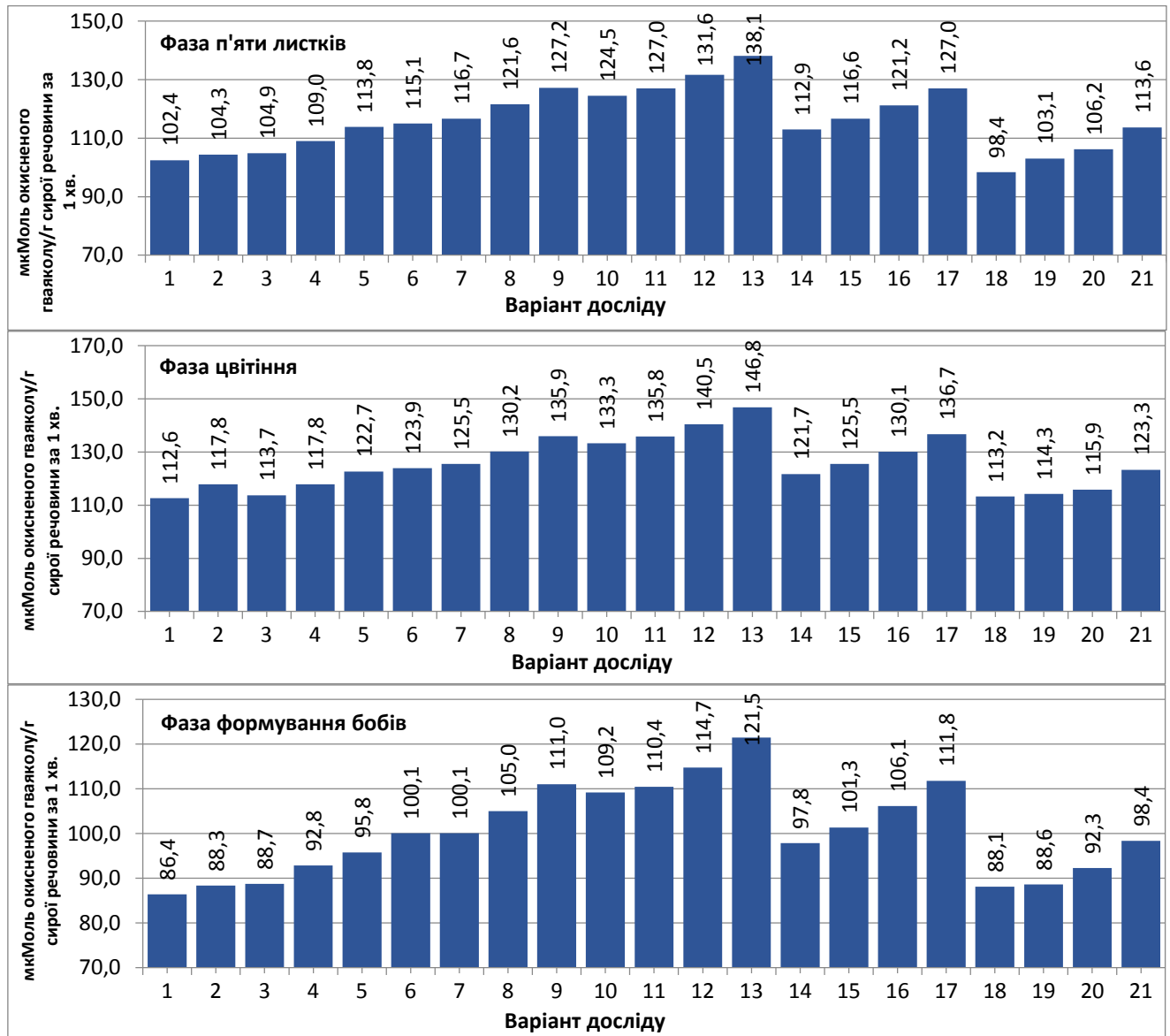


Рис 3.2. Активність пероксидази в рослинах нуту сорту Пам'ять залежно від застосування гербіциду Панда, РРР Стимпо та МБП Ризобофіт (середнє за 2015–2017 рр.):

1. Без використання біологічних препаратів і гербіциду (контроль I); 2. Без використання біологічних препаратів і гербіциду + ручні прополювання упродовж вегетації (контроль II); 3. МБП Ризобофіт 1,0 л/т; 4. РРР Стимпо 0,025 л/т; 5. МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т; 6. Панда 3,0 л/га; 7. Панда 3,0 л/га, МБП Ризобофіт 1,0 л/т; 8. Панда 3,0 л/га, РРР Стимпо 0,025 л/т; 9. Панда 3,0 л/га, МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т; 10. Панда 4,0 л/га; 11. Панда 4,0 л/га, МБП Ризобофіт 1,0 л/т; 12. Панда 4,0 л/га, РРР Стимпо 0,025 л/т; 13. Панда 4,0 л/га, МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т; 14. Панда 5,0 л/га; 15. Панда 5,0 л/га, МБП Ризобофіт 1,0 л/т; 16. Панда 5,0 л/га, РРР Стимпо 0,025 л/т; 17. Панда 5,0 л/га, МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т; 18. Панда 6,0 л/га; 19. Панда 6,0 л/га, МБП Ризобофіт 1,0 л/т; 20. Панда 6,0 л/га, РРР Стимпо 0,025 л/т; 21. Панда 6,0 л/га, МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т.

За комплексного використання регулятора росту рослин Стимпо (0,025 л/т) з мікробним препаратом Ризобофіт (1,0 л/т) та внесення по даному фону гербіциду Панда в нормах 3,0; 4,0; 5,0; 6,0 л/га активність пероксидази зросла відносно варіанту без застосування препаратів (контроль I) на 24; 35; 24 і 11%.

У фазі цвітіння за самостійної дії МПБ Ризобофіт (1,0 л/т) в середньому за 2015–2017 рр. активність пероксидази зросла відносно контролю I на 1%, за дії РРР Стимпо (0,025 л/т) – на 5%, у варіанті сумісної дії МПБ Ризобофіт (1,0 л/т) з РРР Стимпо (0,025 л/т) – 9%.

За дії лише гербіциду Панда в нормах 3,0; 4,0; 5,0; 6,0 л/га активність пероксидази у фазі цвітіння нуту зростала відносно контролю I на 10; 18; 8; 1%, за внесення гербіциду в таких же нормах на фоні використання регулятора росту рослин Стимпо (0,025 л/т) – на 16; 25; 16 і 3% відповідно, а на фоні використання мікробного препарату Ризобофіт (1,0 л/т) – на 11; 21; 11 і 2%.

Комплексне використання регулятора росту рослин Стимпо (0,025 л/т) з мікробним препаратом Ризобофіт (1,0 л/т) та внесення по даному фону гербіциду Панда в нормах 3,0; 4,0; 5,0; 6,0 л/га активність пероксидази зросла відносно варіанту без застосування препаратів (контроль I) на 21; 30; 21 і 10%.

Активність пероксидази у 2015–2017 роках у фазі формування бобів за самостійної дії МПБ Ризобофіт (1,0 л/т) зростала відносно контролю I на 3%. За самостійної дії РРР Стимпо (0,025 л/т) – на 7%, у варіантах сумісного застосування МПБ Ризобофіт (1,0 л/т) і РРР Стимпо (0,025 л/т) – на 11%.

У варіантах з внесенням гербіциду Панда в нормах 3,0; 4,0; 5,0; 6,0 л/га активність пероксидази у фазі формування бобів зростала відносно контролю I на 16; 26; 13; 2%, за внесення гербіциду в таких же нормах на фоні використання регулятора росту рослин Стимпо (0,025 л/т) – на 22; 33; 23 і 7%, а на фоні використання мікробного препарату Ризобофіт (1,0 л/т) – на 16; 28; 17 і 3% відповідно.

За комплексного використання регулятора росту рослин Стимпо (0,025 л/т) з мікробним препаратом Ризобофіт (1,0 л/т) та внесення по даному фону гербіциду Панда в нормах 3,0; 4,0; 5,0; 6,0 л/га активність пероксидази зростала відносно варіанту без застосування препаратів (контроль I) на 29; 47; 29 і 14%.

Різною була в рослинах нуту за дії досліджуваних препаратів і активність поліфенолоксидази (табл. 3.3). Так, активність поліфенолоксидази у 2015 р. за самостійної дії МПБ Ризобофіт (1,0 л/т) у фазі п'яти листків нуту зростала відносно контролю I на 2% , за самостійної дії РРР Стимпо (0,025 л/т) – на 2% , у варіантах сумісного застосування МПБ Ризобофіт (1,0 л/т) та РРР Стимпо (0,025 л/т) – на 8%.

Внесення гербіциду Панда в нормах 3,0; 4,0; 5,0 л/га зумовлювало зростання активності поліфенолоксидази у фазі п'яти листків культури на 17; 26; 19%, водночас за норми гербіциду 6,0 л/га активність поліфенолоксидази відносно контролю I знижувалась на 6%.

За внесення гербіциду в таких же нормах на фоні використання регулятора росту рослин Стимпо (0,025 л/т) активність поліфенолоксидази відносно контролю I зростала в листках нуту на 24; 32; 27 і 8% відповідно, а на фоні використання мікробного препарату Ризобофіт (1,0 л/т) – на 19; 28; 25 і 6%.

Найвищі рівні активності ферменту простежувалися за комплексного використання регулятора росту рослин Стимпо (0,025 л/т) з мікробним препаратом Ризобофіт (1,0 л/т) та внесення по даному фону гербіциду Панда в нормах 3,0; 4,0; 5,0; 6,0 л/га, де активність поліфенолоксидази відносно варіанту без застосування препаратів (контроль I) була вищою на 31; 45; 40 і 23%.

У фазі цвітіння нуту у варіантах досліду з використанням гербіциду Панда в нормах 3,0; 4,0; 5,0; 6,0 л/га активність поліфенолоксидази зростала відносно контролю I на 18; 26; 20; 1%, за внесення даних норм гербіциду на фоні використання регулятора росту рослин Стимпо (0,025 л/т) – на 26; 29; 26

і 5% відповідно, а на фоні використання мікробного препарату Ризобофіт (1,0 л/т) – на 20; 28; 23 і 4%.

Таблиця 3.3

Активність поліфенолоксидази в рослинах нуту сорту Пам'ять залежно від застосування гербіциду Панда, регулятора росту рослин Стимпо та мікробного препарату Ризобофіт (мкМоль окисненої аскорбінової кислоти/г сирової речовини за 1 хв. 2015 р.)

Гербіцид	Біологічний препарат	Фаза п'яти листків	Фаза цвітіння	Фаза формування бобів
Без гербіциду	без біологічних препаратів (контроль I)	38,3	44,7	30,4
	без біологічних препаратів + ручні прополювання (контроль II)	39,3	47,7	34,8
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	39,1	45,9	32,7
	РРР Стимпо 0,025 л/т	39,3	47,7	31,9
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	41,4	51,8	33,2
Панда 3,0 л/га	без біологічних препаратів	45,0	52,9	41,8
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	45,4	53,6	40,3
	РРР Стимпо 0,025 л/т	47,3	56,1	45,0
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	50,3	59,1	49,2
Панда 4,0 л/га	без біологічних препаратів	48,3	56,2	45,5
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	49,0	57,2	47,0
	РРР Стимпо 0,025 л/т	50,5	57,8	46,3
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	55,7	64,5	50,4
Панда 5,0 л/га	без біологічних препаратів	45,6	53,8	52,3
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	47,8	55,3	44,9
	РРР Стимпо 0,025 л/т	48,8	56,4	41,5
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	53,8	60,1	46,0
Панда 6,0 л/га	без біологічних препаратів	36,0	45,3	36,4
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	40,8	46,6	35,0
	РРР Стимпо 0,025 л/т	41,3	47,0	33,1
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	47,3	52,0	33,7
	<i>НІР₀₅</i>	1,2	2,7	1,3

За комплексного використання регулятора росту рослин Стимпо (0,025 л/т) з мікробним препаратом Ризобофіт (1,0 л/т) та внесення по даному фону

гербициду Панда в нормах 3,0; 4,0; 5,0; 6,0 л/га активність поліфенолоксидази в рослинах нуту зростала відносно варіанту без застосування препаратів (контроль I) на 32; 44; 34 і 16%.

У фазі формування бобів активність поліфенолоксидази за самостійної дії МПБ Ризобофіт (1,0 л/т) зростала відносно контролю I на 7%, за самостійної дії РРР Стимпо (0,025 л/т) – на 5%, за сумісної дії МПБ Ризобофіт (1,0 л/т) та РРР Стимпо (0,025 л/т) – на 9%.

Внесення гербициду Панда в нормах 3,0; 4,0; 5,0; 6,0 л/га забезпечило зростання активності поліфенолоксидази у фазі формування нутом бобів на 37; 62; 71; 20%, за внесення гербициду в цих же норм гербициду на фоні використання регулятора росту рослин Стимпо (0,025 л/т) – на 48; 52; 36 і 9%, а на фоні використання мікробного препарату Ризобофіт (1,0 л/т) – на 33; 55; 47 і 15%.

За комплексного використання регулятора росту рослин Стимпо (0,025 л/т) з мікробним препаратом Ризобофіт (1,0 л/т) та внесення по даному фоні гербициду Панда в нормах 3,0; 4,0; 5,0; 6,0 л/га активність поліфенолоксидази у рослинах нуту зростала відносно варіанту без застосування препаратів (контроль I) на 61; 57; 51 і 11%.

Аналогічна залежність із формуванням активності поліфенолоксидази простежувалася і в 2016 та 2017 роках, де також можна констатувати її залежність від умов зростання нуту (Додаток А, табл. А.5, А.6), проте як і у випадку з каталазою та пероксидазою найвища активність поліфенолоксидази простежувалася у варіантах дослідів з комплексним використанням препаратів – РРР Стимпо (0,025 л/т) + МБП Ризобофіт (1,0 л/т) та внесення по даному фоні гербициду Панда.

У середньому за три роки досліджень (рис. 3.3) за дії МПБ Ризобофіт (1,0 л/т) у фазі п'яти листків активність поліфенолоксидази зростала відносно контролю I на 2%, за дії РРР Стимпо (0,025 л/т) – на 4%, за сумісного застосування МБП Ризобофіт (1,0 л/т) і РРР Стимпо (0,025 л/т) – на 7%.

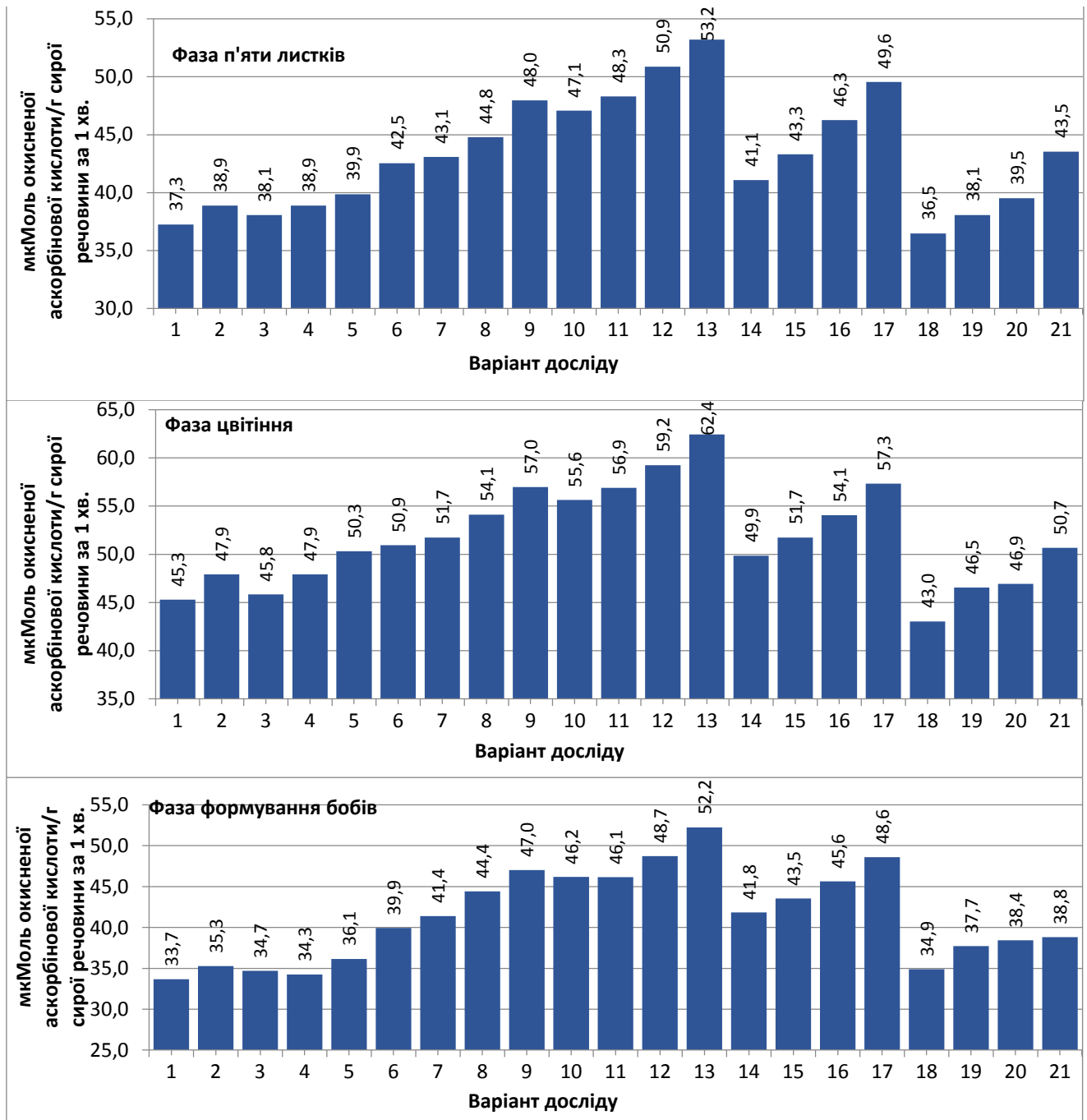


Рис 3.3. Активність поліфенолоксидази, в рослинах нуту сорту Пам'ять залежно від застосування гербіциду Панда, РРР Стимпо та МБП Ризобфіт (середнє за 2015–2017 рр.):

1. Без використання біологічних препаратів і гербіциду (контроль I); 2. Без використання біологічних препаратів і гербіциду + ручні прополювання упродовж вегетації (контроль II); 3. МБП Ризобфіт 1,0 л/т; 4. РРР Стимпо 0,025 л/т; 5. МБП Ризобфіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т; 6. Панда 3,0 л/га; 7. Панда 3,0 л/га, МБП Ризобфіт 1,0 л/т; 8. Панда 3,0 л/га, РРР Стимпо 0,025 л/т; 9. Панда 3,0 л/га, МБП Ризобфіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т; 10. Панда 4,0 л/га; 11. Панда 4,0 л/га, МБП Ризобфіт 1,0 л/т; 12. Панда 4,0 л/га, РРР Стимпо 0,025 л/т; 13. Панда 4,0 л/га, МБП Ризобфіт 1,0 л/т+ РРР Стимпо 0,025 л/т; 14. Панда 5,0 л/га; 15. Панда 5,0 л/га, МБП Ризобфіт 1,0 л/т; 16. Панда 5,0 л/га, РРР Стимпо 0,025 л/т; 17. Панда 5,0 л/га, МБП Ризобфіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т; 18. Панда 6,0 л/га; 19. Панда 6,0 л/га, МБП Ризобфіт 1,0 л/т; 20. Панда 6,0 л/га, РРР Стимпо 0,025 л/т; 21. Панда 6,0 л/га, МБП Ризобфіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т.

У варіантах, де вносили лише гербіцид Панда в нормах 3,0; 4,0; 5,0 л/га активність поліфенолоксидази у фазі п'яти листків зростала відносно контролю I на 14; 26; 10%. Дія норми гербіциду Панда 6,0 л/га дещо знижувала активність поліфенолоксидази (на 2%). За внесення гербіциду в таких же нормах на фоні використання регулятора росту рослин Стимпо (0,025 л/т) активність поліфенолоксидази зростала на 20; 37; 24 і 6%, а на фоні використання мікробного препарату Ризобофіт (1,0 л/т) – 16; 30; 16 і 2%.

За комплексного використання регулятора росту рослин Стимпо (0,025 л/т) з мікробним препаратом Ризобофіт (1,0 л/т) та внесення по даному фону гербіциду Панда в нормах 3,0; 4,0; 5,0; 6,0 л/га рівень активності ферменту зростав відносно варіанту без застосування препаратів (контроль I) на 29; 42; 33 і 17%.

У фазі цвітіння в середньому за 2015–2017 рр. за дії МПБ Ризобофіт (1,0 л/т) активність поліфенолоксидази зростала відносно контролю I на 1%, за дії РРР Стимпо (0,025 л/т) – на 6%, за сумісного застосування МБП Ризобофіт (1,0 л/т) і РРР Стимпо (0,025 л/т) – на 11%.

У варіантах, де вносили лише гербіцид Панда в нормах 3,0; 4,0; 5,0 л/га активність поліфенолоксидази у фазі цвітіння зростала відносно контролю I на 12; 23 і 10%. Дія норми гербіциду Панда 6,0 л/га дещо пригнічувала активність поліфенолоксидази на 5%. За внесення гербіциду в таких же нормах на фоні використання регулятора росту рослин Стимпо (0,025 л/т) активність поліфенолоксидази зростала на 20; 24; 13 і 4%, а на фоні використання мікробного препарату Ризобофіт (1,0 л/т) – 14; 26; 14 і 3%.

За комплексного використання регулятора росту рослин Стимпо (0,025 л/т) з мікробним препаратом Ризобофіт (1,0 л/т) та внесення по даному фону гербіциду Панда в нормах 3,0; 4,0; 5,0; 6,0 л/га рівень активності ферменту зростав відносно варіанту без застосування препаратів (контроль I) на 26; 38; 27 і 12%.

У фазі формування бобів в середньому за 2015–2017 рр. дія МПБ Ризобофіт (1,0 л/т) збільшувала активність поліфенолоксидази відносно контролю I на 3%, РРР Стимпо (0,025 л/т) – на 2%, за сумісної дії МБП Ризобофіт (1,0 л/т) і РРР Стимпо (0,025 л/т) – на 7%.

За самостійної дії гербіциду Панда в нормах 3,0; 4,0; 5,0; 6,0 л/га активність поліфенолоксидази зростала відносно контролю I на 19; 37; 24; 4%. За внесення гербіциду в таких же нормах на фоні використання регулятора росту рослин Стимпо (0,025 л/т) – на 32; 45; 35 і 14%, а на фоні використання мікробного препарату Ризобофіт (1,0 л/т) – на 23; 37; 29 і 12%.

За комплексного використання регулятора росту рослин Стимпо (0,025 л/т) з мікробним препаратом Ризобофіт (1,0 л/т) та внесення по даному фоні гербіциду Панда в нормах 3,0; 4,0; 5,0; 6,0 л/га рівень активності ферменту зростав відносно варіанту без застосування препаратів (контроль I) на 39; 55; 44 і 15% відповідно до контролю I.

Аналізуючи вищенаведений експериментальний матеріал з активності антиоксидантних ферментів у рослинах нуту – каталази, пероксидази і поліфенолоксидази за дії біологічних препаратів і гербіциду, можна стверджувати, що застосування гербіциду на фоні біологічних препаратів забезпечує суттєве зростання активності досліджуваних ферментів, що може свідчити про підвищення рівня обмінних процесів у рослинах, невід'ємною складовою яких є АФК, зокрема H_2O_2 , що слугує субстратом для каталази і пероксидази. Деяке зниження активності антиоксидантних ферментів, як на фоні внесення біологічних препаратів, так і за самостійної дії норм гербіциду Панда 5,0–6,0 л/га, може свідчити про пригнічувальну дію ксенобіотику на рослини нуту, за якої активність ферментів знижується. Подібні залежності у своїх дослідженнях констатують і інші вчені [44, 48].

Дія біологічних препаратів на рослини нуту також мала свої особливості: у фазі п'яти листків вищу ферментативну активність мали рослини у варіантах досліді за дії регулятора росту рослин Стимпо, що можна пояснити стимулюючим впливом препарату на проростання насіння

та швидшою адаптацією рослин до умов середовища. Починаючи з фази цвітіння, вищі рівні ферментативної активності мали варіанти досліду за дії мікробного препарату Ризобофіт, що, очевидно, пов'язано з формуванням потужнішої кореневої системи колонізованої азотфіксувальними бактеріями, внаслідок чого покращувалось азотне живлення рослин та підвищувалась їх стійкість до несприятливих умов. Це узгоджується з результатами досліджень інших науковців [29, 47, 97].

За результатами дисперсійного аналізу активність антиоксидантних ферментів на 70% залежала від дії гербіциду Панда, 18% – від дії МПБ Ризобофіт і РРР Стимпо та – 12% від погодних умов.

Таким чином, з вищенаведеного експериментального матеріалу можна зробити наступні висновки:

- активність ферментів класу оксидоредуктаз – каталази, пероксидази і поліфенолоксидази, як важливих складових антиоксидантної системи нуту, варіює залежно від погодних умов, фаз розвитку культури та використання різних норм гербіциду Панда окремо і в поєднанні з біологічними препаратами;

- за обробки перед сівбою насіння нуту РРР Стимпо (0,025 л/т) з МБП препарату Ризобофіт (1,0 л/т) активність ферментів каталази, пероксидази і поліфенолоксидази в рослинах нуту в середньому зростала залежно від фаз розвитку культури на 3–14%; 7–15% і 3–15% відповідно, водночас за внесення по даному фону гербіциду Панда в нормах 3,0–6,0 л/га – 3–32%; 10–41% і 12–55%.

- найвища активність ферментів простежувалася у варіанті використання ґрунтового гербіциду Панда в нормі 4,0 л/га на фоні обробки перед сівбою насіння нуту регулятором росту рослин Стимпо (0,025 л/т) і мікробним препаратом Ризобофіт (1,0 л/т) (підвищення активності для каталази складало відносно фаз розвитку культури 18–32%, пероксидази – 30–41%, поліфенолоксидази – 38–55%). Очевидно, що на фоні використання біологічних препаратів забезпечується інтенсифікація рослинно-мікробних

взаємовідносин, результатом якої є покращення умов живлення і, як наслідок, обмінних процесів у рослинах.

– підвищені норми гербіциду Панда (5,0 і 6,0 л/га) справляли деяке послаблення проходження в рослинах нуту метаболічних процесів, що відображалось у зниженні активності ферментів класу оксидоредуктаз.

3.2. Накопичення хлорофілів

Фундаментальною основою життя рослини є фотосинтез, навколо якого групуються всі процеси метаболізму [184–186]. Фотосинтез забезпечує енергосубстратне формування врожаю, поєднане з процесами засвоєння азоту і елементів мінерального живлення та знаходиться під контролем у складній ієрархії генетичних програм розвитку, що визначають усю послідовність процесів онтогенезу. Дослідження показали, що фотосинтетична функція контролюється процесами онтогенезу і формування врожаю детерміноване, насамперед, епігенетичним навантаженням з боку споживаючих асиміляти органів [187–189]. Проте, фотосинтетична діяльність рослин багато в чому визначається умовами вирощування. Слід зазначити, що найбільш уразливими ланками фотосинтетичного апарату, які в першу чергу пошкоджуються під час дії таких стресових чинників як підвищена і знижена температура, висока інтенсивність видимого світла, ультрафіолетове випромінювання, важкі метали, пестициди є, зокрема, фотосистема II і система фотосинтетичного окиснення води. Інгібуючий ефект більш як 50% гербіцидів ґрунтується на їхній здатності пригнічувати потоки електронів в фотосистемі II, що призводить до зупинки всього процесу фотосинтезу. Існуючі нині відомості щодо впливу ксенобіотиків на окремі морфологічні і біохімічні параметри рослин, стосуються переважно дикорослих видів. У той же час, відомо, що під час впливу стресів, до яких відноситься і гербіцидна обробка, основними уразливими ланками

формування біомаси культурних рослин є фотосинтетичний апарат та вміст в ньому хлорофілів [107].

Ряд вчених [12, 190–192] розглядають позитивну дію регуляторів росту рослин на пігментний комплекс рослин двояко: зокрема – як стимулювальний компонент в синтезі пігментів та формування світлозбирного комплексу та – захисну, що попереджає передчасне, або взагалі, руйнування хлоропластів. Проте, незважаючи на це, поведінка пігментного комплексу низки сільськогосподарських культур за комплексної дії гербіцидів, РРР і МПБ є маловивченою.

За результатами проведених досліджень встановлено, що у 2015 році, вміст хлорофілів у посіві нуту в період фази п'яти листків (табл. 3.4) варіював залежно від використання різних норм біологічно активних речовин. Так, вміст хлорофілу *a* за дії МБП Ризобофіт і РРР Стимпо відносно контролю I практично не змінювався, а вміст хлорофілу *b* дещо знижувався на 26 і 18% відповідно.

У варіанті сумісного застосування мікробного препарату Ризобофіт (1,0 л/т) і регулятора росту рослин Стимпо (0,025 л/т) рівень хлорофілу *a* був відносно на рівні контрольного варіанту, а вміст хлорофілу *b* був нижчим на 26% у порівнянні до контролю I.

За самостійної дії гербіциду Панда в нормах 3,0; 4,0; 5,0 та 6,0 л/га вміст хлорофілу *a* в листках нуту, починаючи з норми 4,0 л/га, знижувався, що складало відносно контролю I на 8; 8 і 12%, для хлорофілу *b* – зниження до контролю I складало 21; 29 і 21% відповідно.

За внесення гербіциду в таких же нормах на фоні використання регулятора росту рослин Стимпо (0,025 л/т) вміст хлорофілу *a* в рослинах нуту зріс до контролю I на 1; 7; 6 і 1%. Вміст хлорофілу *b* за дії 3,0 л/га був у межах контролю, за дії гербіциду 4–6 л/га знизився на 3; 6 і 6%, а на фоні використання мікробного препарату Ризобофіт (1,0 л/т) за тих же норм гербіциду вміст хлорофілу *a* зріс на 17; 13; 12 і 8%, водночас хлорофілу *b* за

норми гербіциду 3,0 л/га збільшився на 6%, а за дії норм 4,0; 5,0 та 6,0 л/га знизився на 15; 24 і 26% відповідно.

Таблиця 3.4

Вміст хлорофілів у листках нуту сорту Пам'ять за використання різних норм гербіциду Панда, РРР Стимпо і МБП Ризобофіт (мг/100г сирі речовини, фаза п'яти листків, 2015 р.)

Гербіцид	Біологічний препарат	Хлорофіл <i>a</i>	Хлорофіл <i>b</i>	Сума хлорофілів <i>a+b</i>	Відношення хлорофілів (<i>a/b</i>)
Без гербіциду	без біологічних препаратів (контроль I)	11,9	3,4	15,3	3,5
	без біологічних препаратів + ручні прополювання (контроль II)	12,0	2,7	14,7	4,4
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	12,3	2,5	14,8	4,9
	РРР Стимпо 0,025 л/т	11,9	2,8	14,7	4,3
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	12,1	2,0	14,1	6,1
Панда 3,0 л/га	без біологічних препаратів	11,6	2,5	14,1	4,6
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	13,9	3,6	17,5	3,9
	РРР Стимпо 0,025 л/т	12,0	3,4	15,4	3,5
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	14,9	4,0	18,9	3,7
Панда 4,0 л/га	без біологічних препаратів	11,0	2,7	13,7	4,1
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	13,5	2,9	16,4	4,7
	РРР Стимпо 0,025 л/т	12,7	3,3	16,0	3,9
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	13,8	4,2	18,0	3,3
Панда 5,0 л/га	без біологічних препаратів	10,9	2,4	13,3	4,5
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	13,3	2,6	15,9	5,1
	РРР Стимпо 0,025 л/т	12,6	3,2	15,8	3,9
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	13,0	3,1	16,1	4,2
Панда 6,0 л/га	без біологічних препаратів	10,5	2,7	13,2	3,9
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	12,9	2,5	15,4	5,2
	РРР Стимпо 0,025 л/т	11,9	3,2	15,1	3,7
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	12,8	2,2	15,0	5,8
	<i>НІР</i> ₀₅	0,12	0,07	0,15	

За комплексної обробки насіння регулятором росту рослин Стимпо (0,025 л/т) та мікробним препаратом Ризобофіт (1,0 л/т) і внесення по даному

фону гербіциду Панда в нормах 3,0; 4,0; 5,0 та 6,0 л/га вміст хлорофілу *a* у листках нуту зріс відносно варіанту без застосування препаратів (контроль I) на 25; 16; 9 і 8%, хлорофіл *b* за дії 3,0; 4,0 л/га збільшився на 18; 24%, а за дії 5,0 та 6,0 л/га знизився на 9 та 35% відповідно.

Аналізуючи суму хлорофілів ($a+b$) у фазу п'яти листків нуту, можна констатувати, що за самостійного використання РРР Стимпо та МБП Ризобофіт і в комплексі вона практично знаходилася на рівні контрольного показника, водночас за сумісного використання РРР Стимпо, МБП Ризобофіт і внесення по даному фону гербіциду Панда в нормах 3,0; 4,0; 5,0 л/га вона зростала на 24; 18; і 5%, а за норми 6,0 л/га – знижувалась на 2%.

У фазі цвітіння за самостійної дії гербіциду Панда в нормах 3,0 і 4,0 вміст хлорофілу *a* в рослинах нуту зростав відносно контролю I на 1–5%, за дії 5,0 л/га був на рівні контролю I, а за норми 6,0 л/га знижувався на 3%. Вміст хлорофілу *b* за дії гербіциду 3,0–6,0 л/га в середньому знижувався до контролю I на 14–18% (табл. 3.5).

За внесення гербіциду в таких же нормах на фоні використання регулятора росту рослин Стимпо (0,025 л/т) вміст хлорофілу *a* в листках нуту зростав до контролю I на 7; 12; 5 і 7%, хлорофілу *b* знижувався на 1; 2; 4 і 5%, а на фоні використання мікробного препарату Ризобофіт (1,0 л/т) вміст хлорофілу *a* зростав на 13; 10; 9 і 7%, водночас вміст хлорофілу *b* за дії норм гербіциду 3,0 л/га збільшувався на 4%, за норм 4,0; 5,0 та 6,0 л/га знижувався на 10; 15 і 18% відповідно.

За комплексного використання для обробки насіння нуту регулятора росту рослин Стимпо (0,025 л/т) і мікробного препарату Ризобофіт (1,0 л/т) та внесення по даному фону гербіциду Панда в нормах 3,0; 4,0; 5,0 та 6,0 л/га вміст хлорофілу *a* в листках зростав відносно варіанту без застосування препаратів (контроль I) на 21; 19; 14 і 13%, а хлорофілу *b* – на 18; 14; 4%, водночас за норми 6,0 л/га вміст хлорофілу *b* знижувався на 14%.

Стосовно суми хлорофілів *a* і *b*, то найвищою в листках нуту вона була у варіантах досліду з використанням гербіциду Панда в нормах 3,0; 4,0; 5,0 та

6,0 л/га на фоні комплексної обробки насіння МБП Ризобофіт та РРР Стимпо, де перевищення до контролю I складало 20, 18, 12 і 6% за співвідношення хлорофілу *a* до *b* 3,1; 3,1; 3,3 і 3,9 відповідно.

Таблиця 3.5

Вміст хлорофілів у листках нуту сорту Пам'ять за використання різних норм гербіциду Панда, РРР Стимпо і МБП Ризобофіт (мг/100 г сирової речовини, фаза цвітіння, 2015 р.)

Гербіцид	Біологічний препарат	Хлорофіл <i>a</i>	Хлорофіл <i>b</i>	Сума хлорофілів <i>a+b</i>	Відношення хлорофілів (<i>a/b</i>)
Без гербіциду	без біологічних препаратів (контроль I)	14,9	5,0	19,9	3,0
	без біологічних препаратів + ручні прополювання (контроль II)	15,0	4,2	19,2	3,6
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	15,0	4,0	19,0	3,7
	РРР Стимпо 0,025 л/т	14,9	4,4	19,3	3,4
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	15,1	4,2	19,3	3,6
Панда 3,0 л/га	без біологічних препаратів	15,6	4,1	19,7	3,9
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	16,9	5,2	22,1	3,3
	РРР Стимпо 0,025 л/т	16,0	4,9	21,0	3,2
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	18,0	5,9	23,8	3,1
Панда 4,0 л/га	без біологічних препаратів	15,0	4,2	19,3	3,5
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	16,5	4,5	21,0	3,7
	РРР Стимпо 0,025 л/т	16,8	4,9	21,6	3,4
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	17,8	5,7	23,5	3,1
Панда 5,0 л/га	без біологічних препаратів	14,9	5,0	19,9	3,0
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	16,4	4,2	20,5	3,9
	РРР Стимпо 0,025 л/т	15,7	4,8	20,4	3,3
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	17,0	5,2	22,2	3,3
Панда 6,0 л/га	без біологічних препаратів	14,5	4,2	18,7	3,4
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	16,0	4,1	20,0	3,9
	РРР Стимпо 0,025 л/т	16,0	4,7	20,7	3,4
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	16,8	4,3	21,1	3,9
	<i>НІР</i> ₀₅	1,07	0,70	1,47	

Аналізуючи вміст хлорофілів у листках нуту в 2015 році у фазі формування бобів (табл. 3.6), слід зазначити, що, як за роздільної, так і за сумісної дії РРР Стимпо і МБП Ризобофіт, вміст хлорофілу *a* був на рівні контрольних показників, водночас вміст хлорофілу *b* був дещо нижчим.

Таблиця 3.6

Вміст хлорофілів у листках нуту сорту Пам'ять за використання різних норм гербіциду Панда, РРР Стимпо і МБП Ризобофіт (мг/100г сирової речовини, фаза формування бобів, 2015 р.)

Гербіцид	Біологічний препарат	Хлорофіл <i>a</i>	Хлорофіл <i>b</i>	Сума хлорофілів <i>a+b</i>	Відношення хлорофілів (<i>a/b</i>)
Без гербіциду	без біологічних препаратів (контроль I)	18,7	5,4	24,1	3,4
	без біологічних препаратів + ручні прополювання (контроль II)	18,7	4,4	23,1	4,3
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	18,7	4,2	22,9	4,5
	РРР Стимпо 0,025 л/т	18,6	4,6	23,2	4,0
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	18,8	4,4	23,2	4,3
Панда 3,0 л/га	без біологічних препаратів	19,5	4,3	23,8	4,6
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	21,1	5,7	26,8	3,7
	РРР Стимпо 0,025 л/т	20,0	5,4	25,4	3,7
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	22,4	6,6	29,0	3,4
Панда 4,0 л/га	без біологічних препаратів	18,7	4,5	23,2	4,2
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	20,6	4,8	25,4	4,3
	РРР Стимпо 0,025 л/т	20,9	5,3	26,2	3,9
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	22,2	6,4	28,6	3,5
Панда 5,0 л/га	без біологічних препаратів	18,6	5,5	24,1	3,4
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	20,4	4,4	24,8	4,6
	РРР Стимпо 0,025 л/т	19,5	5,2	24,7	3,8
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	21,2	5,7	26,9	3,7
Панда 6,0 л/га	без біологічних препаратів	18,1	4,5	22,6	4,1
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	19,9	4,3	24,2	4,6
	РРР Стимпо 0,025 л/т	19,9	5,1	25,0	3,9
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	21,0	4,5	25,5	4,7
	<i>НІР</i> ₀₅	1,18	0,1	1,26	

За самостійної дії гербіциду Панда в нормі 3,0 л/га вміст хлорофілу *a* зростав відносно контролю I на 4% та залишався у межах контролю за дії гербіциду в нормі 4,0 л/га. За дії гербіциду в нормах 5,0 і 6,0 л/га знижувався відносно контролю I на 1 і 3% відповідно. Вміст хлорофілу *b* за норм гербіциду 3,0; 4,0 та 6,0 л/га знижувався відносно контролю I на 21; 17; 18% і лише за дії 5,0 л/га дещо зростав (2%).

За внесення гербіциду в таких же нормах на фоні використання регулятора росту рослин Стимпо (0,025 л/т) вміст хлорофілу *a* зростав до контролю I на 7; 12; 4 і 7%, хлорофілу *b* за норм гербіциду 3,0; 4,0 та 6,0 л/га знижувався на 1; 2; 5 і 6% відповідно.

На фоні використання мікробного препарату Ризобофіт (1,0 л/т) вміст хлорофілу *a* зростав відносно контролю I на 13; 10; 9 і 7% відповідно, хлорофілу *b* за норми гербіциду 3,0 л/га збільшувався на 5%, а за норм 4,0; 5,0; та 6,0 л/га – знижувався на 11; 19 і 21% відповідно.

За комплексного використання для обробки насіння регулятора росту рослин Стимпо (0,025 л/т) і мікробного препарату Ризобофіт (1,0 л/т) та внесення по даному фоні гербіциду Панда в нормах 3,0; 4,0; 5,0 та 6,0 л/га вміст хлорофілу *a* у рослинах нуту зростав відносно варіанту без застосування препаратів (контроль I) на 20; 19; 13 і 12%, хлорофілу *b* за норм гербіциду 3,0; 4,0; 5,0 л/га збільшувався на 22; 19; 6%, а за норми 6,0 л/га – знижувався на 17% відповідно.

Найвища сума хлорофілів *a* і *b*, була відзначена у варіантах досліді на фоні комплексної обробки насіння МБП Ризобофіт та РРР Стимпо з використанням гербіциду Панда в нормах 3,0–6,0 л/га. В середньому в цих варіантах досліді у фазі формування нутом бобів сума хлорофілів зроста до контролю I на 6–20% за співвідношення хлорофілу *a* до *b* 3,4–4,7 відповідно.

Подібні дані з накопиченням хлорофілів *a* і *b* та їх суми в листках нуту одержані і в інші роки досліджень (2016, 2017 рр.) (Додаток Б., табл. Б.1–Б.6). Так, у 2016 р. найвищий вміст хлорофіл *a* був відзначений за внесення гербіциду Панда в нормах 3,0–6,0 л/га по фоні обробки РРР Стимпо (0,025

л/т) з МБП Ризобофіт (1,0 л/т), де перевищення відносно контролю I складало у фазу п'яти листків нуту, цвітіння та формування бобів 2–15%, 7–19%, 6–18% відповідно, хлорофілу *b* – 1–3%, 1–6%, 2–8% відповідно до контролю I та фаз розвитку культури.

Найвищі показники суми хлорофілів *a* і *b*, як і в попередні роки досліджень, були відмічені у варіантах досліду за передпосівної обробки насіння РРР Стимпо і МБП Ризобофіт з наступним внесенням по даному фону гербіциду Панда в нормах 3,0–4,0 л/га, зокрема у фазах п'яти листків, цвітіння, формування бобів зростання суми хлорофілів *a* і *b* до контролю I у середньому складало 4–9%, за норм 5,0–6,0 л/га сума хлорофілів дещо знижувалась у порівнянні з показником контролю I.

Аналогічна залежність накопичення хлорофілу *b* листками нуту простежувалася і в 2017 р. Так, за комплексного використання регулятора росту рослин Стимпо (0,025 л/т) з мікробним препаратом Ризобофіт (1,0 л/т) та внесення по даному фону гербіциду Панда в нормах 3,0; 4,0; 5,0; 6,0 л/га у фазах п'яти листків нуту, цвітіння та формування бобів перевищення відносно контролю I складало за хлорофілом *a* 2–15%, 3–17%, 2–16% відповідно, хлорофілом *b* – 2–9%, 3–13%, 2–7%.

У середньому за 2015–2017 рр. досліджень (рис.3.4) у фазі п'яти листків за самостійної дії гербіциду Панда в нормах 3,0; 4,0; 5,0 та 6,0 вміст хлорофілу *a* і *b* в рослинах нуту знижувався відносно контролю I на 2; 5; 10; 13% та 12; 9; 22; 17% відповідно.

За сумісної дії РРР Стимпо (0,025 л/т) з гербіцидом Панда 3,0 л/га вміст хлорофілів *a* і *b* зростав на 5 і 6%. За дії вищих норм гербіциду Панда (4,0–6,0 л/га) спостерігалось помірне зниження вмісту пігментів. За дії гербіциду Панда в нормах 5,0 і 6,0 л/га на фоні МБП Ризобофіт (1,0 л/т) вміст хлорофілу *a* до контролю I зростав на 3% (для норми 5,0 л/га) та знижувався на 4% для норми 6,0 л/га, водночас, вміст хлорофілу *b* знижувався до контролю I на 23 і 20% відповідно.

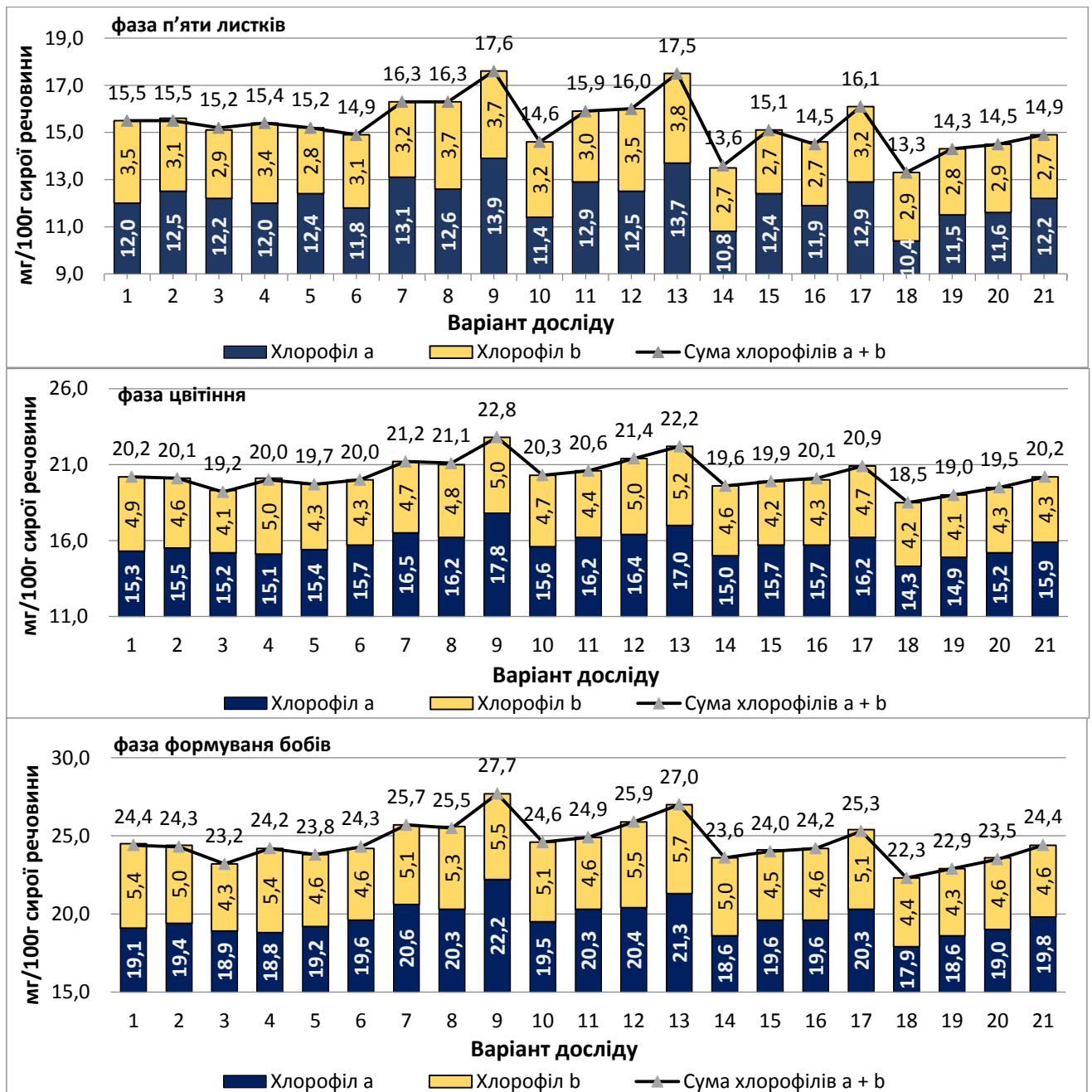


Рис 3.4. Вміст хлорофілів у листках нуту сорту Пам'ять за використання різних норм гербіциду Панда, РРР Стимпо і МБП Ризобіфіт (середнє за 2015–2017 рр.):

1. Без використання біологічних препаратів і гербіциду (контроль I); 2. Без використання біологічних препаратів і гербіциду + ручні прополювання упродовж вегетації (контроль II); 3. МБП Ризобіфіт 1,0 л/т; 4. РРР Стимпо 0,025 л/т; 5. МБП Ризобіфіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т; 6. Панда 3,0 л/га; 7. Панда 3,0 л/га, МБП Ризобіфіт 1,0 л/т; 8. Панда 3,0 л/га, РРР Стимпо 0,025 л/т; 9. Панда 3,0 л/га, МБП Ризобіфіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т; 10. Панда 4,0 л/га; 11. Панда 4,0 л/га, МБП Ризобіфіт 1,0 л/т; 12. Панда 4,0 л/га, РРР Стимпо 0,025 л/т; 13. Панда 4,0 л/га, МБП Ризобіфіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т; 14. Панда 5,0 л/га; 15. Панда 5,0 л/га, МБП Ризобіфіт 1,0 л/т; 16. Панда 5,0 л/га, РРР Стимпо 0,025 л/т; 17. Панда 5,0 л/га, МБП Ризобіфіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т; 18. Панда 6,0 л/га; 19. Панда 6,0 л/га, МБП Ризобіфіт 1,0 л/т; 20. Панда 6,0 л/га, РРР Стимпо 0,025 л/т; 21. Панда 6,0 л/га, МБП Ризобіфіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т.

За комплексного використання для обробки насіння нуту регулятора росту рослин Стимпо (0,025 л/т) і мікробного препарату Ризобофіт (1,0 л/т) та внесення по даному фону гербіциду Панда в нормах 3,0; 4,0; 5,0 та 6,0 л/га вміст хлорофілу *a* в листках зростав відносно варіанту без застосування препаратів (контроль I) на 16; 14; 7 і 2%. За дії гербіциду Панда в нормах 3,0 та 4,0 л/га хлорофіл *b* зростав на 6 і 9%, водночас за норм 5,0–6,0 л/га вміст хлорофілу *b* знижувався на 9 і 23% відповідно.

Стосовно суми хлорофілів *a* і *b*, то найвищою в листках нуту в середньому за три роки вона була у варіантах досліду з використанням гербіциду Панда в нормах 3,0; 4,0; 5,0 л/га на фоні комплексної обробки насіння МБП Ризобофіт та РРР Стимпо, де перевищення до контролю I складало 14, 13, 4% за співвідношення хлорофілу *a* до *b* 3,8; 3,6; 4,0 відповідно.

Аналізуючи вміст хлорофілів, їхню суму і співвідношення у фазі цвітіння нуту у варіантах без біологічних препаратів (контроль I) та з ручним прополюванням (контроль II) слід зазначити, що за роки досліджень вміст хлорофілу *a* був у межах 15,3–15,5 мг/100 г сирової речовини, хлорофіл *b* – 4,6–4,9, сума хлорофілів *a+b* 20,1–20,2 мг/100 г сирової речовини. Відношення хлорофілів *a/b* складало 3,1–3,4. Значних змін у пігментному комплексі рослин нуту не спостерігали на безгербіцидному фоні і у варіантах з МБП Ризобофіт, РРР Стимпо та за сумісного їхнього застосування.

За використання гербіциду Панда у нормах 3,0–5,0 л/га вміст хлорофілів відносно контролю I істотно не змінювався і лише за норми 6,0 л/га відбулося зниження рівня хлорофілу *a* на 7%, хлорофілу *b* – на 14%, їхнього співвідношення – на 8% (рис. 3.4.). Така тенденція, очевидно, пов'язана з негативним впливом гербіциду на проходження обмінних процесів у рослинах нуту, в тому числі й на процеси синтезу і нагромадження хлорофілів.

У листках дослідних рослин нуту за сумісного застосування МБП Ризобофіт 1,0 л/т і РРР Стимпо 0,025 л/т вміст хлорофілів *a* і *b* та їхньої суми

із наростанням норми внесення гербіциду Панда знижувався, проте перевищення відносно контролю I коливалось у межах 4–16% – для хлорофілу *a*; 2–6% – для хлорофілу *b* (відповідно лише за норм гербіциду 3,0–4,0 л/га) і 3–13% – для суми хлорофілів *a+b* (за норми гербіциду 3,0–5,0 л/га).

У середньому за 2015–2017 рр. досліджень у фазі формування бобів за самостійної дії гербіциду Панда в нормах 3,0 та 4,0 л/га вміст хлорофілу *a* в рослинах нуту зростав відносно контролю I на 3; 2%, за дії норм 5,0 та 6,0 л/га вміст хлорофілу *a* знижувався на 2; 5%. Вміст хлорофілу *b* за дії гербіциду в нормах 3,0; 4,0; 5,0 та 6,0 знижувався на 14; 5; 7 і 17% відповідно.

За комплексного використання РРР Стимпо (0,025 л/т) і МБП Ризобофіт (1,0 л/т) та внесення по даному фону гербіциду Панда в нормах 3,0; 4,0; 5,0 та 6,0 л/га вміст хлорофілу *a* в листках зростав відносно варіанту без застосування препаратів (контроль I) на 16; 11; 6 і 4%. За дії гербіциду Панда в нормах 3,0 та 4,0 л/га хлорофіл *b* зростав на 2 та 7%, водночас за норми 5,0–6,0 л/га вміст хлорофілу *b* знижувався на 6 та 14% відповідно.

Узагальнюючи одержані дані із вмісту хлорофілів у листках нуту, можна констатувати, що накопичення хлорофілу *a* упродовж вегетації в середньому по досліді зростало з фази п'яти листків до фази цвітіння на 30%, а з фази цвітіння до фази утворення бобів – на 25%. Зменшення вмісту хлорофілу *a* до фази утворення бобів у всіх варіантах досліді, очевидно, пов'язане зі зменшенням інтенсивності проходження в рослинах метаболічних процесів та збільшенням площі фотосинтезуючої поверхні, причому найбільш активне зниження даного показника спостерігалось у варіантах на гербіцидному фоні без використання біологічних препаратів.

Інтенсивність накопичення хлорофілу *b* в листках нуту упродовж вегетації засвідчила його зростання у варіантах, де застосовувалася комбінація МБП Ризобофіт та РРР Стимпо. У той же час, від фази цвітіння до фази утворення бобів спостерігалось зниження вмісту хлорофілу *b* порівняно

з темпами утворення хлорофілу *a*. Така особливість розподілу вмісту хлорофілів *a* і *b* у рослинах нуту може розглядатися як пристосувальна ознака, чим забезпечується функціонування фотосинтетичного апарату за посилення взаємного затінення листків, особливо у нижніх ярусах, що перешкоджає проникненню довгохвильової частини спектра, однак менш впливає на його короткохвильову складову, що здебільшого поглинається хлорофілом *b*. Крім того, в весняний період в світловому спектрі ультрафіолетових променів менше, ніж в літній, що також має свій вплив на співвідношення пігментів у рослинах нуту [17].

Сумісне використання МБП Ризобофіт (1,0 л/т) і РРР Стимпо (0,025 л/т) на фоні внесення гербіциду Панда в нормах 3,0–4,0 л/га забезпечує суттєве зростання вмісту пігментів у пігментному комплексі листків нуту, що може свідчити про створення більш сприятливих умов для проходження в рослинах фізіолого-біохімічних процесів, у тому числі й фотосинтетичних, обумовлених безпосередньою стимулюючою дією біопрепаратів на функціонування пігментного комплексу литкового апарату даної культури. За використання МПБ Ризобофіт (1,0 л/т) без гербіциду та у варіантах з внесенням гербіциду Панда у нормах 3,0–6,0 л/га величина індексу хлорофілів (хлорофіл *a*/хлорофіл *b*) була максимальною – 3,7. Співвідношення хлорофілів *a/b* зазвичай варіює в діапазоні 2,2–4,0 і використовується як маркер фізіологічного стану рослинного організму. Зміни у співвідношенні хлорофілів *a/b* можуть свідчити про порушення стехіометрії між комплексами реакційних центрів фотосистем і світлозбиральних комплексів, а певне співвідношення хлорофілу *a* і *b* є характеристикою нормального функціонування фотосинтетичного апарату [8, 17].

Зниження кількості хлорофілів за підвищених норм гербіциду, очевидно, обумовлено зростанням АФК у клітинах, у результаті чого може відбуватися окисна деструкція молекул пігментів і зниження швидкості їхнього синтезу в ході адаптаційних перебудов [12]. Подібну тенденцію змін

у вмісті хлорофілів a і b в листках нуту під дією препаратів відмічали й інші автори [123–125].

За результатами дисперсійного аналізу встановлено, що вміст хлорофілу в листках нуту на 23% залежав від фактору А (гербіцид Панда) та на 19% – від фактору В (біологічні препарати), а також на 24% – від взаємодії досліджуваних факторів. Розраховуючи коефіцієнт кореляції за парним кореляційно-регресивним аналізом даних, відмічено помірний зв'язок (коефіцієнт кореляції 0,39) між показниками вмісту хлорофілу і врожайності посівів нуту.

Таким чином, з вищенаведеного експериментального матеріалу можна зробити висновки:

– накопичення хлорофілів a і b у листках нуту варіювало залежно від фази розвитку культури, погодних умов, норм внесення гербіциду Панда окремо і по фоні обробки насіння перед сівбою РРР Стимпо і МБП Ризобофіт.

– сумісне використання МБП Ризобофіт (1,0 л/т) і РРР Стимпо (0,025 л/т) для обробки насіння та внесення по даному фоні гербіциду Панда в нормах 3,0 і 4,0 л/га забезпечує зростання вмісту хлорофілів ($a+b$) у листках нуту в середньому за фазами на 11–14%, що може свідчити про створення більш сприятливих умов для проходження в рослинах фізіолого-біохімічних процесів, у тому числі й фотосинтетичних.

– за зростання норм внесення гербіциду Панда до 5,0 і 6,0 л/га, внесених як окремо, так і по фоні обробки насіння перед сівбою РРР Стимпо та МБП Ризобофіт, спостерігається зниження в листках нуту вмісту хлорофілів a і b та їх суми, що, очевидно, частково може бути обумовлено їх окисною деструкцією та зниженням їхнього синтезу в ході адаптаційних перебудов.

3.3. Формування площі листкового апарату

У процесі дослідження продуктивності посівів бобових культур науковці звертають увагу на низку особливостей росту рослин, якими визначається урожайність [5]. Одним із важливих морфометричних показників є площа листкового апарату. Як правило, зростання площі листків забезпечує формування високопродуктивних посівів, проте інтенсивність наростання листкового апарату може визначатись використанням гербіцидів і біологічних речовин [12].

Разом з дією на бур'яни у посівах нуту, гербіциди можуть мати і негативний вплив на культурні рослини. Проте, вченими доведено, що використання регуляторів росту рослин у бакових сумішах з гербіцидами [12, 41] та на фоні застосування мікробних препаратів [2, 13, 72] забезпечує підвищення стійкості культурних рослин до стресових чинників і сприяє активізації ростових процесів, у тому числі й наростанню листкового апарату.

За результатами проведених досліджень встановлено, що площа листків рослин нуту варіювала як за роками, так і залежно від використання в досліді препаратів (табл. 3.7). Так, за самостійної дії гербіциду Панда в нормах 3,0; 4,0; 5,0; 6,0 л/га у фазі п'яти листків у 2015 році площа листків рослин нуту зростала відносно контролю I на 11; 46; 3 і 3% відповідно.

За внесення гербіциду в таких же нормах на фоні використання регулятора росту рослин Стимпо (0,025 л/т) площа листків рослин нуту зростала відносно до контролю I на 16; 51; 24 і 8%, а на фоні використання мікробного препарату Ризобофіт (1,0 л/т) – на 18; 43; 22 і 6% відповідно.

За комплексного використання для обробки насіння регулятора росту рослин Стимпо (0,025 л/т) і мікробного препарату Ризобофіт (1,0 л/т) та внесення по даному фоні гербіциду Панда в нормах 3,0; 4,0; 5,0; 6,0 л/га

площа листків у посівах нуту у фазі п'яти листків зростала відносно варіанту без застосування препаратів (контроль I) на 48; 70; 38 і 10% відповідно.

Таблиця 3.7

Площа листкового апарату нуту (тис.м²/га) залежно від дії гербіциду Панда, РРР Стимпо та МБП Ризобофіт (фаза п'яти листків)

Гербіцид	Біологічний препарат	2015 р.	2016 р.	2017 р.
Без гербіциду	без біологічних препаратів (контроль I)	6,3	7,6	5,6
	без біологічних препаратів + ручні прополювання (контроль II)	7,2	8,7	5,8
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	7,1	8,8	5,7
	РРР Стимпо 0,025 л/т	8,2	9,7	7,6
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	9,9	10,1	8,1
Панда 3,0 л/га	без біологічних препаратів	7,0	7,9	5,7
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	7,4	8,6	5,3
	РРР Стимпо 0,025 л/т	7,3	8,0	5,9
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	9,3	10,8	9,1
Панда 4,0 л/га	без біологічних препаратів	9,2	9,6	7,9
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	9,0	10,2	8,4
	РРР Стимпо 0,025 л/т	9,5	10,7	8,8
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	10,7	11,9	9,8
Панда 5,0 л/га	без біологічних препаратів	6,5	7,7	5,7
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	7,7	8,4	6,8
	РРР Стимпо 0,025 л/т	7,8	8,3	6,5
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	8,7	9,0	7,3
Панда 6,0 л/га	без біологічних препаратів	6,5	7,5	5,9
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	6,7	7,8	6,2
	РРР Стимпо 0,025 л/т	6,8	7,7	6,2
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	6,9	8,1	6,8
	<i>НІР₀₅</i>	0,4	0,4	0,3

Аналогічна залежність формування листкового апарату рослин нуту простежувалася і в 2016 та 2017 роках. Так, у 2016 році, за комплексного використання у посівах нуту МБП Ризобофіт (1,0 л/т) та РРР Стимпо (0,025

л/т) площа листкового апарату рослин нуту зросла відносно контролю I на 33%.

За використання по даному фону гербіциду Панда в нормах 3,0; 4,0; 5,0; 6,0 л/га рівень показника у 2016 році у фазі п'яти листків зріс на 42; 57; 18 і 7% відповідно.

У 2017 році за комплексного використання у посівах нуту МБП Ризобофіт (1,0 л/т) та РРР Стимпо (0,025 л/т) площа листкового апарату рослин нуту зросла відносно контролю I на 44%. За використання по даному фону гербіциду Панда в нормах 3,0; 4,0; 5,0; 6,0 л/га рівень показника у фазі п'яти листків перевищував контроль I на 63; 76; 30 і 21% відповідно.

У фазі цвітіння нуту у 2015 році площа листкового апарату за дії мікробного препарату Ризобофіт зросла відносно контролю I на 15%, за дії регулятора росту рослин Стимпо (0,025 л/т) – на 17%, а у варіанті сумісного застосування МБП Ризобофіт (1,0 л/т) і РРР Стимпо (0,025 л/т) – на 22% (табл. 3.8.).

За самостійної дії гербіциду Панда в нормах 3,0; 4,0; 5,0; 6,0 л/га площа листків посіву нуту зростала відносно контролю I на 14; 38; 23 і 17% відповідно.

За внесення гербіциду в таких же нормах на фоні використання регулятора росту рослин Стимпо (0,025 л/т) площа листків рослин нуту зростала відносно контролю I на 31; 86; 51 і 33% фоні використання мікробного препарату Ризобофіт (1,0 л/т) – на 26; 58; 42 і 25% відповідно.

За комплексного використання для обробки насіння регулятора росту рослин Стимпо (0,025 л/т) і мікробного препарату Ризобофіт (1,0 л/т) та внесення по даному фону гербіциду Панда в нормах 3,0; 4,0; 5,0; 6,0 л/га площа листків у посівах нуту зростала відносно варіанту без застосування препаратів (контроль I) на 44; 89; 76 і 37% відповідно.

Аналогічна залежність формування листкового апарату нуту у фазі цвітіння простежувалася і в 2016 та 2017 роках. Так, у 2016 році, за комплексного використання у посівах нуту МБП Ризобофіт (1,0 л/т) + РРР

Стимпо (0,025 л/т) площа листкового апарату рослин нуту зросла відносно контролю I на 11%. За використання по даному фону гербіциду Панда в нормах 3,0; 4,0; 5,0; 6,0 л/га рівень показника відповідно до контролю I у 2016 році зріс на 29; 67; 53 і 19%.

Таблиця 3.8

Площа листкового апарату нуту (тис. м²/га) залежно від дії гербіциду Панда, РРР Стимпо та МБП Ризобофіт (фаза цвітіння)

Гербіцид	Біологічний препарат	2015 р.	2016 р.	2017 р.
Без гербіциду	без біологічних препаратів (контроль I)	31,8	37,2	29,6
	без біологічних препаратів + ручні прополювання (контроль II)	33,9	39,5	31,9
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	36,4	38,2	35,8
	РРР Стимпо 0,025 л/т	37,1	39,4	38,3
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	38,7	41,2	38,4
Панда 3,0 л/га	без біологічних препаратів	36,2	37,2	35,2
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	40,2	41,4	39,2
	РРР Стимпо 0,025 л/т	41,6	44,5	40,2
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	45,8	47,9	43,6
Панда 4,0 л/га	без біологічних препаратів	43,9	44,9	42,1
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	50,2	51,1	49,1
	РРР Стимпо 0,025 л/т	59,2	60,5	56,9
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	60,1	62,3	58,8
Панда 5,0 л/га	без біологічних препаратів	39,2	40,4	38,2
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	45,3	47,7	39,3
	РРР Стимпо 0,025 л/т	48,0	49,1	47,0
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	55,9	56,9	54,5
Панда 6,0 л/га	без біологічних препаратів	37,1	39,2	35,9
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	39,8	40,6	38,9
	РРР Стимпо 0,025 л/т	42,2	42,5	40,9
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	43,7	44,4	42,6
	<i>НІР₀₅</i>	1,4	1,6	1,2

У 2017 році за комплексного використання у посівах нуту МБП Ризобофіт (1,0 л/т) + РРР Стимпо (0,025 л/т) площа листкового апарату в рослин нуту зросла відносно контролю І на 30%. За використання по даному фону гербіциду Панда в нормах 3,0; 4,0; 5,0; 6,0 л/га площа листків у відношенні до контролю І збільшилась на 47; 99; 84 і 44% відповідно.

Площа листків рослин нуту у фазі формування бобів у 2015 році (табл. 3.9) за дії мікробного препарату Ризобофіт зростала відносно контролю І на 17%, за дії регулятора росту рослин Стимпо (0,025 л/т) – на 15%, а у варіанті сумісного застосування мікробного препарату Ризобофіт (1,0 л/т) і регулятора росту рослин Стимпо (0,025 л/т) – 28%.

За самостійної дії гербіциду Панда в нормах 3,0; 4,0; 5,0; 6,0 л/га площа листків посівів нуту зростала відносно контролю І на 14; 50; 40 і 29% відповідно.

За внесення гербіциду у тих же нормах на фоні використання регулятора росту рослин Стимпо (0,025 л/т) площа листків рослин нуту зростала до контролю І на 40; 77; 43 і 24%, а на фоні використання мікробного препарату Ризобофіт (1,0 л/т) – на 43; 71; 47 і 32% відповідно.

За комплексного використання для обробки насіння регулятора росту рослин Стимпо (0,025 л/т) і мікробного препарату Ризобофіт (1,0 л/т) та внесення по даному фону гербіциду Панда в нормах 3,0; 4,0; 5,0; 6,0 л/га площа листків у посівах нуту зростала відносно контроль І на 73; 89; 75 і 72% відповідно.

Аналогічна залежність формування листкового апарату нуту у фазі формування бобів простежувалася і в 2016 та 2017 роках. Так, у 2016 році за комплексного використання у посівах нуту МБП Ризобофіт (1,0 л/т) + РРР Стимпо (0,025 л/т) площа листкового апарату зростала відносно контролю І на 8%. За використання по даному фону гербіциду Панда в нормах 3,0; 4,0; 5,0; 6,0 л/га рівень показника у 2016 році зріс на 42; 57; 48 і 40% відповідно.

Таблиця 3.9

**Площа листкового апарату нуту (тис.м²/га) залежно від дії гербіциду
Панда, РРР Стимпо та МБП Ризобофіт (фаза формування бобів)**

Гербіцид	Біологічний препарат	2015 р.	2016 р.	2017 р.
Без гербіциду	без біологічних препаратів (контроль I)	20,8	26,3	24,6
	без біологічних препаратів + ручні прополювання (контроль II)	21,9	26,9	26,4
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	24,4	34,9	26,6
	РРР Стимпо 0,025 л/т	23,9	30,4	26,5
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	26,6	28,4	27,4
Панда 3,0 л/га	без біологічних препаратів	23,7	29,7	26,3
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	29,8	32,2	27,8
	РРР Стимпо 0,025 л/т	29,2	31,5	26,3
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	35,9	37,3	32,7
Панда 4,0 л/га	без біологічних препаратів	31,2	32,5	29,1
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	35,6	38,7	40,2
	РРР Стимпо 0,025 л/т	36,8	37,5	29,3
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	39,4	41,4	38,8
Панда 5,0 л/га	без біологічних препаратів	29,2	31,6	37,4
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	30,6	35,7	29,3
	РРР Стимпо 0,025 л/т	29,7	30,6	28,5
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	36,4	38,9	33,7
Панда 6,0 л/га	без біологічних препаратів	26,9	27,4	23,9
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	27,5	28,2	26,6
	РРР Стимпо 0,025 л/т	25,8	27,9	26,8
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	35,7	36,8	31,6
	<i>НІР₀₅</i>	<i>0,5</i>	<i>0,9</i>	<i>0,6</i>

У 2017 році за комплексного використання у посівах нуту МБП Ризобофіт (1,0 л/т) + РРР Стимпо (0,025 л/т) площа листкового апарату нуту зросла відносно контролю I на 11%, а за використання по даному фону гербіциду Панда в нормах 3,0; 4,0; 5,0; 6,0 л/га – на 33; 58; 37 і 28% відповідно.

У середньому за три роки досліджень (рис 3.5) за самостійної дії МБП Ризобофіт (1,0 л/т) у фазі п'яти листків площа листкового апарату рослин

нуту зросла відносно контролю I на 5% та на 3% – відносно контролю II.

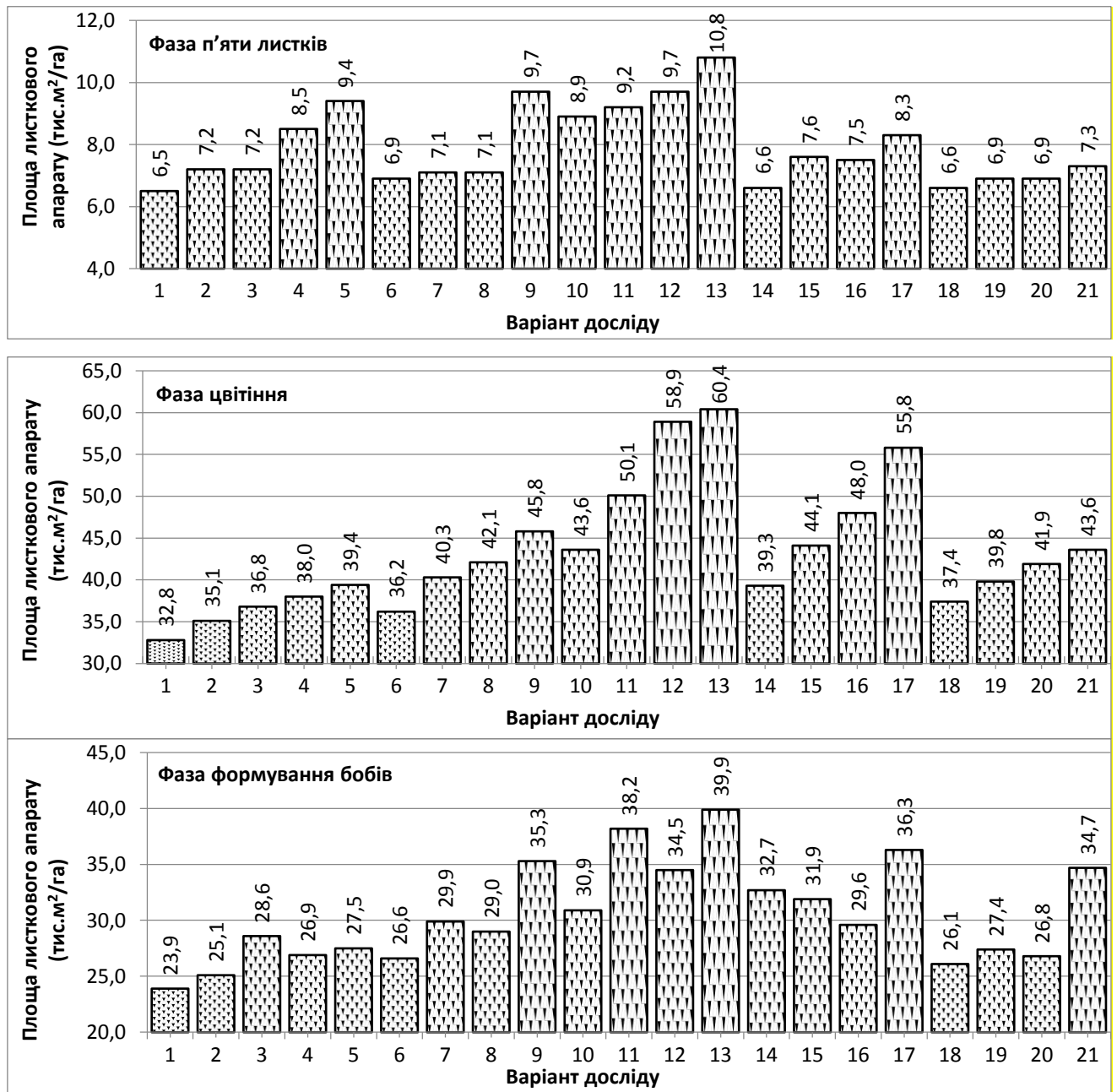


Рис 3.5. Площа листового апарату нуту залежно від дії гербіциду Панда, РРР Стимпо та МПБ Ризобофіт (середнє за 2015–2017 рр.):

1. Без використання біологічних препаратів і гербіциду (контроль I); 2. Без використання біологічних препаратів і гербіциду + ручні прополювання упродовж вегетації (контроль II); 3. МПБ Ризобофіт 1,0 л/т; 4. РРР Стимпо 0,025 л/т; 5. МПБ Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т; 6. Панда 3,0 л/га; 7. Панда 3,0 л/га, МПБ Ризобофіт 1,0 л/т; 8. Панда 3,0 л/га, РРР Стимпо 0,025 л/т; 9. Панда 3,0 л/га, МПБ Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т; 10. Панда 4,0 л/га; 11. Панда 4,0 л/га, МПБ Ризобофіт 1,0 л/т; 12. Панда 4,0 л/га, РРР Стимпо 0,025 л/т; 13. Панда 4,0 л/га, МПБ Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т; 14. Панда 5,0 л/га; 15. Панда 5,0 л/га, МПБ Ризобофіт 1,0 л/т; 16. Панда 5,0 л/га, РРР Стимпо 0,025 л/т; 17. Панда 5,0 л/га, МПБ Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т; 18. Панда 6,0 л/га; 19. Панда 6,0 л/га, МПБ Ризобофіт 1,0 л/т; 20. Панда 6,0 л/га, РРР Стимпо 0,025 л/т; 21. Панда 6,0 л/га, МПБ Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т.

За самостійної дії РРР Стимпо (0,025 л/т) відносно контролю I площа збільшилася на 6% і на 5% – відносно контролю II.

У варіантах сумісного застосування МПБ Ризобофіт (1,0 л/т) та РРР Стимпо (0,025 л/т) збільшення площі листків відносно контролів I і II склало 10 і 9% відповідно.

У варіантах, де вносили лише гербіцид Панда в нормах 3,0; 4,0; 5,0 л/га, площа листків у фазі п'яти листків культури зросла відносно контролю I на 6; 37; 2%. За внесення гербіциду в таких же нормах на фоні використання регулятора росту рослин Стимпо (0,025 л/т) площа листків відносно контролю I збільшилась на 9; 49; 15 і 6%, а на фоні використання мікробного препарату Ризобофіт (1,0 л/т) – на 9; 42; 17 і 6%.

За внесення гербіциду Панда в нормах 3,0–4,0 л/га по фоні сумісного використання МБП Ризобофіт (1,0 л/т) і РРР Стимпо (0,025 л/т) площа листків нуту зросла відносно до контролю I на 49–66% та на 35–50% – до контролю II, а за норм внесення 5,0 і 6,0 л/га на 28–11% – до контролю I та на 15% – до контролю II за норми 5,0 л/га, за норми 6,0 г/га – була на рівні контролю II.

У фазі цвітіння, в середньому за три роки досліджень, площа листків нуту за дії мікробного препарату Ризобофіт зросла відносно контролю I на 12%, за дії регулятора росту рослин Стимпо (0,025 л/т) – на 16%, у варіанті сумісного застосування мікробного препарату Ризобофіт (1,0 л/т) і регулятора росту рослин Стимпо (0,025 л/т) – на 19%.

За самостійної дії гербіциду Панда в нормах 3,0; 4,0; 5,0; 6,0 л/га площа листків посіву нуту зростала відносно контролю I на 10; 33; 20 і 14% відповідно.

За внесення гербіциду в таких же нормах на фоні використання регулятора росту рослин Стимпо (0,025 л/т) площа листків нуту зростала відносно до контролю I на 28; 80; 46 і 28%, а на фоні використання мікробного препарату Ризобофіт (1,0 л/т) – на 23; 53; 34 і 21% відповідно.

За комплексного використання для обробки насіння регулятора росту рослин Стимпо (0,025 л/т) і мікробного препарату Ризобофіт (1,0 л/т) та внесення по даному фону гербіциду Панда в нормах 3,0; 4,0; 5,0; 6,0 л/га площа листків у посівах нуту зростала відносно варіанту без застосування препаратів (контроль I) на 40; 84; 70 і 31% відповідно.

У фазі формування нутом бобів площа листкового апарату рослин в середньому за три роки досліджень за дії мікробного препарату Ризобофіт зростала відносно контролю I на 20%, за дії регулятора росту рослин Стимпо (0,025 л/т) – на 13%, а у варіанті сумісного застосування мікробного препарату Ризобофіт (1,0 л/т) і регулятора росту рослин Стимпо (0,025 л/т) – на 15%.

За самостійної дії гербіциду Панда в нормах 3,0; 4,0; 5,0; 6,0 л/га площа листків нуту зростала відносно контролю I на 11; 29; 37 і 9% відповідно.

За внесення гербіциду в таких же нормах на фоні використання регулятора росту рослин Стимпо (0,025 л/т) площа листків рослин нуту зростала до контролю I на 21; 44; 24 і 12%, а на фоні використання мікробного препарату Ризобофіт (1,0 л/т) – на 25; 60; 33 і 15% відповідно.

За комплексного використання для обробки насіння регулятора росту рослин Стимпо (0,025 л/т) і мікробного препарату Ризобофіт (1,0 л/т) та внесення по даному фону гербіциду Панда в нормах 3,0; 4,0; 5,0; 6,0 л/га площа листків у посівах нуту зростала відносно контроль I на 48; 67; 52 і 45% відповідно.

З вищенаведеного експериментального матеріалу можна узагальнити, що площа листкового апарату рослин нуту варіювала як за роками, так і залежно від використання в посівах різних норм гербіциду Панда, внесених як окремо так і на фоні обробки перед сівбою насіння біологічними препаратами, водночас можна констатувати певні закономірності у формуванні площі листкового апарату: у фазі п'яти листків культури більшу площу формували рослини у варіантах досліді за дії регулятора росту рослин Стимпо, що можна пояснити стимулюючим впливом препарату на

проростання насіння та швидшою адаптацією рослин до умов середовища; починаючи з фази цвітіння, площа листкового апарату за дії мікробного препарату Ризобофіт і РРР Стимпо мали майже рівні показники, а у фазі формування бобів відмічалось збільшення площі за дії МБП Ризобофіт, що, очевидно, пов'язано з покращенням азотного живлення рослин.

Подібну тенденцію у формуванні площі листкового апарату рослин під дією біологічних препаратів відмічали й інші автори [39, 71].

У результаті дисперсійного аналізу встановлено, що у фазах п'яти листків та цвітіння культури на формування листків переважаючий вплив виявляв гербіцид Панда (54–56%), а РРР Стимпо і МБП Ризобофіт – 18–19%. У фазі утворення бобів дія досліджуваних факторів урівноважувалась і була в межах 33–34% кожного. Відчутною була взаємодія досліджуваних факторів – 28–25%.

Розраховуючи коефіцієнт кореляції відмічено тісний зв'язок (коефіцієнт кореляції 0,48) між показниками площі листового апарату і врожайністю посівів нуту.

Таким чином, з вищенаведеного експериментального матеріалу можна зробити наступні висновки:

- формування площі листкового апарату нуту знаходиться в тісній залежності від погодних умов та норм внесення гербіциду окремо і на фоні використання біологічних препаратів;

- найбільша площа листків нуту в досліді формується у варіантах комплексного використання препаратів, зокрема гербіциду Панда в нормі 4,0 л/га з регулятором росту рослин Стимпо (0,025 л/т) і мікробіологічним препаратом Ризобофіт (1,0 л/т), де в середньому за фазами розвитку рослин, площа листків перевищувала контроль I на 66–84%;

- деяке зменшення площі листкового апарату простежується за дії гербіциду у нормах 5,0 і 6,0 л/га, що може бути обумовлено пригніченням проходження в рослинах основних фізіолого-біохімічних процесів за високих норм ксенобіотика.

3.4. Динаміка ростових процесів

Інтенсивність росту рослин може залежати від використання біологічно активних речовин – гербіцидів, завдяки яким зменшується конкуренція з боку бур'янистої рослинності і біологічних препаратів, які здатні інтенсифікувати ростових процесів [110, 193].

Поєднання захисного, антистресового і рістстимулювального ефектів передбачає розробку основних принципів і підходів спільного застосування гербіцидів і біопрепаратів. Цей напрямок цілком актуальний під час інтенсивного хімічного прополювання бур'янів у посівах нуту, а розробка елементів адаптивної технології на цій культурі має актуальне значення [194, 195].

Як встановлено дослідженнями [196–198], у колекційних форм нуту висота рослин коливається від 15 до 95 см. Фактично спостерігається позитивна кореляція продуктивності з висотою рослин ($r=0,38-0,52$). Низькорослі форми, як правило, з коротким вегетаційним періодом, формують дрібне насіння, малопродуктивні, а у гостропосушливі роки їх висота зменшується на 30–40%, що може зумовити великі втрати врожаю під час збирання. Крім того, висота рослин позитивно корелює з тривалістю періоду цвітіння. Однак, занадто високорослі сорти у роки з надмірним зволоженням навіть при невеликому вітрі можуть полягати, особливо це спостерігається у сортів з високим прикріпленням нижніх бобів. На основі багаторічних спостережень визначено оптимальну для умов півдня України висоту рослин – 50–60 см [198, 199]. Однак, в умовах Правобережного Лісостепу України такі дослідження не виконувались, що і визначило актуальність одного із завдань наших досліджень.

Встановлено, що у 2015 році, висота рослин нуту в період фази п'яти листків (табл. 3.10) варіювала залежно від використання різних норм гербіциду і біологічних препаратів. Так, за дії мікробного препарату Ризобофит висота рослин зростала відносно контролю I на 9%, за дії

регулятора росту рослин Стимпо (0,025 л/т) – на 13%, а у варіанті сумісного застосування мікробного препарату Ризобофіт (1,0 л/т) і регулятора росту рослин Стимпо (0,025 л/т) – на 20%.

Таблиця 3.10

Висота рослин нуту (см) залежно від застосування гербіциду Панда, РРР Стимпо та МПБ Ризобофіт (2015 р.)

Гербіцид	Біологічний препарат	Фаза п'яти листків	Фаза цвітіння	Фаза формування бобів
Без гербіциду	без біологічних препаратів (контроль I)	7,8	44,9	55,3
	без біологічних препаратів + ручні прополювання (контроль II)	8,1	45,8	57,0
	МПБ Ризобофіт 1,0 л/т	8,5	47,3	58,4
	РРР Стимпо 0,025 л/т	8,8	47,6	57,0
	МПБ Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	9,4	49,1	55,4
Панда 3,0 л/га	без біологічних препаратів	8,0	46,0	57,3
	МПБ Ризобофіт 1,0 л/т	9,5	50,7	60,3
	РРР Стимпо 0,025 л/т	9,6	50,7	60,9
	МПБ Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	10,7	51,8	62,2
Панда 4,0 л/га	без біологічних препаратів	8,7	49,7	61,7
	МПБ Ризобофіт 1,0 л/т	9,5	51,7	63,2
	РРР Стимпо 0,025 л/т	9,7	53,3	62,9
	МПБ Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	11,6	55,3	63,9
Панда 5,0 л/га	без біологічних препаратів	8,1	48,8	58,4
	МПБ Ризобофіт 1,0 л/т	9,1	49,9	60,2
	РРР Стимпо 0,025 л/т	9,2	50,8	60,1
	МПБ Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	10,5	52,4	62,1
Панда 6,0 л/га	без біологічних препаратів	7,8	45,7	60,5
	МПБ Ризобофіт 1,0 л/т	8,2	47,6	59,5
	РРР Стимпо 0,025 л/т	8,7	48,7	59,2
	МПБ Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	9,1	51,0	59,3
	<i>НІР₀₅</i>	0,8	2,4	1,2

За самостійної дії гербіциду Панда в нормах 3,0; 4,0; 5,0 л/га висота рослин нуту зростала відносно контролю I на 3; 12 і 4% відповідно, за норми 6,0 л/га – була на рівні контролю I.

За внесення гербіциду в таких же нормах на фоні використання регулятора росту рослин Стимпо (0,025 л/т) висота рослин нуту зростала до контролю I на 23; 24; 18 і 12%, а на фоні використання мікробного препарату Ризобофіт (1,0 л/т) – на 22; 22; 17 і 5% відповідно.

За комплексного використання для обробки насіння регулятора росту рослин Стимпо (0,025 л/т) і мікробного препарату Ризобофіт (1,0 л/т) та внесення по даному фоні гербіциду Панда в нормах 3,0; 4,0; 5,0 та 6,0 л/га висота рослин у посівах нуту зростала відносно варіанту без застосування препаратів (контроль I) на 37; 49; 35 і 17% відповідно.

У фазі цвітіння висота рослин нуту за самостійної дії мікробного препарату Ризобофіт зростала відносно контролю I на 5%, за дії регулятора росту рослин Стимпо (0,025 л/т) – на 6%, а у варіанті сумісного застосування мікробного препарату Ризобофіт (1,0 л/т) і регулятора росту рослин Стимпо (0,025 л/т) – на 9%.

За комплексного використання для обробки насіння регулятора росту рослин Стимпо (0,025 л/т) і мікробного препарату Ризобофіт (1,0 л/т) та внесення по даному фоні гербіциду Панда в нормах 3,0; 4,0; 5,0; 6,0 л/га висота рослин у посівах нуту зростала відносно контролю I на 15; 23; 17 і 14% відповідно.

У 2015 році у фазі формування бобів за самостійної дії гербіциду Панда в нормах 3,0; 4,0; 5,0; 6,0 л/га висота рослин нуту зростала відносно контролю I на 4; 12; 6 і 9% відповідно.

За внесення гербіциду в таких же нормах на фоні використання регулятора росту рослин Стимпо (0,025 л/т) висота рослин нуту зростала до контролю I на 10; 14; 9 і 7%, а на фоні використання мікробного препарату Ризобофіт (1,0 л/т) – на 9; 14; 9 і 8% відповідно.

За комплексного використання для обробки насіння регулятора росту рослин Стимпо (0,025 л/т) і мікробного препарату Ризобофіт (1,0 л/т) та внесення по даному фону гербіциду Панда в нормах 3,0; 4,0; 5,0; 6,0 л/га висота рослин зростала відносно варіанту без застосування препаратів (контроль I) на 12; 16; 12 і 7% відповідно.

На фоні застосування гербіциду біологічні препарати сприяли більш швидкому нарощуванню висоти, зокрема сумісна передпосівна обробка насіння нуту РРР Стимпо і МБП Ризобофіт і внесення по даному фону гербіциду в нормі 4,0 л/га виявила найбільший рістстимулюючий вплив на рослини, ніж застосування даної норми гербіциду без біологічних препаратів. У цьому варіанті спостерігали збільшення висоти рослин до контролю I у середньому за фазами на 16–49%.

Аналогічна залежність із формуванням висоти рослин нуту простежувалася і в 2016 та 2017 роках (Додаток В, табл. В.1, В.2). Так, у 2016 р. найвища висота рослин була відмічена за внесення гербіциду Панда в нормах 3,0–6,0 л/га по фону обробки РРР Стимпо (0,025 л/т) з МБП Ризобофіт (1,0 л/т), де перевищення відносно контролю I складало у фазах п'яти листків нуту, цвітіння та формування бобів 28–46%, 14–18%, 11–22% відповідно до контролю I та фаз розвитку культури.

У 2017 р. відмічалася схожа залежність формування висоти рослин нуту – у облікових фазах відбувалося її зростання на 5–19%, 19–25%, 5–22% відповідно до контролю I та фаз розвитку культури.

Аналізуючи формування висоти рослин нуту в середньому за 2015–2017 рр. встановлено що за самостійної дії МПБ Ризобофіт (1,0 л/т) у фазі п'яти листків культури вона зростала відносно контролю I на 14%, за самостійної дії РРР Стимпо (0,025 л/т) – на 8%, у варіантах сумісного застосування МПБ Ризобофіт (1,0 л/т) і РРР Стимпо (0,025 л/т) – на 23% (рис. 3.6).

Внесення гербіциду Панда в нормах 3,0; 4,0; 5,0; 6,0 л/га зумовлювало зростання висоти рослин у фазі п'яти листків нуту на 7; 15; 7; 4%.

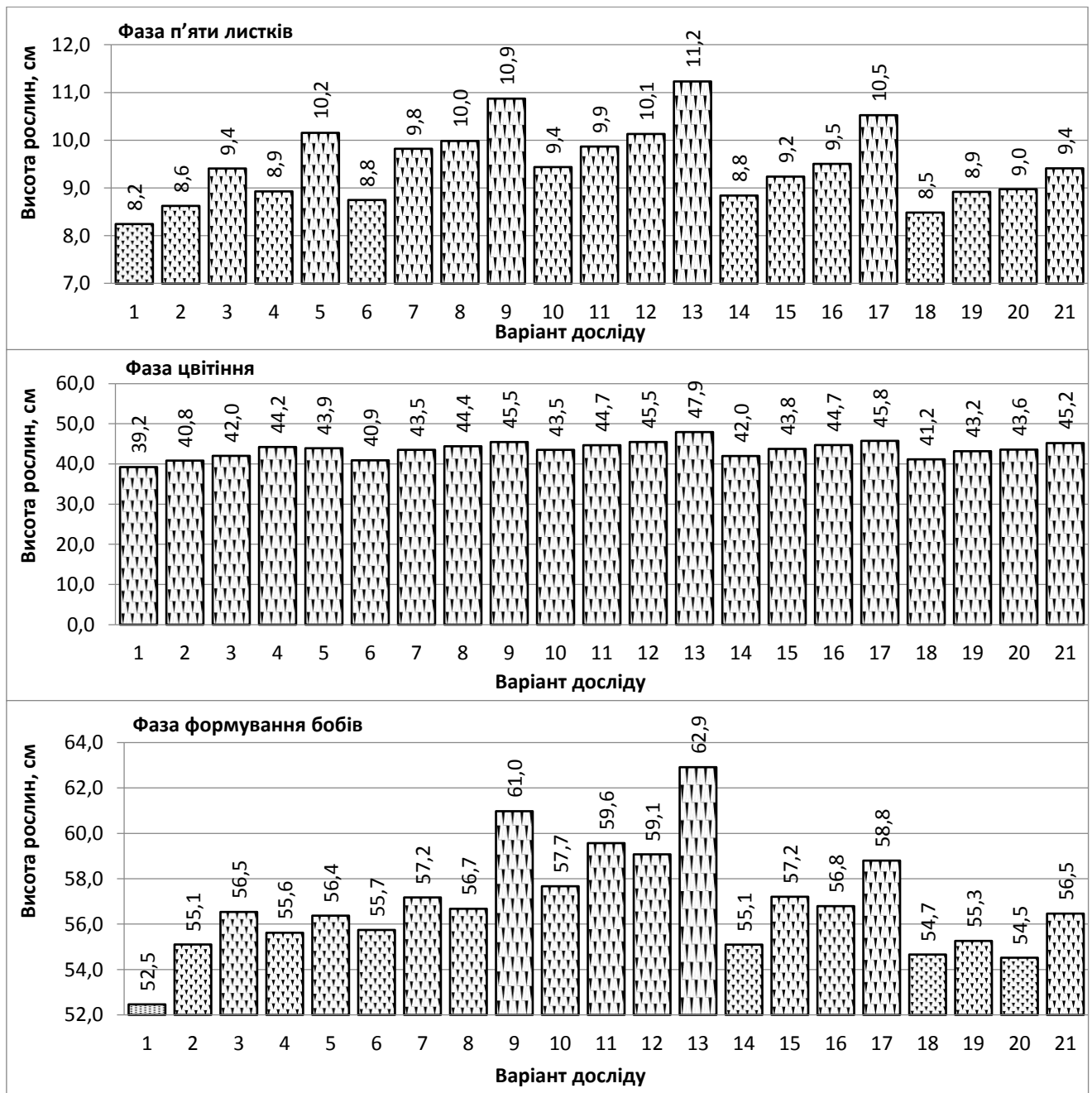


Рис 3.6. Висота рослин нуту (см) сорту Пам'ять залежно від застосування гербіциду Панда, регулятора росту рослин Стимпо та мікробного препарату Ризобіфіт (середнє за 2015–2017 рр.):

1. Без використання біологічних препаратів і гербіциду (контроль I); 2. Без використання біологічних препаратів і гербіциду + ручні прополювання упродовж вегетації (контроль II); 3. МБП Ризобіфіт 1,0 л/т; 4. РРР Стимпо 0,025 л/т; 5. МБП Ризобіфіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т; 6. Панда 3,0 л/га; 7. Панда 3,0 л/га, МБП Ризобіфіт 1,0 л/т; 8. Панда 3,0 л/га, РРР Стимпо 0,025 л/т; 9. Панда 3,0 л/га, МБП Ризобіфіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т; 10. Панда 4,0 л/га; 11. Панда 4,0 л/га, МБП Ризобіфіт 1,0 л/т; 12. Панда 4,0 л/га, РРР Стимпо 0,025 л/т; 13. Панда 4,0 л/га, МБП Ризобіфіт 1,0 л/т+ РРР Стимпо 0,025 л/т; 14. Панда 5,0 л/га; 15. Панда 5,0 л/га, МБП Ризобіфіт 1,0 л/т; 16. Панда 5,0 л/га, РРР Стимпо 0,025 л/т; 17. Панда 5,0 л/га, МБП Ризобіфіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т; 18. Панда 6,0 л/га; 19. Панда 6,0 л/га, МБП Ризобіфіт 1,0 л/т; 20. Панда 6,0 л/га, РРР Стимпо 0,025 л/т; 21. Панда 6,0 л/га, МБП Ризобіфіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т.

За внесення гербіциду в таких же нормах на фоні використання РРР Стимпо (0,025 л/т) висота рослин відносно контролю I зростала на 22; 23; 16 і 10% відповідно, а на фоні використання мікробного препарату Ризобофіт (1,0 л/т) – на 20; 21; 12 і 9%.

Найбільше зростання висоти рослин нуту було відмічено за комплексного використання регулятора росту рослин Стимпо (0,025 л/т) з мікробним препаратом Ризобофіт (1,0 л/т) та внесення по даному фону гербіциду Панда в нормах 3,0; 4,0; 5,0; 6,0 л/га, де збільшення висоти рослин нуту складало відносно контролю I на 33; 37; 28 і 15%.

У фазі цвітіння в середньому за 2015–2017 рр. висота рослин нуту у варіантах досліду за використанням гербіциду Панда в нормах 3,0; 4,0; 5,0; 6,0 л/га зростала відносно контролю I на 4; 11; 7; 5%, за внесення даних норм гербіциду на фоні використання регулятора росту рослин Стимпо (0,025 л/т) – на 13; 16; 14 і 11% відповідно, а на фоні використання мікробного препарату Ризобофіт (1,0 л/т) – на 11; 14; 12 і 10%.

За комплексного використання регулятора росту рослин Стимпо (0,025 л/т) з мікробним препаратом Ризобофіт (1,0 л/т) та внесення по даному фону гербіциду Панда в нормах 3,0; 4,0; 5,0; 6,0 л/га висота рослин нуту зростала відносно контролю I на 16; 22; 17 і 15%.

У фазі формування нутом бобів в середньому за 2015–2016 рр. висота рослин за самотійної дії МПБ Ризобофіт (1,0 л/т) зростала відносно контролю I на 8%, за самотійної дії РРР Стимпо (0,025 л/т) – на 6%, за сумісної дії МПБ Ризобофіт (1,0 л/т) та РРР Стимпо (0,025 л/т) – на 7%.

Комплексне використання регулятора росту рослин Стимпо (0,025 л/т) з мікробним препаратом Ризобофіт (1,0 л/т) та внесення по даному фону гербіциду Панда в нормах 3,0; 4,0; 5,0; 6,0 л/га збільшило висоту рослин нуту відносно контролю I на 16; 20; 12 і 8%.

Різною була в дослідних варіантах й інтенсивність наростання надземної біомаси за дії досліджуваних препаратів. Так, у 2015 р. за самотійної дії МПБ Ризобофіт (1,0 л/т) у фазі п'яти листків нуту надземна

біомаса однієї рослини зростала відносно контролю I на 8%, за самостійної дії РРР Стимпо (0,025 л/т) – на 13%, у варіантах сумісного застосування МПБ Ризобофіт (1,0 л/т) та РРР Стимпо (0,025 л/т) – на 34% (табл. 3.11).

Таблиця 3.11

Надземна біомаса рослин нуту за дії гербіциду Панда, РРР Стимпо та МПБ Ризобофіт (г/рослину, фаза п'яти листків)

Гербіцид	Біологічний препарат	2015 р.	2016 р.	2017 р.
Без гербіциду	без біологічних препаратів (контроль I)	9,8	10,5	7,3
	без біологічних препаратів + ручні прополювання (контроль II)	9,9	10,8	8,1
	МПБ Ризобофіт 1,0 л/т	10,6	11,8	9,6
	РРР Стимпо 0,025 л/т	11,1	12,0	10,0
	МПБ Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	13,1	14,3	11,5
Панда 3,0 л/га	без біологічних препаратів	10,4	11,1	9,74
	МПБ Ризобофіт 1,0 л/т	11,8	12,1	10,6
	РРР Стимпо 0,025 л/т	11,9	12,1	10,6
	МПБ Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	13,9	15,2	11,8
Панда 4,0 л/га	без біологічних препаратів	11,0	11,5	10,1
	МПБ Ризобофіт 1,0 л/т	12,6	13,3	11,3
	РРР Стимпо 0,025 л/т	12,7	13,5	11,4
	МПБ Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	14,9	16,3	12,6
Панда 5,0 л/га	без біологічних препаратів	11,1	11,3	9,5
	МПБ Ризобофіт 1,0 л/т	11,4	12,4	10,8
	РРР Стимпо 0,025 л/т	12,1	12,8	10,9
	МПБ Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	12,9	13,6	11,3
Панда 6,0 л/га	без біологічних препаратів	9,9	11,0	8,3
	МПБ Ризобофіт 1,0 л/т	10,1	11,8	8,8
	РРР Стимпо 0,025 л/т	10,4	12,2	9,1
	МПБ Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	11,8	13,2	10,3
	<i>НІР₀₅</i>	0,6	0,8	0,7

Внесення гербіциду Панда в нормах 3,0; 4,0; 5,0; 6,0 л/га зумовлювало зростання надземної біомаси рослин нуту у фазі п'яти листків на 6; 12; 13; 1%.

За внесення гербіциду в таких же нормах на фоні використання регулятора росту рослин Стимпо (0,025 л/т) надземна біомаса однієї рослини нуту відносно контролю I зростала на 21; 30; 23 і 6%, а на фоні використання мікробного препарату Ризобофіт (1,0 л/т) – на 20; 29; 16 і 3%.

Найвищі показники надземної біомаси нуту формувалися за комплексного використання регулятора росту рослин Стимпо (0,025 л/т) з мікробним препаратом Ризобофіт (1,0 л/т) та внесення по даному фону гербіциду Панда в нормах 3,0; 4,0; 5,0; 6,0 л/га, де перевищення до контролю I складало 42; 52; 32 і 20%.

У 2016 та 2017 р. у фазу п'яти листків простежувалась подібна залежність у формуванні надземної біомаси нуту, проте як і в 2015 р. найбільші показники формувалася у варіантах використання гербіциду Панда по фоні обробки насіння перед сівбою РРР Стимпо з МБП Ризобофіт. Так, за комплексного використання регулятора росту рослин Стимпо (0,025 л/т) з мікробним препаратом Ризобофіт (1,0 л/т) та внесення по даному фону гербіциду Панда в нормах 3,0; 4,0; 5,0; 6,0 л/га біомаса рослин нуту у 2016 та 2017 р. зростала відносно варіанту без застосування препаратів (контроль I) на 45; 55; 30 і 26% та 62; 73; 55 і 41% відповідно.

У фазі цвітіння нуту (табл. 3.12) у варіантах дослідів з використанням гербіциду Панда в нормах 3,0; 4,0; 5,0; 6,0 л/га надземна біомаса рослин у 2015 р. зростала відносно контролю I на 6; 4; 4; 2%, за внесення даних норм гербіциду на фоні використання регулятора росту рослин Стимпо (0,025 л/т) – на 15; 32; 16 і 6% відповідно, а на фоні використання мікробного препарату Ризобофіт (1,0 л/т) – на 13; 32; 15 і 9%.

За комплексного використання регулятора росту рослин Стимпо (0,025 л/т) з мікробним препаратом Ризобофіт (1,0 л/т) та внесення по даному фону гербіциду Панда в нормах 3,0; 4,0; 5,0; 6,0 л/га біомаса рослин нуту зростала відносно варіанту без застосування препаратів (контроль I) на 58; 64; 38 і 13%.

Таблиця 3.12

Надземна біомаса рослин нуту за дії гербіциду Панда, РРР Стимпо та МПБ Ризобофіт (г/рослину, фаза цвітіння)

Гербіцид	Біологічний препарат	2015 р.	2016 р.	2017 р.
Без гербіциду	без біологічних препаратів (контроль I)	30,8	31,8	22,8
	без біологічних препаратів + ручні прополювання (контроль II)	32,4	32,2	23,6
	МПБ Ризобофіт 1,0 л/т	33,9	34,8	23,6
	РРР Стимпо 0,025 л/т	33,6	36,2	23,0
	МПБ Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	36,6	41,8	32,9
Панда 3,0 л/га	без біологічних препаратів	32,6	33,6	24,8
	МПБ Ризобофіт 1,0 л/т	34,8	36,8	26,9
	РРР Стимпо 0,025 л/т	35,5	36,8	26,9
	МПБ Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	48,7	57,3	34,8
Панда 4,0 л/га	без біологічних препаратів	32,1	33,9	23,6
	МПБ Ризобофіт 1,0 л/т	40,6	44,8	31,8
	РРР Стимпо 0,025 л/т	40,8	46,1	32,4
	МПБ Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	50,4	54,8	40,6
Панда 5,0 л/га	без біологічних препаратів	31,9	32,8	23,7
	МПБ Ризобофіт 1,0 л/т	35,4	38,8	28,8
	РРР Стимпо 0,025 л/т	35,8	41,8	28,9
	МПБ Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	42,4	46,6	31,8
Панда 6,0 л/га	без біологічних препаратів	31,4	32,6	23,8
	МПБ Ризобофіт 1,0 л/т	33,6	34,8	24,8
	РРР Стимпо 0,025 л/т	32,6	37,5	24,6
	МПБ Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	34,8	44,2	27,8
	<i>НІР₀₅</i>	<i>1,2</i>	<i>1,8</i>	<i>1,6</i>

У 2016 та 2017 р. у фазі цвітіння нуту відмічалась подібна залежність у формуванні надземної біомаси. Так, у 2016 році за самостійної дії МПБ Ризобофіт (1,0 л/т) у фазі цвітіння нуту надземна біомаса однієї рослини зростала відносно контролю I на 9% , за самостійної дії РРР Стимпо (0,025 л/т) – на 14% , у варіантах сумісного застосування МПБ Ризобофіт (1,0 л/т) та РРР Стимпо (0,025 л/т) – на 31%, у варіантах дослідів з використанням

гербициду Панда в нормах 3,0; 4,0; 5,0; 6,0 л/га надземна біомаса рослин у 2015 р. зростала відносно контролю I на 6; 7; 3; 3%, за внесення даних норм гербициду на фоні використання регулятора росту рослин Стимпо (0,025 л/т) – на 16; 45; 31 і 18% відповідно, а на фоні використання мікробного препарату Ризобофіт (1,0 л/т) – на 16; 41; 22 і 9%.

За комплексного використання регулятора росту рослин Стимпо (0,025 л/т) з мікробним препаратом Ризобофіт (1,0 л/т) та внесення по даному фону гербициду Панда в нормах 3,0; 4,0; 5,0; 6,0 л/га біомаса рослин нуту зростала відносно варіанту без застосування препаратів (контроль I) на 80; 72; 47 і 39%.

У 2017 році найвищі показники формування надземної біомаси у фазі цвітіння нуту відмічені за сумісної дії регулятора росту рослин Стимпо (0,025 л/т) з мікробним препаратом Ризобофіт (1,0 л/т) та внесення по даному фону гербициду Панда в нормах 3,0; 4,0; 5,0; 6,0 л/га біомаса рослин нуту зростала відносно варіанту без застосування препаратів (контроль I) на 53; 78; 39 і 22%

У фазі формування нутом бобів (табл. 3.13) наростання біомаси за самостійної дії МПБ Ризобофіт (1,0 л/т) складало відносно контролю I 10%, за самостійної дії РРР Стимпо (0,025 л/т) – 9%, за сумісної дії МПБ Ризобофіт (1,0 л/т) з РРР Стимпо (0,025 л/т) – 21%.

Внесення гербициду Панда в нормах 3,0; 4,0; 5,0; 6,0 л/га забезпечило зростання біомаси у фазі формування нутом бобів на 4; 15; 15; 3%, а за внесення гербициду в цих же нормах на фоні використання регулятора росту рослин Стимпо (0,025 л/т) – 10; 66; 46 і 7%, а на фоні використання мікробного препарату Ризобофіт (1,0 л/т) – 11; 65; 24 і 11%.

За комплексного використання регулятора росту рослин Стимпо (0,025 л/т) з мікробним препаратом Ризобофіт (1,0 л/т) та внесення по даному фону гербициду Панда в нормах 3,0; 4,0; 5,0; 6,0 л/га надземна біомаса рослин нуту зростала відносно варіанту без застосування препаратів (контроль I) на 30; 81; 74 і 14%.

Таблиця 3.13

Надземна біомаса рослин нуту за дії гербіциду Панда, РРР Стимпо та МПБ Ризобофіт (г/рослину, фаза формування бобів)

Гербіцид	Біологічний препарат	2015 р.	2016 р.	2017 р.
Без гербіциду	без біологічних препаратів (контроль I)	33,6	35,6	25,7
	без біологічних препаратів + ручні прополювання (контроль II)	34,6	35,6	26,8
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	37,1	47,3	28,7
	РРР Стимпо 0,025 л/т	36,5	45,7	27,6
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	40,8	50,8	35,8
Панда 3,0 л/га	без біологічних препаратів	34,9	38,5	27,8
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	37,3	40,9	31,1
	РРР Стимпо 0,025 л/т	36,9	38,9	30,3
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	43,6	45,7	35,3
Панда 4,0 л/га	без біологічних препаратів	38,6	42,8	28,9
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	55,6	62,5	40,8
	РРР Стимпо 0,025 л/т	55,7	64,2	41,7
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	60,8	69,5	47,6
Панда 5,0 л/га	без біологічних препаратів	38,5	40,8	28,6
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	41,7	52,8	35,6
	РРР Стимпо 0,025 л/т	48,9	57,3	35,6
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	58,5	65,1	40,8
Панда 6,0 л/га	без біологічних препаратів	34,6	36,6	26,9
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	37,2	38,3	27,9
	РРР Стимпо 0,025 л/т	36,1	37,8	26,5
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	38,3	40,3	28,6
	<i>НІР₀₅</i>	<i>1,2</i>	<i>1,4</i>	<i>1,3</i>

У середньому за 2015–2017 рр. (рис. 3.7) наростання біомаси рослин нуту за самостійної дії МПБ Ризобофіт (1,0 л/т) у фазі п'яти листків нуту перевищувало контроль I на 16%, за самостійної дії РРР Стимпо (0,025 л/т) – на 20%, у варіантах сумісного застосування МПБ Ризобофіт (1,0 л/т) з РРР Стимпо (0,025 л/т) – на 41%.

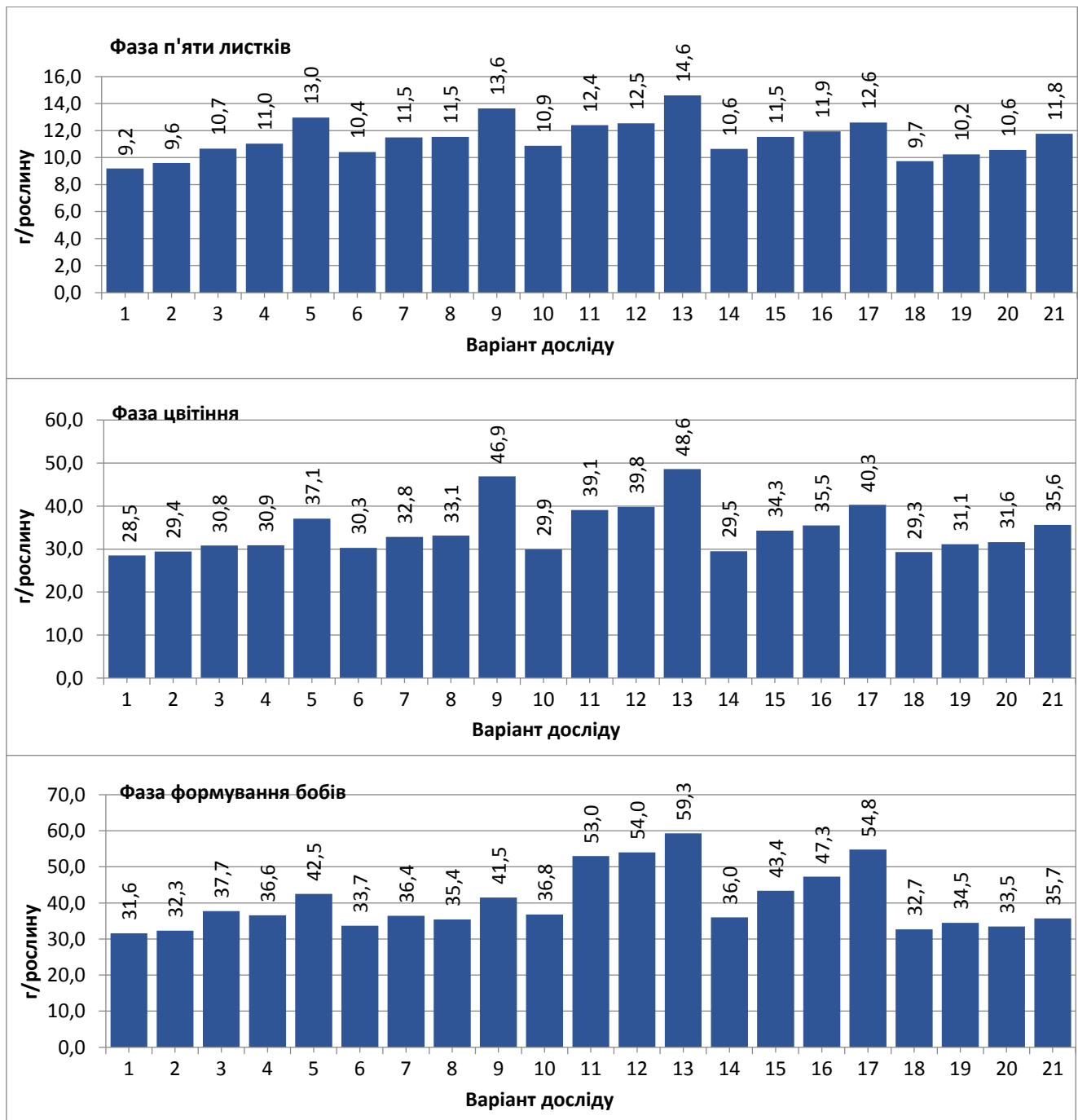


Рис 3.7. Надземна біомаса рослин нуту за дії гербіциду Панда, РРР Стимпо та МПБ Ризобофіт (середнє за 2015-2017 рр.):

1. Без використання біологічних препаратів і гербіциду (контроль І); 2. Без використання біологічних препаратів і гербіциду + ручні прополювання упродовж вегетації (контроль ІІ); 3. МПБ Ризобофіт 1,0 л/т; 4. РРР Стимпо 0,025 л/т; 5. МПБ Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т; 6. Панда 3,0 л/га; 7. Панда 3,0 л/га, МПБ Ризобофіт 1,0 л/т; 8. Панда 3,0 л/га, РРР Стимпо 0,025 л/т; 9. Панда 3,0 л/га, МПБ Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т; 10. Панда 4,0 л/га; 11. Панда 4,0 л/га, МПБ Ризобофіт 1,0 л/т; 12. Панда 4,0 л/га, РРР Стимпо 0,025 л/т; 13. Панда 4,0 л/га, МПБ Ризобофіт 1,0 л/т+ РРР Стимпо 0,025 л/т; 14. Панда 5,0 л/га; 15. Панда 5,0 л/га, МПБ Ризобофіт 1,0 л/т; 16. Панда 5,0 л/га, РРР Стимпо 0,025 л/т; 17. Панда 5,0 л/га, МПБ Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т; 18. Панда 6,0 л/га; 19. Панда 6,0 л/га, МПБ Ризобофіт 1,0 л/т; 20. Панда 6,0 л/га, РРР Стимпо 0,025 л/т; 21. Панда 6,0 л/га, МПБ Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т.

Внесення гербіциду Панда в нормах 3,0; 4,0; 5,0; 6,0 л/га зумовлювало зростання надземної біомаси нуту у фазі п'яти листків на 13; 18; 16; 6.

За внесення гербіциду в таких же нормах на фоні використання регулятора росту рослин Стимпо (0,025 л/т) надземна біомаса нуту відносно контролю I зростала на 25; 36; 30 і 15% відповідно, а на фоні використання мікробного препарату Ризобофіт (1,0 л/т) – на 25; 35; 25 і 11%.

Найінтенсивніше наростання біомаси нуту відбувалось за комплексного використання регулятора росту рослин Стимпо (0,025 л/т) з мікробним препаратом Ризобофіт (1,0 л/т) та внесення по даному фону гербіциду Панда в нормах 3,0; 4,0; 5,0; 6,0 л/га, де перевищення до контролю I складало 48; 59; 37 і 28%.

У фазі цвітіння нуту у варіантах досліду в середньому за три роки дослідження за використанням гербіциду Панда в нормах 3,0; 4,0; 5,0; 6,0 л/га надземна біомаса рослин переважала контроль I на 6; 5; 4; 3%, за внесення даних норм гербіциду на фоні використання регулятора росту рослин Стимпо (0,025 л/т) – на 8; 16; 40 і 11% відповідно, а на фоні використання мікробного препарату Ризобофіт (1,0 л/т) – на 15; 37; 20 і 9%.

За комплексного використання регулятора росту рослин Стимпо (0,025 л/т) з мікробним препаратом Ризобофіт (1,0 л/т) та внесення по даному фону гербіциду Панда в нормах 3,0; 4,0; 5,0; 6,0 л/га біомаса рослин нуту зростала відносно варіанту без застосування препаратів (контроль I) на 65; 71; 41 і 25%.

У фазі формування нутом бобів у середньому за 2015–2016 рр. активність наростання біомаси за самостійної дії МПБ Ризобофіт (1,0 л/т) складала до контролю I 19%, за самостійної дії РРР Стимпо (0,025 л/т) – на 16%, за сумісної дії МПБ Ризобофіт (1,0 л/т) та РРР Стимпо (0,025 л/т) – на 34%.

Внесення гербіциду Панда в нормах 3,0; 4,0; 5,0; 6,0 л/га забезпечило зростання біомаси у фазі формування нутом бобів на 7; 16; 14; 3%, а за

внесення гербіциду в цих же нормах на фоні використання регулятора росту рослин Стимпо (0,025 л/т) – на 12; 71; 50 і 6%, а на фоні використання мікробного препарату Ризобофіт (1,0 л/т) – на 15; 68; 37 і 9%.

Найвищі показники біомаси рослин нуту упродовж трьох років дослідження формувалася за комплексного використання регулятора росту рослин Стимпо (0,025 л/т) з мікробним препаратом Ризобофіт (1,0 л/т) та внесення по даному фону гербіциду Панда в нормах 3,0; 4,0; 5,0; 6,0 л/га, де біомаса рослин нуту зростала відносно варіанту без застосування препаратів (контроль I) на 31; 88; 73 і 13%.

Аналізуючи вищенаведений експериментальний матеріал, можна стверджувати, що застосування гербіциду на фоні біологічних препаратів забезпечує покращення ростових процесів нуту, що може свідчити як про підвищення рівня обмінних процесів у рослинах з боку дії РРР Стимпо, так і про створення більш сприятливих фітосанітарних умов у посівах за рахунок знищення бур'янів, у результаті чого знижується конкуренція за вологу та поживні речовини. Водночас у комплексі з МБП Ризобофітом покращується надходження в рослини азоту, який є головним елементом, що визначає ростову активність рослин. Про це у своїх дослідженнях повідомляють й інші вчені [100, 103, 106].

Результати дисперсійного аналізу вказують на те, що у фазах п'яти листків та цвітіння домінував вплив на ростові процеси рослин РРР Стимпо і МБП Ризобофіт, який коливався в межах 33–36%, за впливу гербіциду – 12–14%. У фазі утворення бобів дія досліджуваних факторів складала 23–24% кожного. Відчутною була взаємодія досліджуваних факторів (23–29%).

Таким чином, з вищенаведеного експериментального матеріалу, можна зробити наступні висновки:

- ростові процеси нуту знаходяться в тісній залежності від погодних умов, сортових особливостей, норм використання гербіциду як окремо, так і на фоні внесення РРР Стимпо і МБП Ризобофіт;
- за сумісної дії гербіциду із РРР Стимпо і МБП Ризобофіт у посівах

нуту спостерігається найбільша активізація ростових процесів, яка проявляється у формуванні відповідної висоти та біомаси рослин;

– Найбільша висота та надземна біомаса рослин нуту формувалися упродовж трьох років досліджень за комплексного використання РРР Стимпо (0,025 л/т) з МБП Ризобофіт (1,0 л/т) та внесення по даному фону гербіциду Панда в нормі 4,0 л/га, де перевищення до контролю I в середньому за фазами складало 20–37% (для висоти) та – 59–88% (для біомаси).

3.5. Чиста продуктивність фотосинтезу

Численні дослідження науковців засвідчують чітку залежність та позитивний вплив біологічних препаратів на динаміку продукційних процесів рослин нуту як за самостійної [71], так і за комбінованої дії біологічних препаратів на фоні різного рівня мінерального живлення й зволоження [73, 139] та за використання в комбінації з гербіцидами [74, 140]. В низці публікацій відмічається синергічний ефект від застосування біологічних препаратів на фоні внесення гербіцидів [132, 141, 142], у тому числі й позитивний вплив їх комбінування на накопичення органічної речовини [60, 189]. Відповідно, забезпечення оптимальних умов для інтенсивного функціонування фотосинтетичного апарату та активне нагромадження рослинами органічної речовини впродовж онтогенезу є запорукою їх високої врожайності [200, 201]. Проте в посівах нуту комплексна дія гербіцидів, регуляторів росту рослин та мікробних препаратів на чисту продуктивність фотосинтезу не вивчалася, що й склало одне із завдань наших досліджень.

Встановлено, що чиста продуктивність фотосинтезу (ЧПФ) посіву нуту у період фаз п'яти листків – цвітіння та цвітіння – утворення бобів варіювала як за роками, так і залежно від використання різних норм гербіциду та дії біологічних препаратів (табл. 3.14, 3.15).

Таблиця 3.14

Чиста продуктивність фотосинтезу посіву нуту сорту Пам'ять залежно від застосування гербіциду Панда, регулятора росту рослин Стимпо та мікробного препарату Ризобофіт (фази п'яти листків – цвітіння, г/м² за добу)

Гербіцид	Біологічний препарат	2015 р.	2016 р.	2017 р.
Без гербіциду	без біологічних препаратів (контроль I)	2,17	2,54	1,93
	без біологічних препаратів + ручні прополювання (контроль II)	2,54	2,89	2,10
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	2,39	2,77	2,00
	РРР Стимпо 0,025 л/т	2,50	2,84	2,22
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	2,67	3,03	2,30
Панда 3,0 л/га	без біологічних препаратів	2,69	2,92	2,47
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	2,84	3,34	2,54
	РРР Стимпо 0,025 л/т	2,67	3,24	2,50
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	2,99	3,40	3,01
Панда 4,0 л/га	без біологічних препаратів	3,19	3,43	2,78
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	3,50	3,78	3,31
	РРР Стимпо 0,025 л/т	3,45	3,71	3,21
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	3,60	3,95	3,38
Панда 5,0 л/га	без біологічних препаратів	2,73	3,08	2,43
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	2,77	3,35	2,65
	РРР Стимпо 0,025 л/т	3,02	3,53	2,76
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	3,31	3,45	2,70
Панда 6,0 л/га	без біологічних препаратів	2,57	2,79	2,20
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	2,60	2,88	2,27
	РРР Стимпо 0,025 л/т	2,72	3,13	2,38
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	2,99	3,23	2,50
	<i>НІР₀₅</i>	0,38	0,39	0,27

Так, у період фаз п'яти листків – цвітіння та цвітіння – утворення бобів чиста продуктивність фотосинтезу нуту у 2015 р. за дії мікробного препарату Ризобофіт зростала відносно контролю I на 10; 11%, за дії регулятора росту рослин Стимпо (0,025 л/т) – на 15; 18%, а у варіанті сумісного застосування мікробного препарату Ризобофіт (1,0 л/т) і регулятора росту рослин Стимпо (0,025 л/т) – на 23 і 29% відповідно.

Таблиця 3.15

Чиста продуктивність фотосинтезу посіву нуту сорту Пам'ять залежно від застосування гербіциду Панда, регулятора росту рослин Стимпо та мікробного препарату Ризобофіт (фази цвітіння – утворення бобів, г/м² за добу)

Гербіцид	Біологічний препарат	2015 р.	2016 р.	2017 р.
Без гербіциду	без біологічних препаратів (контроль I)	3,21	3,55	3,11
	без біологічних препаратів + ручні прополювання (контроль II)	3,67	4,05	3,38
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	3,55	3,80	3,21
	РРР Стимпо 0,025 л/т	3,78	3,96	3,56
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	4,14	4,25	3,68
Панда 3,0 л/га	без біологічних препаратів	4,05	4,19	3,96
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	4,22	4,24	4,09
	РРР Стимпо 0,025 л/т	4,25	4,32	4,07
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	4,31	4,46	4,20
Панда 4,0 л/га	без біологічних препаратів	4,56	4,84	4,45
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	5,28	5,38	5,14
	РРР Стимпо 0,025 л/т	5,18	5,33	5,23
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	5,42	5,55	5,36
Панда 5,0 л/га	без біологічних препаратів	4,10	4,28	3,88
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	4,20	4,31	4,16
	РРР Стимпо 0,025 л/т	4,49	4,54	4,41
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	4,61	4,85	4,40
Панда 6,0 л/га	без біологічних препаратів	3,90	4,18	3,33
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	3,92	3,94	3,73
	РРР Стимпо 0,025 л/т	4,13	4,27	3,79
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	4,49	4,52	3,65
	<i>НІР₀₅</i>	0,47	0,34	0,43

За самостійної дії гербіциду Панда в нормах 3,0; 4,0; 5,0; 6,0 л/га у період фаз п'яти листків – цвітіння та цвітіння – утворення бобів чиста продуктивність фотосинтезу посіву нуту зростала відносно контролю I на 24; 47; 26 і 18% та 26; 42; 28 і 21% відповідно.

За внесення гербіциду в таких же нормах на фоні використання регулятора росту рослин Стимпо (0,025 л/т) чиста продуктивність фотосинтезу нуту зростала до контролю I на 23; 59; 39 і 25% та 32; 61; 40 і

29%, а на фоні використання мікробного препарату Ризобофіт (1,0 л/т) – на 37; 61; 28 і 20% та на 31; 65; 31 і 22% відповідно.

За комплексного використання для обробки насіння регулятора росту рослин Стимпо (0,025 л/т) і мікробного препарату Ризобофіт (1,0 л/т) та внесення по даному фону гербіциду Панда в нормах 3,0; 4,0; 5,0; 6,0 л/га чиста продуктивність фотосинтезу у посівах нуту у період фаз п'яти листків – цвітіння та цвітіння – утворення бобів зростала відносно варіанту без застосування препаратів (контроль I) на 32; 66; 52 і 38 та 34; 69; 44 і 40% відповідно.

Аналогічна залежність із формуванням чистої продуктивності фотосинтезу посіву нуту простежувалася упродовж наступних років дослідження. Однак, мала свої особливості, залежно від погодних умов. Так, у 2016 році у період фаз п'яти листків – цвітіння та цвітіння – утворення бобів чиста продуктивність фотосинтезу нуту за дії мікробного препарату Ризобофіт зростала відносно контролю I на 9; 17%, за дії регулятора росту рослин Стимпо (0,025 л/т) – на 12; 12%, а у варіанті сумісного застосування мікробного препарату Ризобофіт (1,0 л/т) і регулятора росту рослин Стимпо (0,025 л/т) – на 19 і 20% відповідно.

За самостійної дії гербіциду Панда в нормах 3,0; 4,0; 5,0; 6,0 л/га чиста продуктивність фотосинтезу посіву нуту зростала у відповідні міжфазні періоди відносно контролю I на 15; 34; 21 і 13% та 18; 36; 20 і 18% відповідно.

За дії гербіциду Панда в таких же нормах на фоні використання регулятора росту рослин Стимпо (0,025 л/т) чиста продуктивність фотосинтезу у період фаз п'яти листків – цвітіння та цвітіння – утворення бобів нуту зростала до контролю I на 34; 49; 39 і 32% та 22; 50; 28 і 20%, а на фоні використання мікробного препарату Ризобофіт (1,0 л/т) – на 38; 52; 32 і 13% та на 19; 51; 21 і 11% відповідно.

За комплексного використання для обробки насіння регулятора росту рослин Стимпо (0,025 л/т) і мікробного препарату Ризобофіт (1,0 л/т) та

внесення по даному фону гербіциду Панда в нормах 3,0; 4,0; 5,0; 6,0 л/га чиста продуктивність фотосинтезу у посівах нуту зростала відносно варіанту без застосування препаратів (контроль I) у відповідні міжфазні періоди на 36; 55; 36 і 27 та 26; 56; 36 і 27 % відповідно.

У 2017 році у період фаз п'яти листків – цвітіння та цвітіння–утворення бобів чиста продуктивність фотосинтезу нуту за дії мікробного препарату Ризобофіт зростала відносно контролю I на 4; 3%, за дії регулятора росту рослин Стимпо (0,025 л/т) – на 15; 14%, а у варіанті сумісного застосування мікробного препарату Ризобофіт (1,0 л/т) і регулятора росту рослин Стимпо (0,025 л/т) – на 19; 18% відповідно.

За самостійної дії гербіциду Панда в нормах 3,0; 4,0; 5,0; 6,0 л/га чиста продуктивність фотосинтезу посіву нуту зростала відносно контролю у відповідні міжфазні періоди на 29; 44; 26 і 14% і 27; 43; 25; 7%.

За комплексного використання для обробки насіння регулятора росту рослин Стимпо (0,025 л/т) і мікробного препарату Ризобофіт (1,0 л/т) та внесення по даному фону гербіциду Панда в нормах 3,0; 4,0; 5,0; 6,0 л/га чиста продуктивність фотосинтезу у посівах нуту зростала відносно варіанту без застосування препаратів (контроль I) на 56; 75; 40 і 30 та 35; 72; 41 і 17% відповідно.

У середньому за роки досліджень (рис. 3.8) у період фаз п'яти листків – цвітіння за самостійної дії мікробного препарату Ризобофіт (1,0 л/т) чиста продуктивність фотосинтезу посіву нуту зростала відносно контролю I на 8%, за дії РРР Стимпо (0,025 л/т) – на 14%, у варіанті сумісного застосування мікробного препарату Ризобофіт (1,0 л/т) і регулятора росту рослин Стимпо (0,025 л/т) – на 21%.

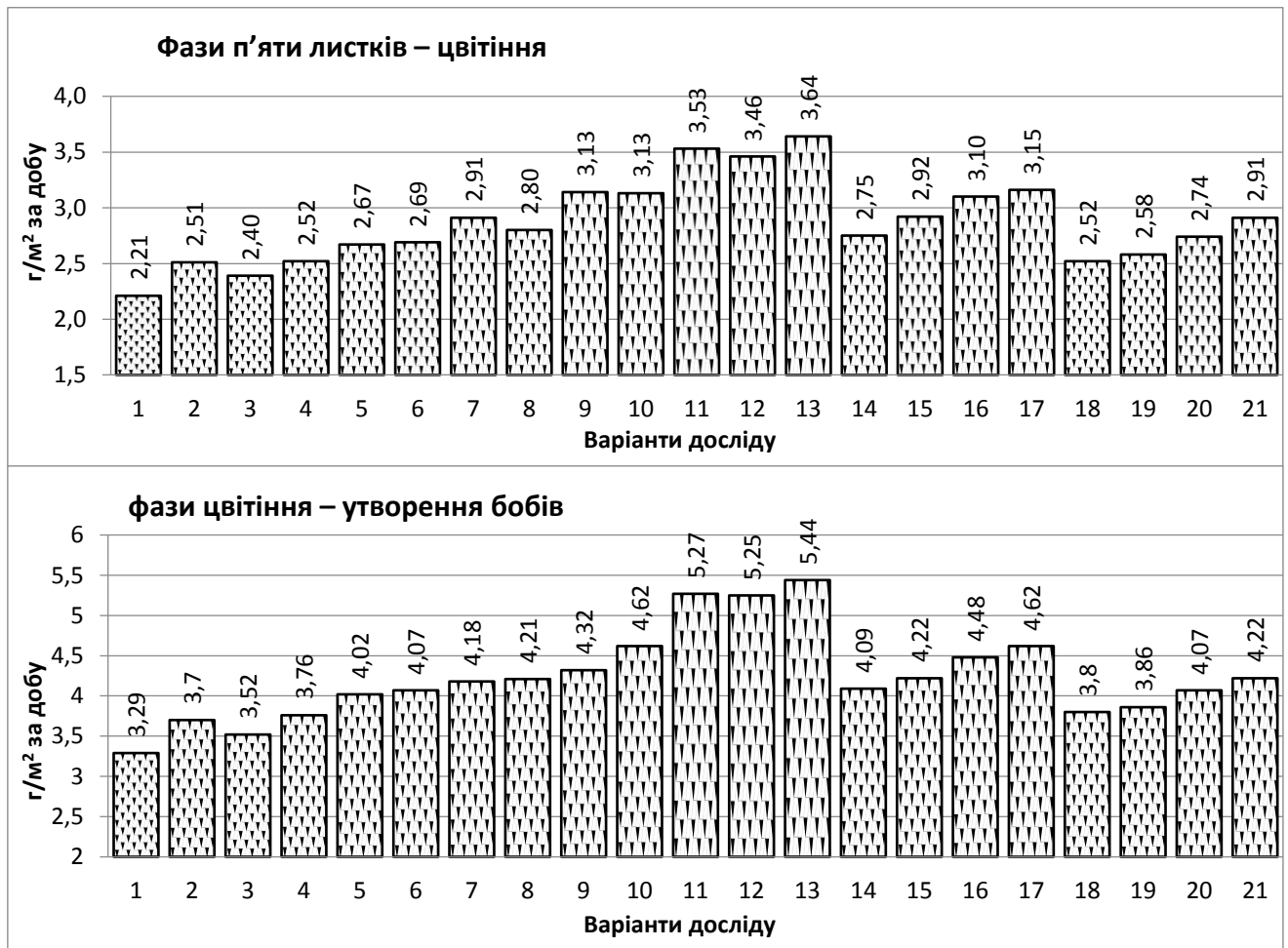


Рис 3.8. Чиста продуктивність фотосинтезу посіву нуту сорту Пам'ять залежно від застосування гербіциду Панда, регулятора росту рослин Стимпо та мікробного препарату Ризобофіт (фази цвітіння – утворення бобів, середнє за 2015-2017 рр.):

1. Без використання біологічних препаратів і гербіциду (контроль I); 2. Без використання біологічних препаратів і гербіциду + ручні прополювання упродовж вегетації (контроль II); 3. МБП Ризобофіт 1,0 л/т; 4. РРР Стимпо 0,025 л/т; 5. МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т; 6. Панда 3,0 л/га; 7. Панда 3,0 л/га, МБП Ризобофіт 1,0 л/т; 8. Панда 3,0 л/га, РРР Стимпо 0,025 л/т; 9. Панда 3,0 л/га, МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т; 10. Панда 4,0 л/га; 11. Панда 4,0 л/га, МБП Ризобофіт 1,0 л/т; 12. Панда 4,0 л/га, РРР Стимпо 0,025 л/т; 13. Панда 4,0 л/га, МБП Ризобофіт 1,0 л/т+ РРР Стимпо 0,025 л/т; 14. Панда 5,0 л/га; 15. Панда 5,0 л/га, МБП Ризобофіт 1,0 л/т; 16. Панда 5,0 л/га, РРР Стимпо 0,025 л/т; 17. Панда 5,0 л/га, МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т; 18. Панда 6,0 л/га; 19. Панда 6,0 л/га, МБП Ризобофіт 1,0 л/т; 20. Панда 6,0 л/га, РРР Стимпо 0,025 л/т; 21. Панда 6,0 л/га, МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т.

За внесення гербіциду Панда в нормах 3,0; 4,0; 5,0; 6,0 л/га на фоні використання регулятора росту рослин Стимпо (0,025 л/т) чиста продуктивність фотосинтезу посіву нуту зростала до контролю I на 30; 58; 40

і 28%, а на фоні використання мікробного препарату Ризобофіт (1,0 л/т) – на 35; 65; 43 і 31% відповідно.

За комплексного використання регулятора росту рослин Стимпо (0,025 л/т) з мікробним препаратом Ризобофіт (1,0 л/т) та внесення по даному фону гербіциду Панда в нормах 3,0; 4,0; 5,0; 6,0 л/га чиста продуктивність фотосинтезу у посівах нуту зростала відносно варіанту без застосування препаратів (контроль I) на 43; 65; 43 і 31%.

Усереднені дані за період фаз цвітіння – утворення бобів засвідчили, що за самотійної дії мікробного препарату Ризобофіт (1,0 л/т) чиста продуктивність фотосинтезу зростала відносно контролю I на 7%, за дії регулятора росту рослин Стимпо (0,025 л/т) – на 14%. У варіанті сумісного застосування мікробного препарату Ризобофіт (1,0 л/т) і регулятора росту рослин Стимпо (0,025 л/т) чиста продуктивність фотосинтезу посіву зростала відносно контролю I на 22%.

За норм внесення Панди 3,0 і 4,0 л/га чиста продуктивність фотосинтезу посівів зростала до контролю I на 24–40%. За внесення 5,0 і 6,0 л/га Панди чиста продуктивність фотосинтезу посіву зростала відносно контролю I на 24–16%. Така тенденція, як і у фазах п'яти листків – цвітіння, очевидно, пов'язана з покращенням умов росту і розвитку рослин через зниження конкуренції з боку бур'янистої рослинності. Проте, за максимальних норм гербіциду чиста продуктивність фотосинтезу посіву нуту у відношенні до попередніх норм дещо знижувалась, що є наслідком прямої дії гербіцидного агента на рослинний організм.

За сумісного застосування перед сівбою насіння нуту мікробного препарату Ризобофіт (1,0 л/т) і регулятора росту рослин Стимпо (0,025 л/т) та внесення по даному фону гербіциду Панда в нормах 3,0 та 4,0 л/га чиста продуктивність фотосинтезу нуту у період фаз цвітіння – утворення бобів, перевищувала контроль I на 32 і 65%, а за норм внесення 5,0 і 6,0 л/га – на 40 і 28%.

З одержаних даних можна констатувати, що найвищий рівень показників чистої продуктивності фотосинтезу посіву нуту формувався у варіанті застосування гербіциду Панда в нормі 4,0 л/га на фоні обробки насіння перед сівбою регулятором росту рослин Стимпо (0,025 л/т) і мікробним препаратом Ризобофіт (1,0 л/т). У даному варіанті досліду чиста продуктивність фотосинтезу у міжфазні періоди п'яти листків – цвітіння, цвітіння – утворення бобів зростала на 65%.

За результатами дисперсійного аналізу чиста продуктивність фотосинтезу нуту у період фаз п'яти листків – цвітіння залежала на 49% від фактору А (гербіцид Панда) та на 11% від фактору В (біологічні препарати), а також на 2% – від взаємодії досліджуваних факторів, інші фактори (погодні умови) становили 38%. У період фаз цвітіння – утворення бобів частка впливу залежала на 75% від фактору А (гербіцид Панда) та на 12% від фактору В (біологічні препарати), а на 2% – від взаємодії досліджуваних факторів, інші фактори становили 11%.

Розраховуючи коефіцієнт кореляції, відмічено тісний зв'язок (коефіцієнт кореляції 0,51) між показниками чистої продуктивності фотосинтезу і врожайності посівів нуту.

Таким чином, з одержаних даних можна підсумувати, що найвищі показники чистої продуктивності фотосинтезу посіву нуту формувалися у варіанті застосування гербіциду Панда в нормі 4,0 л/га на фоні обробки насіння перед сівбою регулятором росту рослин Стимпо (0,025 л/т) і мікробним препаратом Ризобофіт (1,0 л/т).

Починаючи з норми внесення гербіциду Панда 5,0 л/га та при 6,0 л/га препарату, у фазах п'яти листків – цвітіння та у період фаз цвітіння – утворення бобів простежувалось зниження чистої продуктивності фотосинтезу посіву та врожайності нуту, що, очевидно, обумовлено пригнічувальним впливом цих норм гербіциду на проходження основних фізіолого-біохімічних процесів, якими визначалася стійкість рослинного організму до умов зростання.

Матеріали розділу 3 опубліковано та апробовано в працях [210–214]:

1. Карпенко В. П., Коробко О. О. Вплив гербіциду і біологічних препаратів на динаміку вмісту хлорофілів у листках нуту. Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва. Умань. 2018. №93(1). С. 47–55.

2. Карпенко В. П., Коробко О. О. Вплив біологічно активних речовин на ростові процеси рослин нуту в умовах Правобережного Лісостепу України. Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка. 2018. №29. С. 17–24.

3. Карпенко В. П., Коробко О. О. Вплив гербіциду і біологічних препаратів на фотосинтетичну продуктивність і врожайність нуту. Вісник Миколаївського національного університету. Миколаїв. 2018. №4(100). С. 48–54.

4. Коробко О. О. Агроекологічне обґрунтування використання гербіцидів в посівах нуту. Зб. наук. праць Всеукраїнської наук.-практ. конф. молодих вчених, "Актуальні проблеми природничих та гуманітарних наук у дослідженнях молодих учених" ЧНУ ім. Б. Хмельницького (м. Черкаси. 27–28 квітня 2017 р.) Черкаси. 2017. С. 126–128.

5. Коробко О. О. Вплив біологічно активних речовин на ріст і розвиток рослин нуту в умовах Правобережного Лісостепу України. Зб. наук. праць Міжн. наук.-практ. конф., 2018, "Національне виробництво й економіка в умовах реформування: стан і перспективи інноваційного розвитку та міжрегіональної інтеграції" ПДТУ (м. Кам'янець-Подільський. 31 жовтня 2018 р.). Тернопіль: Крок. 2018. С. 58–60.

РОЗДІЛ 4

БОБОВО-РИЗОБІАЛЬНИЙ АПАРАТ "*CICER ARIETINUM* L. – *MESORHIZOBIUM CICERI* L." ТА АКТИВНІСТЬ МІКРОБІОТИ РИЗОСФЕРИ НУТУ ЗА ДІЇ ГЕРБИЦИДУ, РЕГУЛЯТОРА РОСТУ РОСЛИН І МІКРОБНОГО ПРЕПАРАТУ

4.1. Формування бобово-ризобіального апарату

Рослини нуту вступають у симбіоз із бульбочковими бактеріями виду *Mesorhizobium ciceri*, формують азотфіксувальні бульбочки і здатні засвоювати молекулярний азот. Багаті на азот кореневі залишки, солома нуту добре розкладаються у поверхневому шарі ґрунту, збагачуючи його поживними речовинами, завдяки чому нут є одним з кращих попередників для пшениці озимої та інших небобових культур за умови ефективного симбіозу з бульбочковими бактеріями [19, 108].

У ґрунтах України немає аборигенних бульбочкових бактерій нуту і лише в окремих місцях, де раніше вирощували цю культуру, зустрічаються локальні популяції *Mesorhizobium ciceri* L. Тому, для формування азотфіксувальної бобово-ризобіальної системи і забезпечення живлення рослин молекулярним азотом повітря необхідна передпосівна обробка насіння біопрепаратами бульбочкових бактерій [202–204]. Ефективність цього агрозаходу залежить від багатьох чинників, проте головними негативними, окрім несприятливих погодних умов, є мінеральні азотні добрива та пестициди [108], які пригнічують активність азотфіксації. Як показують дослідження науковців [205–208], зниження фітотоксичності гербіцидів на бобово-ризобіальний апарат може бути досягнуто в результаті інтегрованого їх застосування з регуляторами росту рослин, що виявляють антистресову активність. Позитивну дію біологічних препаратів стосовно підвищення стресостійкості посівів та активності бобово-ризобіального апарату різних сільськогосподарських культур відмічали у своїх

дослідженнях багато науковців [120, 125], однак комплексна дія гербіцидів і біологічних препаратів на формування бобово-ризобіального апарату нуту в умовах Правобережного Лісостепу Укараїни не вивчалася.

У результаті проведених нами досліджень встановлено, що кількість і маса бульбочок на коренях нуту варіювали як за роками, так і залежно від використання різних норм гербіциду Панда, внесених окремо та на фоні обробки насіння РРР Стимпо і МПБ Ризобофіт. Так, у 2015 р. за обробки насіння МПБ Ризобофіт (1,0 л/т) чисельність бульбочок перевищувала контроль І у 1,7 рази, їх маса – 2,1 рази, за самостійної дії РРР Стимпо (0,025 л/т) – у 1,1 і 1,6 рази відповідно (табл. 4.1, 4.2).

У варіантах сумісного застосування МПБ Ризобофіт (1,0 л/т) і РРР Стимпо (0,025 л/т) збільшення кількості та маси бульбочок на коренях рослин нуту відносно контролю І складало 2,4 і 2,5 рази відповідно.

У варіантах самостійного застосування гербіциду Панда в нормах 3,0; 4,0; 5,0 л/га кількість бульбочок на кореневій системі нуту зростала відносно контролю І у 1,0–1,2 рази, водночас за норми 6,0 л/га залишалась на рівні контролю. Маса бульбочок у варіантах 3,0; 4,0; 5,0 л/га Панди збільшувалась до контролю І у 1,0; 1,7; 1,5 рази відповідно.

Внесення гербіциду в нормах 3,0–5,0 л/га на фоні використання регулятора росту рослин Стимпо (0,025 л/т) забезпечувало зростання кількості та маси бульбочок відносно контролю І у 1,3–1,4 рази, а маси у 1,3–1,8 рази відповідно. На фоні використання мікробного препарату Ризобофіт (1,0 л/т) спостерігався подібний результат, однак з вищим рівнем наростання як маси, так і кількості бульбочок. Так, за дії гербіциду в нормах 3,0; 4,0; 5,0; 6,0 л/га на фоні використання МПБ Ризобофіт (1,0 л/т) наростання кількості і маси бульбочок становило відносно контролю І 3,6; 4,5; 3,3; 2,6 рази, а маси – 2,9; 3,2; 3,0; 2,4 рази відповідно.

За комплексного використання регулятора росту рослин Стимпо (0,025 л/т) з мікробним препаратом Ризобофіт (1,0 л/т) та внесення по даному фону гербіциду Панда в нормах 3,0; 4,0; 5,0; 6,0 л/га наростання кількості і маси

бульбочок на коренях нуту відносно варіанту без застосування препаратів (контроль I) складало у 3,9; 5,7; 3,9; 3,6 та 2,9; 3,7; 3,5; 2,5 рази.

Таблиця 4.1

Кількість бульбочок (шт./на одну рослину) у посівах нуту залежно від застосування гербіциду Панда, РРР Стимпо і МБП Ризобофіт (фаза цвітіння)

Гербіцид	Біологічний препарат	2015 р.	2016 р.	2017 р.	Середнє за 2015–2017 рр.
Без гербіциду	без біологічних препаратів (контроль I)	1,6	1,7	1,6	1,6
	без біологічних препаратів + ручні прополювання (контроль II)	1,6	1,7	1,7	1,7
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	2,7	2,8	2,6	2,7
	РРР Стимпо 0,025 л/т	1,7	1,8	1,7	1,7
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	3,8	4,1	3,7	3,9
Панда 3,0 л/га	без біологічних препаратів	1,8	2,0	1,9	1,9
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	5,8	5,7	5,2	5,6
	РРР Стимпо 0,025 л/т	2,1	2,3	2,2	2,2
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	6,2	6,7	5,8	6,2
Панда 4,0 л/га	без біологічних препаратів	1,9	2,1	1,9	2,0
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	7,2	8,2	6,8	7,4
	РРР Стимпо 0,025 л/т	2,2	2,3	2,1	2,2
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	9,1	9,2	8,4	8,9
Панда 5,0 л/га	без біологічних препаратів	1,6	1,8	1,6	1,7
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	5,3	5,8	5,2	5,4
	РРР Стимпо 0,025 л/т	2,2	2,3	2,0	2,2
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	6,2	6,3	6,0	6,2
Панда 6,0 л/га	без біологічних препаратів	1,6	1,8	1,6	1,6
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	4,1	4,7	4,4	4,4
	РРР Стимпо 0,025 л/т	1,7	1,9	1,6	1,7
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	5,7	5,4	5,1	5,4
	<i>НІР₀₅</i>	0,45	0,56	0,52	

Аналогічна залежність із формуванням кількості і маси бульбочок у посівах нуту простежувалася і в 2016 та 2017 роках. Так, у 2016 р. за

самостійної дії МПБ Ризобофіт (1,0 л/т) кількість бульбочок перевищувала контроль I у 1,7 рази, їх маса – 1,6 рази, за самостійної дії РРР Стимпо (0,025 л/т) – у 1,1 і 1,2 рази відповідно. У варіантах сумісного застосування МПБ Ризобофіт (1,0 л/т) і РРР Стимпо (0,025 л/т) збільшення кількості та маси бульбочок на коренях рослин нуту відносно контролю I складало 2,5 і 2,0 рази.

У варіантах самостійного застосування гербіциду Панда в нормах 3,0; 4,0; 5,0; 6,0 л/га кількість бульбочок на кореневій системі нуту зростала відносно контролю I у 1,2; 1,3; 1,1; 1,1 рази, маса – 0,7; 1,1; 1,1; 0,9 рази.

Внесення гербіциду в нормах 3,0; 4,0; 5,0 л/га на фоні використання регулятора росту рослин Стимпо (0,025 л/т) стимулювало наростання кількості та маси бульбочок відносно контролю I в середньому у 1,4 рази, а маси – у 1,0; 1,3; 1,1 рази відповідно. За дії гербіциду в нормах 3,0; 4,0; 5,0; 6,0 л/га на фоні використання МПБ Ризобофіт (1,0 л/т) наростання кількості і маси бульбочок зростало відносно контролю I у 3,4; 5,0; 3,5; 2,8 рази, а маси – 2,3; 2,4; 2,1; 1,8 рази.

За комплексного використання у 2016 році регулятора росту рослин Стимпо (0,025 л/т) з мікробним препаратом Ризобофіт (1,0 л/т) та внесення по даному фоні гербіциду Панда в нормах 3,0; 4,0; 5,0; 6,0 л/га забезпечувало наростання кількості і маси бульбочок на коренях нуту відносно варіанту без застосування препаратів (контроль I) відповідно у 3,9; 5,4; 3,7; 3,2 та 2,4; 2,6; 2,4; 1,9 рази.

У 2017 р. за самостійної дії МПБ Ризобофіт (1,0 л/т) чисельність бульбочок перевищувала контроль I у 1,6 рази, їх маса – 2,1 рази, за самостійної дії РРР Стимпо (0,025 л/т) – у 1,1 і 1,5 рази відповідно. У варіантах сумісного застосування МПБ Ризобофіт (1,0 л/т) і РРР Стимпо (0,025 л/т) збільшення кількості та маси бульбочок на коренях рослин нуту відносно контролю I складало 2,3 і 2,6 рази відповідно.

Найбільші показники формування бульбочок на коренях нуту у 2017 році були відмічені за комплексного використання регулятора росту рослин

Стимпо (0,025 л/т) з мікробним препаратом Ризобофіт (1,0 л/т) та внесення по даному фону гербіциду Панда в нормах 3,0; 4,0; 5,0; 6,0 л/га, що забезпечило наростання кількості та маси бульбочок на коренях нуту відносно варіанту без застосування препаратів (контроль I) більше відповідно у 3,6; 5,3; 3,8 і 3,2 та 3,2; 3,8; 3,1; 2,6 рази.

Таблиця 4.2

Маса бульбочок (г/на одну рослину) у посівах нуту залежно від застосування гербіциду Панда, РРР Стимпо і МБП Ризобофіт (фаза цвітіння)

Гербіцид	Біологічний препарат	2015 р.	2016 р.	2017 р.	Середнє за 2015–2017 рр.
Без гербіциду	без біологічних препаратів (контроль I)	0,21	0,30	0,20	0,24
	без біологічних препаратів + ручні прополювання (контроль II)	0,24	0,31	0,22	0,26
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	0,45	0,47	0,42	0,45
	РРР Стимпо 0,025 л/т	0,34	0,35	0,30	0,33
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	0,52	0,60	0,51	0,54
Панда 3,0 л/га	без біологічних препаратів	0,21	0,22	0,21	0,21
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	0,60	0,68	0,59	0,62
	РРР Стимпо 0,025 л/т	0,28	0,30	0,25	0,28
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	0,61	0,71	0,64	0,65
Панда 4,0 л/га	без біологічних препаратів	0,35	0,33	0,23	0,30
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	0,68	0,71	0,64	0,68
	РРР Стимпо 0,025 л/т	0,37	0,38	0,30	0,35
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	0,78	0,78	0,75	0,77
Панда 5,0 л/га	без біологічних препаратів	0,31	0,32	0,21	0,28
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	0,62	0,63	0,61	0,62
	РРР Стимпо 0,025 л/т	0,33	0,33	0,29	0,32
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	0,73	0,71	0,61	0,68
Панда 6,0 л/га	без біологічних препаратів	0,22	0,28	0,18	0,23
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	0,50	0,55	0,47	0,51
	РРР Стимпо 0,025 л/т	0,31	0,35	0,22	0,29
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	0,52	0,57	0,51	0,53
	<i>НІР₀₅</i>	1,65	1,89	1,64	

У середньому за три роки досліджень за самостійної дії МПБ Ризобофіт спостерігалось зростання кількості і маси бульбочок на кореневій системі нуту відносно контролю I у 1,7 та 1,9 рази.

У варіантах сумісного застосування МПБ Ризобофіт (1,0 л/т) і РРР Стимпо (0,025 л/т) кількість і маса бульбочок зростали відносно контролю I в середньому у 2,4 і 2,3 рази.

Дія гербіциду Панда на формування кількості і маси бульбочок посівів нуту залежала від норми внесення препарату. Так, за норм внесення 3,0–4,0 л/га кількість бульбочок відносно контролю I збільшувалась в середньому у 1,2–1,3, а маса – до 1,3 рази відповідно.

За норм внесення гербіциду 5,0–6,0 л/га кількість бульбочок відносно контролю I майже не змінювалась.

За сумісної дії МБП Ризобофіт (1,0 л/т) і РРР Стимпо (0,025 л/т) та внесення по даному фону гербіциду Панда в нормах 3,0–4,0 л/га збільшення кількості бульбочок у посівах нуту до контролю I складало 3,9–5,6 і 2,7–3,2 рази. Така тенденція може свідчити про створення за дії даного поєднання препаратів більш сприятливих умов для проходження в рослинах фізіолого-біохімічних процесів, обумовлених безпосередньою стимулюючою дією біопрепаратів, про що в своїх дослідженнях констатують й інші вчені [102, 105].

За сумісного використання МБП Ризобофіт (1,0 л/т) і РРР Стимпо (0,025 л/т) та внесення наступних норм гербіциду Панда (5,0 і 6,0 л/га) кількість і маса бульбочок до контролю I збільшувались у 3,9–3,4 і 2,8–2,2 рази.

Таким чином, з вищенаведеного експериментального матеріалу можна зробити наступні висновки:

– формування симбіотичного апарату нуту знаходиться в чіткій залежності від спрямованості проходження в рослинах фізіолого-біохімічних процесів, які, в свою чергу, визначаються нормами внесеного гербіциду як

окремо, так і на фоні застосування регулятора росту рослин і мікробного препарату;

– найбільша кількість і маса бульбочок на кореневій системі нуту формується за використання гербіциду Панда в нормі 4,0 л/га на фоні обробки насіння регулятором росту рослин Стимпо (0,025 л/т) та мікробним препаратом Ризобофит (1,0 л/т). За такого поєднання препаратів перевищення за кількістю і масою бульбочок до контролю I складало в середньому 5,6 і 3,2 рази. Зменшення кількості і маси бульбочок на кореневій системі нуту простежувалось за дії гербіциду у нормах 5,0 і 6,0 л/га, що може бути обумовлено як пригнічуючою дією даних норм гербіциду на проходження метаболічних процесів у рослинах, так і безпосередньою негативною дією даного хімічного агента на азотфіксувальні мікроорганізми симбіотичного характеру взаємовідносин.

4.2. Чисельність окремих груп мікробіоти

Знаходячись під впливом різного за часом, інтенсивністю, масштабом ксенобітичного навантаження, ґрунт має зміни перебігу ґрунтових процесів, що призводять до порушення у функціонуванні мікробних угруповань. Кількісний та якісний склад ґрунтової мікробіоти віддзеркалює ступінь антропогенного навантаження, тому може використовуватися як діагностичний показник при оцінці екологічного стану ґрунтів сільськогосподарського призначення [121].

Як відмічають науковці [8, 10, 12], зниження фітотоксичності гербіцидів на бобово-ризобіальний апарат може бути досягнуто в результаті інтегрованого їхнього застосування з регуляторами росту рослин та мікробними препаратами. Ряд вчених відмічали позитивну дію біологічних препаратів стосовно підвищення стресостійкості посівів та в зростанні активності бобово-ризобіального апарату [8–9]. Однак пошук механізму, який визначає ризосферну взаємодію макро- і мікроорганізмів, активізацію

метаболических процесів у рослинах, підвищення виділення нею ексудатів у ґрунт, стимулювання розвитку мікроорганізмів для утилізації кореневих ексудатів та посилення мікробіологічної активності ґрунту має зайняти чільне місце [108].

Зважаючи на це, важливим напрямком дослідження інтегрованої дії хімічних і біологічних препаратів є з'ясування активності мікробних угруповань, які формують корисну мікробіоту ґрунту та беруть участь у перетворенні речовин у доступні форми для живлення рослини.

Результати обліків загальної чисельності бактерій у ризосфері нуту показали, що вона варіювала як за роками, так і в залежності від використання різних норм гербіциду Панда, внесених окремо та на фоні обробки насіння РРР Стимпо і МБП Ризобофіт (табл. 4.3). Так, за дії лише гербіциду Панда в нормах 3,0; 4,0; 5,0 і 6,0 л/га загальна чисельність бактерій у 2015 р. зростала відносно контролю І на 27; 45; 43 і 35%; за внесення гербіциду в таких же нормах на фоні використання регулятора росту рослин Стимпо (0,025 л/т) – 34; 55; 48; 45% відповідно, а на фоні використання мікробного препарату Ризобофіт (1,0 л/т) – 52; 65; 61; 54%.

За комплексного використання регулятора росту рослин Стимпо (0,025 л/т) з мікробним препаратом Ризобофіт (1,0 л/т) та внесення по даному фоні гербіциду Панда в нормах 3,0; 4,0; 5,0; 6,0 л/га загальна чисельність бактерій нуту зростала на 68; 108; 80 і 55% відносно варіанту без застосування препаратів (контроль І).

Аналогічна залежність із формуванням загальної чисельності мікроорганізмів у ризосфері нуту простежувалася і в 2016 та 2017 роках. Так, у 2016 р. за самостійної дії РРР Стимпо та МБП Ризобофіт збільшення кількості бактерій складало до контролю 21 і 26%. За сумісної дії цих же препаратів кількість бактерій у ризосфері нуту зростала на 48%. За дії біологічних препаратів сумісно з гербіцидом відмічалось максимальне зростання чисельності бактерій. Так, за дії гербіциду Панда 3,0; 4,0; 5,0; 6,0

л/га на фоні МБП Ризобофіт (1,0 л/т) + РРР Стимпо (0,025 л/т) загальна чисельність бактерій ризосфери нуту зростала на 35; 94; 40 і 30%.

Таблиця 4.3

Загальна чисельність бактерій (10^3 КУО/г ґрунту) у ризосфері нуту залежно від застосування гербіциду Панда, РРР Стимпо і МБП Ризобофіт (фаза цвітіння)

Гербіцид	Біологічний препарат	2015 р.	2016 р.	2017 р.
Без гербіциду	без біологічних препаратів (контроль I)	773	1066	701
	без біологічних препаратів + ручні прополювання (контроль II)	879	1174	757
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	992	1339	912
	РРР Стимпо 0,025 л/т	884	1285	888
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	1213	1576	959
Панда 3,0 л/га	без біологічних препаратів	984	1357	956
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	1170	1422	1003
	РРР Стимпо 0,025 л/т	1039	1296	997
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	1298	1439	1192
Панда 4,0 л/га	без біологічних препаратів	1123	1552	1067
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	1272	1884	1339
	РРР Стимпо 0,025 л/т	1197	1665	1461
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	1610	2064	1570
Панда 5,0 л/га	без біологічних препаратів	1107	1384	955
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	1241	1422	1173
	РРР Стимпо 0,025 л/т	1144	1393	1105
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	1390	1494	1196
Панда 6,0 л/га	без біологічних препаратів	1044	1237	936
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	1189	1333	1020
	РРР Стимпо 0,025 л/т	1105	1255	1007
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	1195	1384	1059
	<i>НІР₀₅</i>	76	85	98

У 2017 році відмічалася подібна залежність у розвитку бактерій ризосфери нуту. Так, за самостійної дії РРР Стимпо та МБП Ризобофіт збільшення кількості бактерій складало до контролю 27 і 30%, а за сумісної

дії – 37%. За дії біологічних препаратів сумісно з гербіцимом відмічалось максимальне зростання чисельності бактерій. Так, за дії гербіциду Панда 3,0; 4,0; 5,0; 6,0 л/га сумісно з МБП Ризобофіт (1,0 л/т) + РРР Стимпо (0,025 л/т) загальна чисельність бактерій ризосфери нуту зростала на 70; 124; 71; 51% відповідно.

У середньому за три роки досліджень за самостійної дії МПБ Ризобофіт та РРР Стимпо спостерігалось зростання загальної чисельності бактерій у ризосфері нуту відносно контролю I на 28 і 20% відповідно. За сумісної дії МПБ Ризобофіт і РРР Стимпо загальна чисельність бактерій зростала на 48% (рис. 4.1).

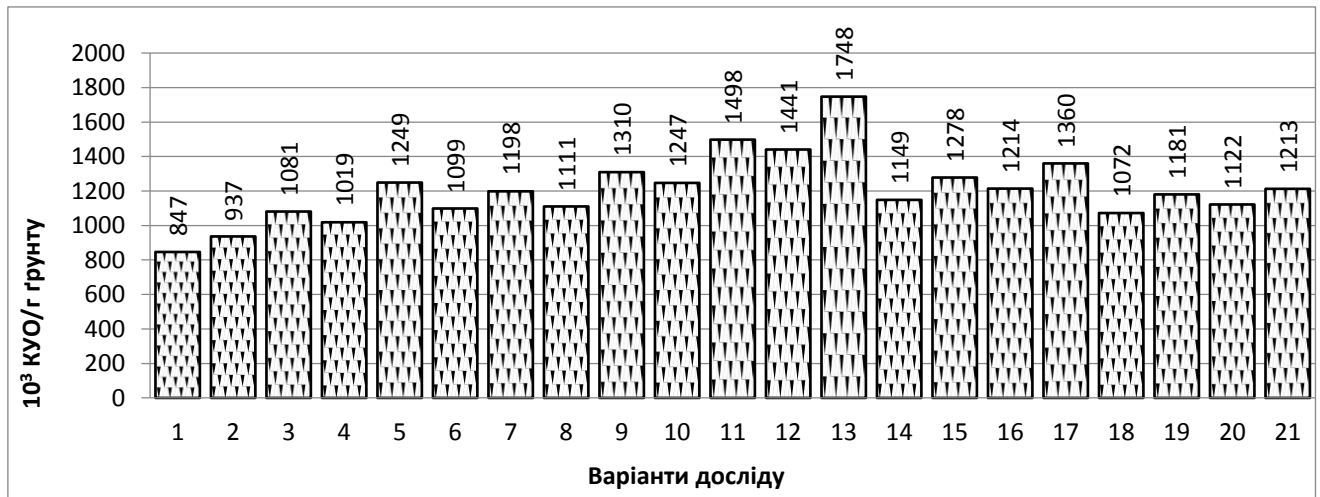


Рис 4.1. Загальна чисельність бактерій у ризосфері нуту залежно від застосування гербіциду Панда, РРР Стимпо і МБП Ризобофіт (фаза цвітіння, середнє за 2015–2017 рр.):

1. Без використання біологічних препаратів і гербіциду (контроль I); 2. Без використання біологічних препаратів і гербіциду + ручні прополювання упродовж вегетації (контроль II); 3. МБП Ризобофіт 1,0 л/т; 4. РРР Стимпо 0,025 л/т; 5. МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т; 6. Панда 3,0 л/га; 7. Панда 3,0 л/га, МБП Ризобофіт 1,0 л/т; 8. Панда 3,0 л/га, РРР Стимпо 0,025 л/т; 9. Панда 3,0 л/га, МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т; 10. Панда 4,0 л/га; 11. Панда 4,0 л/га, МБП Ризобофіт 1,0 л/т; 12. Панда 4,0 л/га, РРР Стимпо 0,025 л/т; 13. Панда 4,0 л/га, МБП Ризобофіт 1,0 л/т+ РРР Стимпо 0,025 л/т; 14. Панда 5,0 л/га; 15. Панда 5,0 л/га, МБП Ризобофіт 1,0 л/т; 16. Панда 5,0 л/га, РРР Стимпо 0,025 л/т; 17. Панда 5,0 л/га, МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т; 18. Панда 6,0 л/га; 19. Панда 6,0 л/га, МБП Ризобофіт 1,0 л/т; 20. Панда 6,0 л/га, РРР Стимпо 0,025 л/т; 21. Панда 6,0 л/га, МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т.

Дія гербіциду Панда на загальну чисельність бактерій в ризосфері нуту залежала від норми внесення препарату. Так, за самостійної дії гербіциду в нормах 3,0 та 4,0 л/га кількість бактерій відносно контролю I збільшувалась в середньому на 30–47%, за норм 5,0 і 6,0 л/га – 35 та 27% відповідно.

За сумісної дії МБП Ризобофіт (1,0 л/т) і РРР Стимпо (0,025 л/т) та внесення по даному фону гербіциду Панда в нормах 3,0–4,0 л/га кількість бактерій ризосфери нуту зростала до контролю I на 55–106%. За сумісного використання МБП Ризобофіт (1,0 л/т) і РРР Стимпо (0,025 л/т) та внесення наступних норм гербіциду Панда (5,0 та 6,0 л/га) кількість бактерій ризосфери нуту зростала до контролю I на 61 і 43%.

Аналіз окремих еколого-трофічних груп мікроорганізмів у ризосфері нуту показав, що їх кількість також залежала від використання різних норм гербіциду Панда, внесених окремо і на фоні обробки перед сівбою насіння РРР Стимпо і МБП Ризобофіт (табл. 4.4). Так, за дії гербіциду Панда в нормах 3,0; 4,0; 5,0; 6,0 л/га кількість целюлозолітичних мікроорганізмів у ризосфері нуту в 2015 р. зросла до контролю I на 15; 15; 4 і 1%, кількість амоніфікувальних мікроорганізмів – на 1; 3; 2 і 2%, нітрифікувальних – 6; 8; 7 і 5%, відповідно. Застосування ручних прополювань упродовж вегетаційного періоду сприяло зростанню у ризосфері нуту целюлозолітичних мікроорганізмів на 9%, амоніфікувальних – на 6%, нітрифікувальних – на 8% відповідно до контролю I.

Внесення гербіциду Панда в таких же нормах на фоні використання регулятора росту рослин Стимпо (0,025 л/т) сприяло збільшенню кількості целюлозолітичних мікроорганізмів на 20; 40; 30; 25%, амоніфікувальних – на 3; 10; 4 і 6%, нітрифікувальних – 6; 11; 10 і 6% відповідно до контролю I.

На фоні використання мікробного препарату Ризобофіт (1,0 л/т) та внесення гербіциду Панда в таких же нормах кількість целюлозолітичних мікроорганізмів зростала на 25; 74; 37; 28%, амоніфікувальних – на 21; 31; 13 і 21%, нітрифікувальних – 33; 79; 17 і 15%, відповідно.

Таблиця 4.4

Чисельність еколого-трофічних груп мікроорганізмів у ризосфері нуту залежно від застосування гербіциду Панда, РРР Стимпо і МБП Ризобофіт (фаза цвітіння)

Гербіцид	Біологічний препарат	Чисельність мікроорганізмів, 10 ³ КУО/г ґрунту								
		целюлозолітичні			амоніфікувальні			нітрифікувальні		
		2015 р.	2016 р.	2017 р.	2015 р.	2016 р.	2017 р.	2015 р.	2016 р.	2017 р.
Без гербіциду	без біологічних препаратів (контроль I)	696	842	537	142	147	119	17	17	15
	без біологічних препаратів + ручні прополювання (контроль II)	758	931	581	151	159	125	19	19	15
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	824	985	677	170	151	127	20	20	19
	РРР Стимпо 0,025 л/т	795	1020	645	155	158	128	18	18	18
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	1017	1301	705	177	154	141	22	22	22
Панда 3,0 л/га	без біологічних препаратів	799	1001	616	143	149	120	18	19	19
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	871	1157	733	172	168	138	23	23	21
	РРР Стимпо 0,025 л/т	832	976	640	146	153	123	18	19	20
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	897	1149	793	176	186	145	24	24	22
Панда 4,0 л/га	без біологічних препаратів	803	1047	580	146	153	122	19	19	16
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	1212	1540	835	186	185	146	31	31	30
	РРР Стимпо 0,025 л/т	975	1019	681	156	159	138	19	20	16
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	1359	1581	1059	199	207	185	34	34	28
Панда 5,0 л/га	без біологічних препаратів	726	925	561	145	151	120	19	18	17
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	954	1085	902	160	172	131	20	20	20
	РРР Стимпо 0,025 л/т	903	1042	723	147	156	125	19	19	19
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	1074	1190	819	189	193	153	25	24	23
Панда 6,0 л/га	без біологічних препаратів	703	855	531	145	153	125	18	19	16
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	889	1145	935	172	180	143	20	20	18
	РРР Стимпо 0,025 л/т	873	1072	802	150	165	127	19	19	16
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	1047	1073	876	164	187	145	23	24	22
	<i>НІР₀₅</i>	<i>16</i>	<i>14</i>	<i>12</i>	<i>4</i>	<i>7</i>	<i>5</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>1</i>

Комплексне використання регулятора росту рослин Стимпо (0,025 л/т) з мікробним препаратом Ризобофіт (1,0 л/т) та внесення по даному фону гербіциду Панда в нормах 3,0; 4,0; 5,0 та 6,0 л/га стимулювало зростання кількості целюлозолітичних мікроорганізмів у ризосфері нуту – 29; 95; 54 та 50%, амоніфікувальних – 24; 40; 33 та 15%, нітрифікувальних мікроорганізмів – 36; 90; 43 і 34% відповідно до контролю І.

Аналогічна залежність із формуванням чисельності целюлозолітичних, амоніфікувальних та нітрифікувальних мікроорганізмів у ризосфері нуту простежувалася і в 2016 та 2017 роках. Проте, як і в 2015 році, найбільша чисельність целюлозолітичних, амоніфікувальних та нітрифікувальних мікроорганізмів у ризосфері нуту розвивалась за дії мікробного препарату Ризобофіт (1,0 л/т), регулятора росту рослин Стимпо (0,025 л/т) та внесення по даному фону гербіциду Панда в нормі 3,0–4,0 л/га, де переважання до контролю І складало 36–88%; 27–41%, 41–99% відповідно у 2016 році та 48–97%; 22–55%; 47–87% – 2017 році.

У середньому за три роки досліджень за дії гербіциду Панда в нормах 3,0; 4,0; 5,0; 6,0 л/га кількість целюлозолітичних мікроорганізмів у ризосфері нуту зросла на 16; 17; 7 і 1%, амоніфікувальних – на 1; 3; 2 і 4%, нітрифікувальних – 19; 13; 13 і 13%. Внесення гербіциду Панда в таких же нормах на фоні використання регулятора росту рослин Стимпо (0,025 л/т) забезпечувало зростання целюлозолітичних мікроорганізмів на 18; 29; 28; 32%, амоніфікувальних – на 4; 11; 5 і 8%, нітрифікувальних – 19; 13; 13 і 13%.

На фоні використання мікробного препарату Ризобофіт (1,0 л/т) за внесення гербіциду Панда в таких же нормах кількість целюлозолітичних мікроорганізмів зростала на 33; 73; 42; 43%, амоніфікувальних – на 17; 26; 13 і 21%, нітрифікувальних – 38; 94; 25; 19%.

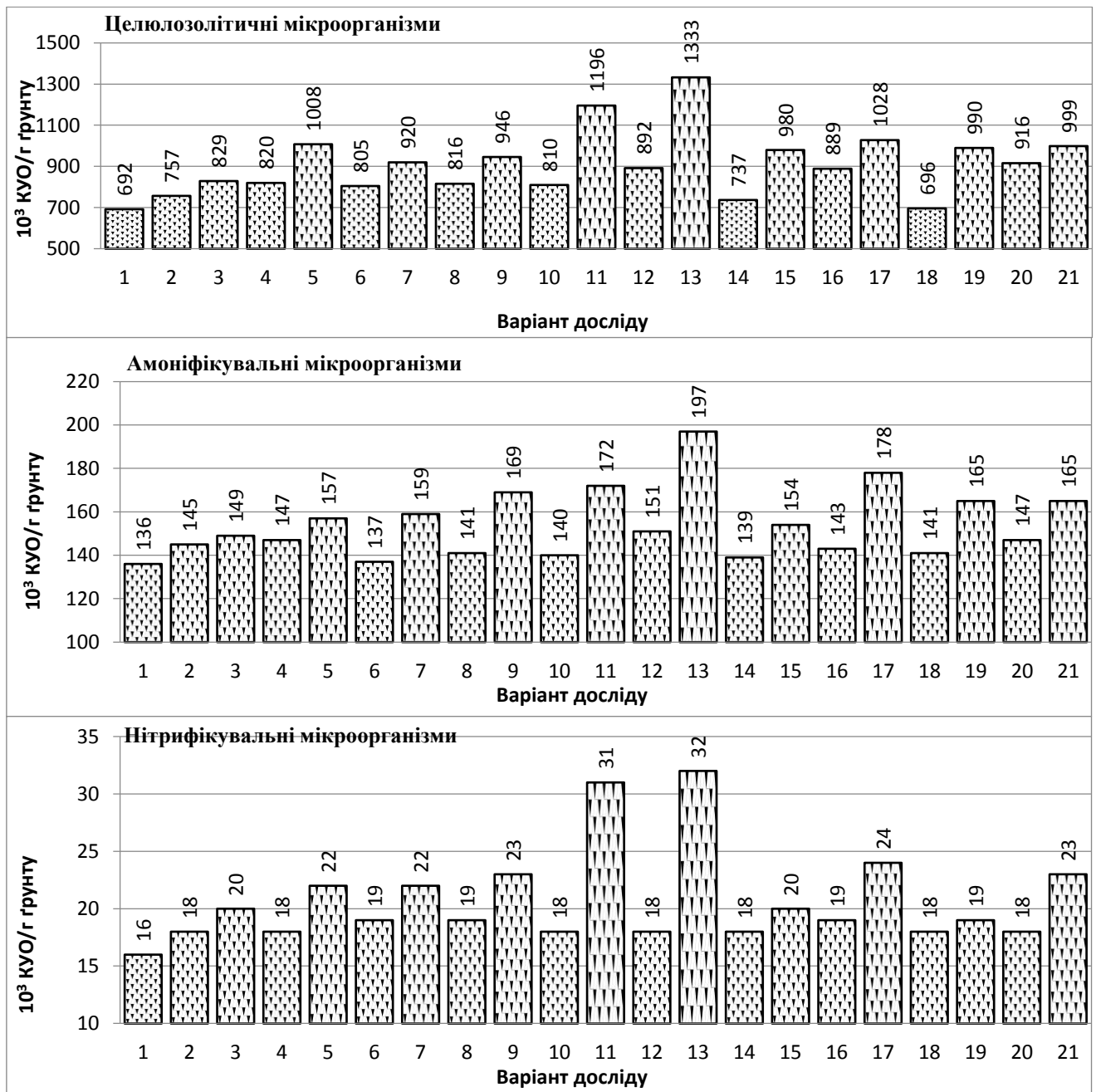


Рис 4.2. Чисельність еколого-трофічних груп (10³ КУО/г ґрунту) у ризосфері нуту залежно від застосування гербіциду Панда, РРР Стимпо і МБП Ризобофіт (фази цвітіння, середнє за 2015–2017 рр.):

1. Без використання біологічних препаратів і гербіциду (контроль I); 2. Без використання біологічних препаратів і гербіциду + ручні прополювання упродовж вегетації (контроль II); 3. МБП Ризобофіт 1,0 л/т; 4. РРР Стимпо 0,025 л/т; 5. МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т; 6. Панда 3,0 л/га; 7. Панда 3,0 л/га, МБП Ризобофіт 1,0 л/т; 8. Панда 3,0 л/га, РРР Стимпо 0,025 л/т; 9. Панда 3,0 л/га, МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т; 10. Панда 4,0 л/га; 11. Панда 4,0 л/га, МБП Ризобофіт 1,0 л/т; 12. Панда 4,0 л/га, РРР Стимпо 0,025 л/т; 13. Панда 4,0 л/га, МБП Ризобофіт 1,0 л/т+ РРР Стимпо 0,025 л/т; 14. Панда 5,0 л/га; 15. Панда 5,0 л/га, МБП Ризобофіт 1,0 л/т; 16. Панда 5,0 л/га, РРР Стимпо 0,025 л/т; 17. Панда 5,0 л/га, МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т; 18. Панда 6,0 л/га; 19. Панда 6,0 л/га, МБП Ризобофіт 1,0 л/т; 20. Панда 6,0 л/га, РРР Стимпо 0,025 л/т; 21. Панда 6,0 л/га, МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т.

Комплексне використання регулятора росту рослин Стимпо (0,025 л/т) з мікробним препаратом Ризобофіт (1,0 л/т) та внесення по даному фону гербіциду Панда в нормах 3,0; 4,0; 5,0 та 6,0 л/га зумовлювало зростання кількості целюлозолітичних мікроорганізмів у ризосфері нуту на 37; 93; 49 та 44%, амоніфікувальних – 24; 45; 31 та 21%, нітрифікувальних – 44; 100; 50 та 44%, відповідно до контролю І.

Узагальнюючи дані дисперсійного аналізу, можна стверджувати, що показники чисельності мікробіоти у ризосфері нуту на 59% залежали від фактору А (гербіцид Панда), 21% – від фактору В (біологічні препарати), на 6% – від взаємодії досліджуваних факторів, інші фактори (погодні умови) становили 14%.

Розрахунки коефіцієнта кореляції засвідчили помірний зв'язок (коефіцієнт кореляції 0,33) між показниками загальної чисельності мікроорганізмів та врожайністю посівів нуту.

Коефіцієнт кореляції між показниками чисельності еколого-трофічних груп мікроорганізмів та врожайністю посівів нуту складав 0,42, що підтверджує важливість мікробіологічної складової у формуванні продуктивності посівів.

Таким чином, з вищенаведеного експериментального матеріалу можна зробити наступні висновки:

- загальна чисельність бактерій ризосфери нуту варіювала залежно від погодних умов та від використання різних норм гербіциду Панда окремо і в комплексі з біологічними препаратами;

- найбільша чисельність бактерій ризосфери нуту формувалася у варіанті інтегрованого використання ґрунтового гербіциду Панда в нормі 4,0 л/га, регулятора росту рослин Стимпо (0,025 л/т) та мікробіологічного препарату Ризобофіт (1,0 л/т), де перевищення відносно контролю І складало 106%;

- чисельність мікробіоти окремих еколого-трофічних груп у ризосфері нуту залежала від погодних умов та використання досліджуваних препаратів,

але найінтенсивніший її розвиток простежувався за інтегрованого застосування гербіциду Панда в нормі 4,0 л/га, регулятора росту рослин Стимпо (0,025 л/т) і мікробіологічного препарату Ризобофіт (1,0 л/т), де перевищення чисельності целюлозолітичних, амоніфікувальних та нітрифікувальних мікроорганізмів складало в середньому 45–100%.

Матеріали розділу 4 опубліковано та апробовано в праці [215]:

1. Карпенко В. П., Коробко О. О. Елементи біологізованої технології вирощування нуту. Черкаси: Видавництво «Брама-Україна». 2019. 24 с.

РОЗДІЛ 5

ЗАБУР'ЯНЕНІСТЬ ПОСІВІВ НУТУ ЗА ДІЇ ГЕРБИЦИДУ, РЕГУЛЯТОРА РОСТУ РОСЛИН І МІКРОБНОГО ПРЕПАРАТУ

Ефективним заходом у контролюванні бур'янистої рослинності у посівах бобових культур, у тому числі й нуту, є застосування гербіцидів. Ретельне знищення їх у посівах – одна з важливих умов отримання високих врожаїв, оскільки посіви нуту мають низьку конкурентну спроможність до бур'янів, зокрема у першій половині вегетаційного періоду [119]. Наявність бур'янів у посівах нуту суттєво впливає як на продуктивність, так і на якість урожаю. Однак, за обробки гербіцидами рослини нуту піддаються стресу, наслідком якого може бути порушення фотосинтетичних [199–202], ростових [120] азотфіксувальних процесів [183, 184] та зменшення врожайності [121]. Тому для зняття негативного впливу токсичних препаратів на рослини нуту доцільним є застосування у технологіях вирощування культури регуляторів росту рослин природного походження та мікробних препаратів [209, 210].

Підбір ефективних сумішей гербіцидів з біологічно активними речовинами під різні види рослин є одним із актуальних напрямків вирощування високопродуктивних посівів. Проблема застосування гербіцидів сумісно з іншими речовинами у посівах нуту досліджувалася як вітчизняними, так і закордонними вченими, зокрема їх дослідження були зосереджені на визначенні специфіки забур'янення посівів [197–200, 211], проходженні в рослинах фізіологічних процесів [201, 202, 212]. Однак комплексна дія гербіцидів і біологічних препаратів на забур'яненість посівів нуту практично не вивчалася.

Встановлено, що в роки досліджень у посівах нуту формувався змішаний тип забур'яненості з переважанням однорічних злакових видів. Найбільша кількість видів бур'янів була представлена родинами *Gramineae*, *Polygonaceae*, *Solanaceae*, *Amaranthaceae*, *Chenopodiaceae*.

Найбільш розповсюдженими в посівах нуту бур'янами були: мишій сизий (*Setaria glauca* (L.) Pal. Beauv.) та куряче просо (плоскуха звичайна) (*Echinochloa crus-galli* (L.) Pal. Beauv.), з дводольних – лобода біла (*Chenopodium album* L.), щириця звичайна (*Amaranthus retroflexus* L.), гірчак розлогий (*Poligonum scabrum* Moench.), редька дика (*Raphanus raphanistrum*), підмаренник чіпкий – *Galium aparine* L., паслін чорний – *Solanum nigrum* L., осот рожевий (*Cirsium arvense* (L.) Scop.) й інші види.

Аналізуючи забур'яненість посівів у 2015 році (Додаток Д, табл. Д.1), можна відмітити, що через 30 днів після внесення препаратів найбільше бур'янів нараховувалось у контролі I (без застосування препаратів) – 105,6 шт./м², масою – 324,0 г/м². За дії гербіциду Панда в нормах 3,0; 4,0; 5,0; 6,0 л/га кількість бур'янів у 2015 р становила 38,4; 24,5; 12,5 і 10,2 шт./м², що відповідало знищенню їх за кількістю відповідно нормам препарату на 64; 77; 88 та 90%, а за масою – на 68; 78; 90 та 95%.

За внесення гербіциду в таких же нормах на фоні використання регулятора росту рослин Стимпо (0,025 л/т) кількість бур'янів становила 26,2; 20,0; 11,6; 9,8 шт./м², їх маса – 98,0; 75,8; 28,8; 14,5 г/м², що відповідало знищенню їх за кількістю на 75; 81; 89 і 91% та за масою – на 70; 77; 91 і 96%; на фоні використання мікробного препарату Ризобофит (1,0 л/т) – 31,5; 20,4; 11,9; 9,2 шт./м² та 98,4; 66,2; 32,4; 15,9 г/м², що дало змогу зменшити кількість бур'янів у посівах нуту на 70; 81; 89 і 91%, за масою – на 70; 80; 90 і 95%.

Комплексне застосування гербіциду Панда в нормах 3,0; 4,0; 5,0; 6,0 л/га з РРР Стимпо і МБП Ризобофит зменшило кількістю бур'янів у посівах нуту на 76; 84; 90 і 91%, за масою – на 74; 85; 91 і 96%.

Перед збиранням урожаю рівень забур'яненості посіву нуту зростав, проте у варіантах із застосуванням гербіциду маса та кількість бур'янів була значно меншою, ніж в контролі I. Так, перед збиранням урожаю у 2015 р. кількість бур'янів за дії гербіциду Панда в нормах 3,0; 4,0; 5,0; 6,0 л/га становила 36,8; 14,8; 12,8 і 6,1 шт./м²; за внесення гербіциду в таких же

нормах на фоні використання регулятора росту рослин Стимпо (0,025 л/т) – 12,0; 15,6; 12,8; 9,1 шт./м² відповідно, а на фоні використання мікробного препарату Ризобофіт (1,0 л/т) – 22,4; 24,2; 14,4; 11,6 шт./м².

За комплексного використання регулятора росту рослин Стимпо (0,025 л/т) з мікробним препаратом Ризобофіт (1,0 л/т) та внесення по даному фону гербіциду Панда в нормах 3,0; 4,0; 5,0; 6,0 л/га кількість бур'янів у посіві нуту становила 20,1; 20,4; 16,8 і 12,2 при 128,0 шт./м² у варіанті без застосування препаратів (контроль I), що зменшило кількість бур'янів на 84; 84; 87 і 91%, їх масу на – 52; 88; 91 і 96% відповідно.

Аналогічна залежність із формуванням забур'яненості посіву нуту простежувалася і в 2016 та 2017 роках (Додаток Д, табл. Д.2, Д.3). Однак, найнижчою вона була у варіантах дослід у 2017 р. Так, у варіанті без застосування біологічних препаратів та гербіциду (контроль I) кількість бур'янів у 2015 р. на 30 добу обліку склала 105,6 шт./м², у той же час у 2016 і 2017 рр. їх кількість становила 100,0 і 96,1 шт./м² відповідно, що узгоджуються з показниками погодних умов, зокрема вологозабезпеченістю.

У 2016 р. на 30 добу обліку за самостійної дії РРР Стимпо (0,025 л/т) та МБП Ризобофіт (1,0 л/т) кількість бур'янів збільшувалась до контролю I на 31 і 19%, водночас їх маса відносно контролю I за дії МБП Ризобофіт (1,0 л/т) збільшилась на 51%, а за дії РРР Стимпо (0,025 л/т) зменшилась на 7%. За комплексного використання у посівах нуту МБП Ризобофіт (1,0 л/т) та РРР Стимпо (0,025 л/т) забур'яненість в посівах нуту через 30 діб у 2016 р. за кількістю і масою відносно контролю I не в значній мірі зростала.

За дії гербіциду Панда в нормах 3,0; 4,0; 5,0; 6,0 л/га кількість бур'янів у посіві нуту становила 37,0; 24,8; 12,3 і 9,8 що відповідало їх кількісному знищенню на 63; 75; 88 і 90%, а за масою – 67; 78; 89 і 96% відповідно.

За комплексного використання регулятора росту рослин Стимпо (0,025 л/т) з мікробним препаратом Ризобофіт (1,0 л/т) та внесення по даному фону гербіциду Панда в нормах 3,0; 4,0; 5,0; 6,0 л/га кількість бур'янів у посіві нуту становила 24,9; 15,6; 10,0 і 10,3 при 100,0 шт./м² у варіанті без

застосування препаратів (контроль I), що зменшило кількість бур'янів на 75; 85; 90 і 90%, їх масу на – 75; 85; 92 і 96% відповідно.

Подібні рівні забур'янення відмічалася і в 2017 році. За самостійної дії РРР Стимпо (0,025 л/т) та МБП Ризобофіт (1,0 л/т) кількість бур'янів збільшувалась до контролю I на 23 та 33%, але водночас їх маса відносно контролю I за дії МБП Ризобофіт (1,0 л/т) збільшилась на 47%, а за дії РРР Стимпо (0,025 л/т) зменшилась на 6%. За комплексного використання у посівах нуту МБП Ризобофіт (1,0 л/т) та РРР Стимпо (0,025 л/т) забур'яненість в посівах нуту через 30 діб у 2017 р., збільшувалось за кількістю та за масою відповідно на 11 і 4%.

За самостійної дії гербіциду Панда в нормах 3,0; 4,0; 5,0; 6,0 л/га кількість бур'янів у посіві нуту становила 36,2; 22,1; 10,4 і 8,9 що зменшило кількість бур'янів відносно контролю I на 62; 77; 89 і 91%, їх масу на – 69; 78; 91 і 96% відповідно.

За дії регулятора росту рослин Стимпо (0,025 л/т) з мікробним препаратом Ризобофіт (1,0 л/т) та внесення по даному фону гербіциду Панда в нормах 3,0; 4,0; 5,0; 6,0 л/га кількість бур'янів у посіві нуту становила 21,6; 14,5; 10,0 і 9,1 при 96,1 шт./м² у варіанті без застосування препаратів (контроль I), що зменшило кількість бур'янів на 78; 85; 90 і 90%, їх масу на – 75; 86; 93 і 97% відповідно.

У середньому за три роки досліджень за самостійної дії МПБ Ризобофіт на 30 добу обліку спостерігалось зростання забур'яненості посівів нуту відносно контролю I на 31%, маси бур'янів на 52% (табл. 5.1). За дії РРР Стимпо (0,025 л/т) кількість бур'янів збільшувалась до контролю I на 19%, але водночас їх маса відносно контролю I знижувалась на 6%.

У варіантах сумісного застосування МПБ Ризобофіт (1,0 л/т) і РРР Стимпо (0,025 л/т) забур'яненість зростала відносно контролю I в середньому за роки на 10%, а маса – на 6%.

Таблиця 5.1

Забур'яненість посіву нуту залежно від застосування гербіциду Панда, РРР Стимпо і МБП Ризобофіт (2015–2017 р.)

Гербіцид	Біологічний препарат	Через 30 діб після внесення				Перед збиранням врожаю			
		Кількість бур'янів шт./м ²	Маса бур'янів, г/м ²	Знищено бур'янів, %		Кількість бур'янів шт./м ²	Маса бур'янів, г/м ²	Знищено бур'янів, %	
				за кількістю	за масою			за кількістю	за масою
Без гербіциду	без біологічних препаратів (контроль I)	100,6	322,7	0	0	133,1	354,5	0	0
	без біологічних препаратів + ручні прополювання (контроль II)	0,0	0,0	100	100	0,0	0,0	100	100
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	131,5	488,8	-31	-52	172,3	375,7	-30	-6
	РРР Стимпо 0,025 л/т	119,5	302,0	-19	6	158,3	277,4	-19	22
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	110,8	342,0	-10	-6	123,5	368,9	7	-4
Панда 3,0 л/га	без біологічних препаратів	37,2	103,6	63	68	35,6	140,5	73	60
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	27,5	97,7	73	70	24,1	165,1	82	53
	РРР Стимпо 0,025 л/т	25,7	95,4	74	70	13,6	122,2	90	66
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	23,9	80,8	76	75	20,3	156,2	85	56
Панда 4,0 л/га	без біологічних препаратів	23,8	71,6	76	78	16,4	53,2	88	85
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	18,7	69,2	81	79	24,1	61,1	82	83
	РРР Стимпо 0,025 л/т	16,3	68,6	84	79	14,8	39,2	89	89
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	15,5	48,2	85	85	21,8	36,5	84	90
Панда 5,0 л/га	без біологічних препаратів	11,7	32,7	88	90	13,9	50,9	90	86
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	11,1	31,2	89	90	14,0	33,1	90	91
	РРР Стимпо 0,025 л/т	10,7	28,2	89	91	12,5	17,4	91	95
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	10,3	26,3	90	92	18,5	25,5	86	93
Панда 6,0 л/га	без біологічних препаратів	9,6	13,2	90	96	8,0	19,4	94	95
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	9,7	14,9	90	95	11,7	19,5	91	95
	РРР Стимпо 0,025 л/т	9,5	13,7	91	96	10,0	18,9	93	95
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	9,6	11,9	90	96	13,0	14,2	90	96

За норм внесення гербіциду Панда 3,0 і 4,0 л/га забур'янення посіву відносно контролю I зменшувалось в середньому на 63 і 76%, а маса бур'янів – на 68 і 78%, відповідно.

За дії гербіциду в нормах 3,0 і 4,0 л/га в комбінації з регулятором росту та мікробіологічним препаратом забур'янення посіву відносно контролю I зменшувалось в середньому на 76 і 85%, а маса бур'янів – на 75 і 85%, відповідно.

За норм внесення гербіциду 5,0; 6,0 л/га забур'янення відносно контролю I зменшувалась на 88, 90%, маса – 90, 96%.

За сумісної дії МБП Ризобофіт (1,0 л/т) та РРР Стимпо (0,025 л/т) і внесення по даному фону гербіциду Панда в нормах 3,0; 4,0 л/га знищення кількості бур'янів у посіві нуту складало 76, 85%, а їх маса зменшувалась на 75, 85% відповідно контролю I. Така тенденція може свідчити про створення за дії даних комбінацій препаратів більш сприятливих умов для проходження в рослинах фізіолого-біохімічних процесів, обумовлених безпосередньою стимулюючою дією біопрепаратів, про що в своїх дослідженнях констатують і інші вчені [12, 119], за якої зростають біометричні показники рослин (маса, площа листя, висота) та підвищується конкурентна здатність культури. Норми гербіциду 5,0 і 6,0 л/га забезпечили знищення бур'янів на фоні дії препаратів Стимпо + Ризобофіт у середньому за кількістю і масою на 90–96%.

Таким чином, з вищенаведеного експериментального матеріалу можна зробити наступні висновки:

– внесення ґрунтового гербіциду Панда є ефективним заходом у зниженні забур'яненості посівів нуту як за кількістю, так і за масою, проте ефективність дії препарату підвищується на фоні використання в посівах біологічних препаратів для обробки насіння (РРР Стимпо і МБП Ризобофіт), за яких значно покращуються біометричні показники рослин та зростає конкурентна здатність культури до бур'янів;

– найефективнішими за дією на бур'яни за мінімального негативного впливу на рослини нуту виявилися норми гербіциду Панда 3,0–4,0 л/га в комбінації з біологічними препаратами РРР Стимпо і МБП Ризобофит, за яких кількість і маса бур'янів знижуються в середньому на 76–85% і 56–90%;

– за підвищення норм гербіциду до 5,0 і 6,0 л/га на фоні обробки насіння МБП Ризобофит і РРР Стимпо кількість знижених бур'янів зростає в середньому до 86–90%, за масою – 92–96%, проте за даного поєднання препаратів у порівнянні до попередніх норм гербіциду простежується зниження рівня фізіолого-біохімічних показників та продуктивності посівів нуту.

Матеріали розділу 5 опубліковано та апробовано в працях

[213, 215, 216–218]:

1.Коробко О. О. Агроекологічне обґрунтування використання гербіцидів в посівах нуту. Зб. наук. праць Всеукраїнської наук.-практ. конф. молодих вчених, "Актуальні проблеми природничих та гуманітарних наук у дослідженнях молодих учених" ЧНУ ім. Б. Хмельницького (м. Черкаси. 27–28 квітня 2017 р.) Черкаси. 2017. С. 126–128.

2.Карпенко В. П., Коробко О. О. Елементи біологізованої технології вирощування нуту. Черкаси: Видавництво «Брама-Україна». 2019. 24 с.

3.Карпенко В. П., Коробко О. О. Вплив гербіциду і біологічних препаратів на забур'яненість і густоту посівів нуту. Вісник Полтавської державної аграрної академії. Полтава. 2018. №4. С. 51–56.

4.Коробко О. О. Агроекологічне обґрунтування використання гербіцидів та регуляторів росту в посівах нуту. Зб. наук. праць Міжн. наук.-практ. конф., "Актуальні питання сучасних технологій вирощування сільськогосподарських культур в умовах змін клімату" ПДТУ (м. Кам'янець-подільський. 15–16 червня 2017 р.). Тернопіль: Крок. 2017. С. 105–107.

5.Карпенко В. П., Коробко О. О. Вплив гербіциду і біологічних препаратів на забур'яненість посівів нуту. Зб. наук. праць Всеукраїнської наук.-практ. конф. "Генетика і селекція у сучасному агрокомплексі". (м. Умань. 26 червня 2019 р.). Уманський НУС. Умань. 2019. С. 115–116.

РОЗДІЛ 6

ЕКОНОМІЧНА Й ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ НУТУ ЗА ДІЇ ГЕРБІЦИДУ, РЕГУЛЯТОРА РОСТУ РОСЛИН І МІКРОБНОГО ПРЕПАРАТУ

6.1. Урожайність і якість зерна

Дослідженнями вчених встановлено, що гербіциди регулятори росту рослин, мікробні препарати та їх комбінації впливають на активність фізіологічних процесів, спрямованих як подолання стресового стану, так і на підвищення продуктивності рослин [205]. Однак, дії високих норм гербіцидів, можуть знижувати продуктивність посівів [108]. У той же час, доведено [204], що за сумісного використання гербіцидів і регуляторів росту рослин норми внесення гербіцидних агентів можуть бути зменшені на 20–30%, що позитивно впливає на продуктивність посівів.

Літературні дані засвідчують позитивний вплив біологічних препаратів та гербіцидів на формування врожайності зернових культур [48, 60, 69]. Зокрема, за дії регуляторів росту рослин наростає потужна коренева система, яка посилює ростові, а відповідно і продукційні процеси рослини [206]. Посилене наростання кореневої системи, з одного боку, забезпечує покращення водообміну та мінерального живлення [205], а з іншого – активізує фізіолого-біохімічні процеси та розвиток корисних мікроорганізмів, особливо азотфіксуювальних, які порашують азотне живлення [208], що відображається на урожайності посівів [202].

Однак, серед численних досліджень стосовно формування урожайності культурних рослин за комплексної дії біологічних препаратів маловивченою є реакція рослин нуту. У зв'язку з цим, доцільним було встановити як різні норми гербіциду, мікробіологічний препарат та регулятор росту рослин впливають на формування врожайності і якісних показників зерна нуту.

У результаті проведених досліджень встановлено, що врожайність нуту та його якісні показники варіювали як за роками, так і залежало від використання різних норм гербіциду Панда, внесених окремо і в комбінації з РРР Стимпо та МБП Ризобофит. Так, за дії гербіциду Панда в нормах 3,0; 4,0; 5,0 та 6,0 л/га урожайність у 2015 р становила 0,99; 1,14; 1,03; 1,10 т/га, при застосуванні гербіциду в таких же нормах сумісно з регулятором росту Стимпо (0,025 л/т) – 1,02; 1,57; 1,12; 1,16 т/га, а в комбінації з мікробним препаратом Ризобофит (1,0 л/т) – 1,05; 1,44; 1,03; 1,06 т/га (табл. 6.1). За дії комбінації регулятора росту Стимпо (0,025 л/т) з мікробним препаратом Ризобофит (1,0 л/т) та внесення по даному фону гербіциду Панда в нормах 3,0; 4,0; 5,0; 6,0 л/га урожайність нуту становила 1,08; 1,61; 1,21 і 1,25 при 0,91 т/га у варіанті без застосування препаратів (контроль I) та 1,01 т/га у варіанті з ручними прополюваннями.

Аналогічна залежність із формуванням урожайності нуту спостерігалася і в 2016 та 2017 роках. Однак, найвища врожайність у варіантах досліду була відмічена у 2016 р. Так, у варіанті без застосування препаратів (контроль I) урожайність нуту у 2016 р. склала 1,0 т/га, у той же час у 2015 і 2017 рр. урожайність нуту була нижчою і становила 0,91 і 0,88 т/га відповідно. Ці дані урожайності зерна за роками узгоджуються з показниками погодних умов, які найоптимальнішими для посівів нуту були в 2015 і 2016 рр.

У середньому за три роки досліджень у варіантах без використання препаратів (контроль I) врожайність нуту становила 0,93 т/га. у варіанті з ручними прополюваннями (контроль II) – 1,0 т/га.

За самостійної дії МБП Ризобофит відносно контролю I спостерігалось зростання врожайності культури на 9% та на 1% – відносно контролю II. За дії РРР Стимпо (0,025 л/т) зростання врожайності зерна нуту відносно контролів I і II складало 15% і 7%.

У варіантах з сумісним застосуванням МБП Ризобофит (1,0 л/т) і РРР Стимпо (0,025 л/т) врожайність зерна нуту відносно контролів I і II зростала

Таблиця 6.1

Урожайність зерна нуту сорту Пам'ять залежно від дії гербіциду Панда, РРР Стимпо і МБП Ризобофіт, т/га

Гербіцид	Біологічний препарат	2015 р.	2016 р.	2017 р.	В середньому за три роки
Без гербіциду	без біологічних препаратів (контроль I)	0,91	1,00	0,88	0,93
	без біологічних препаратів + ручні прополювання (контроль II)	1,01	1,05	0,94	1,00
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	0,99	1,05	1,00	1,01
	РРР Стимпо 0,025 л/т	1,04	1,09	1,08	1,07
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	1,20	1,23	1,00	1,14
Панда 3,0 л/га	без біологічних препаратів	0,99	1,05	1,01	1,02
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	1,05	1,10	1,03	1,06
	РРР Стимпо 0,025 л/т	1,02	1,08	1,06	1,05
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	1,08	1,12	1,02	1,07
Панда 4,0 л/га	без біологічних препаратів	1,14	1,21	1,11	1,15
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	1,44	1,43	1,40	1,42
	РРР Стимпо 0,025 л/т	1,57	1,48	1,41	1,47
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	1,61	1,64	1,47	1,57
Панда 5,0 л/га	без біологічних препаратів	1,03	1,07	0,97	1,02
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	1,03	1,06	1,05	1,05
	РРР Стимпо 0,025 л/т	1,12	1,19	1,10	1,14
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	1,21	1,16	1,10	1,16
Панда 6,0 л/га	без біологічних препаратів	1,10	1,17	0,96	1,08
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	1,06	1,11	1,11	1,09
	РРР Стимпо 0,025 л/т	1,16	1,31	1,07	1,18
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	1,25	1,28	1,04	1,19
	<i>НІР₀₅</i>	<i>0,08</i>	<i>0,07</i>	<i>0,10</i>	

на 23% і 13% відповідно. Зростання врожайності за поєднання даних препаратів може бути обумовлено активізацією проходження у рослинах обмінних процесів, завдяки дії регулятора росту рослин на фоні підвищеного

рівня азотного живлення з боку діяльності бульбочкових бактерій, про що вказують й інші автори [200, 202, 208].

За дії гербіциду Панда 3,0 і 4,0 л/га врожайність нуту в середньому за роки досліджень зростала відносно контролю I на 10 і 24%.

За внесення 5,0 і 6,0 л/га врожайність зерна нуту зростала відносно контролю I на 10 і 16%. Деяке зниження урожайності, очевидно, пов'язане з пригнічуючим впливом на рослини нуту підвищених концентрацій ксенобіотика, про що в своїх дослідженнях констатують й інші вчені [12, 207]. За поєднання використання гербіциду Панда в нормах 3,0; 4,0; 5,0 і 6,0 л/га на фоні застосування МПБ Ризобофіт урожайність нуту зростала до контролю I на 14; 53; 13 і 17%; на фоні РРР Стимпо – 13; 58; 23 і 27%; на фоні РРР Стимпо + МБП Ризобофіт – 15; 69; 25 і 28%.

З одержаних даних видно, найвищу урожайність зерна нуту одержано за комплексного використання біологічних препаратів та внесення по даному фону гербіциду Панда в нормі 4,0 л/га. Ці дані узгоджуються з показниками найвищої фізіолого-біохімічної активності рослин нуту за вищенаведеного поєднання препаратів.

Одним із важливих показників якості врожаю зерна нуту є маса 1000 зерен. Позитивний вплив крупності насіння на продуктивність зернобобових посівів, якості зерна та насіннєві властивості вказують окремі дослідники [2, 12]. Однак, дехто з авторів характеризує зв'язок маси 1000 зерен із зерновою продуктивністю як слабкий [2, 110]. Проте для продовольчих цілей крупність насіння разом із показниками вмісту білків має важливе значення.

Аналізуючи масу 1000 зерен нуту (Додаток Е, табл. Е.1) у 2015 р., слід відмітити, що за самостійної дії МПБ Ризобофіт (1,0 л/т) маса 1000 зерен зростала відносно контролю I на 10% , а за самостійної дії РРР Стимпо (0,025 л/т) – 17%.

У варіантах сумісного застосування МПБ Ризобофіт (1,0 л/т) з РРР Стимпо (0,025 л/т) збільшення маси 1000 зерен нуту відносно контролю I складало 25%.

У варіантах самостійного застосування гербіциду Панда в нормах 3,0; 4,0; 5,0 і 6,0 л/га маса 1000 зерен зростала відносно контролю I на 12; 30; 17 і 4% відповідно.

Внесення гербіциду в нормах 3,0–6,0 л/га на фоні використання РРР Стимпо (0,025 л/т) і Ризобофіт (1,0 л/т) стимулювало наростання маси 1000 зерен, яка відносно контролю I збільшувалась на 21; 56; 34; 16% відповідно.

У 2016 році маса 1000 зерен нуту за самостійної дії МПБ Ризобофіт (1,0 л/т) зростала до контролю I на 6%, за дії РРР Стимпо (0,025 л/т) – 9%.

У варіантах сумісного застосування МПБ Ризобофіт (1,0 л/т) та РРР Стимпо (0,025 л/т) збільшення маси 1000 зерен нуту відносно контролю I складало 12%.

Внесення гербіциду в нормах 3,0–6,0 л/га на фоні використання РРР Стимпо (0,025 л/т) і МБП Ризобофіт (1,0 л/т) стимулювало наростання маси 1000 зерен, яка збільшувалась відносно контролю I на 11; 30; 15; 10% відповідно.

У 2017 році маса 1000 зерен нуту за самостійної дії МПБ Ризобофіт (1,0 л/т) зростала до контролю I на 10%, за дії РРР Стимпо (0,025 л/т) – 17%.

У варіантах сумісного застосування МПБ Ризобофіт (1,0 л/т) і РРР Стимпо (0,025 л/т) збільшення маси 1000 зерен нуту відносно контролю I складало 25%.

У варіантах самостійного застосування гербіциду Панда в нормах 3,0; 4,0; 5,0 і 6,0 л/га маса 1000 зерен зростала відносно контролю I на 16; 21; 11; 4%.

Внесення гербіциду в нормах 3,0–6,0 л/га на фоні використання РРР Стимпо (0,025 л/т) і Ризобофіт (1,0 л/т) стимулювало наростання маси 1000 зерен, яка відносно контролю I збільшувалась на 18; 53; 27; 19% відповідно.

У середньому за 2015–2017 рр. за дії гербіциду Панда в нормах 3,0–4,0 л/га маса 1000 зерен нуту зростала відносно контролю I на 10 і 21%, за дії 5,0 л/га – на 12%, а за дії 6,0 л/га – на 1% (рис. 6.1).

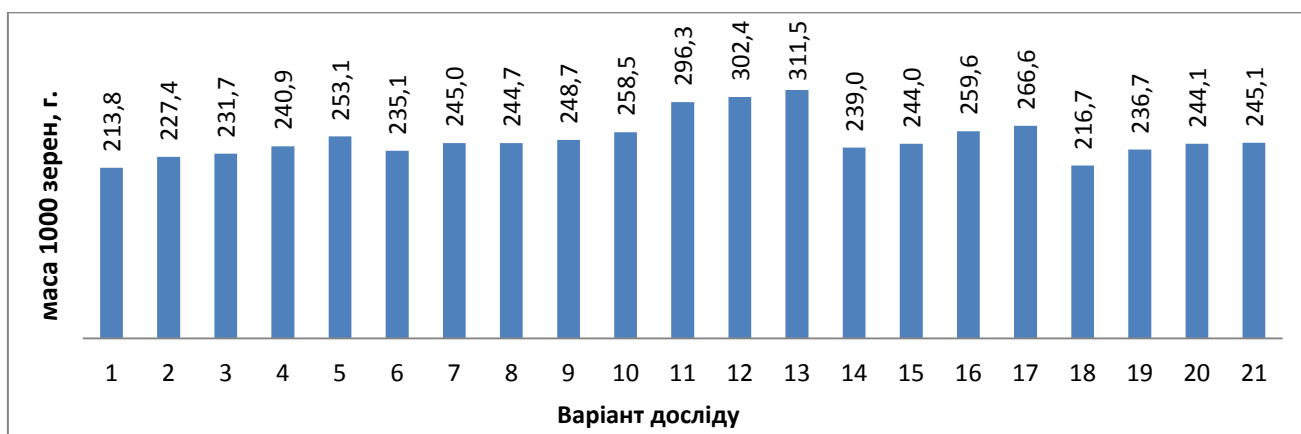


Рис. 6.1. Маса 1000 зерен нуту залежно від дії гербіциду і біологічних препаратів, середнє за 2015–2017 рр. (НІР₀₅ 2015=22,6; 2016=18,0; 2017=12,7):

1. Без використання препаратів (контроль І); 2. Без використання препаратів + ручні прополювання (контроль ІІ); 3. МБП Ризобофїт 1,0 л/т; 4. РРР Стимпо 0,025 л/т; 5. МБП Ризобофїт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т; 6. Панда 3,0 л/га; 7. Панда 3,0 л/га, МБП Ризобофїт 1,0 л/т; 8. Панда 3,0 л/га, РРР Стимпо 0,025 л/т; 9. Панда 3,0 л/га, МБП Ризобофїт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т; 10. Панда 4,0 л/га; 11. Панда 4,0 л/га, МБП Ризобофїт 1,0 л/т; 12. Панда 4,0 л/га, РРР Стимпо 0,025 л/т; 13. Панда 4,0 л/га, МБП Ризобофїт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т; 14. Панда 5,0 л/га; 15. Панда 5,0 л/га, МБП Ризобофїт 1,0 л/т; 16. Панда 5,0 л/га, РРР Стимпо 0,025 л/т; 17. Панда 5,0 л/га, МБП Ризобофїт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т; 18. Панда 6,0 л/га; 19. Панда 6,0 л/га, МБП Ризобофїт 1,0 л/т; 20. Панда 6,0 л/га, РРР Стимпо 0,025 л/т; 21. Панда 6,0 л/га, МБП Ризобофїт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т.

За комплексного використання РРР Стимпо (0,025 л/т) з МБП Ризобофїт (1,0 л/т) маса 1000 зерен нуту перевищувала контроль І на 18%.

Сумісне використання МБП Ризобофїт (1,0 л/т) з РРР Стимпо (0,025 л/т) за наступного внесення гербіциду Панда в нормах 3,0; 4,0 л/га забезпечило максимальне збільшення маси 1000 зерен нуту відносно контролю І – 16 і 46% відповідно. За використання цих же біологічних препаратів на фоні норми гербіциду 5,0 і 6,0 л/га маса 1000 зерен нуту зростала відносно контролю І на 25 і 15%.

Подібну позитивну реакцію нуту стосовно збільшення маси 1000 зерен відмічали у своїх дослідях за дії мікробних препаратів [209], комбінованого внесення добрив та мікробних препаратів [8, 144], дії регуляторів росту рослин [143] й інші науковці.

Важливим показником якості насіння нуту є вміст ньому білку (табл.6.2). Так, за дії гербіциду Панда в нормах 3,0; 4,0; 5,0 та 6,0 л/га вміст

білку в 2015 р. зріс на 10; 26; 14; 14%, за внесення гербіциду в таких же нормах сумісно з регулятором росту Стимпо (0,025 л/т) – на 13; 30; 22; 15% відповідно, а в комбінації з мікробним препаратом Ризобофіт (1,0 л/т) – 17; 30; 15; 17%.

Таблиця 6.2

Вміст білка в зерні нуту сорту Пам'ять залежно від дії гербіциду Панда, РРР Стимпо і МБП Ризобофіт (%)

Гербіцид	Біологічний препарат	2015 р.	2016 р.	2017 р.	В середньому за три роки
Без гербіциду	без біологічних препаратів (контроль I)	18,03	18,60	18,07	17,23
	без біологічних препаратів + ручні прополювання (контроль II)	18,50	18,77	18,20	17,49
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	18,70	19,87	18,03	18,87
	РРР Стимпо 0,025 л/т	18,87	20,77	18,51	19,38
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	20,93	21,43	19,00	20,46
Панда 3,0 л/га	без біологічних препаратів	19,77	21,97	19,20	20,31
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	21,07	23,10	19,53	21,23
	РРР Стимпо 0,025 л/т	20,33	22,67	20,13	21,04
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	21,57	23,40	19,27	21,41
Панда 4,0 л/га	без біологічних препаратів	22,80	24,37	21,10	22,09
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	23,40	24,80	21,73	22,64
	РРР Стимпо 0,025 л/т	23,47	24,17	20,77	22,80
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	25,10	25,23	22,93	23,76
Панда 5,0 л/га	без біологічних препаратів	20,50	22,47	19,07	20,68
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	20,67	22,23	19,90	20,93
	РРР Стимпо 0,025 л/т	22,07	23,03	20,27	21,79
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	24,27	24,37	20,83	23,16
Панда 6,0 л/га	без біологічних препаратів	20,63	21,53	18,13	20,10
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	21,13	21,97	20,97	21,36
	РРР Стимпо 0,025 л/т	20,82	21,43	20,10	20,78
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	22,27	22,80	21,07	21,38
	<i>НІР₀₅</i>	<i>1,54</i>	<i>1,45</i>	<i>1,30</i>	

За дії регулятора росту рослин Стимпо (0,025 л/т) з мікробним препаратом Ризобофіт (1,0 л/т) та внесення по даному фону гербіциду Панда

в нормах 3,0; 4,0; 5,0 та 6,0 л/га зростання вмісту білку до контролю I становило 20; 39; 35 і 24%.

Аналогічна залежність із формуванням вмісту білку спостерігалася і в 2016 та 2017 роках.

У середньому за три роки досліджень у варіантах без використання препаратів (контроль I) вміст білку в зерні нуту склав до 17,23%, у варіанті з ручними прополюваннями (контроль II) – до 17,49%.

За самостійної дії МБП Ризобофіт вміст білка зріс відносно контролю I на 10 та на 8% – відносно контролю II. За дії РРР Стимпо (0,025 л/т) спостерігалось зростання вмісту білку відносно контролів I і II на 12 і 5% відповідно.

У варіантах з сумісним застосуванням МБП Ризобофіт (1,0 л/т) і РРР Стимпо (0,025 л/т) вміст білку в зерні нуту відносно контролів I і II зріс на 19 і 7% відповідно.

За сумісного використання МБП Ризобофіт (1,0 л/т) і РРР Стимпо (0,025 л/т) та внесення гербіциду Панда в нормах 3,0 і 4,0 л/га вміст білку відносно контролю I зріс на 24 і 38%, а за дії гербіциду Панда в нормах 5,0 і 6,0 л/га – на 34 і 24%.

Таким чином, з вищенаведеного експериментального матеріалу можна зробити наступні висновки:

– найвищі показники врожайності і якості зерна нуту формуються у варіанті застосування гербіциду Панда в нормі 4,0 л/га на фоні обробки насіння перед сівбою РРР Стимпо (0,025 л/т) і МБП Ризобофіт (1,0 л/т), де за даного поєднання препаратів врожайність культури зростає на 0,64 т/га за збільшення показника маси 1000 зерен на 97,7 г, вмісту білка – 6,5%;

– порівнюючи врожайність та якісні показники зерна нуту з вимогами ДСТУ 6019:2008, можна констатувати, що в усіх варіантах дослідів показники якості відповідали вимогам стандарту та опису сортових особливостей.

6.2. Економічна та енергетична ефективність застосування препаратів

Вирощування високопродуктивних посівів зернобобових культур є нині досить актуальним завданням. Проте, отримання не тільки якісного зерна культури [9, 12, 200], а й витрата найменшої кількості ресурсів повинна стимулювати науковців до розроблення нових підходів до ведення сільського господарства [2, 209].

Важливим фактором в отриманні високих врожаїв нуту є використання біологічно активних речовин [14], таких як мікробіологічні препарати, регулятори росту рослин [207] та гербіциди [114].

В умовах України симбіотичні мікробіологічні препарати забезпечують підвищення продуктивності бобових культур у середньому на 10–30%, а зростання вмісту протеїну в рослинах – на 20–45% [208]. Підбір ефективних, економічно і енергетично ефективних комбінацій засобів інтегрованого захисту, які б забезпечували формування високого врожаю за максимально можливого зниженого хімічного навантаження на навколишнє природне середовище є першочерговим завданням [70].

В умовах досліду ми визначили рівень виробничих витрат на вирощування зерна нуту залежно від досліджуваних факторів з розрахунку на 1 га (табл. 6.3).

Встановлено, що в порівнянні із контролем I всі інші варіанти досліду мали більші виробничі витрати. Найбільший рівень виробничих витрат спостерігався при внесенні гербіциду Панда 6,0 л/га і комбінації МБП Ризобофит та РРР Стимпо. У цьому випадку рівень виробничих витрат склав 10730 грн. на 1 га, що на 32% більше контрольного варіанту I. Зростання виробничих витрат відбувалося внаслідок збільшення норми внесення гербіциду та комбінації мікробного препарату і регулятора росту рослин.

Таблиця 6.3

Економічна ефективність вирощування нуту за дії гербіциду Панда, РРР Стимпо і МБП Ризобофіт (2015–2017 рр.)

Гербіцид	Біологічний препарат	Урожайність, т/га	Приріст врожаю, т/га	Загальні витрати на вирощування, грн./га	У т. ч. додаткові, грн./га	Вартість валової продукції, грн./га	У т. ч. Додатко-вої, грн./га	Чистий прибуток з 1 га, грн.	Собівартість 1 т продукції, грн.	Рентабельніст ь, %	Додатковий чистий прибуток грн./га	Окупність додаткових витрат, рази
Без гербіциду	без біологічних препаратів (контроль I)	0,93	0	8150	0	13532	0	5382	8763	66	0	0
	без біологічних препаратів + ручні прополювання (контроль II)	1,00	0,07	9170	1020	14550	1019	5380	9170	59	-1	0
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	1,01	0,08	8570	420	14696	1164	6126	8485	71	744	1,8
	РРР Стимпо 0,025 л/т	1,07	0,14	8900	750	15569	2037	6669	8318	75	1287	1,7
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	1,14	0,22	9320	1170	16587	3201	7267	8175	78	2031	1,7
Панда 3,0 л/га	без біологічних препаратів	1,02	0,09	8819	669	14841	1310	6022	8646	68	641	1,0
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	1,06	0,13	9239	1089	15423	1892	6187	8716	67	803	0,7
	РРР Стимпо 0,025 л/т	1,05	0,12	9569	1419	15278	1746	5709	9113	60	327	0,2
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	1,07	0,14	9989	1839	15569	2037	5580	9336	56	198	0,1
Панда 4,0 л/га	без біологічних препаратів	1,15	0,23	9042	892	16733	3347	7691	7863	85	2455	2,8
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	1,42	0,49	9462	1312	20661	7130	11199	6663	118	5818	4,4
	РРР Стимпо 0,025 л/т	1,47	0,54	9792	1642	21389	7857	11597	6661	118	6215	3,8
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	1,57	0,64	10212	2062	22844	9312	12632	6504	124	7250	3,5
Панда 5,0 л/га	без біологічних препаратів	1,02	0,09	9265	1115	14841	1310	5576	9054	60	195	0,2
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	1,05	0,12	9685	1535	15278	1746	5593	9224	58	211	0,1
	РРР Стимпо 0,025 л/т	1,14	0,21	10015	1865	16587	3056	6572	8785	66	1191	0,6
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	1,16	0,23	10435	2285	16878	3347	6443	8996	64	1062	0,5
Панда 6,0 л/га	без біологічних препаратів	1,08	0,15	9488	1338	15714	2183	5926	8785	62	845	0,6
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	1,09	0,16	9908	1758	15860	2328	5952	9090	60	570	0,3
	РРР Стимпо 0,025 л/т	1,18	0,25	10238	2088	17169	3638	6931	8676	68	1550	0,7
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	1,19	0,26	10730	2580	17315	3783	6585	9017	61	1203	0,5

Якщо порівняти рівень виробничих витрат у варіантах досліду із контролем II (без використання препаратів + ручні прополювання), то у варіанті без внесення гербіциду та застосування МБП Ризобофіт і РРР Стимпо спостерігалось їх зменшення на 13%. Це пояснюється тим, що у контролі II застосовувалося ручне прополювання, що збільшувало рівень витрат.

Якщо порівняти витрати у варіантах досліду до контрольних показників із розрахунку на тону продукції, то найменшу виробничу собівартість вдалося отримати за внесення гербіциду Панда 4,0 л/га на фоні дії МБП Ризобофіт (1,0 л/т) і РРР Стимпо (0,025 л/т), де показник складав 6504 за 8763 грн./т у контролі I.

У середньому за 2015–2017 роки залежно від досліджуваних факторів у досліді був отриманий позитивний економічний ефект. Навіть у контрольних варіантах I та II прибуток з розрахунку на один гектар склав відповідно 5382 грн. та 5380 грн. Найкращий результат було відмічено у варіанті із внесенням гербіциду Панда 4,0 л/га у комбінації з МБП Ризобофіт та РРР Стимпо – 12632 грн., що у порівнянні із контролем I більше у 2,3 рази.

Рентабельність виробництва нуту у нашому дослідженні можна визначити як відносний показник прибутковості, що характеризує економічну ефективність. Залежно від досліджуваних факторів рентабельність виробництва нуту мала значні коливання. Найвищий рівень рентабельності в середньому за 2015–2017 рр. був досягнутий під час застосування для обробки перед сівбою насіння нуту РРР Стимпо і МБП Ризобофіт та внесення по даному фоні гербіциду Панда в нормі 4,0 л/га, що складало 124%. Цей же варіант досліду забезпечив одержання найвищого додаткового прибутку на рівні 7250 грн.

Одержані показники найвищої економічної ефективності в даному варіанті досліду узгоджуються з даними формування найвищого приросту врожаю та найвищої фізіолого-біохімічної активності в рослинах, чим обумовлювалось формування врожаю і його якості.

Аналіз енергетичної ефективності застосування гербіциду і РРР в посівах нуту підтверджує позитивний вплив їх на ефективність знищення в посівах бур'янів, величину одержаного врожаю та його якість (табл. 6.4).

Таблиця 6.4

Енергетична ефективність вирощування нуту за дії гербіциду Панда, РРР Стимпо і МБП Ризобофіт (2015–2017 рр.)

Гербіцид	Біологічний препарат	Урожайність, т/га	Валові затрати енергії, мДж/100 га	Валова енергія урожаю, мДж/100 га	Коефіцієнт енергетичної ефективності
Без гербіциду	без біологічних препаратів (контроль I)	0,93	211812	737323	3,48
	без біологічних препаратів + ручні прополювання (контроль II)	1,00	218719	792820	3,62
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	1,01	223323	800748	3,59
	РРР Стимпо 0,025 л/т	1,07	227928	848317	3,72
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	1,14	227928	903815	3,97
Панда 3,0 л/га	без біологічних препаратів	1,02	253253	808676	3,19
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	1,06	276276	840389	3,04
	РРР Стимпо 0,025 л/т	1,05	278578	832461	2,99
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	1,07	299299	848317	2,83
Панда 4,0 л/га	без біологічних препаратів	1,15	257858	911743	3,54
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	1,42	287788	1149589	3,99
	РРР Стимпо 0,025 л/т	1,47	290090	1236799	4,26
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	1,57	290320	1244727	4,29
Панда 5,0 л/га	без біологічних препаратів	1,02	276276	808676	2,93
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	1,05	280881	832461	2,96
	РРР Стимпо 0,025 л/т	1,14	290090	903815	3,12
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	1,16	292392	919671	3,15
Панда 6,0 л/га	без біологічних препаратів	1,08	280881	856246	3,05
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	1,09	290090	864174	2,98
	РРР Стимпо 0,025 л/т	1,18	294694	935528	3,17
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	1,19	296997	943456	3,18

За використання в посівах нуту гербіциду Панда 3,0–6,0 л/га енерговитрати коливались у межах 253253–280881 мДж/100 га, за внесення

гербициду в таких же нормах на фоні використання регулятора росту рослин Стимпо (0,025 л/т) – 278578–294694, а на фоні використання мікробного препарату Ризобофіт (1,0 л/т) – 276276–290090. За комплексного використання регулятора росту рослин Стимпо (0,025 л/т) з мікробним препаратом Ризобофіт (1,0 л/т) та внесення по даному фону гербициду Панда в нормах 3,0; 4,0; 5,0; 6,0 л/га – 299299; 290320; 292392; 296997 мДж/100 га відповідно.

Не дивлячись на високі енергозатрати у варіантах досліду в порівнянні з контролем I, вони окупалися валовою енергією, якої було отримано найбільше за комплексного використання регулятора росту рослин Стимпо (0,025 л/т) з мікробним препаратом Ризобофіт (1,0 л/т) та внесення по даному фону гербициду Панда в нормі 4,0 л/га – 1244727 мДж/100 га за коефіцієнта енергетичної ефективності 4,29.

Таким чином, з вищенаведеного експериментального матеріалу можна зробити наступні висновки:

– застосування гербициду та біологічних препаратів у посівах нуту найкраще себе проявило за комбінованої обробки насіння нуту перед сівбою МБП Ризобофіт (1,0 л/т) з РРР Стимпо (0,025 л/т) за наступного внесення по даному фону гербициду Панда в нормі 4,0 л/га, за такого поєднання препаратів умовно чистий прибуток склав 12632 грн. за собівартості 1 т 6504 грн. та рівня рентабельності 124%;

– застосування даної композиції препаратів у посівах нуту виявилось найбільш енергетично вигідним, оскільки валова енергія врожаю в порівнянні з контролем I зросла на 507404 мДж за коефіцієнта енергетичної ефективності 4,29.

Матеріали розділу 6 опубліковано та апробовано в працях

[215, 217 219, 220]:

1. Карпенко В. П., Коробко О. О. Елементи біологізованої технології вирощування нуту. Черкаси: Видавництво «Брама-Україна». 2019. 24 с.

2.Коробко О. О. Агроекологічне обґрунтування використання гербіцидів та регуляторів росту в посівах нуту. Зб. наук. праць Міжн. наук.-практ. конф., "Актуальні питання сучасних технологій вирощування сільськогосподарських культур в умовах змін клімату" ПДТУ (м. Кам'янець-подільський. 15–16 червня 2017 р.). Тернопіль: Крок. 2017. С. 105–107.

3.Карпенко В. П., Коробко О. О. Продуктивність нуту за впливу гербіциду і біологічних препаратів. Вісник Уманського національного університету садівництва. Умань. 2018. №2. С. 64–67.

4.Карпенко В. П., Коробко О. О. Формування продуктивності нуту за дії гербіциду, регулятора росту рослин і мікробного препарату. Зб. наук. праць Всеукраїнської наук. конф. молодих учених, ЧНУ ім. Б. Хмельницького. "Актуальні проблеми природничих і гуманітарних наук у дослідженнях молодих вчених" (м. Черкаси, 16 травня 2019 р.) Черкаси. 2019. С. 145–146.

ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі наведено нове вирішення наукового завдання, що полягає у біологічному обґрунтуванні застосування в посівах нуту різних норм гербіциду Панда окремо і в комплексі із біологічними препаратами – регулятором росту рослин Стимпо та мікробним препаратом Ризобофит.

1. Встановлено, що активність ферментів класу оксидоредуктаз – каталази, пероксидази і поліфенолоксидази, як важливих складових антиоксидантної системи нуту, варіювала залежно від погодних умов, фаз розвитку культури та використання різних норм гербіциду Панда окремо і в поєднанні з біологічними препаратами: за обробки перед сівбою насіння нуту сумішшю регулятора росту рослин Стимпо (0,025 л/т) і мікробного препарату Ризобофит (1,0 л/т) активність ферментів залежно від фаз розвитку культури зростала в середньому на 3–15%; за внесення по даному фону гербіциду Панда (3,0–6,0 л/га) – 3–55%; найвищі показники активності каталази, пероксидази і поліфенолоксидази були відмічені за дії гербіциду Панда 4,0 л/га на фоні використання комплексу біологічних препаратів (перевищення до контролю I складало в середньому 18–55%), що обумовлювалось інтенсифікацією рослинно-мікробної взаємодії, результатом якої стало покращення умов живлення та проходження обмінних процесів у рослинах.

2. З'ясовано, що за підвищених норм застосування гербіциду Панда (5,0; 6,0 л/га), незалежно від поєднання з біологічними препаратами, у листках нуту простежувалось зниження вмісту хлорофілів *a* і *b* та їх суми, що може бути наслідком гальмування їх синтезу під впливом гербіцидного агента. За комплексного використання у посівах нуту регулятора росту рослин Стимпо, мікробного препарату Ризобофит і гербіциду Панда (3,0; 4,0 л/га) вміст суми хлорофілів *a* і *b* у середньому за фазами розвитку культури зростав на 11–14%, що обумовлювалось за даного поєднання препаратів найбільшою активізацією проходження в рослинах фізіолого-біохімічних процесів, у тому числі й фотосинтетичних.

3. Досліджено, що за комплексного використання гербіциду (Панда 3,0–6,0 л/га) з регулятором росту рослин Стимпо (0,025 л/т) і мікробним препаратом Ризобофіт (1,0 л/т) у посівах нуту в порівнянні з варіантами самотійного використання гербіциду активізувалися ростові процеси, що проявлялось у формуванні більшої площі листкового апарату, висоти і надземної біомаси рослин, зокрема, за дії Панди 4,0 л/га в комплексі з біологічними препаратами вищезазначені показники в середньому зростали на 20–88%.

4. Встановлено, що найвищі показники чистої продуктивності фотосинтезу формувалися за використання у посівах нуту гербіциду Панда в нормі 4,0 л/га на фоні обробки насіння перед сівбою регулятором росту рослин Стимпо (0,025 л/т) і мікробним препаратом Ризобофіт (1,0 л/т), де в середньому за міжфазний період п'яти листків культури – утворення бобів, даний показник зростав на 65%. Починаючи з норми внесення гербіциду 5,0 л/га та при 6,0 л/га, спостерігалось зниження чистої продуктивності фотосинтезу посівів нуту, що обумовлювалось пригнічувальним впливом зазначених норм гербіциду на проходження в рослинах фізіолого-біохімічних процесів, якими визначається стійкість рослинного організму до умов зростання.

5. Узагальнення даних дисперсійного аналізу показало, що активність в рослинах ферментів класу оксидоредуктаз, накопичення хлорофілу та чиста продуктивність фотосинтезу на 23–75% залежали від дії гербіциду (фактор А), 12–19% – біологічних препаратів (фактор В), взаємодія (АВ) складала від 2–24%, водночас ростові процеси (площа листків, висота, надземна біомаса) – 33–56; 12–19; 23–29% відповідно. Між показниками формування площі листкового апарату, чистої продуктивності фотосинтезу і урожайністю встановлено кореляційні зв'язки (r) на рівні 0,48–0,51.

6. Застосування гербіциду Панда (4,0 л/га) на фоні обробки перед сівбою насіння нуту сумішшю регулятора росту рослин Стимпо і мікробного препарату Ризобофіт активізувало формування симбіотичної системи *Cicer*

arietinum L. – *Mesorhizobium ciceri*, що супроводжувалося збільшенням кількості і маси бульбочок на кореневій системі нуту у 5,6 і 3,2 рази. Зменшення кількості і маси бульбочок на кореневій системі нуту простежувалось за дії гербіциду в нормах 5,0 і 6,0 л/га, що може бути обумовлено як пригнічувальною дією даних норм гербіциду на проходження метаболічних процесів у рослинах, так і безпосередньою негативною дією даного хімічного агента на азотфіксувальні мікроорганізми *Mesorhizobium ciceri*.

7. Встановлено, що за оптимального формування бобово-ризобіальної системи *Mesorhizobium ciceri*, яке простежувалось за сумісної обробки насіння нуту перед сівбою Ризобофітом (1,0 л/т) і Стимпо (0,025 л/т) та за наступного посходового внесення гербіциду Панда в нормі 4,0 л/га, в ґрунті значно зростала загальна чисельність бактерій, у тому числі на 45–100% целюлозолітичних, амоніфікувальних та нітрифікувальних, за коефіцієнта кореляції між узагальненими показниками чисельності мікробіоти та урожайністю 0,33–0,42.

8. Досліджено, що внесення ґрунтового гербіциду Панда було ефективним у знищенні переважної більшості видів бур'янів у посівах нуту, проте дія препарату підвищувалась на фоні використання регулятора росту рослин Стимпо і мікробного препарату Ризобофіт (частка знищених бур'янів за кількістю і масою в середньому складала 75–96%), що є наслідком зростання конкурентної здатності культури.

9. Виявлено, що найвищу врожайність посіви нуту формували за передпосівної обробки насіння сумішшю препаратів Стимпо (0,025 л/т) і Ризобофіт (1,0 л/т) із наступним застосуванням по даному фоні гербіциду Панда в нормі 4,0 л/га, де перевищення до контролю складало 0,64 т/га за зростання маси 1000 зерен на 98%, вмісту білка – 7%.

10. Доведено, що найбільш економічно вигідним є застосування передпосівної обробки насіння нуту сумішшю біологічних препаратів Ризобофіт (1,0 л/т) і Стимпо (0,025 л/т) з наступним внесенням по

зазначеному фону гербіциду Панда в нормі 4,0 л/га, що забезпечило одержання умовно чистого прибутку на рівні 12632 грн. за рентабельності 124% і коефіцієнта енергетичної ефективності – 4,29.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

З метою активізації проходження біологічних процесів і підвищення продуктивності посівів нуту в умовах Правобережного Лісостепу України його насіння перед сівбою доцільно обробляти сумішшю мікробного препарату на основі симбіотичних бактерій *Mesorhizobium ciceri* з титром життєздатних клітин не менше $4,0 \cdot 10^9$ КУО/мл (Ризобофіт, р.; аналог Ризоактив Бобові марка Р, р.) у нормі 1,0 л/т, регулятора росту рослин Стимпо, в. с. р. у нормі 0,025 л/т та вносити по зазначеному фону для боротьби з бур'янами гербіцид Панда к. е. у нормі 4,0 л/га.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Концепція збалансованого (сталого) розвитку агроєкосистем в Україні на період до 2025 року, затверджена Наказом Міністерства аграрної політики України від 20.08.2003 р. №280 [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.zakon.rada.gov.ua>.

2. Каленська С. М., Єрмакова Л. М., Паламарчук В. Д. та ін. Системи сучасних інтенсивних технологій у рослинництві. Вінниця: Рогальська І. О., 2015. 448 с.

3. Вишнякова М. А. Генофонд зернобобових культур и адаптивная селекция как фактор биологизации и экологизации растениеводства. Сельскохозяйственная біологія. 2008. №3. С. 3–23.

4. Вишнякова М. А. Перспективы использования генетических ресурсов зернобобовых в современной системе сельскохозяйственного природопользования. Научно-производственный журнал "Зернобобовые и крупяные культуры". 2012. №3. С. 25–29.

5. Частная физиология полевых культур. Под ред. Е. И. Кошкина. М.: Колос, 2005. 344 с.

6. Січкач В. І. Сучасний стан і перспективи вирощування зернобобових культур на нашій планеті. "2016: Зернобобові культури та соя для сталого розвитку аграрного виробництва України". Матеріали Міжнародної наукової конференції. Вінниця: Діло, 2016. С.14–15.

7. Бушулян О. В. Селекція нуту: результати та перспективи. Збірник наукових праць Селекційно-генетичного інституту Національного центру насіннізнавства та сортовивчення. 2014. Вип. 23. С. 43–49. Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Znpsgi_2014_23_7.

8. Каленська С. М., Нетупська І. Т., Новицька Н. В. Формування врожаю нуту під впливом елементів технології вирощування. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2012. №2. С. 21–25.

9. Бушулян О. В., Січкач В. І. Нут. Генетика, селекція, насінництво, технологія вирощування. Одеса: СГІ-НЦНС, 2009. 246 с.

10. Бушулян О. В., Січкарь В. І., Бабаянц О. В. Інтегрована система захисту нуту від бур'янів, шкідників і хвороб. Одеса: СГІ-НЦНС, 2012. 24 с.
11. Скитський В. Ю., Герасимова Ю. І. Аналіз колекції нуту для використання на підвищення технологічності при вирощуванні. Генетичні ресурси рослин. 2010. №8. С. 40–45.
12. Карпенко В. П., Грицаєнко З. М., Притуляк Р. М. Біологічні основи інтегрованої дії гербіцидів і регуляторів росту рослин. Умань, 2012. 357 с.
13. Рябчинская Т. А., Бобрешова И. Ю., Харченко Г. Л., Саранцева Н. А. Снижение гербицидного стресса на сахарной свекле при использовании биостимулятора Стимунол ЕФ. Сахарная свекла. 2015. №4. С. 24–27.
14. Павленко В. П., Петров Н. Ю., Мельникова А. В. Технологии и средства возделывания нута. Волгоград: Волгоградская государственная сельскохозяйственная академия, 2003. 160 с.
15. Новожилов К. В. Некоторые направления экологизации защиты растений. Защита и карантин растений. 2003. №8. С. 14–17.
16. Шакирова Ф. М. Неспецифическая устойчивость растений к стрессовым факторам и ее регуляция. Уфа: Гилем, 2001. 160 с.
17. Шарипова Г. Ф., Хабибуллин Ф. Х. Особенности формирования урожая травостоев люцерны. Сб. "Научное обеспечение устойчивого ведения сельскохозяйственного производства в условиях глобального изменения климата": Материалы Международной научно-практической конференции. Казань: Фолиантъ, 2010. С. 862–866.
18. Foyer Ch. H and Noctor G. Ascorbate and glutathione: The heart of the redox hub1. *Plant Physiology*. 2011. Vol. 155. P. 2–18.
19. Poljsak B. Strategies for reducing or preventing the generation of oxidative stress. *Oxidative medicine and cellular longevity*. Hindawi Pub. Corp. 2011. Vol. 2011. P. 1–15.
20. Полесская О. Г. Растительная клетка и активные формы кислорода. Под ред. И. П. Ермакова. М.: КДУ. 2007. 140 с.

21. Бараненко В. В. Супероксиддисмутаза в клетках растений. Цитология. 2006. Т. 48. С. 465–473.
22. Мерзляк М. Н. Активированный кислород и жизнедеятельность растений. Образовательный журнал. 1999. №9. С. 20–26.
23. Колупаев Ю. Е. Активные формы кислорода в растениях при действии стрессоров: образовании возможные функции. Вестн. Харьковского нац. аграрн. ун-та. Сер. Биология. 2007. Вып. 3. С. 6–26.
24. Лукаткин А. С. Холодовое повреждение теплолюбивых растений и окислительный стресс. Саранск: Изд-во Мордовского ун-та, 2002. 208 с.
25. Радюкина, Н. Л. Функционирование компонентов антиоксидантной системы дикорастущих видов растений при кратковременном действии стрессоров: диссертация доктора биологических наук: 03.01.05. Москва, 2015. 206 с.
26. Радюкина Н. Л., Шашукова А. В., Шевякова Н. И., Кузнецов Вл. В. Участие пролина в системе антиоксидантной защиты у шалфея при действии NaCl и параквата. Физиология растений. 2008. Т. 55. №5. С. 721–730.
27. Ваел Исмаил Мохаммед Тоайма. Действие UV-B облучения на антиоксидантную систему лекарственных растений: диссертация кандидата биологических наук: 03.01.05. Москва, 2010. 105 с.
28. Scandalios J. G. Oxidative stress: Molecular perception and transduction of signals triggering antioxidant gene defenses. Braz. J. Med. And Biol. Res. 2005. №38. P. 995–1014.
29. Ладонин В., Пронина Н. Влияние 2,4-Д на оксидазную и пероксидазную активность в листьях ячменя и гороха. Физиология и биохимия культурных растений. 1977. Т. 9. №3. С. 249–253.
30. Карпенко В. П., Притуляк Р. М., Чернега А. О. Розробка елементів біологізованих технологій вирощування сільськогосподарських культур з використанням регуляторів росту рослин і гербіцидів. За ред. В. П. Карпенка. Умань. Видавець „Сочінський”. 2016. 357 с.

31. Кошкин, Е. И. Физиология устойчивости сельскохозяйственных культур. М.: Дрофа. 2010. 639 с.
32. Косаковская И. В. Стрессовые белки растений. Киев: Институт ботаники им. Н. Г. Холодного. 2008. 151 с.
33. Косаківська І. В., Гудкова Н. В. Нові уявлення про структуру та функції стресових білків. Укр. ботан. журн. 2002. №1. С. 72–74.
34. Косаківська І. В. Фізіолого-біохімічні основи адаптації рослин до стресів. К.: Сталь. 2003. 191 с.
35. Долженко В. И., Новожилов К. В., Сухорученко Г. И., Тютюрев С. Л. Химическая защита растений в фитосанитарном оздоровлении агроэкосистем. Вестник защиты растений. 2011. №3. С. 3–12.
36. Тюхтенева З. И., Бадовская Л. А. Инновационные регуляторы роста растений ряда бутанамидов в сельском хозяйстве. Научные труды КубГТУ. 2017. №7. С. 507–514.
37. Карпенко В. П., Притуляк Р. М., Чернега А. О. Активність окремих антиоксидантних ферментів класу оксидоредуктаз за дії гербіциду Калібр 75 і регулятора росту рослин Біолан. Збірник наукових праць Уманського НУС. 2013. №83. С. 19–25.
38. Білоножко В. Я., Карпенко В. П., Полторецький С. П., Притуляк Р. М. Фізіолого-біохімічні процеси в рослинах ячменю ярого за роздільного та інтегрованого застосування гербіцидів і регуляторів росту рослин. Вісник Полт. держ. аграрн. академії. 2012. №2. С. 7–13.
39. Заболотний О. І., Леонтюк І. Б., Голодрига О. В., Заболотна О. В. Фотосинтетична продуктивність кукурудзи при застосуванні гербіциду Трофі 90. Вісн. Уман. нац. ун-ту садівництва. Умань. 2014. Вип. 2. С. 85–90.
40. Сорокіна С. І. Вибірні фітотоксичність гербіцидів при їх комплексному застосуванні в посівах сої: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. біол. наук: 03.00.12. Інститут фізіології рослин і генетики НАН України. Київ, 2014. 20 с.

41. Леонтьук І. Б. Ефективність гербіцидів та їх сумісного застосування з біостимуляторами росту на посівах озимої пшениці Правобережного Лісостепу України: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук: спец. 06.01.01. Землеробство. К.: 2001. 16 с.

42. Тарасенко В. И. Совершенствование мер борьбы с сорной растительностью в посевах яровой пшеницы в степной зоне Северного Казахстана: Автореф. дис.канд. с.-х. наук. Алматы, 1994. 27 с.

43. Мурзагалиев А. К. Влияние антидотов на селективность гербицидов. Защита и карантин растений. 2007. №12. С. 24.

44. Иванченко Т. В., Резанова Г. И., Игольникова И. С. Роль физиологически активных веществ в интегрированной системе защиты растений. Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2015. №1(37). С. 76–80.

45. Прусакова Л. Д., Малеванная Н. Н., Белопунов С. Л. и др. Регуляторы роста растений с антистрессовыми и иммунопротекторными свойствами. 2005. №11. С. 76–86.

46. Злотников А. К. Разработка и комплексная характеристика полифункционального препарата альбит для защиты растений от болезней и стрессов: автореферат дис. доктора сельскохозяйственных наук: 06.01.07. Воронеж. 2012. 46 с.

47. Рябчинска Т. А., Бобрешова И. Ю., Саранцева Н. А., Ворнику З. Н. Регуляторы роста растений на основе сигнальных веществ. Збірник центру наукових публікацій "Велес": Матеріалами Міжнародної науково-практичної конференції "Зимові наукові читання". К.: Центр наукових публікацій, 2016. С. 140–144.

48. Яблонская Е. К., Котляров В.В., Федулов Ю. П. Антидоты гербицидов сельскохозяйственных культур. Научный журнал КубГАУ. 2013. №94(10). С. 165–170.

49. Соколов Ю. А. Элиситоры и их применение. Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. 2014. №4. С.109–121.

50. Соколов, Ю. А. Элиситоры и их применение в растениеводстве. Беларуская навука. Минск, 2016. 201 с.

51. Вінниченко О. М., Василюк О. М. Вплив біологічно активних речовин на активність каталази в культурфіто-ценозах різних генотипів кукурудзи на фоні дії гербіцидів. Вісн. Дніпропетр. унів. Біологія. Екологія. 2006. №3. С 38–43.

52. Денисов Е. П., Денисов К. Е., Молчанова Н. П., Сералиев З. С., Полетаев И. С. Роль антистрессовых биостимуляторов при применении гербицидов на яровой пшенице. Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н. И. Вавилова. 2013. №09. С.8–12

53. Чупахина Г. Н., Масленников П. В., Скрыпник Л. Н. Природные антиоксиданты (экологический аспект): монография. Калининград, 2011. 111 с.

54. Сергеев В. С., Гильманов Р. Г. Антистрессовая высокоурожайная технология (АВЗ) на посевах яровой пшеницы. Достижения науки и техники АПК. 2013. №10. С. 19–22.

55. Грицаєнко З. М., Карпенко В. П. Бакові суміші гербіцидів з регуляторами росту – ефективний засіб підвищення продуктивності зернових культур. Пропозиція. 2003. №3. С. 69.

56. Литвин Л., Закалик Г., Цвілинюк О. Вміст фотосинтетичних пігментів і цукрів у рослинах пшениці за дії агростимуліну. Тези II Міжн. конф. [«Онтогенез рослин у природньому та трансформованому середовищі. Фізіолого-біохімічні та екологічні аспекти»], (Львів, 18–21 серпня 2004 р.). Львів. Вид-во «Сполом», 2004. С. 113.

57. Розборська Л. В. Вплив сумісного застосування гербіциду Естерону та біостимулятора росту на вміст хлорофілу в листках пшениці озимої. Матеріали Всеукраїнської наукової конференції молодих вчених. Умань, 2011. С. 103–104.

58. Грицаєнко З. М., Заболотний О. І. Вплив гербіциду Тітус 25 і регулятора росту Зеастимулін при різних способах застосування на

фотосинтетичні процеси кукурудзи. Зб. наук. пр. Уманського НУС «Основи біологічного рослинництва в сучасному землеробстві». Умань, 2011. Вип. 75. С. 62–65.

59. Вакуленко В. О., Кобрин І. М., Пида С. В. Фотосинтетичні процеси у рослинах білого та жовтого люпину за дії регуляторів росту Агростимулін та Емістим С. Біологічні дослідження. 2017. С. 22–24.

60. Притуляк Р. М. Фотосинтетична продуктивність посівів озимого тритикале за дії гербіцидів Пріми і Пуми супер, внесених роздільно і в бакових сумішах з регулятором росту рослин Біоланом. Науково-теоритичний фаховий журнал "Вісник аграрної науки Причорномор'я". Миколаїв, 2008. Вип. 3(46). С. 185–192.

61. Гущина В. А., Володькин А. А. Биопрепараты и регуляторы роста в ресурсосберегающем земледелии. Пенза : РИО ПГСХА, 2016. 206 с.

62. Иутинская Г. А., Пономаренко С. П., Андреюк Е. И., и др. Биорегуляция микробно-растительных систем: Монография. Под общей ред. Г. А. Иутинской, С. П. Пономаренко. К.: Ничлава, 2010. 464 с.

63. Степанова З. П. Влияние триазинов на микрофлору светло-каштановых почв. Вест. с.-х. науки. 1967. №2. С. 42–43.

64. Смирнова В. И., Третьяков Н. И. Влияние гербицидов на микрофлору ризосферы кукурузы и биологическую активность почвы. Химия в сельском хозяйстве. 1965. №1. С. 52–56.

65. Карпова Г. А., Зюзина Е. Н. Эффективность использования регуляторов роста и бактериальных препаратов на яровой пшенице. Зерновое хозяйство. 2007. №5. С. 16–18.

66. Голодрига О. В., Леонтюк І. Б., Розборська Л. В., Заболотний О. І. Продуктивність сої за застосування гербіциду Десілет на фоні обробки насіння регулятором росту рослин Біолан і бактеріальним препаратом Ризобофіт. Зб. наук. пр. Уманського НУС. 2016. №89. С. 143–151.

67. Трофимова Т. Ф. Влияние бактериальных препаратов и стимуляторов роста на продуктивность сои в условиях Кузнецкой Лесостепи.

Автореф. дис. на соиск. уч. степ. канд. с.-х. наук. спец: 06.01.01 «Общее земледелие». Новосибирск, 2012. 17 с.

68. Григор'єва О. М. Продуктивність сої залежно від агротехнічних заходів її вирощування в умовах Північного степу України. Наукові праці інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків. 2004. Вип. 21. С. 115–121.

69. Карпенко В. П. Залежність вмісту білка та фізичних показників якості зерна ячменю ярого від використання різних норм гербіциду Лінтуру окремо й сумісно з біопрепаратом АГАТ-25К. Корми і кормовиробництво: Міжн. тем. наук. зб. Вінниця, 2008. Вип. 62. С. 250–257.

70. Серекпаев Н. А., Стыбаев Г. Ж., Ансабаева А. С. Биоэнергетическая оценка влияния биостимулятора роста и минерального удобрения на урожайность нута в степной зоне Акмолинской области. Омск, 2016. С. 24–28.

71. Erdal Elkoca, Faik Kantar, Sahin Fikrettin. Influence of Nitrogen Fixing and Phosphorus Solubilizing Bacteria on the Nodulation, Plant Growth, and Yield of Chickpea. *Journal of Plant Nutrition*. 2008. 31. 157–171. URL: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/01904160701742097> (дата звернення: 20.07.2018).

72. Нецветаев В. П., Правдин И. В., Петренко А. В. Урожайность сортов нута при использовании микробиологических препаратов. *Достижения науки и техники АПК*. 2016, Т.30. №1. С. 37–39. URL: <https://cyberleninka.ru/article/v/urozhaynost-sortov-nuta-pri-ispolzovanii-mikrobiologicheskikh-preparatov>.

73. Serekpayev N, Popov V, Stybayev G, Nogayev A, Ansabayeva A. Agroecological Aspects of Chickpea Growing in the Dry Steppe Zone of Akmola Region, Northern Kazakhstan. *Biotech Res Asia* 2016. №13(3). P. 1341–1351.

74. Singh, G., Ram, H., Aggarwal, N. & Turner N. Irrigation of chickpea (*Cicer arietinum* L.) increases yield but not water productivity. *Experimental Agriculture*. 2016. №52(1). P. 3917–3930.

75. Бочевар О. В., Сидоренко Ю. Я., Ильенко О. В., Остапенко М. А., Остапенко С. М. Вплив агротехнічних заходів вирощування на врожайність зерна нуту. Таврійський науковий вісник. 2013. №85 С. 15–19.

76. Комок М. С., Пирог А. В., Волкогон В. В. Оптимизация содержания физиологически активных веществ в инокулянте для зернобобовых культур. Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2014. №7(117). С. 21–26.

77. Каладжян Н. Л. Образование физиологически активных веществ клубеньковыми бактериями и их влияние на высшие растения : автореферат дис. кандидата биологических наук. Ереван: отделение биологических наук АН Армянской ССР, 1970. 36 с.

78. Акимова Г. П., Соколова М. Г., Верхотуров В. В., Белопухов С. Л. Гормональный статус растений гороха при инфицировании бактериями *Rhizobium leguminosa* Rum. Известия ТСХА. 2014. Выпуск 2. С. 50–56.

79. Волобуева О. Г. Симбиотическая азотфиксация как фактор экологической безопасности и плодородия почвы. Вестник РУДН, серия Экология и безопасность жизнедеятельности. 2011. №1. С. 53–60.

80. Мишустин Е. Н., Шильникова В. К. Клубеньковые бактерии и инокуляционный процесс. М.: Наука, 1973. 288 с.

81. Почвенная микробиология. Под ред. Д. И. Никитина. М.: Колос, 1979. 316 с.

82. Посыпанов Г. С. Методические аспекты изучения симбиотического аппарата бобовых культур в полевых условиях. Известия ТСХА. 1983. №5. С. 17–26.

83. Логоша О. В., Воробей Ю. О., Романова І. М., Усманова Т. О., Бушулян О. В. Новий штам *Mesorhizobium sp.* 1 та його вплив на структурні показники врожаю нуту сорту Скарб. Сільськогосподарська мікробіологія. 2018. Вип. 27. С. 40–44. Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/smik_2018_27_8.

84. Jarvis B. D. W., Berkum P. Van, Chenet W. X. al. Transfer of *Rhizobium loti*, *Rhizobium huakuii*, *Rhizobium ciceri*, *Rhizobium mediterraneum* and *Rhizobium tianshanense* to *Mesorhizobium* gen. nov. International Journal of Systematic Bacteriology. 1997. Vol. 47. №3. P. 895–898. <https://doi.org/10.1099/00207713-47-3-895>.

85. Столяров О. В., Федотов В. А., Демченко Н. И. Нут (*Cicerarietinum* L.) Воронеж : Изд-во Воронеж. гос. ун-та (ВГУ), 2004. 255 с.

86. Глянько А. К., Ищенко А. А., Филинова Н. В. Бобово-ризобиальный симбиоз: некоторые современные знания. Вісник Харківського національного аграрного університету. 2017. Вип. 3 (42). С. 6–22.

87. Кретович В. Л. Биохимия усвоения азота воздуха растениями. М.: Наука, 1997. 486 с.

88. Тихонович И. А., Борисов А. Ю., Васильчиков А. Г. и др. Специфичность микробиологических препаратов для бобовых культур и особенности их производства Научно-производственный журнал "Зернобобовые и крупяные культуры". 2012. №3. С. 11–17.

89. Коць С. Я. Сучасний стан досліджень біологічної фіксації азоту. Физиология и биохимия культ. растений. 2011. Т. 43. №3. С. 212–225.

90. Стамбульська У. Я., Луца В. І. Вплив бактерій роду *Rhizobium* на концентрацію пігментів і крохмалю у рослинах гороху. Мікробіологія і біотехнологія. 2008. №3(4). С. 89–94.

91. Патыка В. П., Толкачев Н. З., Бутвина О. Ю. Основные направления оптимизации симбиотической азотфиксации в современном земледелии Украины. Физиология и биохимия культ. растений. 2005. 37. №5. С. 384–393.

92. Шотт П. Р. Фиксация атмосферного азота в однолетних агроценозах. Барнаул: Азбука. 2007. 170 с.

93. Бонарцева Г. А., Мышкина В. Л., Мишустин Е. Н. Окисление водорода разными по активности штаммами клубеньковых бактерий. Известия АН СССР. Сер. биол. 1983. №4. С. 553–558.

94. Алексеев О. О. Вплив екологічних факторів на розвиток і продуктивність бобово-ризобіального симбіозу. Сільське господарство та лісівництво. Екологія та охорона навколишнього середовища. 2016. №4. С. 187–196.

95. Конончук О. Б., Пида С. В., Пономаренко С. П. Ростові процеси та бобово-ризобіальний симбіоз сої культурної за передпосівної обробки насіння рістрегуляторами Регоплант і Стимпо. Агробіологія: Зб. наук. праць, Білоцер. нац. аграр. ун-т. 2012. Вип. 9(96). С. 103–107.

96. Маменко П. Н., Прядкина Г. А., Коць С. Я., Стасик О. О. Влияние одновременной инокуляции и предпосевной обработки семян комплексом хелатированных микроэлементов нового поколения на азотфиксацию и урожай сои. Труды БГУ. 2013. Том 8. Часть 2. С. 102–105.

97. Доросинский Л. М. Взаимоотношения клубеньковых бактерий с бобовыми растениями: Автореферат дис. доктора биологических наук. М.: Институт микробиологии Академии Наук СССР, 1967. 60 с.

98. Дозоров А. В., Кости О. В. Оптимизация продукционного процесса гороха и сои в лесостепи Поволжья. Ульяновск, ГСХА, 2003. 166 с.

99. Шпаар Д. Зернобобовые культуры: учебно-практическое руководство по выращиванию зернобобовых культур. Минск: "ФУА информ", 2000. 264 с.

100. Тихонович И. А., Завалин А. А. Перспективы использования азотфиксирующих и фитостимулирующих микроорганизмов для повышения эффективности агропромышленного комплекса и улучшения агроэкологической ситуации. Плодородие. 2016. №5. С. 28–32.

101. Крутило Д. В. RFLP-аналіз бульбочкових бактерій виду *Bradyrhizobium japonicum*, поширених в агроценозах України. Мікробіологія і біотехнологія. 2017. №4. С. 32–44.

102. Гукова М. М. Зависимость симбиотического усвоения азота бобовыми растениями от температуры. Известия АН СССР "Знание", серия биолог. 1962. №6. С. 832–840.

103. Новикова Т. И. Структурно-функциональные особенности бобово-ризобиального симбиоза: автореферат дис. доктора биологических наук: 03.00.05, 03.00.12. Центр. сиб. ботан. сад СО РАН. Новосибирск. 32 с.

104. Донская М. В., Наумкина Т. С., Суворова Г. Н., Васильчиков А. Г., Глазков А. В., Наумкин В. В. Использование микробиологических препаратов для повышения эффективности симбиотических систем нута. Зернобобовые и крупяные культуры. Орел: ГНУ ВНИИЗБК, 2013. №3(7). С. 37–42 .

105. Дідур І. М., Темченко М. О. Вплив інокулянтів та мікродобрив на густоту стояння та висоту рослин нуту. Сільське господарство та лісівництво. Напрями і ефективність виробництва рослинницької продукції. 2017. №6 (Том 1). С. 14–21.

106. Лісовий М. М., Пархоменко О. Л., Дідович С. В., Пархоменко Т. Ю., Чайка В. М. Розробка системи комплексного застосування мікробних препаратів в агротехнології вирощування нуту. Сільськогосподарська мікробіологія. 2010. Вип. 11. С. 90–101.

107. Каленська С. М. Щербакова О. М., Гончар Л. М. Асиміляційна діяльність посівів нуту залежно від сортових особливостей та передпосівної обробки насіння. Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: Агронія і біологія. 2014. Вип. 9. С. 110–113.

108. Січкарь В. Пестициди та азотфіксація зернобобових культур. Спецвипуск ж. Пропозиція. Сучасні агротехнології із застосування біопрепаратів та регуляторів росту. 2015. С. 32–34

109. Карпенко В. П., Притуляк Р. М., Івасюк Ю. І. Біологічна активність ґрунту в агроценозі сої за роздільного та інтегрованого застосування гербіциду і біологічних препаратів. Наукові доповіді НУБіП України. Київ, 2016. № 62(вересень). Режим доступу: <http://journals.nubip.edu.ua>.

110. Грицаєнко З. М., Івасюк Ю. І. Анатомічна будова рослин сої за інтегрованого застосування гербіциду із рістстимулювальними препаратами.

Вісник Уманського національного університету садівництва. 2014. №2. С. 80–85.

111. Хворова Л. А., Топаж А. Г., Абрамова А. В., Неупокоева К. Г. Подходы к описанию симбиотической азотфиксации. Часть 1. Анализ и выделение перечня факторов с оценкой их приоритетности. Известия АлтГУ, 2015. №1/1(85). С. 187–192.

112. Гурьев Г. П. К вопросу о симбиотической азотфиксации у гороха в условиях Орловской области. Научно-производственный журнал "Зернобобовые и крупяные культуры". 2012. №2. С. 66–71.

113. Липчанская Р. А., Балашов А. В., Нечаев А. В. В поисках гербицида для прополки нута. Защита и карантин растений. 2007. №6. С. 33–35.

114. Гутянський Р., Ільченко Н., Шелякіна Т., Посилаєва О. Урожайність і якість насіння гороху, нуту, сої за впливу забур'яненості, інокуляції та гербіциду. Селекція і насінництво. 2018. №113. С. 179–188.

115. Штундук, Д. А., Дерегин, С. С., Автаев, Р. А., Азизов, З. М. и др. Применение гербицидов на нуте. 2017. URL: <http://portal.bgsha.ru/upload/iblock/491/14873141970.pdf>.

116. Деревягин С. С., Автаев Р. А., Бекетова Г. А., и др. Использование гербицидов на посевах нута. Устойчивое развитие мирового сельского хозяйства: Сб. материалов Международной научно-практической конференции. Саратов: Издательство Саратовского государственного аграрного университета им. Н. И. Вавилова, 2017. С. 44–46.

117. Балашов А. В. Особенности селекции, семеноводства и технологии возделывания сортов нута, адаптированных к засушливым условиям Нижнего Поволжья: дис. д-ра с.-х. наук. Волгоград, 2011. 414 с.

118. Гутянський Р. А., Панкова О. В., Фесенко А. М., Безпалько В. В. Грамініциди в посівах нуту. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2017. №1–2. С. 27–29.

119. Задорожний В. С., Карасевич В. В., Мовчан І. В., Колодій С. В. Шкідливість бур'янів та їх контролювання в посівах нуту в умовах

Правобережного Лісостепу України. Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків: зб. наук. праць. К.: ФОП Корзун Д. Ю. 2014. Вип. 20. С. 31–37.

120. Павленко В. Н. Проблемы и перспективы повышения урожайности и потребительских свойств зернобобовых культур. Сб. материалов научно-практ. конф. ВГСХА. Волгоград, 2008. С. 212–214.

121. Дворянкин Е. А. Взаимное влияние стимуляторов роста и гербицидов. Сахарная свекла. 2003. №8. С. 21–22.

122. Шумік С. А., Таран Н. Ю., Драга М. В. та ін. Вивчення особливостей дії регуляторів росту на адаптивні властивості зернових культур, Регулятори росту рослин у землеробстві. Зб. наук. пр. К. 1998. С. 40–44.

123. Finkel T., Holbrook J. Oxidants, oxidative stress and the biology of ageing. Nature. 2000. V. 480. P. 239–247.

124. Okon Y., Itzigsohn R., Burdman S., Hanel M. Advanced in agronomy and ecologi of the Azospirillum. Nitrogen Fixation: Fundamentals and Applications. 1995. P. 635–640.

125. Лукаткин А. С. Окислительный стресс как универсальное звено действия неблагоприятных факторов сред на растительный организм. Мат. межд. конф. «Современная физиология растений: от молекул до экосистем». Сыктывкар, 2007. Ч. 2. С. 17.

126. Алёнин П. Г., Кшникаткина А. Н., Зеленцов И. А. Применение биорегуляторов в технологии возделывания нута. Нива Поволжья. 2014. №3(32). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/primeneniye-bioregulyatorov-v-tehnologii-vozdelyvaniya-nuta> (дата обращения: 28.05.2019).

127. Паштецький В. С., Пташник О. П., Дідович С. В. Технологія ефективного насінництва нуту в зоні Степу України. Корми і кормовиробництво. 2012. Вип. 74. С. 29–35. Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/kik_2012_74_8.

128. Щигорцова О. Л., Дідович С. В., Віденська Г. Я. Мікробіологічні препарати різної функціональної дії в агротехнологіях вирощування нуту. Бюлетень Інституту зернового господарства. 2010. №38. С. 97–102. Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/bisg_2010_38_22.

129. Туріна О. Л., Дідович С. В., Кулініч Р. О. Високопродуктивні рослинно-мікробні системи в агроценозах бобових культур Криму. Вісник аграрної науки Причорномор'я. 2014. Вип. 4 (81). С. 151–155.

130. Мельник С. І., Жилкін В. А., Гаврилук М. М. та ін. Рекомендації з ефективного застосування мікробних препаратів у технологіях вирощування сільськогосподарських культур. К., 2007. 54 с.

131. Волкогон В. В., Надкернична О. В., Ковалевська Т. М. [та ін.]. Мікробні препарати у землеробстві. Теорія і практика. К.: Аграр. наука, 2006. 312 с.

132. Ярчук Н. Н., Булгакова М. П. Физиологически активные вещества гумусовой природы как экологический фактор детоксикации остаточных количеств пестицидов. Гуминовые вещества в биосфере. 1991. №10. С. 75–80.

133. Гончар, Л. М., Щербакова О. М. Вплив передпосівного оброблення насіння на фізіолого-біохімічні процес під час проростання насіння нуту. Науковий вісник НУБІП України. Серія: агрономія. 2015. №1. С. 210.

134. Гуральчук Ж. З., Мордерер Є. Ю. Проблема резистентності рослин до гербіцидів: генетичний та метаболічний аспекти. Фактори експериментальної еволюції організмів. 2015. Т. 16. С. 100–104. Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/feeo_2015_16_22.

135. Vencill W. K., Nichols R. L., Webster T. M., Soteris J. K., Mallory-Smith C., Burgos N. R., Johnson W. G., McClelland M. R. Herbicide resistance: toward an understanding of resistance development and the impact of herbicideresistant crops. Weed Science. 2012. №60(sp. 1). P. 2–30.

136. Délye C., Deulvot C., Chauvel B. DNA analysis of herbarium specimens of the grass weed *Alopecurus myosuroides* reveals herbicide resistance pre-dated herbicides. PloS ONE. 2013. №8(10). P. 751.

137. Куликова Н.А., Лебедева Г.Ф. Гербициды и экологические аспекты их применения. М.: Книжный дом "ЛИБРОКОМ", 2010. 152 с.

138. Долженко В. И., Новожилов К. В., Сухорученко Г. И., Тютюрев С. Л. Химическая защита растений в фитосанитарном оздоровлении агроэкосистем. Вестник защиты растений. 2011. №3. С. 3–12.

139. Гангур В. В., Єремко Л. С., Сокирко Д. П. Формування продуктивності нуту залежно від технологічних факторів в умовах Лівобережного Лісостепу України. Зернові культури. 2017. Том 1. №2. С.285–292.

140. Карпенко В. П., Пригуляк Р. М., Даценко А. А., Івасюк Ю. І. Фізіолого-біохімічні механізми інтегрованої дії гербіцидів і регуляторів росту рослин. Вісник Уманського національного університету садівництва. 2016. №1. С. 72–76.

141. Новожилов К. В. Некоторые направления экологизации защиты растений. Защита и карантин растений. 2003. №8. С. 14–17.

142. Карпенко В. П., Грицаєнко З. М., Пригуляк Р. М. та ін. Біологізована технологія вирощування озимих зернових культур (пшениця, тритикале, ячмінь): рекомендації виробництву. За ред. В. П. Карпенка. Умань. Видавничо-поліграфічний центр «Візаві». 2016. 24 с.

143. Балашов В. В., Барабанов В. В., Балашов А. В. Влияние рострегулирующих препаратов и ризоторфина на урожайность нута. Известия НВ АУК. 2008. №2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-rostoreguliruyuschih-preparatov-i-rizotorfina-na-urozhaynost-nuta> (дата обращения: 28.05.2019).

144. Прокопчук С. В. Оптимізація мінерального живлення нуту на чорноземі опідзоленому Правобережного Лісостепу України: автореф. дис.

канд. с.-г. наук: 06.01.04. Нац. наук. центр "Ін-т ґрунтознавства та агрохімії ім. О. Н. Соколовського". Харків, 2015. 20 с.

145. Полторецький С. П. Оптимізація способів сівби та норм висіву в насінницьких посівах проса. Зб. наук. пр. Уманського НУС. Умань: УНУС, 2014. Вип. 85. Ч. 1: Агрономія. С.44–51.

146. Господаренко Г. М. Агрохімія. К.: ННЦ "ІАЕ". 2010. 400 с.

147. Господаренко Г. М., Прокопчук І. В., Кривда Ю. І., Нікітіна О. В. Агрохімічні показники якості чорнозему опідзоленого після тривалого (49 років) застосування добрив у польовій сівозміні. Збірник наукових праць «Охорона ґрунтів». 2014. Випуск №1. С. 135–139.

148. Недвига М. В. Морфологічні критерії та генезис сучасних ґрунтів України. К.: Сільгоспосвіта, 1994. 344 с.

149. Ліпінський В. М., Дячук В. А., Бабіченко В. М. Клімат України; за ред. В. М. Ліпінського. К.: Раєвського. 2003. 345 с.

150. Kupicka E. K. Ciceraceae Alefeld. *Advances in Legume Systematics*. Royal Botanic Gardens. Kew, UK, 1981. Part 1. 382 p.

151. Nimbalker R. D., Harer P. N. Genetic diversity in chickpea. *Maharashtra Agr. Univ.* 2001. V. 26. №1. P. 106–107.

152. Van der Maesen Z. L. G. *Cicer 2*, a monograph of the genus, with special reference to the chickpea (*Cicer arietinum* L.), its ecology and cultivation. Wageningen, 1972. V. 72. №10. 342 p.

153. Бушулян О. В., Белоусов А. О., Вареник Б. Ф. та ін. Каталог сортів та гібридів: під редакцією В.М. Соколова (СГІ–НЦНС). Одеса. 2017. 186 с.

154. Каталог сортів рослин придатних для поширення у Україні у 2016 році. К. 2016. 375 с.

155. Державний реєстр сортів рослин України. Державна ветеринарна та фітосанітарна служба України. 2015. URL: <http://vet.gov.ua/sites/default/files/ReestrEU-2015-01-14a.pdf>.

156. Державний реєстр пестицидів та агрохімікатів, дозволених до використання в Україні: офіційне видання. К.: Юнівест Медіа. 2016. 488 с.

URL: <https://menr.gov.ua/content/derzhavniy-ch-reestr-pesticidiv-i-agrohimikativ-dozvolenih-do-vikoristannya-v-ukraini-dopovnennya-z-01012017-zgidno-vimog-postanovi-kabinetu-ministriv-ukraini-vid-21112007-1328.html>.

157. Гербіцид Панда. Каталог компанії UKRAVIT KE. URL: <https://ukravit.ua/uk/panda/>. (дата звернення: 10.06.2018).

158. Стимулятор росту Стимпо. Препарати ДП МНТЦ "Агробіотех": Каталог. URL: <http://www.agrobiotech.com.ua/ua/stimpo> (дата звернення: 29.11.2018).

159. Добриво Ризобофіт (порошкоподібна форма) Інститут агроєкології і природокористування НААН: Каталог. URL: <http://www.snprk.com.ua/ua/fertilizers/rizobofit/> (дата звернення: 29.11.2018).

160. Мордерер Є. Ю., Мережинський Ю. Г. Гербіциди. Механізм дії та практика застосування: Монографія. К.: Логос, 2009. С. 75–82.

161. Починок Х. М. Методы биохимического анализа растений К.: Наук. думка, 1976. С. 5–77.

162. Гавриленко В. Ф., Жигалова Т. В. Большой практикум по фотосинтезу. Под. ред. И. П. Ермакова. М.: "Академия", 2003. 256 с.

163. Грицаєнко З. М., Грицаєнко А. О., Карпенко В. П. Методи біологічних та агрохімічних досліджень рослин і ґрунтів. К.: ЗАТ "НІЧЛАВА", 2003. 320 с.

164. Ничипорович А. А. О путях повышения продуктивности фотосинтеза растений в посевах. В кн.: Фотосинтез и вопросы продуктивности растений. М.: Изд-во АН СССР. 1963. С. 5–36.

165. Волкогон В. В., Надкернична О. В., Токмакова Л. М. та ін. Експериментальна ґрунтова мікробіологія: монографія. За наук. ред. В. В. Волкогона. К.: Аграр. наук., 2010. 464 с.

166. Алиева И. В., Бабьева И. П., Бызов Б. А. и др. Методы почвенной микробиологии и биохимии. Под. ред. Д. Г. Звягинцева. М.: Изд-во Московского университета, 1991. 304 с.

167. Трибель С. О., Сігарьова Д. Д., Секун М. П. та ін. Методики випробування і застосування пестицидів. За ред. С. О. Трибеля. К.: Світ. 2001. 428 с.
168. Єщенко В. О., Копитко П. Г., Опришко В. П., Костогриз П. В. Основи наукових досліджень в агрономії. За ред. В. О. Єщенка. К.: Дія. 2005. 288 с.
169. ДСТУ 6019:2008. Нут. Технічні умови. К.: Держспоживчстандарт України, 2010 8 с. (Державний стандарт України).
170. ДСТУ ISO 520:2015. Зернові і бобові. Визначення маси 1000 зерен. Київ. 2015. 10 с.
171. Городній М. М., Бикін А. В., Сердюк А. Г. та ін. Агрохімічний аналіз. За ред. Городнього М. М. К.: Арістей, 2007. 624 с.
172. ДСТУ ISO 5983:2003. Корми для тварин. Визначення азоту і обчислювання вмісту сирого білка. Стандартінфарм, 29.12.2017. С. 1–8.
173. ДСТУ 4595:2006. Білок соєвий. ТУ 29.12.2017 С. 1–6.
174. Медведовський О. К., Іваненко П. І. Енергетичний аналіз інтенсивних технологій в сільськогосподарському виробництві. К.: Урожай, 1988. 208 с.
175. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 350 с.
176. Пономаренко С. П. За менших доз пестицидів. Захист і карантин рослин. 2001. №4. С. 5–6.
177. Адаптивні технології вирощування круп'яних культур. Частина 1. Гречка: монографія. За ред. С. П. Полторецького і В. Я. Білоножка. Умань: Видавничо-поліграфічний центр "Візаві", 2018. 176 с.
178. Carmen García-Limones, Ana Hervás, Juan A Navas-Cortés, Rafael M Jiménez-Díaz, Manuel Tena, Induction of an antioxidant enzyme system and other oxidative stress markers associated with compatible and incompatible interactions between chickpea (*Cicer arietinum* L.) and *Fusarium oxysporum* f. sp.ciceris.

Physiological and Molecular Plant Pathology. Volume 61. Issue 6. 2002. Pages 325–337. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0885576503904450>.

179. Фотосинтез. Химическая энциклопедия. М.: 1998. Т. 5. С. 175–179.

180. Спиридонов Ю. Я., Жемчужин С. Г. Современные проблемы изучения гербицидов (2006–2008 г.) Агрохимия. 2010. №7. С. 73–91.

181. Мокронос А. Т. Онтогенетический аспект фотосинтеза. М.: Наука, 1981. 196 с.

182. Любименко В. Н. Фотосинтез и хемосинтез в растительном мире. Л.: Сельхозгиз, 1935. 320 с.

183. Физиология сельскохозяйственных растений. Зернобобовые растения. Многолетние травы. Хлебные злаки (рожь, ячмень, овес, просо) и гречиха. Под ред. Н. С. Туркова. М.: Изд-во МГУ, 1970. Т. VI. 654 с.

184. Физиология сельскохозяйственных растений. Физиология овощных и бахчевых культур. Гл. ред. Б. А. Рубин. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1970. Т. 8. 520 с.

185. Кабашникова Л. Ф. Фотосинтетический аппарат и потенциал продуктивности хлебных злаков. Минск: Беларус. навука, 2011. 327 с.

186. Кумаков В. А. Продукционный процесс в посевах пшеницы. Саратов: Росхозиздат, 1993. 203 с.

187. Turan Ö., Ekmekçi Y. Chilling tolerance of *Cicer arietinum* lines evaluated by photosystem II and antioxidant activities. Turkish Journal of Botany. 2014. №38. P. 499–510.

188. Tatar O., Ozalkan C., Atasoy G. Partitioning of dry matter, proline accumulation, chlorophyll content and antioxidant activity of chickpea (*Cicer arietinum* L.) plants under chilling stress. Bulgarian Journal of Agricultural Science. 2013. №19. P. 260–265.

189. Sims D. A. Relationships between leaf pigment content and spectral reflectance across a wide range of species. Leaf structures and developmental stages. Remote Sensing of Environment. 2002. Vol.81. P. 337–354.

190. Ярошук М. С. Продуктивность сахарной свеклы в зависимости от применения средств защиты растений в сочетании с лигногуматом Na и подкормками азотом Диссертация на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук: 06.01.01 – Общее земледелие, растениеводство. Государственное научное учреждение "Всероссийский научно-исследовательский институт сахарной свеклы имени А. Л. Мазлумова" Россельхозакадемии. Рамонь, 2014. 145 с.

191. Мережинський Ю. Г., Мордерер Є. Ю. Сучасні досягнення та перспективи розвитку досліджень по проблемі фізіології гербіцидів. Фізіологія рослин в Україні на межі тисячоліть. Київ, 2001. Том 1. С. 345–361.

192. Семенчик Е. А., Кожуро Ю. И., Максимова Н. П. Особенности ответной реакции на стресс, вызванный гербицидом трефлан, у растений ячменя различных сортов. Известия Нац. академии наук Беларуси. 2006. №1. С. 54–58.

193. Захаренко В. А., Спиридонов Ю. А. Рекомендации по рациональному применению гербицидов. Москва, 1998. 143 с.

194. Захаренко В. А. Экономическая эффективность химической защиты растений в условиях реформируемой экономики. Агрехимия. 1998. №10. С. 74–82.

195. Новожилов К. В. Аспекты повышения экологичности фитосанитарных блоков в технологиях современного растениеводства. Сб. мат. юбил. сессии и науч. сессии Россельхозакадемии "Генетические ресурсы и биотехнология". М. 2005. С. 84–92.

196. Singh R. P., Singh B. D. Recovery of rare interspecific hybrids of gram *C.arietinum* L.x *C.cuneatum* L. through tissue culture. Curr. Sci. 1989. V. 58. P. 874–876.

197. Gupta Y. P. Developmental algometry and plant type in chickpea. Int. Chickpea Newslett. 1981. №4. P. 8–9.

198. Скитський В. Ю., Шевченко А. М., Степанова Т. Є. Аналіз зразків колекції нуту за продуктивністю та придатністю до використання в селекції на сході України. Генетичні ресурси рослин. Харків, 2009. №7. С. 134–139.

199. Балашов В. В., Арензон О. А. Проблема потенциальной и реальной продуктивности нута. Материалы IV Международной конференции «Селекция, экология, технология возделывания и переработки нетрадиционных растений». Таврия, 1996. С. 208.

200. Бушулян О. В. Модель високопродуктивного сорту нуту для степової зони України. Збірник наукових праць СГІ. Одеса, 2009. Випуск 14 (54). С.160–165.

201. Москалець В. В. Вплив екологічних чинників на фотосинтетичну діяльність агрофітоценозів тритикале озимого. Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України. 2013. №6. Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nd_2013_6_9.

202. Карпенко В. П., Івасюк Ю. І., Оратівська С. А. Біологізована технологія вирощування бобових культур (соя, горох). За ред. В. П. Карпенка. Умань: Видавничо-поліграфічний центр "Візаві", 2016. 24 с.

203. Ярчук И. И. Булгакова М. П. Физиологически активные вещества гумусовой природы как экологический фактор детоксикации остаточных количеств гербицидов. Биологические науки, 1991. №10. С. 75–81.

204. Івасюк Ю. І., Карпенко В. П., Грицаєнко З. М. Симбіотичний стан посівів сої за дії біологічно активних речовин. Вісник Уманського національного університету садівництва. 2015. №2. С. 13–16.

205. Івасюк Ю. І. Продуктивність посівів сої за роздільного та інтегрованого застосування мікробіологічного препарату, регулятора росту рослин і гербіциду. Вісник аграрної науки Причорномор'я. 2016. №3. С. 89–95.

206. Yadav, Shyam & Redden, Robert & Chen, W & Sharma, B. Chickpea breeding and management. CAB Int. 2007. P. 538–554.

207. Биопрепараты в сельском хозяйстве. Методология и практика применения микроорганизмов в растениеводстве и кормопроизводстве. Под ред. И. Тихоновича и Ю. Круглова. М.: 2005. 154 с.

208. Erdal Elkoca, Faik Kantar, Sahin Fikrettin. Influence of Nitrogen Fixing and Phosphorus Solubilizing Bacteria on the Nodulation, Plant Growth, and Yield of Chickpea. *Journal of Plant Nutrition*. 2008. Vol. 31(1). P. 157–171.

209. Непран І. В., Ніколаєнко А. М. Екологічно безпечна технологія вирощування нуту. Вісник Харківського національного аграрного університету ім. В. В. Докучаєва. Серія: Рослинництво, селекція і насінництво, плодоовочівництво. 2013. №9. С. 87–91.

210. Карпенко В. П., Коробко О. О. Вплив гербіциду і біологічних препаратів на динаміку вмісту хлорофілів у листках нуту. Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва. Умань. 2018. №93(1). С. 47–55.

211. Карпенко В. П., Коробко О. О. Вплив біологічно активних речовин на ростові процеси рослин нуту в умовах Правобережного Лісостепу України. Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка. 2018. №29. С. 17–24.

212. Карпенко В. П., Коробко О. О. Вплив гербіциду і біологічних препаратів на фотосинтетичну продуктивність і врожайність нуту. Вісник Миколаївського національного університету. Миколаїв. 2018. №4(100). С. 48–54.

213. Коробко О. О. Агроекологічне обґрунтування використання гербіцидів в посівах нуту. Зб. наук. праць Всеукраїнської наук.-практ. конф. молодих вчених, "Актуальні проблеми природничих та гуманітарних наук у дослідженнях молодих учених" ЧНУ ім. Б. Хмельницького (м. Черкаси. 27–28 квітня 2017 р.) Черкаси. 2017. С. 126–128.

214. Коробко О. О. Вплив біологічно активних речовин на ріст і розвиток рослин нуту в умовах Правобережного Лісостепу України. Зб. наук. праць Міжн. наук.-практ. конф., 2018, "Національне виробництво й економіка

в умовах реформування: стан і перспективи інноваційного розвитку та міжрегіональної інтеграції" ПДТУ (м. Кам'янець-Подільський. 31 жовтня 2018 р.). Тернопіль: Крок. 2018. С. 58–60.

215. Карпенко В. П., Коробко О. О. Елементи біологізованої технології вирощування нуту. Черкаси: Видавництво «Брама-Україна». 2019. 24 с.

216. Карпенко В. П., Коробко О. О. Вплив гербіциду і біологічних препаратів на забур'яненість і густоту посівів нуту. Вісник Полтавської державної аграрної академії. Полтава. 2018. №4. С. 51–56.

217. Коробко О. О. Агроекологічне обґрунтування використання гербіцидів та регуляторів росту в посівах нуту. Зб. наук. праць Міжн. наук.-практ. конф., "Актуальні питання сучасних технологій вирощування сільськогосподарських культур в умовах змін клімату" ПДТУ (м. Кам'янець-подільський. 15–16 червня 2017 р.). Тернопіль: Крок. 2017. С. 105–107.

218. Карпенко В. П., Коробко О. О. Вплив гербіциду і біологічних препаратів на забур'яненість посівів нуту. Зб. наук. праць Всеукраїнської наук.-практ. конф. "Генетика і селекція у сучасному агрокомплексі". (м. Умань. 26 червня 2019 р.). Уманський НУС. Умань. 2019. С. 115–116.

219. Карпенко В. П., Коробко О. О. Продуктивність нуту за впливу гербіциду і біологічних препаратів. Вісник Уманського національного університету садівництва. Умань. 2018. №2. С. 64–67.

220. Карпенко В. П., Коробко О. О. Формування продуктивності нуту за дії гербіциду, регулятора росту рослин і мікробного препарату. Зб. наук. праць Всеукраїнської наук. конф. молодих учених, ЧНУ ім. Б. Хмельницького. "Актуальні проблеми природничих і гуманітарних наук у дослідженнях молодих вчених" (м. Черкаси, 16 травня 2019 р.) Черкаси. 2019. С. 145–146.

ДОДАТКИ

Додаток А

Таблиця А.1

Активність каталази в рослинах нуту сорту Пам'ять залежно від застосування гербіциду Панда, регулятора росту рослин Стимпо та мікробного препарату Ризобофіт (мкМоль розкладеного H_2O_2 /г сирі речовини за 1 хв, 2016 р.)

Гербіцид	Біологічний препарат	Фаза п'яти листків	Фаза цвітіння	Фаза формування бобів
Без гербіциду	без біологічних препаратів (контроль I)	47,8	67,0	50,3
	без біологічних препаратів + ручні прополювання (контроль II)	48,8	68,2	51,4
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	48,1	67,8	51,7
	РРР Стимпо 0,025 л/т	49,5	67,1	52,5
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	52,3	69,5	52,8
Панда 3,0 л/га	без біологічних препаратів	52,9	70,0	52,6
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	53,6	72,8	53,5
	РРР Стимпо 0,025 л/т	54,9	71,7	54,5
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	55,6	74,1	56,2
Панда 4,0 л/га	без біологічних препаратів	55,6	73,0	57,3
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	55,8	74,7	58,2
	РРР Стимпо 0,025 л/т	56,4	74,4	58,9
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	59,9	76,8	60,4
Панда 5,0 л/га	без біологічних препаратів	52,4	69,6	51,3
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	53,0	72,2	52,9
	РРР Стимпо 0,025 л/т	53,8	71,1	53,9
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	57,2	74,5	56,0
Панда 6,0 л/га	без біологічних препаратів	48,2	65,9	47,7
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	48,8	68,2	48,6
	РРР Стимпо 0,025 л/т	49,9	67,8	49,7
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	50,2	69,9	51,4
	<i>НІР₀₅</i>	1,3	1,6	1,2

Таблиця А.2

Активність каталази в рослинах нуту сорту Пам'ять залежно від застосування гербіциду Панда, регулятора росту рослин Стимпо та мікробного препарату Ризобофіт (мкМоль розкладеного $\text{H}_2\text{O}_2/\text{г}$ сирової речовини за 1 хв, 2017 р.)

Гербіцид	Біологічний препарат	Фаза п'яти листків	Фаза цвітіння	Фаза формування бобів
Без гербіциду	без біологічних препаратів (контроль I)	45,1	50,3	39,3
	без біологічних препаратів + ручні прополювання (контроль II)	45,8	51,4	40,1
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	45,6	51,7	40,7
	РРР Стимпо 0,025 л/т	46,5	52,5	41,5
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	47,8	52,8	42,2
Панда 3,0 л/га	без біологічних препаратів	47,1	52,6	41,7
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	48,4	53,5	45,3
	РРР Стимпо 0,025 л/т	49,3	54,5	44,6
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	51,1	56,2	46,2
Панда 4,0 л/га	без біологічних препаратів	51,3	57,3	45,2
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	52,2	58,2	47,9
	РРР Стимпо 0,025 л/т	53,9	58,9	47,4
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	55,3	60,4	50,5
Панда 5,0 л/га	без біологічних препаратів	45,2	51,3	40,3
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	46,9	52,9	44,7
	РРР Стимпо 0,025 л/т	49,0	53,9	43,8
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	50,6	56,0	45,7
Панда 6,0 л/га	без біологічних препаратів	41,9	47,7	39,2
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	42,6	48,6	39,7
	РРР Стимпо 0,025 л/т	44,9	49,7	39,9
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	47,8	51,4	41,6
	<i>НІР₀₅</i>	<i>0,9</i>	<i>1,2</i>	<i>1,1</i>

Таблиця А.3

Активність пероксидази в рослинах нуту сорту Пам'ять залежно від застосування гербіциду Панда, регулятора росту рослин Стимпо та мікробного препарату Ризобофіт (мкМоль окисненого гваяколу/г сирої речовини за 1 хв. 2016 р.)

Гербіцид	Біологічний препарат	Фаза п'яти листків	Фаза цвітіння	Фаза формування бобів
Без гербіциду	без біологічних препаратів (контроль I)	104,0	115,8	92,1
	без біологічних препаратів + ручні прополювання (контроль II)	108,4	118,8	94,4
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	104,0	112,8	91,2
	РРР Стимпо 0,025 л/т	110,0	118,8	98,1
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	114,5	123,3	99,9
Панда 3,0 л/га	без біологічних препаратів	116,0	124,8	102,3
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	118,4	127,2	102,3
	РРР Стимпо 0,025 л/т	122,3	131,1	109,2
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	128,0	136,8	114,3
Панда 4,0 л/га	без біологічних препаратів	125,0	133,8	112,2
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	128,0	136,8	114,3
	РРР Стимпо 0,025 л/т	133,4	142,2	117,3
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	137,3	146,1	123,9
Панда 5,0 л/га	без біологічних препаратів	113,6	122,4	101,1
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	116,6	125,4	103,5
	РРР Стимпо 0,025 л/т	122,0	130,8	109,2
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	129,5	138,3	115,5
Панда 6,0 л/га	без біологічних препаратів	99,5	116,3	95,5
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	104,0	117,8	97,3
	РРР Стимпо 0,025 л/т	110,3	119,1	98,1
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	114,2	123,0	99,3
	<i>НІР₀₅</i>	2,1	2,9	2,3

Таблиця А.4

Активність пероксидази в рослинах нуту сорту Пам'ять залежно від застосування гербіциду Панда, регулятора росту рослин Стимпо та мікробного препарату Ризобофіт (мкМоль окисненого гваяколу/г сирової речовини за 1 хв. 2017 р.)

Гербіцид	Біологічний препарат	Фаза п'яти листків	Фаза цвітіння	Фаза формування бобів
Без гербіциду	без біологічних препаратів (контроль I)	101,9	110,6	87,4
	без біологічних препаратів + ручні прополювання (контроль II)	102,2	117,2	88,9
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	105,8	114,4	90,5
	РРР Стимпо 0,025 л/т	108,5	117,2	94,0
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	98,4	119,1	95,6
Панда 3,0 л/га	без біологічних препаратів	110,3	119,0	95,8
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	111,3	120,0	97,1
	РРР Стимпо 0,025 л/т	117,1	125,5	99,7
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	122,4	130,9	106,4
Панда 4,0 л/га	без біологічних препаратів	122,9	131,6	108,4
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	125,5	134,2	110,2
	РРР Стимпо 0,025 л/т	132,9	141,7	119,6
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	135,0	143,5	118,6
Панда 5,0 л/га	без біологічних препаратів	104,6	113,2	89,3
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	109,6	118,3	95,9
	РРР Стимпо 0,025 л/т	115,8	124,8	103,3
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	120,6	129,6	107,2
Панда 6,0 л/га	без біологічних препаратів	94,3	110,8	82,1
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	101,2	109,4	81,5
	РРР Стимпо 0,025 л/т	103,4	112,5	91,1
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	111,9	121,0	99,7
	<i>НІР₀₅</i>	3,1	3,2	2,8

Таблиця А.5

Активність поліфенолоксидози в рослинах нуту сорту Пам'ять залежно від застосування гербіциду Панда, РРР Стимпо та МБП Ризобофіт (мкМоль окисненої аскорбінової кислоти/г сирової речовини за 1 хв. 2016 р.)

Гербіцид	Біологічний препарат	Фаза п'яти листків	Фаза цвітіння	Фаза формування бобів
Без гербіциду	без біологічних препаратів (контроль I)	38,5	46,9	40,4
	без біологічних препаратів + ручні прополювання (контроль II)	40,2	48,4	40,8
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	38,6	45,4	40,7
	РРР Стимпо 0,025 л/т	40,2	48,4	40,9
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	42,3	50,7	44,0
Панда 3,0 л/га	без біологічних препаратів	43,5	51,4	43,2
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	44,2	52,6	45,3
	РРР Стимпо 0,025 л/т	46,2	54,6	49,2
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	49,6	57,4	51,7
Панда 4,0 л/га	без біологічних препаратів	47,5	55,9	51,3
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	49,5	57,4	52,6
	РРР Стимпо 0,025 л/т	51,7	60,1	53,5
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	53,7	62,1	57,0
Панда 5,0 л/га	без біологічних препаратів	41,8	50,2	44,9
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	43,3	51,7	45,9
	РРР Стимпо 0,025 л/т	46,9	54,4	48,5
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	49,8	58,2	52,5
Панда 6,0 л/га	без біологічних препаратів	38,8	43,2	34,8
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	38,5	47,9	40,9
	РРР Стимпо 0,025 л/т	40,2	48,6	43,0
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	42,1	50,5	42,9
	<i>НІР₀₅</i>	1,2	2,2	1,6

Таблиця А.6

Активність поліфенолоксидази в рослинах нуту сорту Пам'ять залежно від застосування гербіциду Панда, регулятора росту рослин Стимпо та мікробного препарату Ризобофіт (мкМоль окисненої аскорбінової кислоти/г сирової речовини за 1 хв. 2017 р.)

Гербіцид	Біологічний препарат	Фаза п'яти листків	Фаза цвітіння	Фаза формування бобів
Без гербіциду	без біологічних препаратів (контроль I)	35,0	44,3	30,2
	без біологічних препаратів + ручні прополювання (контроль II)	37,2	47,6	30,2
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	36,5	46,2	30,6
	РРР Стимпо 0,025 л/т	37,2	47,6	30,0
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	35,9	48,5	31,3
Панда 3,0 л/га	без біологічних препаратів	39,1	48,5	34,8
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	39,6	49,0	38,6
	РРР Стимпо 0,025 л/т	40,9	51,7	39,1
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	44,0	54,4	40,2
Панда 4,0 л/га	без біологічних препаратів	45,4	54,8	41,8
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	46,4	56,1	38,8
	РРР Стимпо 0,025 л/т	50,4	59,8	46,4
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	50,3	60,7	49,4
Панда 5,0 л/га	без біологічних препаратів	35,9	45,6	28,3
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	38,9	48,2	39,9
	РРР Стимпо 0,025 л/т	43,1	51,4	46,9
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	45,2	53,8	47,3
Панда 6,0 л/га	без біологічних препаратів	34,7	40,7	33,5
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	35,0	45,2	37,2
	РРР Стимпо 0,025 л/т	37,2	45,2	39,2
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	41,3	49,5	39,9
	<i>НІР₀₅</i>	<i>1,2</i>	<i>1,2</i>	<i>1,1</i>

Добаток Б

Таблиця Б.1

Вміст хлорофілів у листках нуту сорту Пам'ять за використання різних норм гербіциду Панда, РРР Стимпо і МБП Ризобофіт (мг/100г сирової речовини, фаза п'яти листків, 2016 р.)

Гербіцид	Біологічний препарат	Хлорофіл <i>a</i>	Хлорофіл <i>b</i>	Сума хлорофілів <i>a + b</i>	Відношення хлорофілів (<i>a/b</i>)
Без гербіциду	без біологічних препаратів (контроль)	11,9	3,8	15,7	3,1
	без біологічних препаратів + ручні прополювання (контроль II)	12,6	3,2	15,8	3,9
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	11,8	3,4	15,2	3,5
	РРР Стимпо 0,025 л/т	11,6	3,2	14,8	3,6
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	12,6	3,4	16,0	3,7
Панда 3,0 л/га	без біологічних препаратів	12,6	3,4	16,0	3,7
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	12,4	3,4	15,8	3,7
	РРР Стимпо 0,025 л/т	13,6	3,8	17,4	3,6
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	13,3	3,9	17,2	3,4
Панда 4,0 л/га	без біологічних препаратів	12,6	3,6	16,2	3,5
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	12,5	3,2	15,7	3,9
	РРР Стимпо 0,025 л/т	13,6	3,4	17,0	4,0
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	13,7	3,8	17,5	3,6
Панда 5,0 л/га	без біологічних препаратів	11,2	3,4	14,6	3,3
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	12,3	3,1	15,4	4,0
	РРР Стимпо 0,025 л/т	12,8	2,6	15,4	4,9
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	13,5	3,7	17,2	3,7
Панда 6,0 л/га	без біологічних препаратів	10,8	3,8	14,6	2,8
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	11,6	2,8	14,4	4,1
	РРР Стимпо 0,025 л/т	12,2	2,6	14,8	4,7
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	12,1	3,5	15,6	3,5
	<i>НІР</i> ₀₅	0,31	0,11	0,90	

Таблиця Б.2

Вміст хлорофілів у листках нуту сорту Пам'ять за використання різних норм гербіциду Панда, РРР Стимпо і МБП Ризобофіт (мг/100г сирової речовини, фаза цвітіння, 2016 р.)

Гербіцид	Біологічний препарат	Хлорофіл <i>a</i>	Хлорофіл <i>b</i>	Сума хлорофілів <i>a + b</i>	Відношення хлорофілів (<i>a/b</i>)
Без гербіциду	без біологічних препаратів (контроль)	14,9	4,8	19,8	3,1
	без біологічних препаратів + ручні прополювання (контроль II)	15,6	4,9	20,5	3,2
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	15,0	4,9	19,8	3,1
	РРР Стимпо 0,025 л/т	14,9	4,9	19,8	3,0
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	15,3	4,5	19,8	3,4
Панда 3,0 л/га	без біологічних препаратів	16,4	4,1	20,5	4,0
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	15,9	4,8	20,6	3,3
	РРР Стимпо 0,025 л/т	16,4	5,0	21,4	3,3
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	17,7	4,4	22,1	4,0
Панда 4,0 л/га	без біологічних препаратів	16,5	5,0	21,6	3,3
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	15,7	4,4	20,1	3,6
	РРР Стимпо 0,025 л/т	16,8	5,1	21,9	3,3
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	16,4	5,0	21,4	3,3
Панда 5,0 л/га	без біологічних препаратів	15,9	4,9	20,8	3,3
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	15,0	4,6	19,6	3,3
	РРР Стимпо 0,025 л/т	15,5	4,0	19,4	3,9
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	16,4	4,9	21,3	3,4
Панда 6,0 л/га	без біологічних препаратів	14,5	4,5	19,1	3,2
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	14,1	4,2	18,4	3,3
	РРР Стимпо 0,025 л/т	15,5	4,5	20,0	3,5
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	15,9	5,1	21,0	3,1
	<i>НІР</i> ₀₅	<i>1,11</i>	<i>0,23</i>	<i>1,33</i>	

Таблиця Б.3

Вміст хлорофілів у листках нуту сорту Пам'ять за використання різних норм гербіциду Панда, РРР Стимпо і МБП Ризобофіт (мг/100г сирії речовини, фаза формування бобів, 2016 р.)

Гербіцид	Біологічний препарат	Хлорофіл <i>a</i>	Хлорофіл <i>b</i>	Сума хлорофілів <i>a + b</i>	Відношення хлорофілів (<i>a/b</i>)
Без гербіциду	без біологічних препаратів (контроль)	18,7	5,2	23,9	3,6
	без біологічних препаратів + ручні прополювання (контроль II)	19,5	5,3	24,8	3,7
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	18,7	5,3	24,0	3,5
	РРР Стимпо 0,025 л/т	18,7	5,3	24,0	3,5
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	19,1	4,8	23,9	4,0
Панда 3,0 л/га	без біологічних препаратів	20,6	4,3	24,8	4,8
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	19,9	5,1	25,0	3,9
	РРР Стимпо 0,025 л/т	20,5	5,4	25,9	3,8
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	22,1	4,7	26,8	4,7
Панда 4,0 л/га	без біологічних препаратів	20,7	5,6	26,2	3,7
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	19,7	4,6	24,3	4,3
	РРР Стимпо 0,025 л/т	21,0	5,6	26,6	3,7
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	20,5	5,5	26,0	3,7
Панда 5,0 л/га	без біологічних препаратів	19,8	5,4	25,2	3,7
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	18,8	4,9	23,7	3,8
	РРР Стимпо 0,025 л/т	19,3	4,1	23,4	4,7
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	20,6	5,3	25,9	3,9
Панда 6,0 л/га	без біологічних препаратів	18,2	4,9	23,1	3,7
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	17,6	4,5	22,1	3,9
	РРР Стимпо 0,025 л/т	19,4	4,8	24,2	4,0
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	19,9	5,6	25,5	3,6
	<i>НІР₀₅</i>	1,42	0,71	1,90	

Таблиця Б.4

Вміст хлорофілів у листках нуту сорту Пам'ять за використання різних норм гербіциду Панда, РРР Стимпо і МБП Ризобофіт (мг/100г сирової речовини, фаза п'яти листків, 2017 р.)

Гербіцид	Біологічний препарат	Хлорофіл <i>a</i>	Хлорофіл <i>b</i>	Сума хлорофілів <i>a + b</i>	Відношення хлорофілів (<i>a/b</i>)
Без гербіциду	без біологічних препаратів (контроль)	12,3	3,3	15,6	3,8
	без біологічних препаратів + ручні прополовання (контроль II)	12,8	3,3	16,1	3,9
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	12,6	2,9	15,5	4,3
	РРР Стимпо 0,025 л/т	12,5	4,1	16,6	3,1
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	12,6	3,0	15,5	4,3
Панда 3,0 л/га	без біологічних препаратів	11,2	3,3	14,5	3,4
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	12,9	2,7	15,6	4,7
	РРР Стимпо 0,025 л/т	12,2	3,8	16,0	3,2
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	13,6	3,1	16,7	4,5
Панда 4,0 л/га	без біологічних препаратів	10,7	3,2	13,9	3,3
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	12,7	2,9	15,6	4,4
	РРР Стимпо 0,025 л/т	11,1	3,8	14,9	2,9
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	13,6	3,4	17,0	4,0
Панда 5,0 л/га	без біологічних препаратів	10,4	2,4	12,8	4,3
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	11,5	2,4	13,9	4,8
	РРР Стимпо 0,025 л/т	10,2	2,3	12,4	4,5
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	12,1	2,9	15,0	4,2
Панда 6,0 л/га	без біологічних препаратів	9,9	2,1	12,0	4,8
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	10,1	3,0	13,1	3,4
	РРР Стимпо 0,025 л/т	10,7	3,0	13,7	3,6
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	11,6	2,5	14,1	4,6
	<i>НІР</i> ₀₅	0,83	0,14	1,14	

Таблиця Б.5

Вміст хлорофілів у листках нуту сорту Пам'ять за використання різних норм гербіциду Панда, РРР Стимпо і МБП Ризобофіт (мг/100г сирової речовини, фаза цвітіння, 2017 р.)

Гербіцид	Біологічний препарат	Хлорофіл <i>a</i>	Хлорофіл <i>b</i>	Сума хлорофілів <i>a + b</i>	Відношення хлорофілів (<i>a/b</i>)
Без гербіциду	без біологічних препаратів (контроль)	16,0	5,0	20,9	3,2
	без біологічних препаратів + ручні прополювання (контроль II)	16,0	4,8	20,7	3,4
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	15,4	3,3	18,8	4,7
	РРР Стимпо 0,025 л/т	15,3	5,6	20,9	2,7
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	15,7	4,4	20,1	3,6
Панда 3,0 л/га	без біологічних препаратів	15,0	4,9	19,9	3,1
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	16,6	4,3	20,9	3,9
	РРР Стимпо 0,025 л/т	16,2	4,6	20,8	3,5
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	17,8	4,7	22,5	3,8
Панда 4,0 л/га	без біологічних препаратів	15,3	4,8	20,1	3,2
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	16,5	4,2	20,7	3,9
	РРР Стимпо 0,025 л/т	15,6	5,0	20,5	3,2
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	16,8	4,8	21,7	3,5
Панда 5,0 л/га	без біологічних препаратів	14,0	4,0	18,0	3,6
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	15,7	4,0	19,6	4,0
	РРР Стимпо 0,025 л/т	16,1	4,2	20,3	3,8
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	15,2	4,0	19,2	3,8
Панда 6,0 л/га	без біологічних препаратів	13,9	3,8	17,7	3,6
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	14,7	3,9	18,6	3,8
	РРР Стимпо 0,025 л/т	14,1	3,7	17,8	3,8
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	14,9	3,6	18,5	4,1
	<i>НІР</i> ₀₅	0,93	0,14	1,22	

Таблиця Б.6

Вміст хлорофілів у листках нуту сорту Пам'ять за використання різних норм гербіциду Панда, РРР Стимпо і МБП Ризобофіт (мг/100г сирової речовини, фаза формування бобів, 2017 р.)

Гербіцид	Біологічний препарат	Хлорофіл <i>a</i>	Хлорофіл <i>b</i>	Сума хлорофілів <i>a + b</i>	Відношення хлорофілів (<i>a/b</i>)
Без гербіциду	без біологічних препаратів (контроль)	19,9	5,5	25,4	3,63
	без біологічних препаратів + ручні прополювання (контроль II)	19,9	5,2	25,1	3,9
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	19,3	3,3	22,6	5,9
	РРР Стимпо 0,025 л/т	19,1	6,3	25,4	3,1
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	19,6	4,7	24,3	4,2
Панда 3,0 л/га	без біологічних препаратів	18,8	5,4	24,2	3,5
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	20,7	4,6	25,3	4,5
	РРР Стимпо 0,025 л/т	20,3	5,0	25,3	4,1
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	22,2	5,1	27,3	4,4
Панда 4,0 л/га	без біологічних препаратів	19,2	5,3	24,4	3,6
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	20,5	4,5	25,0	4,6
	РРР Стимпо 0,025 л/т	19,4	5,4	24,8	3,6
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	21,1	5,3	26,3	4,0
Панда 5,0 л/га	без біологічних препаратів	17,5	4,1	21,6	4,2
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	19,5	4,1	23,6	4,7
	РРР Стимпо 0,025 л/т	20,1	4,5	24,6	4,5
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	19,0	4,2	23,2	4,5
Панда 6,0 л/га	без біологічних препаратів	17,4	4,0	21,3	4,4
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	18,4	4,0	22,4	4,6
	РРР Стимпо 0,025 л/т	17,6	3,8	21,4	4,7
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	18,6	3,7	22,3	5,0
	<i>НІР₀₅</i>	<i>1,34</i>	<i>0,23</i>	<i>1,44</i>	

Додаток В

Таблиця В.1

Висота рослин нуту (см) залежно від застосування гербіциду Панда, РРР Стимпо та МПБ Ризобофіт (2016 р.)

Гербіцид	Біологічний препарат	Фаза п'яти листків	Фаза цвітіння	Фаза формування бобів
Без гербіциду	без біологічних препаратів (контроль I)	7,4	38,4	45,1
	без біологічних препаратів + ручні прополювання (контроль II)	7,5	40,5	49,0
	МПБ Ризобофіт 1,0 л/т	10,0	43,7	50,9
	РРР Стимпо 0,025 л/т	7,9	46,7	47,8
	МПБ Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	10,9	43,7	48,4
Панда 3,0 л/га	без біологічних препаратів	8,0	40,8	47,4
	МПБ Ризобофіт 1,0 л/т	9,2	41,1	46,2
	РРР Стимпо 0,025 л/т	9,6	42,9	45,1
	МПБ Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	10,8	44,2	53,7
Панда 4,0 л/га	без біологічних препаратів	9,1	42,4	50,6
	МПБ Ризобофіт 1,0 л/т	9,4	42,9	51,9
	РРР Стимпо 0,025 л/т	9,8	43,0	52,1
	МПБ Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	10,7	45,5	55,2
Панда 5,0 л/га	без біологічних препаратів	8,4	41,8	47,4
	МПБ Ризобофіт 1,0 л/т	8,6	42,9	50,1
	РРР Стимпо 0,025 л/т	8,7	44,2	50,3
	МПБ Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	9,9	42,5	51,3
Панда 6,0 л/га	без біологічних препаратів	8,0	41,2	46,1
	МПБ Ризобофіт 1,0 л/т	8,2	42,1	47,3
	РРР Стимпо 0,025 л/т	8,1	42,1	46,1
	МПБ Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	9,5	43,8	50,1
	<i>НІР₀₅</i>	0,9	3,7	3,0

Таблиця В.2

Висота рослин нуту (см) залежно від застосування гербіциду Панда, РРР Стимпо та МБП Ризобофіт (2017 р.)

Гербіцид	Біологічний препарат	Фаза п'яти листків	Фаза цвітіння	Фаза формування бобів
Без гербіциду	без біологічних препаратів (контроль I)	9,6	34,4	57,0
	без біологічних препаратів + ручні прополювання (контроль II)	10,3	36,2	59,3
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	9,7	35,1	60,3
	РРР Стимпо 0,025 л/т	10,1	38,4	62,1
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	10,2	39,0	65,3
Панда 3,0 л/га	без біологічних препаратів	10,3	35,9	62,5
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	10,8	38,8	65,0
	РРР Стимпо 0,025 л/т	10,7	39,6	64,0
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	11,1	40,4	67,0
Панда 4,0 л/га	без біологічних препаратів	10,5	38,4	60,7
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	10,8	39,5	63,6
	РРР Стимпо 0,025 л/т	11,0	40,1	62,2
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	11,4	43,1	69,7
Панда 5,0 л/га	без біологічних препаратів	10,0	35,3	59,5
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	10,1	38,4	61,3
	РРР Стимпо 0,025 л/т	10,7	39,2	60,0
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	11,1	42,4	63,0
Панда 6,0 л/га	без біологічних препаратів	9,7	36,6	57,4
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	10,4	39,9	59,0
	РРР Стимпо 0,025 л/т	10,1	39,9	58,3
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	9,6	40,8	60,0
	<i>НІР₀₅</i>	1,4	4,0	5,4

Додаток Д

Таблиця Д.1

Забур'яненість посіву нуту залежно від застосування гербіциду Панда, РРР Стимпо і МБП Ризобофіт (2015 р.)

Гербіцид	Біологічний препарат	Через 30 діб після внесення				Перед збиранням врожаю			
		Кількість бур'янів шт./м ²	Маса бур'янів, г/м ²	Знищено бур'янів,%		Кількість бур'янів шт./м ²	Маса бур'янів, г/м ²	Знищено бур'янів,%	
				за кількістю	за масою			за кількістю	за масою
Без гербіциду	без біологічних препаратів (контроль I)	105,6	324,0	0	0	128,0	328,4	0	0
	без біологічних препаратів + ручні прополювання (контроль II)	0	0	100	100	0	0	100	100
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	135,6	506,0	-28	-56	170,4	348,8	-33	-6
	РРР Стимпо 0,025 л/т	120,9	306,0	-15	6	159,2	233,8	-24	29
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	115,1	350,2	-9	-8	122,4	368,8	4	-12
Панда 3,0 л/га	без біологічних препаратів	38,4	104,6	64	68	36,8	136,8	71	58
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	31,5	98,4	70	70	22,4	144,4	83	56
	РРР Стимпо 0,025 л/т	26,2	98,0	75	70	12,0	124,8	91	62
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	25,2	83,0	76	74	20,1	158,8	84	52
Панда 4,0 л/га	без біологічних препаратів	24,5	73,0	77	78	14,8	53,6	88	84
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	20,4	66,2	81	80	24,2	52,8	81	84
	РРР Стимпо 0,025 л/т	20,0	75,8	81	77	15,6	35,2	88	89
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	16,5	48,4	84	85	20,4	39,6	84	88
Панда 5,0 л/га	без біологічних препаратів	12,5	32,4	88	90	12,8	49,6	90	85
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	11,9	32,4	89	90	14,4	31,2	89	91
	РРР Стимпо 0,025 л/т	11,6	28,8	89	91	12,8	17,6	90	95
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	11,0	28,9	90	91	16,8	29,6	87	91
Панда 6,0 л/га	без біологічних препаратів	10,2	15,2	90	95	6,1	20,6	95	94
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	9,2	15,9	91	95	11,6	20,2	91	94
	РРР Стимпо 0,025 л/т	9,8	14,5	91	96	9,1	19,2	93	94
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	9,5	13,5	91	96	12,2	13,2	91	96
	НІР ₀₅	4,5	3,5			2,5	4,0		

Таблиця Д.2

Забур'яненість посіву нуту залежно від застосування гербіциду Панда, РРР Стимпо і МБП Ризобофіт (2016 р.)

Гербіцид	Біологічний препарат	Через 30 діб після внесення				Перед збиранням врожаю			
		Кількість бур'янів шт./м ²	Маса бур'янів г/м ²	Знищено бур'янів,%		Кількість бур'янів шт./м ²	Маса бур'янів г/м ²	Знищено бур'янів,%	
				за кількістю	за масою			за кількістю	за масою
Без гербіциду	без біологічних препаратів (контроль I)	100,0	323,0	0	0	140,8	460,4	0	0
	без біологічних препаратів + ручні прополювання (контроль II)	0	0	100	100	0	0	100	100
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	131,0	488,4	-31	-51	180,8	467,2	-28	-2
	РРР Стимпо 0,025 л/т	119,2	299,0	-19	7	160,6	340,2	-14	26
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	111,1	341,9	-11	-6	127,2	394,0	10	14
Панда 3,0 л/га	без біологічних препаратів	37,0	107,0	63	67	37,6	162,1	73	65
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	28,2	99,1	72	69	26,0	198,9	82	57
	РРР Стимпо 0,025 л/т	28,3	95,6	72	70	18,0	134,0	87	71
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	24,9	80,5	75	75	21,6	166,3	85	64
Панда 4,0 л/га	без біологічних препаратів	24,8	71,5	75	78	19,2	56,8	86	88
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	16,4	62,5	84	81	26,4	87,2	81	81
	РРР Стимпо 0,025 л/т	16,0	67,6	84	79	16,8	43,6	88	91
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	15,6	50,2	85	85	23,0	33,2	84	93
Панда 5,0 л/га	без біологічних препаратів	12,3	36,0	88	89	15,4	58,4	89	87
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	11,5	31,9	89	90	15,4	35,6	89	92
	РРР Стимпо 0,025 л/т	10,8	29,1	89	91	13,8	19,2	90	96
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	10,0	26,1	90	92	20,8	24,4	85	95
Панда 6,0 л/га	без біологічних препаратів	9,8	12,9	90	96	9,4	21,6	93	95
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	10,1	14,7	90	96	13,0	21,2	91	95
	РРР Стимпо 0,025 л/т	9,4	13,4	91	96	11,4	19,6	92	96
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	10,3	12,2	90	96	15,2	16,4	89	96
	<i>НІР₀₅</i>	3,2	3,8			4,7	5,2		

Таблиця Д.3

Забур'яненість посіву нуту залежно від застосування гербіциду Панда, РРР Стимпо і МБП Ризобофіт (2017 р.)

Гербіцид	Біологічний препарат	Через 30 діб після внесення				Перед збиранням врожаю			
		Кількість бур'янів шт./м ²	Маса бур'янів г/м ²	Знищено бур'янів,%		Кількість бур'янів шт./м ²	Маса бур'янів г/м ²	Знищено бур'янів,%	
				за кількістю	за масою			за кількістю	за масою
Без гербіциду	без біологічних препаратів (контроль I)	96,1	321,0	0	0	130	275	0	0
	без біологічних препаратів + ручні прополювання (контроль II)	0	0	100	100	0	0	100	100
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	128,0	472,0	-33	-47	166	311	-27	-13
	РРР Стимпо 0,025 л/т	118,4	301,0	-23	6	155	258	-19	6
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	106,2	334,0	-11	-4	121	344	7	-25
Панда 3,0 л/га	без біологічних препаратів	36,2	99,3	62	69	32	123	75	55
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	22,9	95,7	76	70	24	152	82	45
	РРР Стимпо 0,025 л/т	22,6	92,7	77	71	11	108	92	61
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	21,6	79,0	78	75	19	144	85	48
Панда 4,0 л/га	без біологічних препаратів	22,1	70,5	77	78	15	49	88	82
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	19,4	78,8	80	76	22	43	83	84
	РРР Стимпо 0,025 л/т	13,0	62,4	87	81	12	39	91	86
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	14,5	45,9	85	86	22	37	83	87
Панда 5,0 л/га	без біологічних препаратів	10,4	29,6	89	91	14	45	90	84
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	10,0	29,4	90	91	12	33	91	88
	РРР Стимпо 0,025 л/т	9,6	26,6	90	92	11	15	92	94
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	10,0	23,8	90	93	18	22	86	92
Панда 6,0 л/га	без біологічних препаратів	8,9	11,6	91	96	8	16	94	94
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	9,8	14,2	90	96	10	17	92	94
	РРР Стимпо 0,025 л/т	9,2	13,2	90	96	10	18	93	94
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	9,1	10,0	90	97	12	13	91	95
	<i>НІР₀₅</i>	3,8	3,2			6,7	5,8		

Додаток Е

Таблиця Е.1

Маса 1000 зерен нуту залежно від дії гербіциду Панда, РРР Стимпо і МБП Ризобофіт (г, 2015–2017 рр.)

Гербіцид	Біологічний препарат	2015 р.	2016 р.	2017 р.	середнє за 2015–2017 рр.
Без гербіциду	без біологічних препаратів (контроль I)	202,1	236,0	203,4	213,8
	без біологічних препаратів + ручні прополювання (контроль II)	216,2	248,4	217,5	227,4
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	222,5	251,0	221,7	231,7
	РРР Стимпо 0,025 л/т	236,7	256,5	229,4	240,9
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	253,4	263,8	242,1	253,1
Панда 3,0 л/га	без біологічних препаратів	227,2	253,0	225,0	235,1
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	240,0	259,0	236,0	245,0
	РРР Стимпо 0,025 л/т	240,7	258,8	234,7	244,7
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	245,3	261,2	239,6	248,7
Панда 4,0 л/га	без біологічних препаратів	262,1	267,0	246,3	258,5
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	303,1	289,8	296,1	296,3
	РРР Стимпо 0,025 л/т	312,4	293,5	301,5	302,4
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	315,6	306,9	312,1	311,5
Панда 5,0 л/га	без біологічних препаратів	236,2	255,4	225,5	239,0
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	242,3	258,4	231,3	244,0
	РРР Стимпо 0,025 л/т	262,9	267,7	248,2	259,6
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	270,5	271,9	257,3	266,6
Панда 6,0 л/га	без біологічних препаратів	211,1	227,3	211,7	216,7
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т	234,0	259,4	216,8	236,7
	РРР Стимпо 0,025 л/т	233,0	268,5	231,0	244,1
	МБП Ризобофіт 1,0 л/т + РРР Стимпо 0,025 л/т	233,9	259,7	241,8	245,1
	<i>НІР₀₅</i>	22,6	18,0	12,7	

Додаток Є

«Затверджую»

Директор приватного
сільськогосподарського
підприємства "Еліт"



Ю. М. Притула

" 10 " жовтня 2018 р.

«Затверджую»

Ректор Уманського НУС



О. О. Непочатенко

" 12 " жовтня 2018 р.

Акт

впровадження науково - дослідної роботи у виробництво

" 10 " жовтня 2018 р.

складений головним агрономом ПСП "Еліт" (с. Нерубайка, Новоархангельського району Кіровоградської області) О. О. Мартинюком, директором Ю. М. Притулою, аспірантом кафедри біології Уманського НУС О. О. Коробком про те, що в ПСП "Еліт" у 2018 році впроваджувалися результати досліджень дисертаційної роботи за темою "Біологічне обґрунтування застосування гербіциду, регулятора росту рослин і мікробного препарату у посівах нуту в умовах Правобережного Лісостепу України".

Впровадження науково-обґрунтованих заходів боротьби з бур'янами в посівах нуту виконувалось на площі 21 га за використання гербіциду Панда в нормі 4,0 л/га, регулятора росту рослин Стимпо у нормі 0,025 л/т і мікробного препарату Ризобофит у нормі 1,0 л/т. Завдяки використанню вищезазначеної композиції господарство одержало додатково 0,62 т/га зерна нуту, що забезпечило формування додаткового прибутку в розмірі 9,1 тис. грн/га.

Головний агроном ПСП "Еліт"

О. О. Мартинюк

Аспірант кафедри біології

Уманського НУС

О.О. Коробко

Додаток Ж

«Затверджую»

Генеральний
Директор СТОВ Іскра
М. Ніковський

" 7 " листопада 2018 р.



«Затверджую»

Ректор Уманського НУС
О.О. Непочатенко

"9" листопада 2018 р.



Акт

впровадження науково - дослідної роботи у виробництво

" 7 " листопада 2018 р.,

складений головним агрономом СТОВ "Іскра" (с. Нечаєве, Шполянського району Черкаської області), В. М. Курінним, директором С.М. Ніковським, аспірантом кафедри біології Уманського НУС О.О. Коробком про те, що в СТОВ "Іскра" у 2018 році впроваджувалися результати досліджень дисертаційної роботи за темою „Біологічне обґрунтування застосування гербіциду, регулятора росту рослин і мікробного препарату у посівах нуту в умовах Правобережного Лісостепу України”.

Вид впровадження – площа нуту 5 га.

Економічний ефект – за використання гербіциду Панда в нормі 4,0 л/га, регулятора росту рослин Стимпо у нормі 0,025 л/т і мікробного препарату Ризобофіт у нормі 1,0 л/т господарство одержало додатково 0,65 т/га зерна нуту.

Соціальний і науково-технічний ефект – підвищення продуктивності посівів нуту, покращення якості зерна і зниження пестицидного навантаження на рослини і навколишнє середовище за рахунок комбінованого використання гербіциду, регулятора росту рослин і мікробного препарату.

Головний агроном СТОВ "Іскра"

аспірант кафедри біології

Уманського НУС



В. М. Курінний

О.О. Коробко

Додаток К

СПИСОК НАУКОВИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Праці, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації:

1. Карпенко В. П., Коробко О. О. Вплив гербіциду і біологічних препаратів на забур'яненість і густоту посівів нуту. Вісник Полтавської державної аграрної академії. Полтава. 2018. №4. С. 51–56.

2. Карпенко В. П., Коробко О. О. Вплив гербіциду і біологічних препаратів на динаміку вмісту хлорофілів у листках нуту. Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва. Умань. 2018. №93 (1). С. 47–55.

3. Карпенко В. П., Коробко О. О. Вплив біологічно активних речовин на ростові процеси рослин нуту в умовах Правобережного Лісостепу України. Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка. 2018. №29. С. 17–24.

4. Карпенко В. П., Коробко О. О. Продуктивність нуту за впливу гербіциду і біологічних препаратів. Вісник Уманського національного університету садівництва. Умань. 2018. №2. С. 64–67.

5. Карпенко В. П., Коробко О. О. Вплив гербіциду і біологічних препаратів на фотосинтетичну продуктивність і врожайність нуту. Вісник Миколаївського національного університету. Миколаїв. 2018. №4(100). С. 48–54.

Праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:

6. Карпенко В. П., Коробко О. О. Елементи біологізованої технології вирощування нуту. Рекомендації виробництву. Черкаси: Видавництво «Брама-Україна». 2019. 24 с.

7. Карпенко В. П., Коробко О. О. Перспективи застосування біологічно активних речовин при вирощуванні нуту. Зб. наук. праць Міжн. наук.-практ. конф., "Селекція, насінництво, технології вирощування круп'яних та інших

сіськогосподарських культур: досягнення і перспективи" ПДТУ (м. Каміанець-Подільський. 25–26 квітня 2016 р.). Тернопіль: Крок. 2016. С. 240–242.

8. Коробко О. О. Агроєкологічне обґрунтування використання гербіцидів в посівах нуту. Зб. наук. праць Всеукраїнської наук.-практ. конф. молодих вчених, "Актуальні проблеми природничих та гуманітарних наук у дослідженнях молодих учених" ЧНУ ім. Б. Хмельницького (м. Черкаси. 27–28 квітня 2017 р.) Черкаси. 2017. С. 126–128.

9. Коробко О. О. Агроєкологічне обґрунтування використання гербіцидів та регуляторів росту в посівах нуту. Зб. наук. праць Міжн. наук.-практ. конф., "Актуальні питання сучасних технологій вирощування сіськогосподарських культур в умовах змін клімату" ПДТУ (м. Каміанець-подільський. 15–16 червня 2017 р.). Тернопіль: Крок. 2017. С. 105–107.

10. Коробко О. О. Вплив біологічно активних речовин на ріст і розвиток рослин нуту в умовах Правобережного Лісостепу України. Зб. наук. праць Міжн. наук.-практ. конф., 2018, "Національне виробництво й економіка в умовах реформування: стан і перспективи інноваційного розвитку та міжрегіональної інтеграції" ПДТУ (м. Каміанець-Подільський. 31 жовтня 2018 р.). Тернопіль: Крок. 2018. С. 58–60.

11. Карпенко В. П., Коробко О. О. Формування продуктивності нуту за дії гербіциду, регулятора росту рослин і мікробного препарату. Зб. наук. праць Всеукраїнської наук. конф. молодих учених, ЧНУ ім. Б. Хмельницького. "Актуальні проблеми природничих і гуманітарних наук у дослідженнях молодих вчених" (м. Черкаси, 16 травня 2019 р.) Черкаси. 2019. С. 145–146.

12. Карпенко В. П., Коробко О. О. Вплив гербіциду і біологічних препаратів на забур'яненість посівів нуту. Зб. наук. праць Всеукраїнської наук.-практ. конф. "Генетика і селекція у сучасному агрокомплексі". (м. Умань. 26 червня 2019 р.). Уманський НУС. Умань. 2019. С. 115–116.