

УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА
МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Кваліфікаційна наукова праця
на правах рукопису

ПІДАН ЛЮБОВ ФЕДОРІВНА

УДК 581.1:632.954:631.811.98:633.854.78(477.46)

ДИСЕРТАЦІЯ
ФІЗІОЛОГІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ЗАСТОСУВАННЯ
ГЕРБІЦИДІВ І РЕГУЛЯТОРА РОСТУ РОСЛИН У ПОСІВАХ
СОНЯШНИКА В ПРАВОБЕРЕЖНОМУ 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
_____ Л. Ф. Підан

Науковий керівник – Грицаєнко Зінаїда Мартинівна, доктор сільськогосподарських наук, професор, заслужений діяч науки і техніки України

Умань – 2017

АНОТАЦІЯ

Підан Л. Ф. Фізіологічне обґрунтування застосування гербіцидів і регулятора росту рослин у посівах соняшника в Правобережному 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. 2017.

У роботі проаналізовано результати наукових досліджень вітчизняних і зарубіжних авторів з вивчення впливу гербіцидів різних хімічних класів і регуляторів росту рослин, внесених окремо і в сумішах, на фізіолого-біохімічні процеси в рослинах сільськогосподарських культур, у тому числі й у соняшника, та – мікробіологічні процеси в ґрунті; розглянуто вплив сумішей гербіцидів із регуляторами росту рослин на формування врожаю, його якості та економічної ефективності застосування препаратів.

На основі ґрунтового аналізу літературних джерел узагальнюється необхідність проведення подальших досліджень у напрямку вирішення завдання розрізненої та інтегрованої дії гербіцидів і регуляторів росту рослин на фізіолого-біохімічні й ін. процеси культури соняшника в залежності від ґрунтово-кліматичних умов.

Поставлене завдання вирішувалось у дослідах з ґрунтовим гербіцидом Дуал Голд 960, посходовим гербіцидом Фюзілад Форте 150 і регулятором росту рослин Радостим, які вивчали на гібриді соняшника Каньйон, використовуючи гербіциди окремо та в комплексі з регулятором росту рослин (PPP) (обробка PPP посівів та обробка перед сівбою насіння).

У результаті проведених вегетаційних дослідів встановлено, що гербіцид Фюзілад Форте 150 у нормах 0,5; 0,75; 1,0 л/га, внесений як роздільно, так і в сумішах із Радостимом (20 мл/га), зумовлював підвищення активності антиоксидантних ферментів у рослинах соняшника за можливого зростання рівня детоксикаційних процесів. Зокрема, на 3-тю добу після внесення гербіциду Фюзілад Форте 150 у нормах 0,5; 0,75; 1,0 л/га активність

каталази зростала зі збільшенням норм препарату на 55; 75; 102%, пероксидази – 23; 60; 95%, поліфенолоксидази – 32; 48; 67%. У випадку інтегрованого застосування тих же норм Фюзіладу Форте 150 із Радостимом активність даних ферментів виявилась вищою за контроль на 81; 115 і 131%; 67; 102; 120% і 45; 66 та 83% відповідно. Проте найвищі показники активності досліджуваних ферментів були встановлені за використання Фюзіладу Форте 150 у нормах 0,5; 0,75 і 1,0 л/га сумісно із Радостимом 20 мл/га на фоні обробленого Радостимом перед сівбою насіння 250 мл/т, де активність каталази перевищувала контроль відповідно до норм препарату на 118; 138; 163%, пероксидази – 96; 128; 147%, поліфенолоксидази – 68; 86 і 106%.

Зростання активності антиоксидантних ферментів у листках соняшника за самостійного внесення гербіциду, особливо в початковий період його застосування, є наслідком активізації в рослинах метаболічних процесів, направлених на детоксикацію ксенобіотика, водночас більш значна активізація антиоксидантної системи рослин соняшника за використання гербіциду й РРР на фоні обробки насіння перед сівбою РРР є наслідком інтенсифікації в рослинах під впливом РРР обмінних процесів, направлених як на детоксикацію ксенобіотика, так і пов'язаних з активізацією ростових процесів, проходження яких не можливе без участі ферментів.

Встановлено, що площа листкового апарату соняшника формувалась залежно від застосовуваних норм гербіцидів, регулятора росту рослин та погодних умов. Активне наростання листкового апарату в середньому за роки досліджень у фазі шести листків простежувалось у варіантах досліду Дуал Голд 960 у нормі 1,6 л/га, внесеного самостійно та на фоні передпосівної обробки насіння РРР, що перевищувало контроль І на 12% і 14% відповідно. Водночас найбільшим листковий апарат соняшника був у варіанті Фюзілад Форте 150 у нормі 0,75 л/га сумісно із Радостимом 20 мл/га на фоні передпосівної обробки насіння Радостимом 250 мл/т, де перевищення контролю І складало 20%.

Виконані дослідження пігментного комплексу соняшника показали, що за використання Фюзіладу Форте 150 у нормах 0,5–1,0 л/га, внесеного без Радостиму, вміст хлорофілу *a* в листках на шосту добу знижувався на 1–6%, хлорофілу *b* – 5–11%. Разом з тим у варіантах, де Фюзілад Форте 150 застосовували разом із Радостимом, вміст хлорофілів *a*, *b* і їх суми перевищував відповідні показники у варіантах без РРР, а за внесення Фюзіладу Форте 150 у нормах 0,5–0,75 л/га з РРР по фону забезпечувало зростання вмісту хлорофілів *a* і *b* та їх суми відносно контролю на 1–3%.

Встановлено, що зі збільшенням норм застосування гербіцидів Фюзілад Форте 150 до 1,0 л/га та Дуал Голд 960 до 1,6 л/га площа клітин епідермісу зменшувалася. Найбільша площа епідермальних клітин, за одночасного зменшення їх кількості на одиниці поверхні листка, формувалась у варіантах Фюзілад Форте 150 у нормі 0,75 л/га із Радостимом 20 мл/га на фоні передпосівної обробки насіння РРР, що перевищувало контроль I на 70% та Дуал Голд 960 у нормі 1,6 л/га, внесеного по фону – 42%. У цих варіантах досліді були відмічені оптимальні показники коефіцієнта морфоструктури, які вказують на формування рослинами мезоморфних ознак, характерних для агроценозів, що перебувають у найбільш сприятливих для них умовах.

Найактивніше наростання надземної біомаси рослинами соняшнику простежувалось за комплексного використання гербіцидів з РРР. Так, за внесення Дуалу Голд 960 1,2; 1,4 і 1,6 л/га надземна біомаса у фазу шести листків перевищувала контроль I на 5; 16 і 32%, водночас за внесення цих же норм гербіциду по фону – на 25; 30 і 44%. Значне зростання надземної біомаси рослин соняшника у фазі шести листків було відмічено за використання Фюзіладу Форте 150 у нормах 0,5; 0,75; 1,0 л/га сумісно із Радостимом (20 мл/га) по фону передпосівної обробки насіння РРР Радостим (250 мл/т), де перевищення контролю I складало 30; 53 і 24%.

Встановлено, що використання гербіцидів Дуал Голд 960, Фюзілад Форте 150 і РРР Радостим, забезпечувало формування різних показників чистої продуктивності фотосинтезу посівів соняшника. Так, у середньому за

2012–2014 рр., використання гербіциду Дуал Голд 960 у нормах 1,2; 1,4 і 1,6 л/га сприяло зростанню даного показника відносно контролю І на 5–18%, водночас за використання цих же норм гербіциду на фоні передпосівної обробки насіння РРР Радостим у нормі 250 мл/т – на 7–22%.

У процесах формування високої продуктивності посівів важливе значення відіграє енергетичне забезпечення, що напряду пов'язане з диханням. У середньому за 2012–2014 рр. досліджень за сумісного використання гербіциду Фюзілад Форте 150 із регулятором росту рослин Радостим 20 мл/га спостерігалось підвищення інтенсивності дихання рослин соняшника порівняно із контрольним варіантом І на 7–14% та 10–17% – на фоні передпосівної обробки насіння РРР. Одержані дані можуть опосередковано свідчити про зростання синтезу в процесі дихання макроенергетичних сполук.

У фазі шести пар листків за використання Дуалу Голд 960 у нормах 1,2; 1,4 та 1,6 л/га в середньому за три роки досліджень інтенсивність транспірації зростала у порівнянні з контролем І на 27–33%. За внесення даних норм гербіциду на фоні передпосівної обробки насіння Радостимом показник транспірації перевищував контроль І на 31–38% відповідно. Високими транспіраційні процеси були і в варіантах досліду Фюзілад Форте 150 0,5; 0,75; 1,0 л/га із Радостимом 20 мл/га на фоні передпосівної обробки насіння РРР, де перевищення контролю І складало 35–33%. Зростання показника інтенсивності транспірації, очевидно, відбувалося у результаті активізації метаболічних процесів у рослинах та процесів водо- і газообміну.

Встановлено, що гербіциди Дуал Голд 960, Фюзілад Форте 150 і РРР Радостим активізують розвиток в ризосфері соняшника мікробіоти: за комплексного використання препаратів (Дуал Голд 960 + РРР – обробка насіння, Фюзілад Форте 150 + РРР – обробка посівів + обробка насіння) загальна чисельність ризосферних бактерій зростала до 36%, мікроміцетів – 41%, актиноміцетів – 45%.

Ефективність контролювання бур'янів у посівах соняшника зростала зі збільшенням норм використання гербіцидів Дуал Голд 960 і Фюзілад Форте 150, проте вища частка знищених бур'янів формувалась за їх використання в комплексі з РРР (обробка посівів + обробка насіння), що свідчить про зростання конкурентної спроможності культури.

Найвищу економічну й енергетичну ефективність посіви соняшника формують за використання комплексів Дуал Голд 960 1,6 л/га + РРР Радостим 250 мл/т та Фюзілад Форте 150 0,75 л/га + РРР Радостим 20 мл/га + РРР Радостим 250 мл/т, що підтверджується приростом врожаю на рівні 1,02 і 1,34 т/га, формуванням якості зерна І класу за рентабельності виробництва 511 і 545%, окупності додаткових витрат 7,5 і 8,2 рази і коефіцієнта енергетичної ефективності 9,4 і 11,8.

На підставі одержаних експериментальних даних, їх аналізу та обґрунтування, виробництву рекомендується застосовувати у посівах соняшника гербіцид Дуал Голд 960 1,6 л/га + РРР Радостим 250 мл/т (обробка перед сівбою насіння); гербіцид Фюзілад Форте 150 0,75 л/га + РРР Радостим 20 мл/га (обробка посівів) + РРР Радостим 250 мл/т (обробка перед сівбою насіння).

Ключові слова: фізіологічне обґрунтування, гербіциди, регулятор росту рослин, комплексне застосування, соняшник.

СПИСОК НАУКОВИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Праці, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації:

1. Грицаєнко З. М., Підан Л. Ф. Забур'яненість та врожайність посівів соняшнику за різних способів застосування гербіцидів Дуал Голд 960, Фюзілад Форте 150 і регулятора росту рослин Радостим // Вісник Уманського національного університету садівництва. Умань. 2014. № 1. С. 54–59.
2. Грицаєнко З. М., Підан Л. Ф. Анатомо-морфологічні зміни у листках соняшника за комплексної дії гербіциду Фюзілад Форте 150 і регулятора

- росту рослин Радостим // Вісник Уманського національного університету садівництва. Умань. 2015. № 2. С. 76–79.
3. Грицаєнко З. М., Карпенко В. П., Підан Л. Ф. Стан ферментної системи рослин соняшника за використання гербіциду Фюзилад Форте 150 і регулятора росту рослин Радостим // Зб. наук. праць Уманського НУС. Умань. 2016. Вип. 88. Ч. 1. С. 16–23.
 4. Підан Л. Ф. Мікробіологічна активність ризосфери соняшника за дії гербіциду Фюзилад форте 150 та регулятора росту рослин Радостим // Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України. 2015. №7. Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nd_2015_7_13
 5. Грицаєнко З. М., Карпенко В. П., Підан Л. Ф. Стан фотосинтетичної та пігментної систем соняшника за дії гербіцидів Фюзилад Форте 150, Дуал Голд 960 та регулятора росту Радостим // Зб. наук. праць Уманського НУС. Умань. 2014. Вип. 86. Ч. 1. С. 221–228.
 6. Грицаєнко З. М., Карпенко В. П., Підан Л. Ф. Пігментний комплекс соняшника за дії гербіциду Фюзилад Форте 150 і регулятора росту рослин Радостим // Карантин і захист рослин. 2016. № 4 (235). С. 1–3.

Праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:

7. Карпенко В. П., Підан Л. Ф., Заболотний О. І. та ін. Біологізована технологія вирощування соняшника; за ред. В. П. Карпенка. Умань. 2016. 11 с.
8. Підан Л. Ф., Грицаєнко З. М. Динаміка продуктивності рослин соняшника за дії гербіциду Фюзилад Форте та рістрегулятора Радостим при різних способах застосування // Матеріали Всеукраїнської наукової конференції молодих учених. Умань. 2013. Ч. 1. С. 95–97.
9. Підан Л. Ф. Вплив базового та страхового гербіцидів, внесених окремо та сумісно із рістрегулятором, в агроценозах вирощування соняшника // Підвищення ефективності ресурсозберігаючих технологій на

- зернопереробних підприємствах: Тези доповідей Всеукраїнської наукової конференції. Умань. 2013. С. 48–51.
10. Пидан Л. Ф., Грицаєнко З. М. Агробіологічні заходи підвищення синтезу суми хлорофілу (a+b) в посівах соняшнику за використання гербіцидів і регулятора росту рослин // Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Актуальні питання сучасної аграрної науки». Умань. 2014. С. 70–72.
11. Пидан Л. Ф., Грицаєнко З. М. Біологізація сільського господарства – сучасне і майбутнє агропромислового комплексу // Регіональна науково-практична інтернет-конференція «Моніторинг та охорона біорізноманіття агроландшафтів». Умань. 2013. С. 57–59.
12. Пидан Л. Ф. Динаміка листкового апарату соняшника за дії різних норм гербіцидів та способів застосування рістрегулятора // Сборник докладов Международных конференций «Консолидация научных исследований», «Диверсификация научных подходов как основание повышения качества исследований», 12 жовтня 2013 р. Донецьк: Ниц Знание, 2013. С. 16–19.
13. Пидан Л. Ф. Потенціал забур'яненості посівів соняшника та заходи контролю за дією гербіциду Дуал Голд 960 // Збірник наукових праць природничо-географічного факультету «Природничі науки і освіта». Умань. 2015. С. 99–103.

ABSTRACT

Pidan L.F. Physiological substantiation of application of herbicides and plant growth regulator in sunflower crops in the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine. – Qualification scientific work on the rights of manuscripts.

Dissertation for obtaining a scientific degree of a candidate of agricultural sciences by speciality 03.00.12 – Plant Physiology. – Uman National University of Horticulture. Uman city. 2017.

The paper analyzes the results of scientific researches of domestic and foreign authors on the issue of influence of herbicides of various chemical classes

and plant growth regulators applied separately and in mixtures, on physiological-and-biochemical processes in plants of agricultural crops including sunflower, and – microbiological processes in the soil; influence of mixtures of herbicides with plant growth regulators on yield formation, its quality and economic efficiency of preparations use was considered.

Necessity of conducting further researches regarding the problem solving of distinct and integrated effect of herbicides and plant growth regulators on physiological-and-biochemical and other processes of sunflower depending on the soil-and-climatic conditions was generalized on the basis of a thorough analysis of scientific literature.

Set task was solved by experiments with a soil herbicide Dual Gold 960, after seedling herbicide Fyuzilad Forte 150 and plant growth regulator Radostim which were studied on a sunflower hybrid Kanyon using herbicides separately and in combination with a plant growth regulator (PGR) (treatment of crops and seeds before sowing by PGR).

It was found in the result of conducted vegetation experiments that herbicide Fyuzilad Forte 150 in the rates of 0,5; 0.75; 1.0 l/ha applied both separately and in mixtures with Radostim (20 ml/ha) caused increasing in the activity of antioxidant enzymes in sunflower plants under possible level growth of detoxification processes. In particular, activity of catalase became higher with increasing of preparation rate by 55; 75; 102%, peroxidase – 23; 60; 95%, polyphenol oxidase – 32; 48; 67% on the 3rd day after using of herbicide Fyuzilad Forte 150 in the rates of 0,5; 0.75; 1.0 l/ha. Activity of these enzymes was higher than control by 81; 115 and 131%; 67; 102; 120% and 45; 66; 83% respectively in the case of integrated application of the same rates of Fyuzilad Forte 150 with Radostim. However, the highest activity rates of studied enzymes were found while using Fyuzilad Forte 150 at rates of 0.5; 0.75; 1.0 l/ha together with Radostim of 20 ml/ha comparing with seeds treated by Radostim before sowing 250 ml/t where catalase activity exceeded the control variant by 118; 138; 163% according to the preparation rates, peroxidase – 96; 128; 147%, polyphenol oxidase – 68; 86 and 106%.

Activity increase of antioxidant enzymes in sunflower leaves under independent herbicide application, especially in the initial period of its application was the result of metabolic processes activation in plants aimed at detoxification of xenobiotics, but at the same time, greater activation of the antioxidant system of sunflower plants while using of herbicide and PGR by seeds treatment by PGR before sowing was a result of intensification of metabolic processes in plants under the influence of PGR aimed at both detoxification of xenobiotics and related to activation of growth processes which passing was impossible without enzymes participation.

It was found that the area of sunflower leaf apparatus was forming depending on applied rates of herbicides, plant growth regulator and weather conditions. Active growth of the leaf apparatus on average over the years of research in the phase of six leaves was noticed in the experimental variants with Dual Gold 960 in the rate of 1.6 l/ha applied independently and by seeds treatment by PGR before sowing, which exceeded the control variant I by 12% and 14% respectively. At the same time, the largest leaf apparatus of sunflower was in the variant with Fyuzilad Forte 150 in the rate of 0,75 l/ha in combination with Radostim 20 ml/ha by seeds treatment by Radostim 250ml/t before sowing where excelling of the control variant I was 20%.

Performed researches of pigment complex of sunflower showed that the content of chlorophyll *a* in the leaves on the sixth day decreased by 1–6%, chlorophyll *b* – 5–11% by applying of Fyuzilad Forte 150 in the rates of 0.5–1.0 l/ha introduced without Radostim. However, in the variants where Fyuzilad Forte 150 was used together with Radostim, the content of chlorophyll *a*, *b* and their sum exceeded the corresponding indexes in the variants without PGR; and it was observed the rise in the content of chlorophyll *a*, *b* and their sum by 1–3% in comparison with the control variant by applying of Fyuzilad Forte 150 in the rates of 0.5–0.75 l/ha with PGR.

It was determined that the area of epidermis cells decreased under rates increasing of herbicides Fyuzilad Forte 150 to 1.0 l/ha and Dual Gold 960 to 1.6

l/ha. The largest area of epidermal cells under simultaneous reducing of their number per unit of leaf surface was formed in the variants with Fyuzilad Forte 150 in the rate of 0.75 l/ha with Radostim 20 ml/ha by seeds treatment by PGR before sowing that exceeded the control variant I by 70% and Dual Gold 960 in the rate of 1.6 l/ha by 42% applied with the same seeds treatment. The optimal indexes of the morphostructure coefficient which indicated to the formation of mesomorphic features typical for agrocenoses that were in the most favorable conditions for them were noted in these experimental variants.

The most active growth in aboveground biomass by sunflower plants was observed under integrated use of herbicides with PGR. Thus, aboveground biomass in the phase of six leaves exceeded the control variant I by 5; 16; 32% by applying of Dual Gold 960 in the rate of 1,2; 1,4 and 1,6 l/ha, at the same time in was increased by 25; 30; 44% while using the same rates of herbicide under the same treatment. Significant growth of aboveground biomass of sunflower plants in the phase of six leaves was defined under the use of Fyuzilad Forte 150 in the rate of 0.5; 0.75; 1.0 l/ha together with Radostim (20 ml/ha) by seeds treatment by Radostom (250 ml/t) before sowing where control excelling was 30; 53 and 24%.

It was defined that the use of herbicides Dual Gold 960, Fyuzilad Forte 150 and PGR of Radostim guaranteed formation of various indexes of pure productivity of photosynthesis of sunflower crops. Thus, on average in 2012–2014 the use of herbicide Dual Gold 960 in the rates of 1.2; 1,4 and 1,6 l/ha contributed to increasing of this index compared with the control variant I by 5–18%, at the same time it was increased by 7–22% while using the same rates of herbicide under seeds treatment by PGR before sowing in the rate of 250 ml/t.

Energy supply directly connected with respiration played important role in processes of forming the high productivity of crops. On average, in 2012–2014, the intensity of respiration of sunflower plants compared with the control variant I was increased by 7–14% under compatible use of herbicide Fyuzilad Forte 150 with plant growth regulator Radostim in the rate of 20 ml/ha and by 10–17% – under seeds treatment by PGR before sowing. Obtained data could indirectly indicate

about synthesis growth in the process of respiration of macroenergetic compositions.

On average for three years of the research the intensity of transpiration increased in comparison with the control variant I by 27–33% in the phase of six pairs of leaves by using of Dual Gold 960 in the rates of 1.2; 1.4 and 1.6 l/ha. The index of transpiration exceeded the control variant I by 31–38% respectively under applying of the same rates of herbicide by seeds treatment by Radostim before sowing. Transpiration processes were also high in the experiment variants with Fyuzilad Forte 150 in the rate of 0.5; 0.75; 1.0 l/ha with Radostim 20 ml/ha by seeds treatment by PGR before sowing where excelling of the control variant I was 35–33%. The increase in index of transpiration intensity, apparently, occurred as a result of activation of metabolic processes in plants and processes of water and gas exchange.

It was determined that herbicides Dual Gold 960, Fyuzilad Forte 150 and PGR Radostim activated the development of microbiota in sunflower rhizosphere: the total number of rhizospheric bacteria increased to 36%, micromycetes – 41%, actinomycetes – 45% under complex use of preparations (Dual Gold 960 + PGR – seeds treatment, Fyuzilad Forte 150 + PGR – crops treatment + seeds treatment).

The efficiency of weed control in sunflower crops grew with increasing the rates of use of herbicides Dual Gold 960 and Fyuzilad Forte 150, but higher proportion of destroyed weeds was forming under their application in combination with PGR (crops treatment + seeds treatment), that indicated about rise in competitive capability of this plant.

Sunflower crops formed the highest economic and energy efficiency under application of the complexes – Dual Gold 960 in the rate of 1.6 l/ha + PGR Radostim in the rate of 250 ml/t and Fyuzilad Forte 150 in the rate of 0.75 l/ha + PGR Radostim of 20 ml/ha + PGR Radostim of 250 ml/t, that was confirmed by increment in yields at the level of 1,02 and 1,34 t/ha, by formation of seed quality of I class under profitability of production of 511 and 545%, by payback of extra costs by 7.5 and 8.2 times and coefficient of energy efficiency of 9.4 and 11.8.

It was recommended to use herbicide Dual Gold 960 in the rate of 1,6 l/ha + PGR Radostim in the rate of 250 ml/t (seeds treatment before sowing); herbicide Fyuzilad Forte 150 of 0,75 l/ha + PGR Radostim of 20 ml/ha (crops treatment) + PP PGR Radostim of 250 ml/t (seeds treatment before sowing) in production of sunflower crops on the basis of obtained experimental data, their analysis and substantiation.

Keywords: physiological substantiation, herbicides, plant growth regulator, complex application, sunflower.

LIST OF SCIENTIFIC PAPERS ON THE TOPIC OF DISSERTATION

Papers to publish major scientific results of this thesis paper:

1. Grytsaienko Z. M., Pidan L. F. Weeds and crop capacity of sunflower under different methods of application of herbicides Dual Gold 960, Fuzylad Forte 150 and plant growth regulator Radostym // Bulletin of Uman National University of Horticulture. Uman. 2014. No.1. P. 54–59.
2. Grytsaienko Z. M., Pidan L. F. Anatomic-and-morphological changes in sunflower leaves under application of complex action of herbicide Fuzilad Forte 150 and plant growth regulator Radostym // Bulletin of Uman National University of Horticulture. Uman. 2015. No.2. P. 76–79.
3. Grytsaienko Z. M., Karpenko V. P., Pidan L. F. State of enzymatic system of sunflower plants by using herbicide Fuzilad Forte 150 and plant growth regulator Radostym // Collection of scientific papers of Uman National University of Horticulture. Uman. 2016. Issue 88. Part 1. P. 16–23.
4. Pidan L. F. Microbiological activity of sunflower rhizosphere under application of herbicide Fuzilad Forte 150 and plant growth regulator Radostym // Scientific reports of The National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine. 2015. No. 7. Access: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nd_2015_7_13
5. Grytsaienko Z. M., Karpenko V. P., Pidan L. F. Condition of photosynthetic and pigmentary systems of sunflower under application of herbicide Fuzilad Forte 150, Dual Gold 960 and plant growth regulator Radostym // Collection of

scientific papers of Uman National University of Horticulture. Uman. 2014. Issue 86. Part 1. P. 221–228.

6. Grytsaienko Z. M., Karpenko V. P., Mostoviak I. I., Pidan L. F. Pigmentary complex of sunflower by using of herbicide Fuzilad Forte 150 and plant growth regulator Radostym // Quarantine and plant protection. 2016. No. 4, (235). P. 1–3.

Papers proving this thesis paper materials validation:

7. Karpenko V. P., Pidan L. F., Zabolotnyi O. I. and others. Biological technology of sunflower growing / by ed. V. P. Karpenko. Uman. 2016. 11 p.
8. Pidan L. F., Grytsaienko Z. M. Dynamics of productivity of sunflower plants by using of herbicide Fuzilad Forte and plant growth regulator Radostym under different methods of application // Papers of all-Ukrainian scientific conference of young researches. Uman. 2013. Part 1. P. 95–97.
9. Pidan L. F. Influence of basic and additional herbicides applied separately and together with growth regulator in agrocenoses of sunflower growing // Increasing the efficiency of resource-saving technologies at grain processing enterprises. Theses of reports at all-Ukrainian scientific conference. Uman. 2013. P. 48–51.
10. Pidan L. F., Grytsaienko Z. M. Agrobiological measures to increase the synthesis of chlorophyll sum (a + b) in sunflower crops by using of herbicides and plant growth regulator // Papers of international scientific-and practical conference. Current issues of modern agrarian science. Uman. 2014 P. 70–72.
11. Pidan L. F., Grytsaienko Z. M. Biological technology of agriculture - modern and future of the agro-industrial complex // Regional scientific-and-practical internet-conference. Monitoring and protection of biodiversity of agrarian landscape. Uman. 2013. P. 57–59.
12. Pidan L. F. Dynamics of sunflower leaf apparatus under the activity of different norms of herbicides and application methods of growth regulator // Collection of reports of international conferences «Consolidation of scientific

researches» «Diversification of scientific approaches as the main basis of increasing the quality of researches» 12-th October 2013. Donetsk: NitsZnanie, 2013. P. 16–19.

13. Pidan L. F. Potential of weeds in sunflower crops and measures to control under herbicide Dual Gold 960 // Collection of scientific papers of Nature-and-Geographical Faculty “Nature Sciences and Education”. Uman, 2015. P. 99–103.

ЗМІСТ

УМОВНІ ПОЗНАЧЕННЯ	18
ВСТУП	19
РОЗДІЛ 1. ГЕРБІЦИДИ Й РЕГУЛЯТОРИ РОСТУ РОСЛИН У ТЕХНОЛОГІЯХ ВИРОЩУВАННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР, У ТОМУ ЧИСЛІ Й СОНЯШНИКА, ТА ЇХ ВПЛИВ НА ПЕРЕБІГ ОСНОВНИХ ФІЗІОЛОГО-БІОХІМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ У РОСЛИНАХ	26
1.1. Сучасні тенденції використання регуляторів росту рослин та спрямованість їх фізіологічної дії на сільськогосподарські культури.....	26
1.2. Розрізнена та інтегрована дія гербіцидів і регуляторів росту рослин в посівах на культурні рослини, бур'яни й мікробіоту ґрунту	42
РОЗДІЛ 2. УМОВИ, ОБ'ЄКТИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	58
2.1. Ґрунтово-кліматичні та погодні умови проведення досліджень.....	58
2.2. Схема досліду і методика досліджень.....	63
РОЗДІЛ 3. ФІЗІОЛОГІЧНІ ЗМІНИ В РОСЛИНАХ СОНЯШНИКА ЗА ДІЇ ГЕРБІЦИДІВ ДУАЛ ГОЛД 960, ФЮЗІЛАД ФОРТЕ 150 І РЕГУЛЯТОРА РОСТУ РОСЛИН РАДОСТИМ	71
3.1. Антиоксидантна ферментативна система	71
3.2. Листковий апарат та пігментний комплекс.....	85
3.3 Анатомо-морфологічна структура листкового епідермісу.....	100
3.4.Надземна біомаса.....	110
3.5. Чиста продуктивність фотосинтезу.....	116
3.6. Інтенсивність дихання	119
3.7. Інтенсивність транспірації.....	125

РОЗДІЛ 4. МІКРОБІОТА ҐРУНТУ В ПОСІВАХ СОНЯШНИКА ЗА ДІЇ ГЕРБІЦИДІВ ДУАЛ ГОЛД 960, ФЮЗІЛАД ФОРТЕ 150 І РЕГУЛЯТОРА РОСТУ РОСЛИН РАДОСТИМ.....	131
РОЗДІЛ 5. ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ ГЕРБІЦИДІВ ДУАЛ ГОЛД 960, ФЮЗІЛАД ФОРТЕ 150 ТА РЕГУЛЯТОРА РОСТУ РОСЛИН РАДОСТИМ У ПОСІВАХ СОНЯШНИКА.....	144
5.1. Забур'яненість посівів.....	144
5.2. Урожайність і якість насіння.....	153
5.3. Економічна й енергетична ефективність.....	161
ВИСНОВКИ.....	167
РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ.....	169
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	170
ДОДАТКИ.....	205

УМОВНІ ПОЗНАЧЕННЯ

- АФК – активні форми кисню
БАР – біологічно активні речовини
в.с.р. – водно-спиртовий розчин
д.р. – діюча речовина
ІОК – індолілоцтова кислота
КАА – крохмально-аміачний агар
Кар – каротиноїди
к.е. – концентрат емульсія
КУО – колонієутворюючі одиниці
МПА – м'ясопептонний агар
ПАР – поверхнево активна речовина
ПОЛ – пероксидне окиснення ліпідів
РНК – рибонуклеїнова кислота
РРР – регулятор росту рослин
Хл *a* – хлорофіл *a*
Хл *b* – хлорофіл *b*
ЧПФ – чиста продуктивність фотосинтезу

ВСТУП

Соняшник – головна олійна та експортна культура України. За своїми біологічними властивостями він є типовою культурою степового континентального клімату, має підвищену стійкість до ґрунтової та повітряної посухи [1]. За останні 30 років споживання рослинних жирів у світі стрімко зросло, що обумовило використання продуктів переробки олійної сировини у вигляді дешевого рослинного білка в харчуванні населення та годівлі тварин [2]. Завдяки тому, що соняшникова олія належить до групи напіввисихаючих, вона має надзвичайно високі смакові якості і переваги над іншими за поживністю і засвоєнням. До її складу входять фосфатиди, вітаміни А, Д, Е, К й інші цінні біологічні компоненти [3].

Насьогодні соняшник є найрентабельнішою культурою [4–6]. Але складність отримання високих урожаїв соняшника полягає у високій його вимогливості до агротехніки і системи захисту, насамперед від бур'янів.

За своїми ботаніко-морфологічними особливостями соняшник на початкових стадіях вегетації слабо конкурує із бур'янами за елементи живлення, світло, тепло, доступну вологу [7]. Тому з метою створення оптимальних умов для росту й розвитку культури доцільно своєчасно виконувати технологічні операції, що дозволяють максимально реалізувати потенціал культури: знищення бур'янів за допомогою гербіцидів та стимулювання фізіологічної активності посівів регуляторами росту рослин [8, 9].

Нині регулятори росту рослин як природнього, так і синтетичного походження, в малих концентраціях і малих нормах, здатні зумовлювати позитивні зміни у рості рослин. Потрапляючи в рослинний організм, вони активно включаються в обмін речовин, при цьому активізується проходження фізіологічних процесів, зростає стійкість рослин до абіотичних і стресових чинників [9].

Щодо використання у технологіях вирощування соняшника гербіцидів, то головним нині є завдання оптимізації їх внесення – тобто отримання максимального ефекту за мінімальних витрат препаратів і коштів [10].

Значна відмінність ґрунтово-кліматичних умов, засміченість полів багатьма видами бур'янів та інші чинники диктують необхідність запровадження прогресивних технологічних схем застосування гербіцидів, у тому числі й сумісно із регуляторами росту рослин [11]. Проте в технологіях вирощування соняшника питання сумісного й роздільного застосування гербіцидів і регуляторів росту рослин є мало вивченим, що обмежує активне впровадження даного агрозаходу у виробництво.

Все це стало причиною наукової перевірки агробіотехнології вирощування соняшнику за використання різних способів регулятора росту рослин, особливо у суміші із пестицидами, яка нині є ще малоз'ясованою у визначеній агрокліматичній зоні.

Актуальність теми. Нині в харчовому раціоні людини рослинні жири є невід'ємним елементом у забезпеченні оптимального балансу поживних речовин. Тому серед пріоритетних сільськогосподарських культур України соняшник посідає чільне місце, а основний продукт його переробки – олія, є основою харчового раціону населення багатьох країн. Проте нарощування виробництва насіння соняшника, як основної експортної культури, проходить на фоні інтенсивного використання в технологіях вирощування хімічних препаратів, що напряду підвищує актуальність пошуку шляхів зниження негативної дії на навколишнє природне середовище й агроценози пестицидів. Серед дієвих заходів у вирішенні даного питання слід виокремити часткову заміну їх біологічними препаратами, або поєднання їх внесення в сумішах із останніми.

Дослідженню питання роздільного й інтегрованого застосування хімічних і біологічних препаратів, у тому числі гербіцидів і регуляторів росту рослин, у техногіях вирощування сільськогосподарських культур присвячено низку праць вчених З. М. Грицаєнко, С. П. Пономаренка, В. П. Карпенка, В.

П. Деєвої, А. А. Ямалєєвої, К. Федтке, S. O. Duke, J. D. Cobe і інших. Однак у науковій літературі відсутні дані щодо можливості та доцільності інтегрованого застосування гербіцидів і регуляторів росту рослин у технології вирощування соняшника. Зокрема, нез'ясованою залишається низка питань стосовно дії гербіцидів і регуляторів росту рослин на перебіг основних фізіолого-біохімічних процесів у рослинах соняшника, а звідси – на формування продуктивності посівів і якості врожаю. У зв'язку з цим, вирішення завдання фізіологічного обґрунтування застосування гербіцидів і регулятора росту рослин у посівах соняшника дозволить розробити для виробництва оптимальні композиції використання препаратів з мінімальним хімічним навантаженням на агроценози, які в нинішніх умовах є вкрай актуальними.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота є складовою частиною тематики досліджень кафедри мікробіології, біохімії і фізіології рослин Уманського національного університету садівництва «Розробка науково обґрунтованих новітніх технологій виробництва екологічно чистої продукції рослинництва з мінімальним пестицидним навантаженням у сівозміні» (номер державної реєстрації 0105U00560), що входить у Програму наукових досліджень Уманського національного університету садівництва «Оптимізація використання природного і ресурсного потенціалу агроєкосистем Правобережного Лісостепу України» (номер державної реєстрації 0116U003207).

Мета і завдання дослідження. Мета дослідження – комплексне з'ясування особливостей формування продуктивності посівів соняшника залежно від фізіолого-біохімічних, анатомо-морфологічних і мікробіологічних змін у рослинах і ґрунті за дії різних видів і норм гербіцидів та способів застосування регулятора росту рослин.

Для досягнення поставленої мети передбачалось вирішити такі завдання:

- вивчити стан антиоксидантної ферментативної системи рослин соняшника за роздільної та інтегрованої дії гербіцидів і регулятора росту рослин;
- дослідити анатомо-морфологічну структуру епідермісу листкового апарату соняшника за різних способів застосування регулятора росту рослин і норм різних видів гербіцидів;
- встановити особливості формування листкового апарату, надземної біомаси та пігментного комплексу в листках соняшника за дії гербіцидів і регулятора росту рослин;
- дослідити чисту продуктивність фотосинтезу посівів на фоні застосування гербіцидних препаратів і регулятора росту рослин;
- встановити ступінь впливу застосовуваних препаратів на інтенсивність дихання і транспірації у рослинах соняшника;
- дати оцінку впливу роздільного та поєданого застосування гербіцидів і регулятора росту рослин на ріст і розвиток основних ризосферних мікроорганізмів посівів соняшника;
- виконати економічне й енергетичне обґрунтування застосування досліджуваних препаратів у посівах соняшника та запровадити у технологію вирощування культури елементи біологізації.

Об'єкт дослідження: фізіологічні процеси в рослинах, мікробіологічні – в ґрунті та продуктивність посівів соняшника за використання гербіцидів і регулятора росту рослин (РРР).

Предмет дослідження: гібрид соняшника Каньйон, регулятор росту рослин Радостим, гербіциди Дуал Голд 960 і Фюзілад Форте 150.

Методи дослідження. Польовий – закладання дослідів у польових умовах для встановлення ефективності дії різних норм гербіцидів і регулятора росту рослин.

Лабораторний – дослідження кількісних і якісних змін у рослинах соняшника фізіолого-біохімічними, анатомо-морфологічними та мікробіологічними методами.

Вегетаційний – закладання дослідів у суворо контрольованих умовах з метою поглибленого вивчення дії гербіцидів і РРР на проходження фізіолого-біохімічних процесів у рослинах.

Статистичний – встановлення достовірності отриманих результатів на основі дисперсійного та кореляційного аналізів.

Наукова новизна одержаних результатів. Наукова новизна роботи полягає у встановленні фізіолого-біохімічних, анатоמו-морфологічних та продукційних змін у рослинах соняшника і мікробіологічних – у ґрунті за дії різних норм гербіцидів та способів використання регулятора росту рослин.

В умовах Правобережного Лісостепу України вперше: встановлено, що застосування у посівах соняшника різних норм гербіцидів Дуал Голд 960 та Фюзілад Форте 150 як окремо, так і сумісно з РРР Радостим на фоні обробки цим же РРР насіння, зумовлює підвищення у рослинах антиоксидантного статусу, пов'язаного з участю основних ферментів класу оксидоредуктаз; досліджені та виявлені закономірності з впливу різних норм гербіцидів Дуал Голд 960, Фюзілад Форте 150 і РРР Радостим на формування пігментного комплексу в листках соняшника та спрямованість проходження у них фотосинтетичних процесів; вперше, на основі вивчення фізіологічних та біохімічних процесів, доведена можливість зниження негативної дії гербіцидів на рослини соняшника завдяки протекторній та антистресовій дії регулятора росту рослин, що вразі інтегрованого застосування препаратів створює передумови для зменшення норм внесення гербіцидів; доведено, що залежно від способу застосування РРР Радостим у поєднанні з гербіцидом Фюзілад Форте 150 у листках соняшника відбуваються анатомічні зміни, які визначають формування розмірів листкового апарату та впливають на його функціональну активність; поглиблено уявлення в напрямку дії різних норм гербіцидів Дуал Голд 960 та Фюзілад Форте 150, внесених за різних способів використання РРР Радостим, на формування мікробних угруповань ризосфери соняшника; за результатами досліджень розроблені науково обґрунтовані, екологічно безпечні, енергозберігаючі заходи із застосування

гербицидів Дуал Голд 960, Фюзілад Форте 150 і PPP Радостим у посівах соняшника, які дозволяють підвищити продуктивність посівів культури та покращити якість вирощеної продукції за зниженого негативного впливу гербицидів на агроценози і навколишнє природне середовище.

Практичне значення одержаних результатів. За результатами експериментальних досліджень доведена можливість комплексного застосування в посівах соняшника гербицидів і регулятора росту рослин з метою підвищення продуктивності посівів і покращення якості насіння. Науково обґрунтовані результати досліджень пройшли виробничу перевірку в технології вирощування соняшника в умовах агрофірми БАЙС-АГРО (с. Вишнопіль Тальнівського району, Черкаської області) на площі 120 га (акт впровадження від 25 квітня 2015 року), де забезпечили одержання високого економічного прибутку. Матеріали дисертаційної роботи апробовані при викладанні дисциплін «Фізіологія рослин» та «Мікробіологія» в Уманському національному університеті садівництва та лягли в основу рекомендацій виробництву «Біологізована технологія вирощування соняшника» (Умань, 2016).

Особистий внесок здобувача полягає в самостійному опрацюванні наукової літератури за темою дисертації, вивченні необхідних методик наукових досліджень, виконанні польових, вегетаційних і лабораторних досліджень, статистичній обробці результатів, формуванні основних положень дисертаційної роботи, написанні і підготовці статей до друку, впровадженні результатів досліджень у виробництво.

Апробація результатів дисертації. Основні положення дисертації щорічно доповідались і обговорювались на засіданнях кафедри мікробіології, біохімії і фізіології рослин Уманського національного університету садівництва та проблемної лабораторії із розробки ефективних заходів боротьби із бур'янами від Міністерства аграрної політики та продовольства України (2012–2014 рр.); Всеукраїнській науковій конференції молодих учених (м. Умань, 2013 р.); Міжнародній конференції «Консолидація

научных исследований» (м. Донецьк, 2013 р.); Всеукраїнській науково-технічній конференції «Підвищення ефективності ресурсозберігаючих технологій на зернопереробних підприємствах» (м. Умань, 2013 р.); Регіональній науково-практичній інтернет-конференції «Моніторинг та охорона біорізноміття агроландшафтів» (м. Умань, 2013 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Актуальні питання сучасної аграрної науки» (Умань, 2014 р.).

Публікації. Основні положення дисертації висвітлено в 13 публікаціях, у тому числі: 6 – у фахових виданнях, що входять до наукометричних баз, з них 1 – в електронному фаховому виданні; 1 – науково-методичні рекомендації, 6 – тез доповідей на наукових конференціях.

Структура дисертації. Дисертаційну роботу викладено на 219 сторінках машинописного тексту, в т. ч. 145 – основного тексту, включаючи 37 таблиць і рисунків. Вона складається з анотації, вступу, п'яти розділів, висновків, рекомендацій виробництву, списку використаних джерел наукової літератури, що нараховує 348 найменувань, з них 35 латиницею.

РОЗДІЛ 1

ГЕРБИЦИДИ Й РЕГУЛЯТОРИ РОСТУ РОСЛИН У ТЕХНОЛОГІЯХ ВИРОЩУВАННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР, У ТОМУ ЧИСЛІ Й СОНЯШНИКА, ТА ЇХ ВПЛИВ НА ПЕРЕБІГ ОСНОВНИХ ФІЗІОЛОГО-БІОХІМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ У РОСЛИНАХ

1.1. Сучасні тенденції використання регуляторів росту рослин та спрямованість їх фізіологічної дії на сільськогосподарські культури

У кінці ХХ століття у світі зріс інтерес до ресурсозберігальних, адаптивних, екологічно чистих технологій вирощування сільськогосподарських культур. Вони мають забезпечувати достатній економічно вигідний рівень урожайності за найменших витрат матеріальних ресурсів. У разі впровадження таких технологій необхідно зменшити негативний вплив надмірної хімізації рослинництва. Основними критеріями ефективності інтенсивних технологій у рослинництві мають бути їх ресурсозбережність і природоохоронність. Найважливішою особливістю цих технологій має стати біологізація технологічних процесів – використання сівозмін, сортів, раціональної системи удобрення, інтегрованого захисту рослин, науково обґрунтованого обробітку ґрунту. Біологізація інтенсивних технологій робить їх наукоємними, при цьому слід враховувати економічні, екологічні та енергетичні аспекти, які б забезпечували гармонію взаємин людини з природою [12–17].

Питання виробництва екологічно безпечної продукції рослинництва за органічної системи землеробства та узагальнення практичного досвіду розвитку органічного агробізнесу знайшли своє відображення в працях вітчизняних і зарубіжних науковців, у яких висвітлено ефективність екологічного землеробства, організаційно економічні передумови

формування ринку органічної продукції, впливу екологічних чинників на виробництво якісної продукції тощо [18].

Велике значення у підвищенні продуктивності сільськогосподарських культур у технологіях біологічного землеробства належить регуляторам росту рослин. Їх застосування дає можливість спрямовано регулювати найважливішими процесами в рослинному організмі, найповніше реалізувати потенційні можливості сорту, закладені в геномі природою та селекцією. Важливим аспектом дії регуляторів росту є підвищення стійкості рослин до несприятливих чинників – високих і низьких температур, нестачі вологи, фітотоксичної дії пестицидів, ураження збудниками хвороб та шкідниками [18, 19]. Тому, з кожним роком проявляється все більший інтерес до екологічно чистих технологій і біологічно обґрунтованих методів контролю над розвитком рослинних організмів.

Нині у світі створено і апробовано більше 4000 природних і синтетичних регуляторів росту рослин різного походження і хімічного складу. Лише в країнах Європи зареєстровано більше 850 препаратів, з яких 194 мають біостимулювальний ефект. З існуючих регуляторів росту рослин для вирощування декоративних культур рекомендовано 44%, для плодово-ягідних – 32%, овочевих – 17%, картоплі – 5%, зернових – 1%, технічних – 0,9% [20].

В Україні зареєстровано більше 90 найменувань регуляторів росту рослин, з них 69 дозволено до використання. Ці препарати створені на основі різних активних інгредієнтів низької молекулярної маси, насамперед на основі фізіологічно активних речовин, активаторів росту рослин, таких як ауксини, гібереліни, цитокініни, янтарна кислота, амінофумарова кислота, полісахариди, амінокислоти, вітаміни, сполуки метаболітів мікроорганізмів [21].

Препарати регуляторів росту рослин – це природні фітогормони (N-оксиди, похідні піридину), їх синтетичні аналоги чи композиційні препарати, які дозволяють цілеспрямовано регулювати найважливіші процеси росту та

розвитку рослинного організму і найефективніше реалізувати потенційні можливості сорту [22–24].

Важливим чинником у реалізації дії екзогенних РРР є генетичний рівень [25]. Вченими доведена активізація синтезу РНК і ДНК у рослинах за дії ІОК та інших РРР [26–29].

Сучасні дослідження, виконані на прикладі Івіну, довели здатність препарату впливати на процеси транскрипції і трансляції, зокрема – підвищувати інтенсивність синтезу РНК і білків.

В окремих досліджах показано, що підвищення синтезу РНК пов'язане зі стимуляцією транскрипції генів, а не зі збільшенням копій генів, тобто РРР сприяють максимальному розкриттю генетичного потенціалу клітин рослини [30–34]. Вочевидь, це відбувається у результаті прискореного формування в промоторах ініціаторних транскрипційних комплексів з елементів регуляторних ділянок генів, РНК-полімерази і транс-факторів білкової природи [35–38].

Таким чином, передумовою застосування регуляторів росту рослин є з'ясування механізмів їхньої дії на генетичному та метаболічному рівнях регуляції клітинних процесів.

Основою для практичного використання фізіологічно активних речовин є розкриття механізмів їхнього специфічного впливу на певні системи авторегуляції, характерні для стану рослинної клітини залежно від фази її онтогенетичного розвитку. Однак скоординована система дії біологічно активних речовин, зокрема й сполук із фітогормональними властивостями, на рослину з'ясована поки що недостатньо.

Дослідженнями вчених Уманського національного університету садівництва встановлено збільшення надземної маси культурних рослин за сумісного використання регуляторів росту рослин із гербіцидами та без них. Так, у польових дослідженнях З. М. Грицаєнко і В. П. Карпенка [39] виявлено, що під час внесення гербіциду Лінтур у нормах 90, 100, 120, 140 г/га середня маса рослин ячменю ярого збільшувалась відповідно на 10; 17;

12 і 1% у відношенні до контролю. При застосуванні цих норм гербіциду Лінтур у суміші із біопрепаратом Агат 25-К у нормі 20 мл/га надземна маса ячменю ярого збільшувалась на 14; 30; 20 і 8% відповідно.

За використання в посівах кукурудзи гербіцидів Хармоні (10 г/га) і Тітус (50 г/га) сумісно з регулятором росту рослин Зеастимулін висота дослідних рослин була більшою порівняно за висоту рослин у контролі на 12 та 15 см відповідно [40].

Дослідженнями А. О. Чернеги [41] встановлено, що більш активно ростові процеси ячменю озимого проходили у варіантах досліду із сумісним застосуванням гербіциду й РРР. Так, внесення Калібру 75 у нормах 40; 50 і 60 г/га на фоні передпосівної обробки насіння Біоланом зумовлювало збільшення надземної біомаси рослин ячменю озимого у фазу молочної стиглості зерна на 24; 26 і 21% відповідно.

С. Авраменко й ін. [42] стверджують, що в середньому рослинна клітина пшениці озимої росте та ділиться упродовж 24 годин. Проте під час застосування розчину «ВПТ», який володіє регуляторними властивостями, процес поділу клітин скорочується майже вдвічі – до 12–13 годин, а, отже, пришвидшується наростання біологічної маси: зокрема процес утворення корневих волосків на кореневій системі. Як результат, упродовж встановленого проміжку часу збільшується всисна ефективність кореня та зростає ефективність застосування органічних і мінеральних добрив.

І. Д. Бакай та М. Г. Василенко [43] вказують, що застосування регуляторів росту рослин із пестицидами для протруювання насіння пшениці озимої зумовлює формування непатогенного оточення в зоні росту рослин, забезпечує краще виживання рослин у критичні періоди та знижує фітотоксичну дію пестицидів.

Автори І. В. Грехова та І. Д. Комісаров [44] стверджують, що, додаючи регулятор росту рослин Росток до розчинів пестицидів, тобто, створюючи бакову суміш, утворюється ефективний засіб, який дозволяє знизити кратність обробок і норми внесення пестицидів, підвищити

урожайність, знизити вміст накопичення пестицидів та важких металів у продукції, зменшити небезпеку забруднення навколишнього природного середовища.

У своїх працях Ю. Ткаліч і ін. [45] довели, що застосування рістрегулятора «Вимпел» у баковій суміші із страховим гербіцидом Таск дозволило на соняшнику знизити гербіцидний стрес майже на 10%, а на кукурудзі – 12%.

У практику вирощування сільськогосподарських культур дедалі активніше впроваджується передпосівна обробка препаратами насіння. Цей захід є не тільки економічно вигідним, але й перспективним з позиції екології, оскільки дає змогу скоротити кількість обробок вегетуючих рослин інсектицидами і фунгіцидами або взагалі відмовитись від них. За обробки посівного матеріалу препарат рівномірно вкриває кожну насінину, тому кількість діючої речовини на ній залежить від норми витрати та кількості насіння в 1 тонні. При висіванні насіння частина речовини, що міститься на ньому, переходить у прилеглі шари ґрунту. Ступінь міграції залежить від складу препаративної форми, структури молекули, її розчинності у воді, типу ґрунту, поверхні зерна [46–50].

У досліджах А. С. Меркушеної [51] встановлено, що за передпосівної обробки насіння гороху Емістимом С інтенсивність ростових процесів підсилювалась, що виражалось в інтенсифікації приросту висоти рослин за добу до 1,13–1,22 см.

За даними Волинського Інституту АПВ [52], завдяки обробці насіння кукурудзи РРР Зеастимулін, у середньому за два роки урожай зеленої маси кукурудзи на силос зріс на 127 ц/га (17,8%), а за обприскування посівів цим препаратом на фоні обробки насіння – 204 ц/га (28,7%).

Вплив ефективності передпосівної обробки насіння Епібрасінолідом на розвиток тміну досліджували на базі науково-дослідного центру біології і біотехнології рослин Калінінградського державного технічного університету науковці І. Н. Волошина та О. С. Роньжінa [53]. Отримані ними дані свідчать,

що передпосівна обробка насіння тміну позитивно впливає на схожість, ріст та розвиток рослин. Обробка насіння Епібрасінолідом не тільки стимулювала ріст і розвиток рослин на початкових фазах онтогенезу, а й сприяла збільшенню кількості квітконосних пагонів першого порядку, що мало суттєвий вплив на підвищення насінневої продуктивності рослин.

Л. Анішин [54] у своїй праці відмічає, що допосівна обробка насіння соняшнику регуляторами росту рослин Трептолем, Агростимулін, Сукцин, Емістим С сприяла підвищенню польової схожості насіння на 9%. У польових умовах це дало змогу сформувати задану густоту стояння рослин. Приріст урожайності при цьому становив 4,2–6,2 ц/га, а олійність насіння збільшилась на 1,65%.

Дослідами Миколаївського інституту АПВ також встановлено значно вищий ефект за обробки РРР насіння соняшника, ніж за обприскування рослин у фазі чотирьох пар листків [55].

В. І. Танасевич та ін. [56] вказують, що обробка травмованого насіння РРР Емістим С, Пролісок, Віталін підвищувала енергію проростання пшениці озимої на 8,7%, лабораторну схожість – на 5%, польову – 3,8%. За дії регуляторів росту рослин було виявлено поліпшення основних елементів структури урожаю, особливо у рослин, сформованих з травмованого насіння. Так, кількість продуктивних стебел порівняно з контролем збільшилась на 5,7%, маса 1000 зерен – 1,8%, кількість зерен у колосі при застосуванні Емістиму С та Проліску зросла на 2,9–7,0% відповідно.

Важливим показником біологічних властивостей насіння є енергія проростання. Е. І. Павлов та А. А. Янишина [57] стверджують, що за обробки насіння льону-довгунця регулятором росту рослин Єскост у нормі 400 г/т довжина 100 проростків льону виявилась більшою на 0,9 см, ніж у контролі.

М. М. Гаврилюк [58] вважає, що передпосівна обробка насіння сільськогосподарських культур регуляторами росту рослин підвищує їх врожайність, поліпшує якість зернової та насінневої продукції. Ці заходи призводять до збільшення виробництва насіння в усіх ланках первинного та

елітного насінництва, пришвидшення відтворення еліти та поширення нових сортів у виробництві.

Широкі дослідження із застосування регуляторів росту рослин у посівах соняшника проведені в Миколаївському, Черкаському, Кіровоградському та Полтавському інститутах АПВ. За результатами дослідів встановлено, що серед перевірених для посівів соняшнику регуляторів росту рослин найефективнішими виявились препарати Радостим, Трептолем, Агростимулін, Протоностим, Альфастим, Біолан, Сукцин. Результати досліджень показали, що за обробки насіння цими препаратами у нормах 20–25 мл/т, вони сприяють підвищенню польової схожості, забезпечують ранню появу сходів, збільшують висоту рослин на 10–16 см і діаметр кошика на 4–6 см. Одночасно доведено, що під впливом даних препаратів збиральна вологість врожаю соняшника знижується на 4–8%, а швидкість та енергія проростання вирощеного насіння підвищуються порівняно з контролем на 4–6%. Завдяки зниженню збиральної вологості насіння витрати енергоносіїв на його сушіння значно скорочуються [59].

Не менш ефективним є застосування регуляторів росту рослин при фітосанітарних обробках рослин. Завдяки підвищенню проникності клітинних мембран під впливом регуляторів росту рослин одночасне використання останніх із засобами захисту рослин дає можливість зменшити фітотоксичний ефект низки пестицидів, а також – знизити пестицидне навантаження на рослини [60–63].

Вченими Інституту біохімії та фізіології мікроорганізмів РАН Г. Л. Харченком та ін. [64] було доведено ефективність дворазового обприскування посівів конюшини Альбітом у фазі відростання ранньою весною і на початку бутонізації за норм 0,04; 0,07 і 0,1 л/га. У результаті досліджень найбільш ефективною виявилась норма 0,04 л/га. Густина стеблестою при застосуванні цієї норми підвищилась на 12,5% відносно контролю і на 9,6–11,3% – відносно варіантів із застосуванням вищих норм препарату. За рахунок збільшення висоти стеблестою на 10,7–27,4% і маси

пагонів на 40,7–50,3% урожайність зеленої маси збільшилась на 32–41%. Дворазова обробка Альбітом дозволила додатково отримати 144–183 ц/га укоси зеленої маси.

Ю. Ткаліч та А. Кохан [65] стверджують, що обробка рослин соняшника РРР протягом вегетації більшою мірою, ніж обробка насіння, можуть підвищувати олійність насіння на 2,6%. Авторами доведено, що застосування регуляторів росту рослин у фазі трьох-чотирьох пар справжніх листків дає можливість рослині максимально реалізувати свій генетичний потенціал, закласти максимальну кількість квіток у зачатку кошика, процес якого завершується до фази утворення п'яти-шести пар листків.

Науковці Інституту зернового господарства стверджують, що за використання у посівах соняшнику багатокомпонентних регуляторів росту у фазі трьох-чотирьох пар справжніх листків отримали прибавку урожаю 4,0 ц/га. Обробка посівів на початкових етапах розвитку РРР еквівалентна внесенню мінеральних добрив нормою $N_{40}P_{40}K_{40}$, вартість яких у кілька разів вища за гектарну норму РРР [65].

Екзогенне застосування РРР проявляє вплив на ендогенний рівень фітогормонів і метаболізм рослини [66–69].

Проведені дослідження А. С. Бутузова і ін. [70] показали, що після обробки посівів пшениці озимої регуляторами росту рослин суттєво збільшувався вміст у листках хлорофілів $a+v$. Під впливом препарату Сілк сума хлорофілів зростала на 17% проти контролю, а за використання екстракту *S. Perfoliatum* L. – 31%.

Вчені Інституту фізіології рослин і генетики НАН України встановили, що застосування регуляторів росту рослин, які є синтетичними аналогами цитокініну – Полістимулін-К (ПС-К), Ауксин полістимулін А-6 (ПС-А-6), а також відходів спирто-дріжджового виробництва, продуктів природного походження термофільного метанового бродіння (ПТМБ), які стимулюють ростові процеси і збільшують продуктивність с.-г. культур, знижує фітотоксичний ефект протруйників і вплив високої температури на рослини,

завдяки вмісту вітамінів групи В і фітогормонів. Обробка рослин цими препаратами у фазі стеблоутворення і бутонізації рослин люцерни викликає підвищення рівня цитокінінів (Зеатина і Зеатинрибозида), маси кореневих бульбочок і азотфіксувальної активності, що в кінцевому результаті призводить до збільшення білка в надземній масі рослин.

У фазі плодоутворення за різних рівнів вологозабезпечення РРР підвищували інтенсивність фотосинтезу люцерни. По відношенню до контролю збільшення даного показника було достовірним за обробки насіння ПС-К – на 19%, ПТМБ – 49%. Отже, поряд із синтетичними аналогами цитокініну (Полістимулін-К) і ауксину (Полістимулін А-6) перспективним регулятором росту рослин, який значно пом'якшує стресову дію посухи на функціонування симбіотичної і фотосинтетичної систем люцерни, являється комплексний регулятор росту – продукт термофільного метанового бродіння (ПТМБ) [71].

Вплив РРР на зростання продуктивності посівів пов'язаний з тим, що вони інтенсифікують життєдіяльність клітин рослинних організмів, підвищують проникність міжклітинних мембран та пришвидшують у них біохімічні процеси, що призводить до посилення процесів живлення, дихання та фотосинтезу. Завдяки цим препаратам, зростає стійкість посівів до несприятливих погодних умов та до ураження їх шкідниками і хворобами. В цілому, під впливом РРР повніше реалізується генетичний потенціал рослин, закладений природою та селекційною роботою [72].

У своїх працях Ю. Ткаліч та інші [65, 72–74] вказують, що регулятори росту рослин активізують поглинання рослинами соняшника азотистих речовин, завдяки чому листя має темно-зелене забарвлення. При цьому авторами відмічено зростання площі листової поверхні на 12,5% щодо контролю.

Світовий досвід засвідчує, що регулятори росту рослин мають властивості імуномодуляторів і впливають на рослину упродовж всього

вегетаційного періоду. Підтримуючи сталий розвиток рослин, РРР сприяють збільшенню фотосинтетичної поверхні листків [68, 69].

Н. В. Безлер та ін. [75] відмічають, що за дії препарату Бензіхол у концентрації 0,0005% площа фотосинтетичної поверхні ячменю ярого збільшується на 2,4 см².

За даними трирічних досліджень Вінницької, Черкаської і Тернопільської дослідних станцій, обприскування посівів буряків цукрових Бетастимуліном у нормі 5,0 мл/га підвищило збір цукру до 9,9 ц/га, або на 13,8%, тоді як Агриспоном (США) за норми 1,0 л/га – 8,1%.

Стресовий вплив атмосферної і ґрунтової посухи істотно впливає на процес фотосинтезу. Адаптація до несприятливих чинників супроводжується змінами обміну речовин, а також структурної і функціональної перебудови рослинної клітини. При цьому важливе значення у процесах формування стійкості рослин належить цитокінінам і іншим фітогормонам [26, 48, 76].

І. П. Григорюк та ін. [77] стверджують, що обробка рослин полімерними регуляторами росту рослин суттєво впливає на водний режим і фотосинтез, сприяє покращенню якості і підвищенню врожаю овочевих, зернових та технічних культур.

Однією з причин зниження врожайності соняшника може бути пошкодження рослин хворобами. Встановлено, що збудники хвороб призводять до суттєвого зниження на (20–30%) продуктивності, а в роки з підвищеною вологістю втрати врожаю сягають 50% і навіть більше. Хвороби соняшнику, окрім недобору врожаю, призводять також до погіршення якості продукції: зменшують польову схожість, масу насіння, його олійність, різко підвищується кислотне число олії, внаслідок чого знижуються її технологічні й харчові властивості [78].

Н. В. Безлер та ін. [79] стверджують, що, застосовуючи регулятор росту рослин Бензіхол у нормі 0,0005% в посівах ячменю ярого, були виявлені імуномодуляторні властивості, завдяки яким стійкість культури до гельмінтоспорозу зростала на 64%.

За даними інших науковців [80–84], під дією біологічних препаратів, які мають антагоністичні, імунні та фунгіцидні властивості, у рослин гороху виникають незворотні зміни структури гіф міцелію патогена, що гальмує розвиток корневих гнилей та аскохітозу на 17%.

Використання Альбіту (50 мл/т) у суміші із половинною нормою ТМТД (1 кг/т) при протруюванні насіння сої забезпечувало такий же рівень захисту її від основних хвороб (аскохітоз, септоріоз і фузаріоз) як і повна норма (2 кг/т). При цьому прибавка врожаю збільшилась із 15 до 23% [83].

Про позитивний вплив регуляторів росту рослин біологічного походження на якість насіння та урожайність гороху, а також його захист від грибних хвороб повідомляють у своїх роботах зарубіжні науковці [84, 85].

Згідно доведених та перевірених на виробництві фактів у дослідях Чернігівського інституту АПВ ураження посівів пшениці озимої фузаріозом становило: в контрольному посіві – 18%, у варіантах із обробкою насіння препаратом Протон не перевищувало 5%, а Гумісолом – лише 1% [86]. За даними інших дослідників, деякі регулятори росту зменшують ураження посівів соняшнику білою та сірою гниллю, а цукрового буряку – основними хворобами на 30–50% і більше [87, 88].

Дослідження Л. Анішина [54] щодо ураження рослин соняшника хворобами під впливом регуляторів росту показало, що обробка насіння препаратами Емістим, Триман і Сукцин сприяла зменшенню ураження соняшнику іржею у 2,7–4,0 рази, за обприскування посівів Сукцином, Трептолемом та Агростимуліном ураження білою гниллю – у 1,8–11,3 разів.

Останніми роками набула популярності гіпотеза, згідно з якою основою адаптації і перехресної стійкості рослин до несприятливих чинників є ефективне функціонування антиоксидантної захисної системи рослин, адже окиснювальний стрес – спільний наслідок негативної дії стресорів [89].

Важливе значення у нейтралізації наслідків оксидативного стресу відіграє антиоксидантна система. Доведено, що регулятор росту – саліцилова кислота позитивно впливає на ферменти. Її вплив на підвищення стійкості

рослин до стресорів пов'язують насамперед зі здатністю пригнічувати утворення активних форм кисню (АФК) [90–92]. Крім ферментів-антиоксидантів окисненню життєво важливих біомолекул рослинної клітини запобігають низькомолекулярні антиоксиданти, зокрема аскорбінова кислота, глутатіон, каротиноїди тощо [93–95]. Незважаючи на численні наукові публікації, присвячені дослідженню функцій низькомолекулярних антиоксидантів у рослинному організмі, експериментальних даних щодо зміни вмісту низькомолекулярних компонентів антиоксидантної системи, особливо за дії стресора біотичної природи, вкрай мало.

Доведено, що біохімічні реакції у клітинах рослин відбуваються дуже повільно [96]. Головними каталізаторами біохімічних реакцій виступають ферменти, до складу яких входять молекули білка [97–101]. Тому, наповнюючи рослинну клітину амінокислотами, шляхом застосування РРР, створюється будівельний матеріал для ферментів, внаслідок чого біохімічні реакції у клітині пришвидшуються у багато разів, рослина починає активно рости й розвиватися [102].

Нині перспективним є застосування регуляторів росту рослин на основі концентратів амінокислот, де не менш важливою діючою речовиною є пептиди. Пептидний ланцюжок, завдяки іонам амінокислот, діє як резонансна структура, що не лише приймає сонячні промені, але й концентрує їх, збираючи енергію, внаслідок чого утворюється згусток енергії – квантово-іонна плазма. Саме завдяки даній плазмі у рослинній клітині можуть переміщуватися білки, жири, вуглеводи, вода та інші сполуки. Власне, це і є основним засобом пересування не лише в клітині, але й по всій рослині.

С. Авраменко та ін. [42] стверджують, що природні регулятори росту рослин на основі амінокислот і пептидів пришвидшують процеси синтезу білка та ферментів у рослинах, збільшують забезпеченість рослин енергією, що посилює транспортні процеси по всьому рослинному організмі.

У досліджах С. А. Шумік та ін. [103] вивчався вплив Агростимуліну, Триману та Емістиму на функціонування ферментних систем рослин пшениці озимої під час колосіння. Було встановлено, що препарати активізують нітратредуктазну систему верхівкового листка, що сприяє кращому засвоєнню рослинами азоту.

В. П. Карпенко і Р. М. Притуляк [104] стверджують, що застосування Емістиму С підвищувало активність антиоксидантних ферментів у листках ячменю ярого, зокрема активність каталази зростала до контролю на 34,4%, пероксидази – 12%, аскорбатоксидази – 11,4%, поліфенолоксидази – 13,4% відповідно.

У роботі І. Б. Леонтюк [105] встановлено, що під впливом Агростимуліну в рослинах пшениці озимої у фазі колосіння активність каталази збільшувалась у 1,8 рази, пероксидази – в 1,1; поліфенолоксидази – в 1,3 рази.

Г. А. Карпова й ін. [106] у своїх дослідженнях щодо активності амілази в результаті екзогенної обробки насіння стверджують, що найбільший вплив на амілазу насіння ячменю проявив РРР Мелафен. Отримані дані перевищували контрольні на 24,9%. Посилення реакції окиснення свідчить про підвищення інтенсивності дихання, яку можна розглядати як показник активізації фізіологічних процесів у зародку і цілому організмі. У міру набухання насіння виявлено також посилення активності каталази. У варіанті із застосуванням Мелафену активність каталази збільшилась на 86,7%. За обробки насіння Пірофеном і Пектином контрольні дані були перевищені на 30,1 і 40,1% відповідно.

Не менш ефективним є застосування регуляторів росту рослин з пестицидами при фітосанітарних обробках рослин проти небажаної рослинності. Завдяки підвищенню проникності клітинних мембран під впливом регуляторів росту є можливість зменшити фітотоксичний ефект низки пестицидів, а також зменшити пестицидне навантаження на рослини завдяки зниженню норм витрати протруйників і засобів захисту рослин [107].

Дослідженнями З. М. Грицаєнко, В. П. Карпенка й ін. [108–111] встановлено, що внесення гербіциду Гранстар сумісно з Емістимом С позитивно впливало на проходження основних фізіологічних процесів у рослинах ячменю ярого, зокрема збільшувався вміст хлорофілу і сухих речовин в листках, на 20% підвищувалась чиста продуктивність фотосинтезу.

У Чернігівському інституті АПВ за обприскування кукурудзи РРР Зеастимулін сумісно із гербіцидами Мілагро та Тітус, крім значного підвищення врожаю зерна, виявилась меншою забур'яненість посівів під впливом даної композиції препаратів на 70,6% і 86,3% [112].

Ю. Ткаліч й ін. [113] у своїх працях стверджують, що застосування РРР Вимпел на соняшнику у фазі 3–4 пар листків у нормі 0,5 кг/га в комплексі із гербіцидом Експрес дозволило зменшити стрес соняшнику, пом'якшуючи дію гербіциду. Водночас сумісне застосування препаратів на 22–28% зменшувало втрати вологи, що підвищувало посухостійкість культури майже на 30%. Застосування РРР Вимпел в технології вирощування кукурудзи дозволило на 20–30% підвищити стійкість рослин до високих температур. Підвищення жаро- і посухостійкості також зумовлено кращим розвитком кореневої системи за рахунок передпосівної обробки насіння в нормі регулятора росту Вимпел 0,5 кг/т. Все це дозволило рекомендувати використовувати препарат як адаптоген.

Згідно отриманих результатів досліджень О. Т. Романенка [114], активізація біопрепаратом Агат-25 засвоюваності рослинами азоту та важкодоступних фосфорних сполук у ґрунті дає можливість скоротити кількість азотно-фосфорних добрив на 20–30%, або аміачної селітри у фізичній вазі – 45–80 кг, суперфосфату – 80–140 кг. До того ж відсутні токсичність та резистентність, а імунітет та стійкість сільськогосподарських рослин до хвороб підвищуються до рівня контролю фітопатогенів сучасними хімічними препаратами. Перевагами препарату є також його фінансова доступність, безпечність та простота й універсальність у застосуванні.

У досліджах Г. Л. Матєвосян та А. Д. Шишова [115] із застосуванням РРР цитокінінової (Дифосет), гіберелінової (Гіберсіб), брасиностероїдної (Епін) природи, біогенних, на основі виробленого хітозану (Фітохит, Хітофос), арахідонової (Імуноцитифіт-І ЦФ) і тритерпенової (Сілк) кислот та органічного добрива Агровіт-кор виявлено підвищення вмісту в листках картоплі сухих речовин, цукрів, аскорбінової кислоти, азоту, хлорофілу і каротиноїдів, а також збільшення активності пероксидази 137–165%. Комплексне застосування фіторегуляторів і Агровіт-кора в різних сумішах забезпечило підвищення вмісту сухих речовин на 8–13%, хлорофілу – 19–24%, каротиноїдів – 14–19% в період масового цвітіння і активного формування бульб. Найбільш ефективним виявилось поєднання Агровіт-кора із передсадивною обробкою бульб Дифосетом і обприскування рослин у фазі бутонізації Епіном, під час цвітіння – Гіберсібом, що свідчить про важливе значення вказаних комбінацій фіторегуляторів у флоральній стимуляції і індукції утворення бульб. Внаслідок поєднання Агровіт-кора із фіторегуляторами прибавка урожаю складала 18–33% при 85–89% товарності бульб.

У досліджах Черкаського, Чернігівського, Тернопільського інститутів АПВ препарати Агростимулін, Триман, Славутич і Альфа підвищували вміст клейковини в зерні пшениці озимої на 2,4–2,6%, цукру в коренеплодах цукрових буряків – на 0,3–0,8% та олії в насінні соняшнику – на 1,2–1,5% [54].

Серед вивчених регуляторів росту рослин найбільш вплинули на підвищення врожаю пшениці озимої Агростимулін, Триман, Гумісол. Відомий регулятор Гумісол у досліджах Інституту агроресурсів підвищив урожай на 6,5 ц/га (13,4%). Кращі вітчизняні регулятори не лише впливали на підвищення врожайності, а й сприяли поліпшенню якості зерна пшениці, що дало змогу перевести його до класів з вищою ринковою вартістю.

Регулятори росту рослин ефективно впливають на підвищення врожайності й інших провідних культур. Так, під впливом дозволених та

перспективних регуляторів росту врожаї досліджуваних культур зросли: ячменю ярого – на 4,4–6,0 (14,1–19,3%), гороху – на 3,1–3,6 (18,8–21,8%), насіння соняшнику – на 3,2–3,9 (16,8–18,8%), коренеплодів цукрових буряків – на 44,0–75,0 ц/га (11,6–21,2%) [54].

За даними офіційної науково-виробничої перевірки, препарат Агростимулін здатен підвищувати врожаї пшениці озимої на 5,8 ц/га (19,2%), Зеастимулін врожайність зерна кукурудзи на 12 ц/га (19%) [116, 117].

На жаль, підвищення продуктивності посівів польових культур під впливом РРР у середньому на 15% окомірно важко відрізнити від контрольних посівів, навіть для високодосвідчених фахівців, що іноді дає підстави для недостатньо обґрунтованих міркувань. Поряд із цим, результати широких багаторічних досліджень свідчать, що підвищення врожаїв сільськогосподарських культур під впливом рістрегуляторів супроводжується зростанням показників елементів їхньої продуктивності [19].

Згідно з розрахунками, витрати на застосування кращих сучасних РРР у посівах зернових і зернобобових культур окупуються вартістю приростів урожаю в 30–50 разів, а на посівах кукурудзи, соняшнику, цукрового буряку, багаторічних трав – у 50–100 разів і більше. Ці дані свідчать, що застосування регуляторів росту є одним із найбільш високорентабельних засобів підвищення врожайності [117].

Неважко підрахувати, що при збільшенні приростів урожаю від кращих вітчизняних регуляторів в середньому на 15% і широкому впровадженні їх в сільськогосподарське виробництво України можна було б щороку додатково виробляти по 4,5 млн т зерна, 200 тис. т цукру та 240 тис. т соняшникової олії загальною ринковою вартістю близько 4 млрд грн. При застосуванні цих препаратів для обробки насіння кукурудзи на силос, багаторічних трав, посадкового матеріалу картоплі та інших культур загальний приріст додаткової продукції в землеробстві держави міг би зрости на суму 6 млрд грн. на рік при порівняно мінімальних витратах. На жаль, ці реальні

можливості нашого сільгоспвиробника, реалізація яких не потребує значних витрат, мало реалізуються [118].

Отримані результати досліджень науковців, науково-дослідних установ і виробничих випробувань свідчать, що впровадження PPP у критичних умовах матеріального забезпечення рослинницької галузі на 20–30% розв'язує проблему живлення рослин і збільшення урожайності зернового клину країни на 15–25%, що забезпечить додатковий валовий збір зерна в 3,0–5,0 млн тон щорічно [119].

Отже, є підстави вважати назрілі питання збільшення виробництва та широкого впровадження сучасних регуляторів росту в сільському господарстві важливою державною справою, адже вирішення її може сприяти значному піднесенню життєвого рівня населення.

1.2. Розрізнена та інтегрована дія гербіцидів і регуляторів росту рослин в посівах на культурні рослини, бур'яни й мікробіоту ґрунту

Розвиток сільського господарства – а, особливо, вирощування на великих площах культурних рослин, у посівах яких зростає сегетальна рослинність, спричинила докорінні порушення в агробіоценозах [120].

Боротьба з бур'янами в більшості технологій вирощування сільськогосподарських культур зводиться до систем, що допомагають контролювати рівень забур'яненості в полі. Однак існують досить поширені види, котрі не піддаються фітоценотичному контролю стандартними обробітками [121]. Тому в сільськогосподарському виробництві для захисту врожаю від небажаної рослинності виникла необхідність постійно розширювати асортимент пестицидів та застосовувати їх на дедалі більших площах. Усе це найближчими роками може спричинити дестабілізацію виробництва сільськогосподарської продукції та зниження її якості, а в перспективі – унеможливить перехід аграрної галузі на засади сталого

розвитку, що визнано світовою спільнотою, як безальтернативний шлях [122].

За сучасних умов широко використовують цілу систему заходів, спрямованих на активну боротьбу з бур'янами та хворобами сільськогосподарських культур. У цій боротьбі особливе значення має – обробіток ґрунту, застосування сівозмін, широке впровадження нових сортів та гібридів. Однак, і досі неможливо ліквідувати втрати від небажаної рослинності та досягти високих урожаїв без застосування засобів захисту рослин [123].

З 2001 р. 129 держав світу, у тому числі й Україна, згідно з рішенням Програми Організації Об'єднаних Націй з навколишнього середовища про ініціювання міжнародних дій з охорони здоров'я людини та довкілля, на основі заходів, що дадуть змогу скоротити викиди та скиди стійких органічних забруднювачів і з огляду на положення Роттердамської та Базельської природоохоронних конвенцій та Декларацію з навколишнього середовища та розвитку Порядку денного на XXI сторіччя (Ріо-де-Жанейро), підписали Стокгольмську конвенцію про стійкі органічні забруднювачі. Стійкі хлорорганічні сполуки, що входять до переліку Стокгольмської конвенції є одними з найнебезпечніших забруднювачів довкілля. Вони надзвичайно персистентні та здатні з кумуляцією передаватись трофічними ланцюгами, крім того є об'єктом транскордонного переносу повітряним, водним шляхом та з мігруючими видами, а також здатні осаджуватись на великій відстані від джерела викиду, нагромаджуючись у водних та надземних екосистемах [120].

У зв'язку з цим науково-дослідні установи збільшують площі під органічне або біологічне землеробство, яке передбачає захист посівів від бур'янів без застосування гербіцидів. Тривають розробки біологічних методів, за яких для знищення бур'янів пропонується використання їх специфічних природних «ворогів» [124]. Однак аналіз різних можливостей припинення застосування гербіцидів показує, що в найближчому

майбутньому розробка реальної альтернативи хімічному методу боротьби з бур'янами вкрай маловірогідна та малоефективна [125–127].

Особливо актуальною проблема боротьби з бур'янами виявляється у посівах культурних рослин, які вирощують із широкими міжряддями. Такі посіви досить тривалий час не здатні самі протистояти бур'янам на відміну від посівів суцільної сівби. Тому посіви з широкорядним способом сівби (цукрові буряки, соняшник, кукурудза) потребують особливої уваги і надійного захисту [128–130].

Багаторічними польовими дослідженнями встановлено високий транспіраційний коефіцієнт багатьох видів бур'янів (близько 800–1000), який викликає дефіцит вологи для культурних рослин. Корені бур'янів глибше проникають у ґрунт і забирають звідти вологу. Корені вівсюга, наприклад, сягають на глибину до 2 м, буркуну – 5,5 м, осоту рожевого – до 7,2 м. Конкуренція бур'янів із культурними рослинами за елементи мінерального живлення призводить до зменшення коефіцієнта використання добрив. Численні дослідження засвідчують істотний вплив ступеня забур'яненості посівів на винос елементів мінерального живлення бур'янами [131, 132].

Вивчаючи ефективність гербіцидів щодо знищення небажаної рослинності, І. Сторчоус [133] вказує, що більшість бур'янів проявляють фазову резистентність, внаслідок низької відносної вологості повітря, високої сонячної активності та спеки. Все це сприяє тому, що рослини після виходу проростків на поверхню ґрунту покривають свої листки і стебла шаром захисних епікутикулярних восків. Так, у рослин лободи білої у фазу двох листків шар епікутикулярних восків порівняно з фазою сім'ядоль зростав у середньому у 2,3 рази, у фазі чотирьох листків – уже в 4,5 рази, а у фазу восьми листків – 7,1 рази. Такі воски захищають рослину не лише від висихання, а й від проникнення у тканини гербіцидів. Із наростанням захисного шару епікутикулярних восків на поверхні рослин знижується здатність гербіцидів проникати через такі захисні покриви в тканини та провідні системи бур'янів. Гербіциди доцільно застосовувати на ранніх

стадіях вегетації бур'янів. У такому разі високої ефективності дії можна досягти, застосовуючи мінімальні норми пестицидів [134].

Про ефективність застосування ґрунтових гербіцидів вказують й інші вчені [135–138].

Ґрунтові гербіциди використовують у більшості випадків до появи сходів культурних рослин. Вони створюють захисний екран і пригнічують проростаючі з насіння бур'яни, тому їх застосовують переважно проти однорічних бур'янів. Їхньою основною перевагою є тривалість захисної дії, яка нерідко поширюється на весь вегетаційний період. Перевагою ґрунтових гербіцидів є те, що їх токсична дія менше залежить від погодних умов, а також є можливість поєднання їх внесення з іншими сільськогосподарськими операціями (посів, культивування, боронування) [139].

Так, Ю. І. Ткаліч [140] стверджує, що за внесення у посівах соняшника гербіциду Харнес у нормі 2,0 кг/га кількість бур'янів на 1 м² перед збиранням культури становила 32 шт., а їх суха маса – 33 г, при виключенні гербіциду – 103 шт. із сухою масою бур'янів – 96 г. Технічна ефективність повного комплексу захисту рослин: внесення гербіциду + культивування становила 88%, тільки механізованого догляду – 63,4%, від внесення гербіциду – 49%.

Доведено, що препарати можуть впливати на шкідливу і корисну ентомофауну, ентомопатогенні мікроорганізми, збудників хвороб рослин, їх антагоністів [141, 142]. У культурних рослин гербіциди можуть обумовлювати зміну їх морфологічних та анатомічних ознак і в зв'язку з цим впливають на проникність тканин для збудників хвороб, на перетворення речовин, змінюючи стійкість рослин до ураження патогенними мікроорганізмами [143–145].

Вплив гербіцидів на патогенну мікробіоту може бути результатом їх безпосередньої дії на дані мікроорганізми або побічної дії на інші компоненти біоценозу. В певних умовах гербіциди можуть стимулювати або пригнічувати розвиток фітопатогенів [146].

Встановлено, що Паракват, який застосовується як десикант на картоплі, посилює конкуренцію патогена *Fusarium culmorum* з *Tricoderma viride* внаслідок більш сильної пригнічувальної дії на останній. Можливий також вплив гербіцидів на патогенність грибів. Так, під дією 2,4-Д аміної солі вона зростала у виду *Helminthosporium sativum*, Трифторалин спричиняв підвищення, а Дифенамід – зниження патогенної активності *Rhizoctonia solani* [147].

Рядом авторів встановлено, що в результаті впливу гербіцидів на патогенні мікроорганізми може знижуватися небезпека ураження сільськогосподарських культур хворобами. Так, застосування гербіциду аміної і натрієвої солі 2,4-Д в посівах озимої і ярої пшениць є ефективним заходом, який знижує ураження кореневими гнилями на 8,0–19,3%. Зниження ураження рослин пшениці озимої кореневими гнилями відмічено також при використанні Лінотрону, Трифлураліну, Ціанаміду, Фторметурону, Симазину. Симазин пригнічував на короткий період *Rhizoctonia solani* та *Pseudocercospora herpotrichoides*, а також антагоністів грибів роду *Fusarium* [148, 149].

У польових дослідях у штаті Колорадо (США) в посівах пшениці озимої за застосування Діурону відмічено зниження ураженості культур грибом *Pseudocercospora herpotrichoides* протягом всього періоду вегетації [150]. У лабораторних експериментах не виявлено прямої дії препарату на міцелій гриба. Встановлено, що Діурон підвищував стійкість рослини-живителя проти патогена. У результаті знищення бур'янів, покращення аерації, стеблостою та оздоровлення посівів спостерігали вірогідне підвищення урожаю. Подібним чином препарат діяв і на гриб *Rhizoctonia solani* [151].

У науковій літературі є відомості, що не всім гербіцидам властива інгібуюча дія на ґрунтову фітопатогенну мікробіоту. Досліди з різними рівнями внесення гербіцидів у ґрунт (мінімальний, помірний і інтенсивний), проведені в США в посівах ячменю, кукурудзи, овочевих, бобів та ін.,

показали, що Цианазин, Дикамба, 2,4-Д, Трефлан не справляли фунгітоксичного впливу на гриби *Fusarium*, *Pythium*, *Rhizoctonia* [152, 153].

Вчені [154–158] зазначають, що період захисної дії ґрунтових гербіцидів недостатній для забезпечення повного захисту посівів, і їх дію з другої половини травня слід посилювати застосуванням гербіцидів по сходах.

У науковій літературі міститься інформація, що ґрунтові гербіциди на відміну від деяких страхових, зазвичай не мають обмежень у сівозміні і не несуть потенційної небезпеки безпосередньо для культури [159–161].

За результатами проведених досліджень С. П. Танчик та О. П. Мигловця [162] було встановлено, що найменша кількість бур'янів відмічена у системі землеробства No-till за використання препаратів Гліфовіт + Хортус + Селефіт, через 30 днів після обприскування менший на 53,9 шт./м² та через 60 днів – на 60,3 шт./м² порівняно з контролем.

Здатність білкового комплексу рослин до утворення гідрофільних білків відіграє важливу роль у пристосуванні до хімічного стресу, оскільки підвищується водоутримуюча здатність рослинних тканин, що дає змогу підтримувати у рослин обмін речовин на високому рівні і сприяє кращій детоксикації ксенобіотиків.

Як зазначає Н. О. Хромих [163], гербіцид Мерлін у нормі 130 г/га у рослин *Ambrosia artemisiifolia* L. зумовлює підвищення суми як білкових, так і вільних амінокислот, відповідно на 12% та на 7% щодо контролю. При дослідженні феномену стійкості рослин щодо впливу ксенобіотиків з'ясовано, що адаптація безпосередньо пов'язана з білковою системою, яка реагує на стрес істотними якісними і кількісними перебудовами.

Відомо, що гербіцид Харнес інгібує білковий та ліпідний обміни, 2,4-Д амінна сіль порушує гормональний баланс рослинної клітини, а Мерлін пригнічує синтез каротиноїдів, тобто опосередковано впливає на фотосинтез [164].

Відомо, що захисна реакція рослин на дію гербіцидів може полягати в зміні співвідношення – загальний амінокислотний вміст: вільні амінокислоти підвищують його або знижують [165]. Зокрема, зростання вмісту вільних амінокислот може бути викликано активним утворенням в клітинах пептидних кон'югатів з гербіцидами, що призводить до інактивації ксенобіотиків [166].

До гербіцидів, які впливають безпосередньо на білок відноситься Пропоніт 720. Він є інгібітором синтезу білків і поділу клітин на етапі формування проростків. Переважна більшість бур'янів, поглинаючи його, гине до проростання. Відмінний ефективний контроль злакових бур'янів пояснюється тим, що однорічники у фазу проростання поглинають препарат через точку росту більш ефективно, ніж двосім'ядольні. Після контакту з ґрунтовим комплексом Пропізохлор формує надійний захисний екран [167].

Блокування утворення важливих амінокислот і в подальшому білків створює препарат Гліфосат, що призводить до швидкого припинення росту оброблених рослин. Препарат активно поглинається листям та зеленими пагонами бур'янів, проникаючи в провідну систему, швидко переміщається по ксилемі та флоемі до надземних і підземних органів, що повністю унеможлиблює відростання останніх.

Як вказує В. Українець [168], препарат Клінік Макс на основі солей гліфосату зберігає свою ефективність більш тривалий час по відношенню до кореневищних бур'янів, що важливо з точки зору резистентності.

При застосуванні гербіцидів необхідно знати їх вплив на фактори, які визначають високий біологічний урожай. До таких факторів належить чиста продуктивність фотосинтезу.

За даними З. М. Грицаєнко і О. В. Голодриги [169], при застосуванні 2,0 л/га гербіциду Тарги супер чиста продуктивність фотосинтезу сої склала 6,23 г/м² за добу при 4,54 г/м² за добу в контрольному варіанті. Використання у посівах пшениці озимої гербіциду Дікопур у нормі 7,0 л/га забезпечувало

зростання продуктивності фотосинтезу до $7,7 \text{ г/м}^2$ за добу при $7,3 \text{ г/м}^2$ за добу в контролі без застосування препаратів [170].

Згідно проведених досліджень О. І. Заболотний [171] зазначає, що при визначенні чистої продуктивності фотосинтезу у 2010 році в посівах кукурудзи за внесення гербіциду Трофі 90 у нормі $1,5 \text{ л/га}$ ЧПФ зроста проти контролю I на $0,52 \text{ г/м}^2$ за добу (на 11%), а $2,5 \text{ л/га}$ – на $0,99 \text{ г/м}^2$ за добу (на 21%) при $\text{НІР}_{05} 0,20 \text{ г/м}^2$ за добу. При дії Трофі 90 у нормі $3,5 \text{ л/га}$ продуктивність фотосинтезу хоча і перевищувала контроль I на $0,33 \text{ г/м}^2$ за добу, однак була найменшою серед варіантів досліду із дією різних норм гербіциду.

С. М. Крамарьов та ін. [172] зафіксували найбільшу площу листової поверхні однієї рослини кукурудзи на ділянках без гербіцидів. Авторами виявлено деяке зменшення розмірів асиміляційного апарату ліній ДК 293 МВ, ДК 429 СВ і простих гібридів Крос 200 М, Крос 440 С відповідно на 1,6; 4,3; 2,5; 0,7% у варіантах із внесення гербіциду Харнес. При застосуванні Фронт'єр-оптіма відмічали ще значніше зниження даного показника. Серед групи страхових гербіцидів слід відмітити Камбіо, у варіантах з яким батьківські форми середньопізнього гібрида Кадр 443 СВ і лінія ДК 293 МВ сформували більшу площу листової поверхні на 18,5% і 23,4%, ніж при використанні 2,4-Д і Тітуса.

В останні роки склались уявлення про залежність спрямованості й продуктивності фотосинтезу від дії низки чинників, у тому числі й гербіцидів, які можуть суттєво впливати на вміст хлорофілів та їх функціональну активність [173]. Тому дослідження динаміки накопичення хлорофілу в листках рослин під впливом хімічних і біологічних факторів має велике значення, оскільки його вміст впливає на інтенсивність фотосинтезу і низку інших фізіологічних процесів.

Як встановлено дослідженнями З. М. Грицаєнко [174, 175], D. Kim et al. з [176] та K. Kreuz et al. [177], на синтез хлорофілу в значній мірі можуть впливати гербіциди, які залежно від виду препарату та норм внесення,

сприяють підвищенню або зниженню його вмісту у листках сільськогосподарських культур.

Іншими дослідженнями з'ясовано, що гербіциди також здатні певним чином впливати на фотосинтетичний процес у культурних рослинах, про що свідчать зміни флуоресценції хлорофілу та порушення співвідношення хлорофілів *a/v* у листках пшениці за дії Параквату [178], зниження вмісту пігментів у лисках редису за дії норфлуразону [179]. На противагу цьому М. П. Радченко з співавторами [180] стверджують, що за дії гербіцидів у посівах сої спостерігалась тенденція до зростання вмісту хлорофілів у листках культури на 19-ту добу після внесення, що може свідчити про прояв компенсаторного ефекту.

У результаті проведених досліджень В. П. Карпенком [181] встановлено, що проходження фізіолого-біохімічних процесів у *Cirsium arvense* під впливом сумішей гербіцидів Гранстар 75 + 2,4-ДА500 зазнавало суттєвих змін, але при цьому простежувалась залежність спрямованості цих процесів від норм внесення препарату Гранстар 75 та періоду, що минув після обприскування посівів. Так, за обробки бур'янів Гранстаром 75 у нормах 10–25 г/га в сумішах з 2,4-ДА500 – 1,0 л/га вміст суми хлорофілів у листках на 3-тю добу після застосування знижувався. Це зниження порівняно з контролем знаходилось в межах 7–45 і 5–36% відповідно.

Нині також гостро стоїть проблема високої шкодочинності у посівах сільськогосподарських культур злакових видів бур'янів. Одним з ефективних засобів для знищення злакових бур'янів є застосування післясходових гербіцидів групи грамініцидів. До грамініцидів належать два класи гербіцидів – інгібіторів ацетил-Коа-карбоксилази: похідні арилоксифеноксипропіонової кислоти та похідні циклогексан-1,3-діонів або циклогексеноксимів. Разом вони становлять приблизно 10% сучасного світового ринку гербіцидів [182].

Як стверджує В. В. Швартау та ін [183], застосування Фюзіладу Форте 150 у нормі 0,5 л/га сумісно із Арамо у нормі 1,0 л/га сприяло зменшенню

рівня забур'яненості посівів цукрових буряків за кількістю на 37% та за масою – 95%.

Згідно досліджень В. В. Петришиної [184], висока засміченість полів соняшнику бур'янами може призводити до зниження продуктивності культури на 20–70%, а в окремих випадках – навіть у 1,5–2 рази. При цьому зменшується діаметр кошика, маса 1000 насінин, кількість насінин з одного кошика.

Н. І. Стрижков та ін. [185] свідчать, що при застосуванні у посівах соняшника гербіциду Євро-лайтінг у нормі 1,2 л/га маса бур'янів знижувалась на 94,4–98,5%, тоді як у контролі – 36,9%. Застосування у фазі чотири пари справжніх листків Євро-лайтінгу у нормі 1,2 л/га забезпечило 15,8 ц/га прибавки урожаю.

В. М. Жеребко та ін. [186] вказують, що при застосуванні гербіциду Майстер з нормами витрати 0,08 і 0,11 кг/га зменшилось загальне забур'янення на 81-87% за кількістю та на 72–80% – за масою. За витрати 0,15 і 0,19 кг/га гербіцид знищував 91–92% бур'янів, а їх маса зменшилась на 85–87%, що було ефективніше за дію Базису на 4–6%. За використання гербіциду Майстер з нормами витрати 0,08 і 0,11 кг/га врожайність зерна кукурудзи зростала на 11,0–15,6 ц/га, а за витрати 0,15 і 0,19 кг/га – на 23,3–23,8 ц/га порівняно з контролем.

У працях І. Сторчоуса [187] доведено, що при проведенні обліку забур'яненості посівів кукурудзи через місяць після застосування гербіциду Мерлін у нормі 130 г/га кількість бур'янів зменшилася у порівнянні з контролем І на 71%, а їх маса – на 77%. При подальшому підвищенні норми застосування Мерліну кількість і маса бур'янів знижувалися і за дії 150 г/га препарату кількість бур'янів у порівнянні з контролем І зменшувалася на 89%, а маса – на 82%. Найбільше знищення бур'янів спостерігалось при внесенні 170 г/га гербіциду – 94% за кількістю та 90% за масою.

Л. К. Антипова та К. О. Ткаченко [188] вказують, що внесення гербіцидів Зенкор 70% у нормі 1,0 л/га та Базагран 48% у нормі 2,0 л/га на

посівах люцерни сприяло формуванню більшої кількості генеративних органів: кількість китиць на 1 стеблі зростала від 9,1 (контроль) до 10,6–12,0 шт. на рослинах культури, захищених від бур'янів хімічним методом (із застосуванням гербіцидів), або на 16,5–31,8%, бобів – від 5,3 (контроль) до 5,6–5,8 шт. (на 5,7–9,4%) та повноцінного насіння – від 5,5 до 7,1–7,8 шт. (на 29,1–41,8%) в одній китиці.

За використання гербіциду Харнес у нормі 3,0 л/га урожай кукурудзи зріс на 9,0 ц/га зерна, що забезпечило додатковий прибуток у сумі 451 грн/га. У разі обприскування забур'янених сходів кукурудзи страховим гербіцидом Тітус із розрахунку 50 г/га він підвищив урожай зеленої маси на 131 ц/га у порівнянні з контролем [189].

Доведено, що гербіциди можуть знижувати або збільшувати щільність інокулюму певних ґрунтових патогенів, змінювати механізми захисної системи рослини-живителя, а також взаємодію між мікоризоутворювачами та корінням рослин [190].

До побічних ефектів гербіцидів, яким необхідно приділяти увагу, належить їх біологічна активність, яка виходить за межі впливу на цільові організми, тобто гербіцидам певною мірою властивий вплив на взаємодію рослини через їх дію на збудника або на навколишні ґрунтові організми, у тому числі симбіотичні взаємовідносини. Це явище було вперше виявлено на початку 1940-х років і більш докладно описане з 1960 р. [191].

Дослідженнями багатьох авторів виявлена залежність впливу гербіцидів на мікробіоту ґрунту від рН, вологи, температури і типу ґрунту, а також вмісту органічної речовини у ньому. Виявлено пригнічення целюлозоруйнівної активності бактерій під впливом Пропазину (3,0 кг/га) у легкосуглинистих світло-каштанових ґрунтах. Через 1,5–2 місяці біологічна активність ґрунту відновлювалася і навіть збільшувалася у порівнянні з активністю ґрунту не обробленого гербіцидами [192–193].

Ґрунтова мікробіота характеризується вибірковою чутливістю до гербіцидів. Хімічні обробки у більшості випадків призводять до загибелі

чутливих до певних препаратів видів і родів мікроорганізмів, активізації стійких мутантів і видів, які використовують гербіцид, як енергетичний матеріал. Все це призводить до порушення стану рівноваги ґрунтової екосистеми і відповідно умов самоочищення ґрунту, звуження спектра мікробіологічної активності [194].

При вивченні дії гербіцидів у посівах сільськогосподарських культур важливим є дослідження їх впливу на ріст і розвиток окремих таксономічних і еколого-трофічних груп мікроорганізмів. Багатьма зарубіжними і вітчизняними дослідженнями встановлено, що характер дії гербіцидів на ґрунтові мікроорганізми залежить від різних чинників: норм і хімічних властивостей препаратів, строків їх внесення, складу мікробіоти, ґрунтово-кліматичних умов тощо [195].

У дослідгах з пшеницею озимою, вирощеною на фоні застосування Раундапу (4,0 л/га) та обприскування посівів Діаленом (2,5 л/га), було відмічено зменшення числа стрептоміцетів, амоніфікуючих і амілолітичних мікроорганізмів у 3–3,6 раза, а грибів, педотрофних, амінотрофних бактерій – у 1,6–2,2 рази [196].

За дії таких гербіцидів як Монурон, Небурон, Діурон, Тилам, Фалон, Сезон, Амібен, Солан, Хлоразид, Дінабен, концентрація яких становила від 0,1–0,7%, мало місце пригнічення розвитку асоціативних бактерій роду *Azotobacter* [197]. Водночас за використання гербіциду Глін у нормі, що дорівнювала 100 виробничим, виявлено стимулювання розвитку гетеротрофних бактерій і мікроскопічних грибів [198].

Так, О. В. Залоїло [199] вказує, що внесення в ґрунт фунгіцидів, інсектицидів та гербіцидів не спричиняло суттєвих змін у загальній чисельності мікроорганізмів. Так, після обробки ґрунту 1-кратною нормою препарату Циклон спостерігалось збільшення кількості мікроорганізмів у порівнянні з контролем на 10%, а фунгіциду ФТ 150200 – на 8%.

В. П. Карпенко й ін. [200] стверджують, що за внесення гербіциду Гранстар 75 у нормі 10; 15; 20 і 25 г/га сумісно з 2,4-ДА500 у нормі 1,0 л/га

негативної дії на розвиток у ризосфері ячменю ярого амоніфікуючих бактерій не спостерігається, проте з наростанням у бакових сумішах норм внесення Гранстару 75 їх чисельність зменшувалась на 67; 44; 24 і 5% відповідно.

Гербіциди, накопичуючись у ґрунті, можуть інгібувати або стимулювати розвиток корисної мікробіоти, а також патогенів, збудників хвороб, які не мають практичного значення у звичайних умовах [201].

За результатами досліджень О. І. Заболотного й ін. [202], застосування гербіциду Мерлін у нормі 130–150 г/га збільшувало загальну чисельність мікроорганізмів на 1 та 5% відповідно до контролю, однак норма 170 г/га негативно впливала на розвиток мікроорганізмів і наближала їх кількість до контролю.

За даними З. М. Грицаєнко й ін. [203] та Е. І. Уласевич й ін. [204], гербіциди необхідно вносити у ґрунт у незначних кількостях, щоб не створювати у місцях їх внесення токсичних для більшості мікроорганізмів концентрацій.

В. І. Долотін та ін. [205] повідомляють, що використання гербіцидів забезпечує покращення водного режиму ґрунту й сприяє створенню кращих умов для живлення культурних рослин. Внаслідок цього зменшується кількість бур'янів та посилюються мікробіологічні процеси у ґрунті.

За контакту мікроорганізмів з гербіцидами можна виділити такі етапи: взаємодія з мікроорганізмами, трансформація, деградація й утилізація гербіциду ґрунтовими мікроорганізмами [206].

Дослідження, виконані С. В. Лисенком із співавторами [207], засвідчили, що гербіциди Дікопур Ф (1,0 л/га), Лентипур (1,5–2,0 л/га), Трезор (1,2 л/га) на 5-й день після застосування зменшували загальну кількість грибів в 1 г/ґрунту. На 30-й день їх кількість наближалась до контролю. Найбільш стійкими до дії гербіцидів виявилися спороутворюючі бактерії, актиноміцети і гриби родів *Penicillium*, *Fusarium*, *Aspergillus*.

При застосуванні в сівозміні протягом трьох ротаций гербіцидів Атразину, 2,4-Д, Лонтрелу було відмічено зниження загальної кількості

мікроорганізмів в порівнянні з контролем, однак в подальшому їх кількість відновлювалась [208].

Стимулюючу дію 2М-4Х (0,8 г/га) на розвиток ґрунтової мікробіоти встановив у своїх дослідках Л. І. Філіпманов [209]. Під дією гербіцидів кількість мікроорганізмів значно збільшувалась. Гербіцид 2М-4Х у нормах 1,5–4,5 кг/га не виявляв негативної дії на загальну кількість мікроорганізмів у ризосфері пшениці.

За даними А. С. Самсонової та ін. [210, 211], гербіцид Симазин, внесений у нормі 12 кг/га, тимчасово пригнічував мікробіологічні процеси в шарі ґрунту 0–5 см. При збільшенні норм препарату до 20–30 кг/га спостерігалось зниження чисельності грибів, целюлозоруйнівних і спороутворюючих мікроорганізмів у 2–2,5 рази, а мікроорганізмів, що засвоюють мінеральний азот – 4,9–5,8 рази.

Доведено, що багато видів мікроорганізмів поступово руйнують гербіциди до практично нетоксичних метаболітів та гумінових кислот [212]. Так, при мікробіологічній деструкції відбувається гідроксилювання метильної групи або деетерифікація метоксигрупи до гідроксильної, а також ферментативний гідроліз сульфоамідного зв'язку, який аналогічний хімічному розщепленню. Механізм руйнування препаратів починається з моменту внесення гербіциду. Фактично це ферментативні реакції – окиснення, відновлення, розклад амідів та реакції гідроксилювання.

Істотний вплив на швидкість розпаду ксенобіотиків має органічна речовина ґрунту. По-перше, вона може слугувати адсорбентом для пестицидів, по-друге – бути джерелом вуглецю та енергії, що забезпечує велику чисельність мікроорганізмів. Розпад пестицидів та їхніх первинних метаболітів у природних умовах відбувається за різних чиників абіогенного та біогенного характеру [213].

У роботах [214–217] відмічається, що за сумісного використання гербіцидів і регуляторів росту має місце послаблення негативної дії препаратів на розвиток основних еколого-трофічних груп мікроорганізмів

ризосфери, а через певний проміжок часу, проявляється стимулювання їх росту і розвитку.

Науковцями встановлено, що токсичність препаратів визначається діючою речовиною. Так, Базудин токсичний для грибів, ТМТД – для грибів і актиноміцетів, Рогор – для нітрифікаторів. Багаторічне використання Симазину та Політриазину призводить до зниження у ґрунті олігонітрофілів, нітрифікаторів та денітрифікаторів, тоді як Атразин підвищує активність нітрифікуючих бактерій [218].

За використання Гліфосату збільшується чисельність сапрофітних бактерій, особливо у дерново-підзолистому ґрунті. Збільшення загальної чисельності бактерій супроводжується зростанням частки стрептоміцин-стійких форм та значним підвищенням чисельності бактерій, що споживають мінеральні форми азоту, тобто відбувається перебудова в асоціаціях сапрофітних мікроорганізмів. Через добу після внесення Гліфосату підсилюється виділення CO_2 з ґрунту, зростає чисельність бактерій-нітрифікаторів [219].

Чимало авторів засвідчили, що за деградацію певних пестицидів відповідають плазмиди. Здатність *Alcaligenes paradoxus* перетворювати 2,4-Д на 2,4-дихлорфенол кодується кон'югативною плазмідною *pJPl*, катаболізм 2,4-дихлорфенолу, ймовірно, закодований у хромосомних генах. Еволюція трансмісібельної 2,4-Д-плазмиди, безперечно, відіграє основну роль у забезпеченні біодеградації 2,4-Д у навколишньому середовищі. Виявлення плазмід біодеградації, що відповідають за перетворення таких сполук як 2,4-Д, 2,4,5-Т, поліхлордифеніли, 4-хлорбензоат, алкілбензилсульфони, дало змогу сконструювати штами з підвищеною здатністю розкладати різні ксенобіотики [220–222].

Згідно низки досліджень, більшість ґрунтових гербіцидів у перший період після внесення сповільнює розвиток та активність окремих груп мікроорганізмів, зокрема амоніфікуючих, нітрифікуючих, денітрифікуючих та целюлозоруйнівних. У подальшому їх чисельність відновлюється і навіть

зростає, тобто має стимулюючий ефект від засобів захисту на ґрунтову мікробіоту [158, 172, 206, 207].

Негативна дія гербіцидів на мікроорганізми та їх ферментативну активність може бути значно знижена за сумісного їх використання з регуляторами росту рослин. За присутності РРР підвищується стійкість мікробних асоціацій (фосфатмобілізуючих бактерій, азототрофів) до дії низької дози пестицидів. При цьому зростає оксидоредуктазна активність мікроорганізмів (каталазна, дегідрогеназна), що підвищує швидкість деструкції хімічних препаратів [223–225].

Таким чином, аналіз сучасної наукової літератури засвідчує важливість питання зниження негативної дії гербіцидних агентів в агроценозах за можливого поєднання їх в технологіях з регуляторами росту рослин природного походження. Проте, інтегрована їх дія на проходження фізіолого-біохімічних, анатомо-морфологічних, мікробіологічних та інших процесів у рослинах соняшника і ґрунті є розкритою в науковій літературі не достатньо. Зокрема, відсутні дані щодо фізіологічного обґрунтування розрізненної та інтегрованої дії гербіцидів і регуляторів росту рослин на формування продуктивності посівів соняшника, чим обмежується розробка екологічно безпечних та ресурсощадних технологій його виробництва. Низька вивченість цих питань обумовила основні завдання даного дисертаційного дослідження.

РОЗДІЛ 2

УМОВИ, ОБ'ЄКТИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Ґрунтово-кліматичні та погодні умови проведення досліджень

Дослідження з вивчення впливу різних норм гербіцидів Дуал Голд 960 та Фюзілад Форте 150, внесених за різних способів використання РРР Радостим, на проходження основних фізіолого-біохімічних, анатомо-морфологічних процесів у рослинах та мікробіологічних – у ґрунті посівів соняшника проводили в польовій сівозміні кафедри мікробіології, біохімії і фізіології рослин Уманського національного університету садівництва, яка розташована в Маньківському природно-сільськогосподарському районі Середньо-Дніпровсько-Бузькому окрузі Лісостепової Правобережної провінції України з географічними координатами за Гринвічем 48°46' північної широти, 30°14' східної довготи. Висота над рівнем моря – 245 м.

Виробничий дослід з впровадження наукових розробок проводили в агрофірмі «БАЙС-АГРО» Тальнівського району, Черкаської області на площі 120 га.

Згідно даних кафедри агрохімії і ґрунтознавства Уманського НУС [226–228] у ґрунтовому покриві досліджуваної території переважає чорнозем опідзолений важкосуглинковий на лесі з вмістом гумусу в орному шарі (0–30 см) – 3,3%, рухомих сполук фосфору і калію (за методом Чирикова) – 100–110 і 80–90 мг/кг відповідно, азоту лужногідролізованих сполук (за методом Корфілда) – 100–110 мг/кг, рН сольової суспензії – 5,6–5,8 і гідролітична кислотність 28–32 мг. екв./кг ґрунту.

Доведено, що добре розвинені посіви соняшнику за вегетаційний період споживають від 500 до 600 мм води, а мінімальна потреба у воді задовольняється при 350–400 мм опадів за рік. Особливі вимоги до вологи рослини під час фази цвітіння. Потребу у воді рослинам соняшнику забезпечує потужна коренева система, яка здатна засвоювати водні ресурси

грунту з нижніх горизонтів і при великій водоутримуючій силі ґрунту [229–231].

Більшість науковців схилиються до думки про те, що вирішальне значення у формуванні господарсько-цінних ознак культури відіграють абіотичні та біотичні чинники. Серед основних із них особливу увагу приділяють ґрунтово-кліматичним умовам даної зони. Вирощування соняшнику, як і будь-яких інших сільськогосподарських культур, потребує достатнього вологозабезпечення ґрунту [232].

У Правобережному Лісостепу України клімат помірно-континентальний з відносно м'якою зимою і теплим сонячним літом [233]. Його особливості визначаються дією вологих повітряних мас, які приносяться західним вітром. Пересічна температура січня $-5,8^{\circ}\text{C}$, липня $+19,5^{\circ}\text{C}$. Середньорічна температура повітря становить $+7,4^{\circ}\text{C}$ за абсолютної максимальної температури $+38,0^{\circ}\text{C}$ та мінімальної $-37,9^{\circ}\text{C}$. Абсолютно максимальна температура $+37,5^{\circ}\text{C}$ спостерігається в липні-серпні.

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

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. Зимову середню добову температуру повітря може досягати позитивних значень від 0 до $+2^{\circ}\text{C}$, а іноді – $+5^{\circ}\text{C}$ тепла.

Весняно-польові роботи розпочинаються з перебігом середньодобової температури повітря $+15^{\circ}\text{C}$. Літо характеризується високими температурами. Середня температура становить $+18^{\circ}\text{C}$ з коливанням в окремі роки від $+17^{\circ}\text{C}$ до $+22^{\circ}\text{C}$.

Осінь найчастіше тепла, сонячна, іноді тривала. Перехід середньодобової температури нижче $+10^{\circ}\text{C}$ спостерігається лише з середини жовтня. Упродовж року опади розподіляються нерівномірно, їхня найбільша кількість випадає в червні–липні (90–100 мм), а найменша – в січні–лютому.

Сніговий покрив до 16 см не стійкий, можливий з листопада і до кінця березня. Тривалість і висота снігового покриву дуже мінливі. Нерівномірна товщина снігового покриву посилюється через нерівність рельєфу, щільність багаторічних насаджень тощо. Середня тривалість снігового покриву становить 84 дні. Глибина промерзання ґрунту сягає 27 см. Кількість атмосферних опадів, у середньому, становить 633 мм. На період з температурою більше $+10^{\circ}\text{C}$ випадає лише 300–310 мм. Відносна вологість повітря становить 76%. За зведеними даними агрометеорологічних спостережень у зоні досліджень клімат характеризується такими умовами:

- помірно-холодна зима зі значною амплітудою коливання температури повітря в окремі дні, з незначними опадами, невеликим сніговим покривом, іноді з сильними східними вітрами;

- помірно-тепла весна зі значним зниженням температури повітря в окремі дні, з холодними, інколи сухими вітрами й нерівномірним розподілом опадів;

- помірно-жарке літо, в окремі роки з посушливим вегетаційним періодом й нерівномірним розподілом опадів, часто у вигляді злив, з переважанням західних вітрів;

- помірно-тепла осінь, іноді зі значними коливаннями температури у кінці періоду.

Підвищення температури в ранньовесняний період створює сприятливі умови для вегетації *Helianthus annuus*.

У роки проведення досліджень (2012–2014 рр.) погодні умови характеризувались певними особливостями щодо метеорологічних показників, але в цілому були сприятливі для вирощування та розвитку соняшника.

Метеорологічні умови в роки проведення досліджень (за даними метеостанції Умань)

Рік проведення дослідження	Місяці												За рік
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Середньомісячна кількість опадів, мм													
2012	33,1	27,8	24,7	38,4	45,7	24,2	69,4	28,9	90,6	35,0	30,7	135,5	584,0
2013	58,1	35,9	60,7	36,5	70,9	77,8	23,2	54,4	89,1	5,3	36,8	5,8	554,5
2014	48,3	5,3	15,7	100	125,5	73,0	52,9	15,6	82,6	35,7	29,7	23,2	607,5
Середньобагаторічна	47	44	39	48	55	87	87	59	43	33	43	43	633
Середньомісячна температура повітря °С													
2012	-4,2	-10,2	2,2	12,1	18,9	21,3	23,4	20,8	16,5	10,6	4,5	-5,3	9,1
2013	-3,9	0,3	0,1	10,9	18,4	20,5	20,0	19,8	12,3	9,0	6,5	-0,9	9,4
2014	-3,9	-1,9	6,6	9,7	16,1	17,5	21,5	20,8	14,8	6,4	1,8	-2,0	9,0
Середньобагаторічна	-5,7	-4,2	0,4	8,5	14,6	17,6	19,0	18,2	13,6	7,6	2,1	-2,4	7,4
Середньомісячна відносна вологість повітря, %													
2012	88	84	74	71	65	61	62	66	69	81	91	87	75
2013	87	84	75	65	67	72	71	69	84	81	87	84	77
2014	85	87	65	72	73	72	70	65	68	74	85	89	75
Середньобагаторічна	86	85	82	68	64	66	67	68	73	80	87	88	76

За даними метеостанції Умань (табл. 2.1), 2012 сільськогосподарський рік характеризувався тривалою посухою у період вегетації. З квітня по вересень кількість опадів склала 297,2 мм. У період найінтенсивнішого вологоспоживання, у фазі цвітіння, випало лише 69,4 мм опадів, що негативно вплинуло на ріст і розвиток соняшника, а в кінцевому результаті призвело до зниження виповненості сім'янок.

Середня температура повітря за 2012 рік становила 9,1°C. Недостатня кількість опадів та висока температура повітря стали причиною зниження відносної вологості повітря.

У 2013 році агрокліматичні умови за вологозабезпеченням були більш сприятливими до рослин соняшника. Так, за період вегетації випало 351,9 мм опадів, що повністю задовольнило потреби культури. Протягом всього року випало 554,5 мм опадів, що на 78,5 мм було меншим середньобагаторічної кількості. Температура повітря 2013 за період вегетації становила 16,9°C. Середньомісячна відносна вологість повітря була високою, внаслідок достатнього вологозабезпечення та оптимальної температури.

Погодні умови 2014 року також характеризувалися достатнім вологозабезпеченням. Так, на початку вегетації культури, у травні, коли рослини були у фазі листоутворення випало 125,5 мм опадів, що створило оптимальні умови для розвитку соняшника. Однак, необхідно відмітити, що середньомісячна температура повітря була нижчою у порівнянні з попередніми роками проведення експерименту.

Аналізуючи метеорологічні умови в роки проведення досліджень в цілому, можна стверджувати, що агрокліматичні та погодні умови в роки досліджень були сприятливими для вирощування соняшника з незначними відхиленнями, що знайшло своє відображення у формуванні продуктивності посівів.

2.2. Схема досліду і методика досліджень

Дослідження гербіцидів і регулятора росту рослин виконували упродовж 2012–2014 рр. у польових умовах навчально-виробничого відділу та лабораторних умовах – кафедри мікробіології, біохімії і фізіології рослин Уманського національного університету садівництва.

Дослідження препаратів виконували на гібриду соняшнику Каньйон.

Соняшник однорічний (*Helianthus annuus* L.) належить до класу Магноліопсиди, або Дводольні (*Magnoliopsida*, або *Dicotyledones*), підкласу Айстериди (*Asteridae*), порядку Айстрові (*Asterales*), родини Айстрові, або Складноцвіті (*Asteraceae*, або *Compositae*), роду Соняшникові (*Helianthus*) [234].

Гібрид соняшнику Каньйон середньостиглий, олійного напрямку виведений інститутом землеробства і овочівництва, м. Нові-Сад (Сербія), АФ «Сади України». Термін вегетації 102–104 дня. Стебло прямостояче висотою 150–170 см, нерозгалужене, досить добре опушене. Листки великі 26–28 шт./рослині, кошик тонкий, плескатий, середнього розміру 20 см у діаметрі. Сім'янки середні видовжено-яйцеподібної форми, чорні. Генетичний потенціал урожайності – більше 55 ц/га. Маса 1000 сім'янок 65–75 г. Вміст олії – до 53%, лузжистість – 22–25%, стійкість до вилягання – дуже висока, стійкість до комплексу грибкових захворювань – висока, стійкість до вовчку - стійкий до п'яти рас (А, В, С, Д, Е), посухостійкість – висока. Коротка вегетація, широка екологічна пластичність робить цей гібрид універсальним для всіх областей України. Із 2006 року внесений до Державного реєстру сортів України [235].

Дуал Голд 960 к.е. – діюча речовина – S-метолахлор. Хімічна назва діючої речовини – 2-хлоро-М-(2-етил-6-метилфеніл)-ІІ-(2-метокси-1-метилетил) ацет-амід. $C_{15}H_{22}ClNO_2$. Молекулярна маса – 283,8 г/моль. Виготовляється у формі 96% к.е.

S-метолахлор – безбарвна без запаху рідина. Розчинність у воді – 488 мг/л за 25°C. У ґрунті за рН 6,8 напіврозпад триває 27 днів. Для теплокровних тварин – малотоксичний (ЛД₅₀ орально для щурів – 2780 мг/кг, IV гр. т.к.).

Дуал Голд 960 к. е. – ґрунтовий гербіцид контактної дії. Застосовується проти однорічних злакових та деяких двосім'ядольних бур'янів до сівби або до появи сходів з нормами витрати на посівах кукурудзи, картоплі, гороху, ріпаку – 1,6 л/га, цукрових буряків, сої, соняшнику – 1,2–1,6 л/га.

Стійкість щодо гербіциду проявляють лобода біла (*Chenopodium album* L.), пасльон чорний (*Solanum nigrum* L.), гірчиця польова (*Sinapis arvensis* L.), гірчак розлогий (*Polygonum* L.) та інші однорічні двосім'ядольні види. Для розширення спектру дії Дуал Голд 960 можна змішувати з іншими гербіцидами (Гезагард й ін.). Входить до складу комбінованого препарату (Прімекстра Голд). Захисна дія триває 8–12 тижнів. Резистентності не виявлено [236].

Фюзілад Форте 150 к. е. – діюча речовина – флуазифоп-П-бутил. Хімічна назва діючої речовини – а-[4-(5-трифторметилпіридил-2-окси)фенокси] пропіонової кислоти бутиловий ефір. C₁₉H₂₀F₃NO₄. Молекулярна маса – 383,4 г/моль. Виготовляється у формі 12,5% к.е., а Фюзілад Форте 150 – 15% к.е.

Флуазифоп-П-бутил – світло-жовта рідина без запаху. Розчинність у воді за 20°C – 1 мг/л. Добре розчиняється в органічних розчинниках (ацетоні, метанолі, гексані). Стійкий протягом 6 місяців за 37°C. Малотоксичний для теплокровних тварин (ЛД₅₀ орально для щурів – 2451 – 3680 мг/кг, IV гр. т.к.). Малотоксичний для бджіл, інших корисних комах та птахів. Забороняється використовувати в межах санітарної зони навколо рибогосподарських водойм. Гарантований термін придатності за дотримання правил зберігання – 2 роки.

Фюзілад Форте 150 к.е. – післясходовий системний гербіцид вибіркової дії. Застосовується проти вегетуючих однорічних злакових бур'янів на

посівах цукрових буряків та цибулі всіх генерацій за обприскування у фазі 2–4-х листків у культури за норми витрати 1–1,5 л/га. На посівах цих самих культур використовується проти багаторічних злакових видів при висоті бур'янів 10–15 см у нормі 2–3 л/га. Перспективне застосування на багатьох двосім'ядольних польових (соя, соняшник, ріпак, кормові боби) і овочевих культурах (морква, капуста, томати, перець, петрушка). Для розширення спектру дії можна змішувати з протидвосім'ядольними гербіцидами. Резистентності у бур'янів не виявлено.

Гербіциди з групи арилоксифеноксипропіонової кислоти проявляють високу активність щодо малорічних і багаторічних видів бур'янів з родини тонконогових (злакових): плоскухи звичайної (*Echinochloa crus-galli* L.) або (курячого проса), видів мишію (*Setaria glauca* L., *Setaria pumila* L.), вівсюга звичайного (*Avena fatua* L.), гумаю (*Sorghum halepense* L.), свинорію пальчастого (*Cynodon dactylon* L.), пирію повзучого (*Agropyrum repens* L.) та інших.

Через 1–2 дні після обприскування припиняється вегетація чутливих бур'янів, що перестають бути конкурентами для культурних рослин у боротьбі за поживні речовини, вологу, світло, з'являються хлоротичні плями – перші симптоми ураження гербіцидами. Протягом 7–10 днів вузли та точки росту злаків набувають бурого кольору, а листки червоніють, з'являється інтенсивне антоціанове забарвлення. Однорічні рослини гинуть за 7–10 днів, а багаторічні – через 2–3 тижні.

У рослинах діюча речовина швидко гідролізується до вільної феноксипропіонової кислоти, що гальмує біосинтез жирних кислот. У підсумку в зонах росту злакових бур'янів припиняється подальше утворення клітинних мембран, що призводить до їх загибелі. Крім того, припинення біосинтезу жирних кислот призводить до зменшення вмісту хлорофілу тилакоїдних мембран та підвищення вмісту розчинних цукрів і вільних амінокислот у ростових тканинах стебла злакових бур'янів [236].

Регулятор росту рослин Радостим – збалансована композиція

біологічно активних сполук – аналогів фітогормонів, амінокислот, жирних кислот, олігосахаридів, хітозанів та мікроелементів, а також біозахисних сполук. Від попередників відрізняється додатково введеним аналогом фітогормону фуксинової природи (а-нафтил-оцтова кислота) та збільшеним комплексом мікроелементів. Препарат Радостим дозволений для використання як в Україні, так і за її межами для допосівної обробки насіння зернових, зернобобових, технічних культур, а також для обприскування посівів цих культур та газонних трав. Виробник: Державне підприємство Міжвідомчий науково-технологічний центр «Агробіотех» Національної академії наук України та Міністерства освіти і науки України [237, 238].

Досліди з вивчення впливу різних норм гербіцидів Дуал Голд 960 та Фюзілад Форте 150 і регулятора росту рослин Радостим закладались за схемою:

1. Без препаратів і ручних прополювань (контроль I).
2. Без препаратів + ручні прополювання (упродовж вегетації, контроль II).
3. Дуал Голд 960 1,2 л/га.
4. Дуал Голд 960 1,4 л/га.
5. Дуал Голд 960 1,6 л/га.
6. Радостим 20 мл/га.
7. Фюзілад Форте 150 0,5 л/га.
8. Фюзілад Форте 150 0,75 л/га.
9. Фюзілад Форте 1,0 л/га.
10. Фюзілад Форте 150 0,5 л/га + Радостим 20 мл/га.
11. Фюзілад Форте 150 0,75 л/га + Радостим 20 мл/га.
12. Фюзілад Форте 150 1,0л/га + Радостим 20 мл/га.
13. Радостим 250 мл/т – обробка насіння (фон).
14. Фон + Дуал Голд 960 1,2 л/га.
15. Фон + Дуал Голд 960 1,4 л/га.
16. Фон + Дуал Голд 960 1,6 л/га.
17. Фон + Радостим 20 мл/га.

18. Фон + Фюзілад Форте 150 0,5 л/га.
19. Фон + Фюзілад Форте 150 0,75 л/га.
20. Фон + Фюзілад Форте 150 1,0 л/га.
21. Фон + Фюзілад Форте 150 0,5 л/га + Радостим 20 мл/га.
22. Фон + Фюзілад Форте 150 0,75 л/га + Радостим 20 мл/га.
23. Фон + Фюзілад Форте 150 1,0л/га + Радостим 20 мл/га.

Гербіцид Дуал Голд 960 вносили в нормах 1,2; 1,4 і 1,6 л/га (варіанти 3–5) в ґрунт перед сівбою; у варіантах 14–16 Дуал Голд 960 у тих же нормах вносили після сівби на фоні обробки насіння перед сівбою Радостимом 250 мл/т; гербіцид Фюзілад Форте 150 вносили в нормах 0,5; 0,75 і 1,0 л/га у фазу двох листків соняшника (варіанти 7–9); у варіантах 10–12 ці ж норми гербіциду вносили в суміші з РРР Радостим 20 мл/га; у варіантах 18–20 Фюзілад Форте 150 0,5; 0,75 і 1,0 л/га вносили у фазу двох листків культури на фоні висіяного насіння, яке обробляли перед сівбою РРР Радостим 250 мл/т; у варіантах 21–23 ці ж норми Фюзіладу, що вносились у фазу двох листків соняшника по фону обробленого перед сівбою насіння Радостимом 250 мл/т, застосовували в суміші з РРР Радостим 20 мл/га.

Польові досліді закладали у триразовому повторенні з послідовним розміщенням варіантів. Площа дослідних ділянок становила 100 м², облікових –80 м².

Внесення гербіцидів здійснювали обприскувачем ОГН–600. Витрата робочого розчину 250 л/га. Технологія вирощування соняшника була загальноприйнятою для регіону та передбачала виконання відповідних операцій в установлені строки згідно програми досліджень [239]. Попередником для соняшника слугувала пшениця озима.

З метою поглибленого вивчення фізіолого-біохімічних процесів в рослинах соняшника за дії гербіцидів Фюзілад Форте 150, Дуал Голд 960 і РРР Радостим виконували закладання вегетаційних дослідів [240] за схемою:

1. Обробка водою (контроль).

- 2.Фюзілад Форте 150 0,5 л/га.
- 3.Фюзілад Форте 150 0,75 л/га.
- 4.Фюзілад Форте 150 1,0 л/га.
5. Радостим 20 мл/га.
- 6.Фюзілад Форте 150 0,5 л/га + Радостим 20 мл/га.
- 7.Фюзілад Форте 150 0,75 л/га + Радостим 20 мл/га.
- 8.Фюзілад Форте 150 1,0л/га + Радостим 20 мл/га.
9. Радостим 250 мл/т – обробка перед посівом насіння (фон).
- 10.Фон + Фюзілад Форте 150 0,5 л/га.
- 11.Фон + Фюзілад Форте 150 0,75 л/га.
12. Фон + Фюзілад Форте 150 1,0 л/га.
13. Фон + Радостим 20 мл/га.
- 14.Фон + Фюзілад Форте 150 0,5 л/га + Радостим 20 мл/га.
15. Фон + Фюзілад Форте 150 0,75 л/га + Радостим 20 мл/га.
16. Фон + Фюзілад Форте 150 1,0л/га + Радостим 20 мл/га.

Основні дослідження та спостереження в дослідах проводили 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 соняшника визначали у зразках відібраних у вегетаційних та польових умовах у відповідні періоди та фази розвитку рослин, за методиками, описаними Х. М. Починком [241];

– площу листового апарату рослин – з використанням висічок [242];

– надземну масу рослин – шляхом зважування у відповідні фази розвитку рослин [242];

– чисту продуктивність фотосинтезу визначали за методикою А. О. Ничипоровича [243];

- вміст фотосинтетичних пігментів – спектрофотометричним [244] та іншими методами [242];
- анатомічну будову листкового апарату соняшника вивчали за методикою, запропонованою А. О. Грицаєнко [242], коефіцієнт морфоструктури розраховували згідно рекомендацій В. П. Карпенка [245];
- інтенсивність дихання й транспірації рослин – вивчали в лабораторних умовах, модифікованими методами [242];
- облік загальної чисельності бактерій, мікроміцетів та актиноміцетів у ризосфері рослин соняшника визначали за загальноприйнятими методиками [242, 246], зокрема загальну чисельність бактерій, які здатні споживати переважно органічні сполуки азоту, виконували висівом ґрунтової суспензії відповідних розведень на поживне середовище МПА, мікроміцетів на середовище Чапека, актиноміцетів – на КАА. Кількість мікроорганізмів виражали в КУО в 1 г сухого ґрунту.
- облік забур'яненості посівів соняшнику виконували за кількістю і за масою на 1 м² у дев'ятиразовій повторності у варіанті [247];
- облік врожаю здійснювали подільською, шляхом збирання його суцільним способом комбайном «Сампо» з наступним зважуванням та перерахунком на стандартну вологість;
- якість насіння вивчали згідно ДСТУ 7011:2009 [248], використовуючи для дослідження окремих показників ГОСТи, визначені ДСТУ, зокрема, вміст сирого жиру визначали за ГОСТ 10857-64 [249], масу 1000 насінин визначали за ГОСТ 10842-89 (ИСО 520-77) [250], натуру за ГОСТ 13469.4 [251];
- економічну оцінку ефективності хімічних методів боротьби з бур'янами виконували розрахунковим методом з використанням технологічних карт;
- енергетичну ефективність оцінювали за рекомендаціями, описаними О. К. Медведовським і П. І. Іваненком [252];

– статистичну обробку результатів досліджень проводили методами дисперсійного та кореляційного аналізів, описаними Б. А. Доспеховим [253].

РОЗДІЛ 3

ФІЗІОЛОГІЧНІ ЗМІНИ В РОСЛИНАХ СОНЯШНИКА ЗА ДІЇ ГЕРБІЦИДІВ ДУАЛ ГОЛД 960, ФЮЗІЛАД ФОРТЕ 150 І РЕГУЛЯТОРА РОСТУ РОСЛИН РАДОСТИМ

3.1. Антиоксидантна ферментативна система

Гербіциди належать до сильних та специфічних інгібіторів метаболізму рослин, які внаслідок використання в широких масштабах спричиняють забруднення агрофітоценозів [254–258].

Із літературних джерел відомо, що вплив гербіцидів на рослини гальмує, насамперед, їх ріст і розвиток, порушує багато фізіологічних і біохімічних процесів у клітинах, інгібуючи фотосинтез, транспірацію, біосинтез білка та мінеральне живлення [259–262]. Але, незважаючи на широкий спектр діючих речовин та механізмів їх дії, гербіциди різних класів, проникаючи у рослинні клітини, зумовлюють виникнення окиснювального стресу [263].

Під впливом гербіцидів у клітинах посилюються процеси пероксидного окиснення ліпідів та відбувається порушення антиоксидантного балансу, внаслідок чого рослинний організм може загинути [264]. Однак, рослина має антиоксидантну систему, до складу якої входять окисно-відновні ферменти – поліфенолоксидаза, пероксидаза, каталаза та інші. Ця система має важливе значення в захисних реакціях рослин, утворюючи захисні сполуки [265–269].

Антиоксиданти здатні зв'язувати вільні радикали, які діють у напрямку розвитку деструктивних окисних процесів, що посилюються за умов впливу на клітину певних фізичних і хімічних факторів різного походження. Накопичення антиоксидантів сприяє інгібуванню деструктивних реакцій вільнорадикального окиснення [270].

Каталаза та пероксидаза сприяють знешкодженню АФК у клітині. Узгоджена діяльність цих ферментів дає можливість підтримувати стабільний рівень супероксидного радикалу та пероксиду водню [271].

У дослідженнях останніх років показано наявність у низки рослин ознак, індукованих окиснювальним стресом, за дії гербіцидів. Зокрема, за дії гербіциду 2,4-Д – у листках гороху [272], за обробки гербіцидом Гранстар – у листках пшениці, жита та кукурудзи [273], за дії Галоксифоп-метилу – у меристемі коренів кукурудзи [274], у листках кукурудзи – за дії гербіцидів Норфлуразон [275] і Римсульфурон [276], за обробки Гліфосатом – у проростках кукурудзи [277] та гороху [278], за дії Параквату – у рослинах пшениці [279].

Встановлено, що ауксиноподібні препарати (Естерон, Діален С, Базагран) викликають підвищення активності ферментів класу оксидоредуктаз відповідно в 5,4; 1,9 та 2,2 рази [280].

В. С. Більчук [281] стверджує, що внесення передпосівного гербіциду Трофі в посівах кукурудзи збільшило активність пероксидази у листках на 20% відносно контролю. Спрямоване внесення Раундапу на фоні допосівної обробки ґрунту препаратом Трофі сприяло збільшенню ферментативної активності на 36%.

Доведено, що швидкість окиснення фенолів обумовлюється активністю ферментів, зокрема поліфенолоксидазою. Збільшення її активності зумовлене збільшенням вмісту фенольних сполук під впливом гербіцидів, що є неспецифічною реакцією рослинного організму. Це виявляється у посиленні процесів окиснювальної полімеризації фенольних сполук, біосинтез яких змінюється, що, можливо, призводить до уповільнення росту. Водночас підтримання певного гомеостазу активного кисню під час біотичного й абіотичного стресів відбувається за участі й інших окисно-відновних ферментів, зокрема каталази, яка перетворює перексид водню у воду й кисень.

За умов окиснювального стресу, індукованого впливом гербіцидів, накопичення пероксиду водню є молекулярним сигналом прискорення диференціювання і перемикання метаболізму на загибель клітини [282].

Важливе значення в антиоксидантному захисті рослин відіграють і низькомолекулярні сполуки, до яких належать екзогенні регулятори росту рослин природного та синтетичного походження.

Доведено, що РРР підвищують стійкість рослин до стресів біотичної природи шляхом активізації антиоксидантного захисту рослин до окиснювального стресу та інших ефектів, пов'язаних з генерацією АФК [283]. Під час цього стресу утворюється супероксид аніон O_2^- , який надалі призводить до продукування гідроксильних радикалів та пероксиду водню. Такі процеси провокують відповідь антиоксидантних систем. Пероксид водню є сигналом для активації захисних систем, активатором експресії генів і активатором процесів, що призводять до стійкості у рослин.

Встановлено, що за використання екзогенних РРР у рослинах суттєво знижуються реакції ПОЛ, збільшується вміст антиоксидантів (аскорбату, глутатіону, вітаміну Е), підвищується активність основних антиоксидантних ферментів [284].

Зважаючи на вищенаведені факти, реакція антиоксидантних ферментних систем у рослинах при застосуванні різних видів гербіцидів як окремо, так і сумісно із біологічними препаратами є недостатньо вивченою, що стало першочерговим завданням наших досліджень.

Одержані дані свідчать, що за використання в суворо контрольованих умовах гербіциду Фюзілад Форте 150 у нормах 0,5; 0,75; 1,0 л/га як роздільно, так і в сумішах із Радостимом (20 мл/га), активність антиоксидантних ферментів у рослинах соняшника значно зростала, що свідчить про підвищений рівень детоксикаційних процесів (табл. 3.1). Так, на 3-тю добу після внесення гербіциду Фюзілад Форте 150 у нормах 0,5; 0,75; 1,0 л/га активність каталази зростала зі збільшенням норми препарату на

38,7; 53,9 та 73,1 мкМоль окисненого H_2O_2 відносно контролю. У разі передпосівної обробки насіння водним розчином Радостиму у нормі 250 мл/т активність каталази зростала відносно контролю на 48,2 мкМоль розкладеного H_2O_2 відповідно.

Таблиця 3.1

Активність каталази у листках соняшника за дії гербіциду Фюзілад Форте 150 і РРР Радостим, мкМоль розкладеного H_2O_2 /г сирової речовини за 1 хв (вегетаційний дослід, 2012 р.)

Варіант досліджу	2012 р.	
	на 3-тю добу	на 10-ту добу
Обробка водою (контроль)	71,5	104,9
Радостим 20 мл/га	114,3	132,1
Фюзілад Форте 150 0,5 л/га	110,2	136,4
Фюзілад Форте 150 0,75 л/га	125,4	148,3
Фюзілад Форте 150 1,0 л/га	144,6	163,4
Фюзілад Форте 150 0,5 л/га + Радостим 20 мл/га	129,4	145,2
Фюзілад Форте 150 0,75 л/га + Радостим 20 мл/га	153,7	164,3
Фюзілад Форте 150 1,0 л/га + Радостим 20 мл/га	165,1	173,2
Радостим 250 мл/т – обробка насіння (фон)	119,7	134,2
Фон+Радостим (обприскування посівів 20 мл/га)	136,4	143,8
Фон + Фюзілад Форте 150 0,5 л/га	140,5	148,2
Фон + Фюзілад Форте 150 0,75 л/га	159,3	172,3
Фон + Фюзілад Форте 150 1,0 л/га	178,5	183,4
Фон + Фюзілад Форте 150 0,5 л/га + Радостим 20 мл/га	156,2	165,4
Фон + Фюзілад Форте 150 0,75 л/га + Радостим 20 мл/га	170,3	182,4
Фон + Фюзілад Форте 150 1,0 л/га + Радостим 20 мл/га	188,2	196,3
<i>НІР₀₁</i>	<i>4,1</i>	<i>4,3</i>

За використання Фюзіладу Форте 150 у тих же нормах, але сумісно із Радостимом, активність каталази перевищувала контроль відповідно до норм препарату на 57,9; 82,2 і 93,6 мкМоль розкладеного H_2O_2 . Однак, найбільші

показники були встановлені за використання Фюзіладу Форте 150 у тих же нормах сумісно із Радостимом на фоні обробленого РРР Радостимом насіння у нормі 250 мл/т, де активність каталази перевищувала контроль відповідно до норм препарату на 84,7; 98,8 і 116,7 мкМоль розкладеного H_2O_2 .

Проводячи дослідження через десять діб після застосування препаратів, відмічено, що активність каталази значно зростала, і цілком відображала аналогічну залежність від застосовуваних норм гербіциду і способу його поєднання із РРР. Так, за норм Фюзіладу Форте 150 у нормах 0,5; 0,75; 1,0 л/га, внесених самотійно, активність каталази порівняно із третьою добою зросла і становила 136,4; 148,3 і 163,4 мкМоль та перевищувала контроль на 31,5; 43,4; 58,5 мкМоль розкладеного H_2O_2 /г сирової речовини за 1 хв, а за поєднаного застосування цих же норм гербіциду з РРР на фоні обробки Радостимом насіння – 165,4; 182,4 та 196,3 мкМоль за 104,9 мкМоль розкладеного H_2O_2 у контролі та $HIP_{01} = 4,3$.

З одержаних даних видно, що поєднане застосування гербіциду з РРР зумовлює суттєве підвищення активності каталази, що може свідчити про підвищення рівня детоксикаційних процесів у рослинному організмі, направлених на ліквідацію шкідливих для рослини продуктів метаболізму, індукованих впливом гербіциду.

Аналізуючи активність пероксидази та поліфенолоксидази в рослинах соняшника, можна стверджувати, що в усіх варіантах досліді із сумісним застосуванням гербіциду і РРР вона значно зростала та перевищувала контроль як на третю, так і на 10-ту добу після внесення препаратів (табл. 3.2, 3.3). Так, за внесення Фюзіладу Форте 150 у нормах 0,5; 0,75; 1,0 л/га активність пероксидази на 3-тю добу проти контролю збільшувалась на 14,7; 37,9 та 60,3 мкМоль окисненого гваяколу, поліфенолоксидази – 15,0; 22,8 і 31,7 мкМоль окисненої аскорбінової кислоти.

**Активність пероксидази у листках соняшника за дії гербіциду
Фюзілад Форте 150 і РРР Радостим, мкМоль окисненого гваяколу/г сиріої
речовини за 1 хв (вегетаційний дослід, 2012 р.)**

Варіант досліджу	на 3-тю добу	на 10-ту добу
Обробка водою (контроль)	63,5	87,4
Радостим 20 мл/га	75,6	93,2
Фюзілад Форте 150 0,5 л/га	78,2	99,1
Фюзілад Форте 150 0,75 л/га	101,4	118,5
Фюзілад Форте 150 1,0 л/га	123,8	142,3
Фюзілад Форте 150 0,5 л/га + Радостим 20 мл/га	106,3	124,3
Фюзілад Форте 150 0,75 л/га + Радостим 20 мл/га	128,5	146,7
Фюзілад Форте 150 1,0 л/га + Радостим 20 мл/га	139,7	159,1
Радостим 250 мл/т – обробка насіння (фон)	89,7	108,2
Фон+Радостим (обприскування посівів 20 мл/га)	101,2	124,1
Фон + Фюзілад Форте 150 0,5 л/га	116,2	134,2
Фон + Фюзілад Форте 150 0,75 л/га	137,2	152,3
Фон + Фюзілад Форте 150 1,0 л/га	150,0	164,3
Фон + Фюзілад Форте 150 0,5 л/га + Радостим 20 мл/га	124,5	140,8
Фон + Фюзілад Форте 150 0,75 л/га + Радостим 20 мл/га	145,1	164,2
Фон + Фюзілад Форте 150 1,0 л/га + Радостим 20 мл/га	157,2	176,8
<i>НІР₀₁</i>	7,9	12,5

За використання Фюзіладу Форте 150 у нормах 0,5; 0,75 і 1,0 л/га в суміші з РРР Радостимом активність каталази в листках соняшника на 3-тю добу зростала відносно контролю на 42,8; 65,0 і 76,2 мкМоль окисненого гваяколу/г сиріої речовини за 1 хв, активність поліфенолоксидази – 21,4; 31,3; 39,2 мкМоль окисненої аскорбінової кислоти/г сиріої речовини за 1 хв, водночас за порівняння даних варіантів досліджу до варіантів самостійного внесення Фюзіладу Форте 150 активність пероксидази зросла на 28,1; 27,1 і 15,9 мкМоль окисненого гваяколу/г сиріої речовини за 1 хв, а поліфенолоксидази – 6,4; 8,3; 8,5 мкМоль окисненої аскорбінової кислоти/г сиріої речовини за 1 хв.

Активність поліфенолоксидази у листках соняшнику за дії гербіциду Фюзілад Форте 150 і РРР Радостим, мкМоль окисненої аскорбінової кислоти/г сирової речовини за 1 хв (вегетаційний дослід, 2012 р.)

Варіант досліджу	на 3-тю добу	на 10-ту добу
Обробка водою (контроль)	47,3	31,2
Радостим 20 мл/га	57,0	34,8
Фюзілад Форте 150 0,5 л/га	62,3	40,5
Фюзілад Форте 150 0,75 л/га	70,1	49,7
Фюзілад Форте 150 1,0 л/га	79,0	56,2
Фюзілад Форте 150 0,5 л/га + Радостим 20 мл/га	68,7	44,5
Фюзілад Форте 150 0,75 л/га + Радостим 20 мл/га	78,4	57,1
Фюзілад Форте 150 1,0 л/га + Радостим 20 мл/га	86,5	62,4
Радостим 250 мл/т – обробка насіння (фон)	61,2	38,3
Фон+Радостим (обприскування посівів 20 мл/га)	65,0	40,5
Фон + Фюзілад Форте 150 0,5 л/га	72,5	51,8
Фон + Фюзілад Форте 150 0,75 л/га	76,3	65,0
Фон + Фюзілад Форте 150 1,0 л/га	88,1	71,3
Фон + Фюзілад Форте 150 0,5 л/га + Радостим 20 мл/га	79,4	55,2
Фон + Фюзілад Форте 150 0,75 л/га + Радостим 20 мл/га	88,2	73,1
Фон + Фюзілад Форте 150 1,0 л/га + Радостим 20 мл/га	97,4	81,9
<i>НІР₀₁</i>	3,6	2,1

За внесення Фюзіладу Форте 150 по фону, де насіння оброблялося перед сівбою РРР Радостим 250 мл/т, активність пероксидази зростала відносно контролю у 1,8; 2,2 і 2,4 рази, поліфенолоксидази – 1,5; 1,6 і 1,9 рази. Проте найвищою активність даних ферментів на 3-тю добу експерименту була в варіантах досліджу, де гербіцид Фюзілад Форте 150 0,5; 0,75 і 1,0 л/га вносили в суміші з РРР Радостим 20 мл/га по фону обробленого Радостимом насіння 250 мл/т, зокрема активність пероксидази зростала відносно контролю в 2,0; 2,3 і 2,5 рази, а поліфенолоксидази – 1,7; 1,9 і 2,1 рази.

Отже, як і у в випадку з каталазою можна констатувати, що підвищення активності в рослинах соняшника ферментів пероксидази і поліфенолоксидази є наслідком підвищення рівня детоксикаційних процесів у рослинах, пов'язаних як з ліквідацією продуктів метаболізму гербіцида, так і індукованих дією гербіцида АФК. Разом з тим більш суттєве зростання активності ферментів у листках соняшника на фоні оброки насіння і рослин РРР є наслідком посилення в рослинах обмінних процесів під впливом РРР, наслідком яких є також активне продукування АФК.

На 10-ту добу після внесення препаратів активність пероксидази і поліфенолоксидази в листках соняшника у порівнянні до третьої доби визначення збільшувалась. Так, за внесення Фюзіладу Форте 150 у нормах 0,5; 0,75 і 1,0 л/га активність пероксидази і поліфенолоксидази перевищувала контроль у 1,1; 1,4 і 1,6 та 1,3; 1,6 і 1,8 рази, ці ж норми гербіциду, внесенні сумісно з РРР Радостим сприяли збільшенню активності ферментів у 1,4; 1,7 і 1,8 та 1,4; 1,8 і 2,0 рази відповідно, проте найвищою активність ферментів була за внесення Фюзіладу Форте 150 у нормах 0,5; 0,75 і 1,0 л/га сумісно з РРР Радостимом 20 мл/га на фоні обробки РРР Радостим перед сівбою насіння у нормі 250 мл/т – 1,6; 1,9 і 2,0 рази та 1,8; 2,3 і 2,6 рази відповідно.

Значне зростання активності ферментів в даний період визначення може свідчити про подальшу активізацію в рослинах обмінних процесів та направленість метаболізму в бік знешкодження АФК.

Дослідження активності основних антиоксидантних ферментів у рослинах соняшника в польових умовах також засвідчили значне її зростання, проте простежувалась залежність даних показників від різних норм гербіцидів, поєднання їх внесення з РРР та погодних умов (Додаток А, табл. А.1–А.3). Так, аналізуючи активність ферментів у цілому по роках, можна стверджувати, що найвищою вона була у 2013 та 2014 рр., нижчою – у 2012 р., що узгоджується з показниками недостатньої вологозабезпеченості рослин у даний період. У цілому активність каталази в 2012 р. у фазу три пари листків у варіантах Дуал Голд 960 1,2; 1,4 і 1,6 л/га та Фюзілад Форте

150 0,5; 0,75 і 1,0 л/га зростала відносно контролю I на 7; 19 і 35% та 6; 37 і 37% відповідно. За внесення цих же норм гербіцидів по фону (обробка перед сівбою насіння РРР Радостим 250 мл/т) зростання активності каталази у порівнянні до контролю складало – 11; 27 і 47% та 14; 48 і 42% відповідно (Додаток А, табл. А.1). Проте найбільше зростання активності каталази у 2012 р. в листках соняшника було відмічене за використання Фюзілад Форте 150 0,5; 0,75 і 1,0 л/га в суміші з Радостимом 20 мл/га, внесених по фону передпосівної обробки насіння соняшника РРР Радостим 250 мл/т, що у відношенні контролю I було більшим на 17; 54 і 47%.

У 2013 і 2014 рр. простежувалась подібна залежність активності каталази в листках соняшника за дії досліджуваних препаратів (Додаток А, табл. А.1).

У середньому за 2012–2014 рр. активність каталази в листках соняшника у фазу три пари листків за використання гербіцидів Дуал Голд 960 1,2; 1,4 і 1,6 л/га та Фюзілад Форте 150 0,5; 0,75 і 1,0 л/га зростала відносно контролю I на 7; 20 і 35% та 6; 39 і 36%, за внесення цих же норм гербіцидів по фону – на 11; 26 і 48% та 13; 49 і 44% відповідно (табл. 3.4). Найвищою активність каталази в листках соняшника у фазу три пари листків була за внесення Фюзіладу Форте 150 0,5; 0,75 і 1,0 л/га у суміші з Радостимом 20 мл/га по фону, що перевищувало контроль на 20; 54 і 49%.

Аналізуючи активність пероксидази у фазу три пари листків, можна стверджувати, що вона також значно підвищувалась, особливо на фоні комплексного застосування препаратів (Додаток А, табл. А.2, табл. 3.5). Так, за використання у 2013 р. гербіцидів Дуал Голд 960 1,2; 1,4 і 1,6 л/га та Фюзілад Форте 150 0,5; 0,75 і 1,0 л/га активність каталази в листках соняшника в порівнянні до контролю I зростала на 8; 14 і 20% та 6; 23 і 21% відповідно, проте високою активність даного фермента була за внесення гербіцидів по фону, де перевищення контролю I відповідно до норм гербіцидів складало 11; 17 і 23% та 14; 30 і 28%. Водночас за внесення Фюзіладу Форте 150 в нормах 0,5; 0,75 і 1,0 л/га сумісно з РРР Радостим 20

мл/га по фоні обробки насіння РРР Радостим 250 мл/т активність каталази перевищила контроль I на 18; 36 і 36%.

Таблиця 3.4

Активність антиоксидантних ферментів у листках соняшника за дії гербіцидів Дуал Голд 960 та Фюзілад Форте 150, внесених окремо та за різних способів застосування РРР Радостим (фаза три пари листків, середнє 2012–2014 рр.)

Варіант досліджу	Каталаза, мкМоль розкладеного H_2O_2 /г сирової речовини за 1 хв.	Пероксидаза, мкМоль окисненого гваяколу/г сирової речовини за 1 хв.	Поліфенол-оксидаза, мкМоль окисненої аскорбінової кислоти/г сирової речовини за 1 хв.
Без застосування препаратів (контроль I)	98,3	174,2	69,1
Без застосування препаратів + ручні прополювання (контроль II)	142,1	219,4	93,5
Дуал Голд 960 1,2 л/га	105,2	187,4	73,2
Дуал Голд 960 1,4 л/га	118,4	198,2	82,2
Дуал Голд 960 1,6 л/га	133,1	207,4	90,1
Радостим 20 мл/га	101,2	176,2	71,4
Фюзілад Форте 150 0,5 л/га	104,4	182,8	72,5
Фюзілад Форте 150 0,75 л/га	137,2	214,2	92,1
Фюзілад Форте 150 1,0 л/га	134,1	209,1	89,4
Фюзілад Форте 150 0,5 л/га + Радостим 20 мл/га	107,8	193,2	72,1
Фюзілад Форте 150 0,75 л/га + Радостим 20 мл/га	142,1	217,4	93,1
Фюзілад Форте 150 1,0 л/га + Радостим 20 мл/га	138,8	216,3	92,8
Радостим 250 мл/т – обробка насіння (фон)	104,5	181,0	75,6
Фон + Дуал Голд 960 1,2 л/га	109,2	191,3	76,1
Фон + Дуал Голд 960 1,4 л/га	124,3	202,0	85,2
Фон + Дуал Голд 960 1,6 л/га	145,7	211,3	93,4
Фон+Радостим 20 мл/га	108,2	183,1	77,8
Фон + Фюзілад Форте 150 0,5 л/га	111,4	196,2	79,3
Фон + Фюзілад Форте 150 0,75 л/га	146,5	224,4	96,1
Фон + Фюзілад Форте 150 1,0 л/га	141,1	221,3	92,8
Фон + Фюзілад Форте 150 0,5 л/га + Радостим 20 мл/га	117,7	204,5	82,7
Фон + Фюзілад Форте 150 0,75 л/га + Радостим 20 мл/га	151,3	235,7	99,3
Фон + Фюзілад Форте 150 1,0 л/га + Радостим 20 мл/га	146,2	233,2	95,8
<i>НІР₀₅</i>	<i>17,5</i>	<i>16,0</i>	<i>14,2</i>

Дещо вищою активність пероксидази в листках соняшника у фазу три пари листків була у 2014 р. та нижчою у 2012 р. (Додаток А, табл. А.2), проте в середньому за 2012–2014 рр. (табл. 3.4) за внесення гербіциду Дуал Голд 960 1,2–1,6 л/га та Фюзілад Форте 150 0,5–1,0 л/га вона перевищувала контроль І на 8–19% і 5–20%, за внесення цих же норм гербіцидів по фону – на 10–21% і 13–27%, а за внесення сумішей Фюзілад Форте 150 0,5–1,0 л/га + РРР Радостим 20 мл/га по фону – на 17–34%.

Щодо активності в листках соняшника важливого антиоксидантного фермента поліфенолоксидази, то слід відмітити, що у фазу три пари листків вона була високою упродовж всіх досліджуваних років (Додаток А, табл. А.3, табл. 3.4). Так, у 2014 р. за використання гербіцидів Дуал Голд 960 1,2–1,6 л/га та Фюзілад Форте 150 0,5–1,0 л/га вона перевищувала контроль І на 6–31% та 7–30%, за внесення тих же гербіцидів по фону – 11–33% та 16–34%, а за внесення сумішей Фюзілад Форте 150 0,5–1,0 л/га + РРР Радостим 20 мл/га + фон РРР Радостим 250 мл/т – 19–38%. У середньому за 2012–2014 рр. найвищою активність поліфенолоксидази була у варіантах досліду Фюзілад Форте 150 0,5–1,0 л/га + РРР Радостим 20 мл/га + фон РРР Радостим 250 мл/т, де перевищення контролю І становило 20–39%.

Вивчаючи стан антиоксидантної системи рослин соняшника у наступні фази вегетації, зокрема у фазу цвітіння (Додаток А, табл. А.4–А.6, табл. 3.5) нами відмічено зростання активності ферментів класу оксидоредуктаз у порівнянні з фазою три пари листків. Проте активність ключових антиоксидантних ферментів – каталази, пероксидази, поліфенолоксидази і в попередню фазу визначення залежала від норм внесення гербіцидів та комбінування їх з РРР Радостим. Так, за внесення гербіциду Дуал Голд 960 у нормах 1,2; 1,4 та 1,6 л/га активність каталази в порівнянні з контролем І зростала на 7,2; 14,1 та 20,4 мкМоль розкладеного H_2O_2 , пероксидази – 7,9; 17 та 39,6 мкМоль окисненого гваяколу, поліфенолоксидази – 4,7; 11,1 та 20,7 мкМоль окисненої аскорбінової кислоти відповідно до норм препаратів. Однак на фоні передпосівної обробки насіння РРР Радостим у нормі 250 мл/т

у даних варіантах досліду відмічено посилене розкладання H_2O_2 каталазою проти контролю I на 18,1; 30,3 і 45,1 мкМоль, активність пероксидази зростала на 23,6; 32,7 та 42,3 мкМоль окисненого гваяколу, поліфенолоксидази – 13,6; 19,8 та 29,2 мкМоль окисненої аскорбінової кислоти. Очевидно, що на фоні передпосівної обробки насіння PPP Радостим рослини соняшника формували більш розвинену кореневу систему, внаслідок чого інтенсифікувалось водозабезпечення та мінеральне живлення, а, отже – й обмінні процеси в рослинах.

Підвищення активності ферментів було відмічене нами також у варіантах з ручними прополюваннями впродовж вегетаційного періоду (контроль II), що в порівнянні до контролю I складало, зокрема для каталази – на 28,1 мкМоль більше розкладеного H_2O_2 , пероксидази – на 47,7 мкМоль окисненого гваяколу та поліфенолоксидази – на 24,6 мкМоль окисненої аскорбінової кислоти. Підвищена активність ферментів у контролі II є наслідком покращення умов росту і розвитку соняшника, які створюються за відсутності конкуренції з боку бур'янів за світло, вологу й поживні речовини, що в цілому підвищує активність обмінних процесів, невід'ємною складовою яких є ферменти.

Застосування Радостиму у нормі 20 мл/га як на фоні, так і без фону, збільшувало активність досліджуваних ферментів, що може свідчити про пряму дію біологічно активних речовин на стан антиоксидантних систем, які активізуються у відповідь на інтенсифікацію обмінних процесів.

За внесення Фюзіладу Форте 150 по сходах соняшника в нормах 0,5; 0,75 та 1,0 л/га активність антиоксидантних ферментів в порівнянні з контролем I підвищувалась відповідно на 4,7; 29,3 та 10,1 мкМоль розкладеного H_2O_2 , пероксидази – на 2,2; 31,9 та 15 мкМоль окисненого гваяколу та поліфенолоксидази – на 3,0; 24,6 і 18,9 мкМоль окисненої аскорбінової кислоти.

Активність антиоксидантних ферментів у листках соняшника за дії гербіцидів Дуал Голд 960 та Фюзілад Форте 150 , внесених окремо та за різних способів застосування РРР Радостим (фаза цвітіння, середнє 2012–2014 рр.)

Варіант досліджу	Каталаза, мкМоль розкладеного H_2O_2 /г сирій речовини за 1 хв.	Пероксидаза, мкМоль окисненого гваяколу/г сирій речовини за 1 хв.	Поліфенол-оксидаза, мкМоль окисненої аскорбінової кислоти/г сирій речовини за 1 хв.
Без застосування препаратів (контроль I)	160,1	290,5	94,6
Без застосування препаратів + ручні прополювання (контроль II)	188,2	338,2	119,2
Дуал Голд 960 1,2 л/га	167,3	298,4	99,3
Дуал Голд 960 1,4 л/га	174,2	307,5	105,7
Дуал Голд 960 1,6 л/га	180,5	330,1	115,3
Радостим 20 мл/га	162,1	295,0	95,2
Фюзілад Форте 150 0,5 л/га	164,8	292,7	97,1
Фюзілад Форте 150 0,75 л/га	189,4	322,4	119,2
Фюзілад Форте 150 1,0 л/га	170,2	305,5	113,5
Фюзілад Форте 150 0,5 л/га + Радостим 20 мл/га	174,2	317,8	108,4
Фюзілад Форте 150 0,75 л/га + Радостим 20 мл/га	201,3	341,2	135,2
Фюзілад Форте 150 1,0 л/га + Радостим 20 мл/га	181,3	323,3	121,3
Радостим 250 мл/т – обробка насіння (фон)	175,1	305,2	109,7
Фон + Дуал Голд 960 1,2 л/га	178,2	314,1	108,2
Фон + Дуал Голд 960 1,4 л/га	190,4	323,2	114,4
Фон + Дуал Голд 960 1,6 л/га	205,2	332,8	123,8
Фон+Радостим 20 мл/га	163,7	298,1	96,4
Фон + Фюзілад Форте 150 0,5 л/га	172,6	310,2	114,5
Фон + Фюзілад Форте 150 0,75 л/га	208,7	338,4	138,2
Фон + Фюзілад Форте 150 1,0 л/га	186,8	327,1	127,4
Фон + Фюзілад Форте 150 0,5 л/га + Радостим 20 мл/га	188,2	314,3	120,5
Фон + Фюзілад Форте 150 0,75 л/га + Радостим 20 мл/га	222,3	351,3	150,6
Фон + Фюзілад Форте 150 1,0 л/га + Радостим 20 мл/га	197,2	340,6	136,2
<i>НІР₀₅</i>	<i>17,3</i>	<i>10,7</i>	<i>7,2</i>

З одержаних даних видно, що застосування гербіциду Фюзілад Форте 150 на фоні передпосівної обробки насіння РРР Радостим зумовлює більш відчутне зростання активності ферментів, що може свідчити про підвищення рівня метаболічних процесів у рослинному організмі.

На фоні передпосівної обробки РРР Радостим насіння активність каталази в порівнянні з контролем I підвищувалась на 12,5; 48,6 та 26,7 мкМоль розкладеного H_2O_2 , пероксидази – на 19,7; 47,9 і 36,6 мкМоль окисненого гваяколу та поліфенолоксидази – на 19,9; 43,6 та 32,8 мкМоль окисненої аскорбінової кислоти. Високу активність антиоксидантних ферментів було зафіксовано нами й у варіантах сумісного застосування Фюзіладу Форте 150 у тих же нормах із РРР Радостим у нормі 20 мл/га. Так, активність каталази в порівнянні до контролю I зростала на 14,1; 41,2 та 21,2 мкМоль розкладеного H_2O_2 , пероксидази – на 27,3; 50,7 та 32,8 мкМоль окисненого гваяколу та поліфенолоксидази – на 13,8; 40,6 та 26,7 мкМоль окисненої аскорбінової кислоти за $\text{HIP}_{0,5}$ відповідно 17,3; 10,7 і 7,2. Згідно результатів наших досліджень найвища активність ферментів виявилась у варіантах сумісного застосування Фюзіладу Форте 150 із Радостимом на фоні обробки перед сівбою насіння РРР Радостим. Це може свідчити про підвищення рівня обмінних процесів у рослинах за дії препаратів на фоні обробленого Радостимом насіння, результатом чого є значна активізація ферментативних процесів.

Таким чином, одержаний експериментальний матеріал стосовно стану антиоксидантної ферментативної системи соняшника засвідчує залежність активності основних ферментів класу оксидоредуктаз від погодних умов, видів та норм внесених гербіцидів і поєднання їх застосування з різними способами внесення РРР: зростання активності антиоксидантних ферментів каталази, пероксидази і поліфенолоксидази в листках соняшника за самостійного внесення гербіцидів Дуал Голд 960 та Фюзілад Форте 150, особливо в початковий період після застосування, є наслідком активізації в рослинах метаболічних процесів, направлених на детоксикацію

ксенобіотиків; сумісне застосування гербіцидів з РРР та внесення даних сумішей по фоні (обробка насіння РРР Радостим перед сівбою) демонструє більш значне зростання активності антиоксидантних ферментів, ніж за самостійного внесення гербіцидів, що є наслідком інтенсифікації під впливом РРР обмінних процесів, направлених як на детоксикацію ксенобіотика, так і тих, що є результатом активізації під впливом РРР ростових процесів рослин.

3.2. Листковий апарат та пігментний комплекс

Основним показником, що визначає потенційну продуктивність посівів, є площа листової поверхні, значення якої може суттєво варіювати залежно від сортових та природно-кліматичних особливостей зони, місця вирощування культури, а також – застосовуваних препаратів, у тому числі й гербіцидів і регуляторів росту рослин [285]. Листкова поверхня першою контактує із гербіцидами. Саме із неї розпочинається потрапляння препарату в рослину та активне його надходження в тканини через складну систему біологічних перешкод [286]. Разом з тим ефективність контакту гербіцидного агента з листовою пластинкою визначається низкою чинників: видом рослин, характером інервації листової поверхні, наявністю добре розвиненого трихомного покриву та кутикули, розташуванням точки росту й ін [287]. Саме ці чинники є важливими складовими процесу надходження гербіциду в мезофіл листка та його транслокалізації у рослині. Шляхом пересування по симпласту або апопласту, токсикант може потрапляти і в інші органи, де відбувається його взаємодія із біологічною системою на рівні ключових фізіологічних реакцій, порушення яких відображається на фотосинтетичних процесах.

Доведено, що одержання високих урожаїв залежить від розмірів сформованої листової поверхні на одиниці площі, її фотосинтетичної активності, інтенсивності та тривалості роботи. Затримка в рості та розвитку

листяного апарату рослин, негативно впливає на рівень продуктивності посівів [288].

Згідно досліджень А. Б. Дьякова [289], для соняшника достатнім є формування одним квадратним метром посівів 3–3,5 м² асиміляційної поверхні, враховуючи той факт, що налив та формування насіння в основному відбуваються за рахунок верхніх 2–3 пар листків.

За даними М. В. Сівчева [290], гербіциди здатні пригнічувати формування рослинами листяного апарату. Багаторічними дослідженнями науковців Уманського НУС [291], присвяченим вивченню впливу регуляторів росту рослин за внесення окремо і сумісно з гербіцидами на фізіолого-біохімічні процеси і продуктивність різних видів сільськогосподарських культур, встановлено, що переважна більшість з них забезпечують позитивний ефект, сприяють активізації росту рослин у висоту, нарощуванню листяної поверхні. Все це є також одним із наслідків усунення конкурентних відносин з боку бур'янів. Зважаючи на це, вкрай важливим було вивчити зміни в наростанні площі листяної поверхні за дії гербіцидів різних хімічних класів, їх бакових сумішей із рістрегулятором, та встановити ступінь їх впливу на накопичення листками соняшника хлорофілу.

У результаті досліджень, виконаних з визначення площі листків рослин соняшника залежно від застосовуваних норм гербіцидів різних хімічних класів та регулятора росту рослин, нами встановлено, що показники листяної поверхні у роки проведення досліджень були різними, що свідчить про їх залежність не тільки від дії препаратів, але й від погодних умов. Так, загальна площа листяної поверхні соняшника у фазі шести листків становила у 2012 р. – 526; у 2013 р. – 546; у 2014 р. – 564 см², що узгоджується із погодними умовами, які були найсприятливішими для рослин у 2014 р. (табл. 3.6). Детальний аналіз експериментальних даних 2012 р. показав, що за внесення гербіциду Дуал Голд 960 у нормах 1,2; 1,4; 1,6 л/га

площа листової поверхні рослин перевищила контроль I на 7; 9 і 11%

Таблиця 3.6

Формування листової поверхні рослин соняшника залежно від дії різних норм гербіцидів Дуал Голд 960 та Фюзілад Форте 150 і способу застосування регулятора росту рослин Радостим (фаза шість пар листків)

Варіант досліджу	Площа листків однієї рослини, см ²			
	2012 р.	2013 р.	2014 р.	Середнє за три роки
Без препаратів і ручних прополювань (контроль I)	526	546	564	545
Без препаратів + ручні прополювання (контроль II)	604	631	670	635
Дуал Голд 960 1,2 л/га	563	576	609	583
Дуал Голд 960 1,4 л/га	575	590	625	597
Дуал Голд 960 1,6 л/га	586	605	632	610
Радостим 20 мл/га	535	558	593	572
Фюзілад Форте 150 0,5 л/га	558	570	605	578
Фюзілад Форте 150 0,75 л/га	580	592	635	599
Фюзілад Форте 150 1,0 л/га	547	570	595	573
Фюзілад Форте 150 0,5 л/га + Радостим 20 мл/га	573	583	628	595
Фюзілад Форте 150 0,75 л/га + Радостим 20 мл/га	594	605	641	613
Фюзілад Форте 150 1,0 л/га + Радостим 20 мл/га	563	579	618	587
Радостим 250 мл/т – обробка насіння (фон)	556	575	604	578
Фон + Дуал Голд 960 1,2 л/га	578	596	621	599
Фон + Дуал Голд 960 1,4 л/га	587	601	636	608
Фон + Дуал Голд 960 1,6 л/га	597	612	652	621
Фон + Радостим 20 мл/га	563	578	613	584
Фон + Фюзілад Форте 150 0,5 л/га	570	591	617	593
Фон + Фюзілад Форте 150 0,75 л/га	593	609	642	615
Фон + Фюзілад Форте 150 1,0 л/га	563	588	614	588
Фон + Фюзілад Форте 150 0,5 л/га + Радостим 20 мл/га	596	617	646	619
Фон + Фюзілад Форте 150 0,75 л/га + Радостим 20 мл/га	634	655	672	655
Фон + Фюзілад Форте 150 1,0 л/га + Радостим 20 мл/га	580	599	630	603
<i>НІР₀₅</i>	6	8	12	

відповідно без фону та на 10; 12 і 14% – на фоні обробленого насіння перед сівбою регулятором росту рослин Радостим. У разі обприскування посівів водним розчином Радостиму у нормі 20 мл/га наростання площі листової поверхні соняшника виявилось незначним, очевидно, через активізацію розвитку в посівах окрім культури сегетальної рослинності. Однак, порівнюючи показники за різних способів застосування регулятора росту, можна стверджувати, що за обробки Радостимом насіння перед сівбою площа листової поверхні рослин перевищила контроль I на 6%. Високу ефективність наростання фотосинтетичної поверхні було відмічено за використання у посівах соняшнику гербіциду Фюзілад Форте 150, внесеного окремо і в поєднанні з Радостимом, як на фоні передпосівної обробки насіння, так і без фону. Зокрема, за використання Фюзіладу Форте 150 у нормах 0,5; 0,75; 1,0 л/га листові поверхні соняшника перевищили контроль I на 6; 10 і 4%, а за використання цих же норм препарату сумісно з Радостимом на 9; 13 і 7% відповідно.

За використання Фюзіладу Форте 150 у нормах 0,5; 0,75 і 1,0 л/га по фону (обробка насіння перед сівбою Радостимом у нормі 250 мл/т) площа листків соняшника у відношенні до контролю I склала 8; 13 і 7% відповідно. Разом з тим за внесення цих же норм гербіциду в суміші з Радостимом у нормі 20 мл/га по фону площа листків збільшувалась і перевищувала контроль I на 13; 20 і 10% відповідно.

Очевидно, що застосування бакової суміші Фюзіладу Форте 150 з Радостимом, особливо на фоні обробки насіння Радостимом, забезпечувало позитивну активізацію наростання площі листового апарату, що обумовлювалось сумарною дією кількох чинників: фітоценотичного, пов'язаного із взаємовідношенням культурних рослин і бур'янів, (вплив останніх на посіви значно знижувався або й зовсім нівелювався за рахунок дії гербіциду); фізіолого-біохімічного, який реалізувався через складові препарату Радостиму, що належать до біологічно активних речовин, аналогів фітогормонів і мікроелементів, здатних активізувати ріст рослин,

пригнічувати розвиток хвороб у посівах та підвищувати функціональну активність і продуктивність листкового апарату.

Аналогічна залежність наростання фотосинтетичної поверхні листків соняшника від норм та способів застосування препаратів була відмічена нами і в 2013, 2014 рр. досліджень. Проте у 2014 р. показники площі листкового апарату соняшника були найвищими, що є результатом оптимального вологозабезпечення посівів. Так, за сумісної дії гербіциду Фюзілад Форте 150 у нормах 0,5; 0,75 та 1,0 л/га із Радостимом (20 мл/га) площа листків соняшника у 2014 р. перевищувала контроль I на 11; 14 та 10% відповідно, а за використання даної композиції препаратів на фоні передпосівної обробки насіння Радостимом у нормі 250 мл/т фотосинтетична поверхня листків соняшника збільшувалась відносно контролю I на 15; 19 і 12% відповідно.

У середньому за три роки досліджень найбільша фотосинтетична поверхня листків соняшника формувалась у варіантах сумісної дії Фюзіладу Форте 150, внесеного у нормах 0,5; 0,75; 1,0 л/га із Радостимом у нормі 20 мл/га, на фоні обробки Радостимом перед сівбою насіння у нормі 250 мл/т, де приріст листків до контролю I склав 74; 110 і 58 см² відповідно або – 14; 20 та 11%.

Одержані дані дають підставу стверджувати, що передпосівна обробка насіння соняшника регулятором росту рослин забезпечує активізацію стартових механізмів розвитку, зокрема й ризогенезу, завдяки якому рослини інтенсивніше використовують поживні речовини, необхідні для побудови тканин і органів. Також додавання Радостиму до розчину за обробки посівів забезпечує послаблення негативної дії гербіцидного агента на рослини за рахунок антистресових властивостей регулятора росту рослин.

Аналізуючи формування листкового апарату соняшника у фазі бутонізації, нами відмічено аналогічну залежність даного показника відповідно від норм і способів застосування препаратів. Так, площа листків соняшника за використання гербіциду Дуал Голд 960 у нормах 1,2; 1,4 і 1,6

л/га перевищувала контроль I на 41; 44 та 47% (табл. 3.7).

Таблиця 3.7

Формування листкової поверхні рослин соняшника залежно від дії різних норм гербіцидів Дуал Голд 960 та Фюзілад Форте 150 і способу застосування РРР Радостим (фаза бутонізації)

Варіант досліджу	Площа листків однієї рослини, см ²			Середнє за три роки
	2012 р.	2013 р.	2014 р.	
Без препаратів і ручних прополювань (контроль I)	3177	3251	3317	3248
Без препаратів + ручні прополювання (контроль II)	5390	5441	5567	5466
Дуал Голд 960 1,2 л/га	4468	4634	4695	4599
Дуал Голд 960 1,4 л/га	4571	4661	4823	4685
Дуал Голд 960 1,6 л/га	4665	4725	4900	4763
Радостим 20 мл/га	3794	3970	4,029	3931
Фюзілад Форте 150 0,5 л/га	4451	4550	4619	4540
Фюзілад Форте 150 0,75 л/га	4631	4694	4709	4678
Фюзілад Форте 150 1,0 л/га	4352	4388	4595	4445
Фюзілад Форте 150 0,5 л/га + Радостим 20 мл/га	4502	4615	4791	4636
Фюзілад Форте 150 0,75 л/га + Радостим 20 мл/га	4747	4828	5113	4896
Фюзілад Форте 150 1,0 л/га + Радостим 20 мл/га	4450	4570	4648	4556
Радостим 250 мл/т – обробка насіння (фон)	3907	4023	4155	4015
Фон + Дуал Голд 960 1,2 л/га	4671	4812	4939	4807
Фон + Дуал Голд 960 1,4 л/га	4892	5015	5121	5009
Фон + Дуал Голд 960 1,6 л/га	5136	5248	5420	5268
Фон + Радостим 20 мл/га	3985	4165	4318	4156
Фон + Фюзілад Форте 150 0,5 л/га	4633	4785	4853	4757
Фон + Фюзілад Форте 150 0,75 л/га	4987	5134	5263	5128
Фон + Фюзілад Форте 150 1,0 л/га	4561	4695	4739	4665
Фон + Фюзілад Форте 150 0,5 л/га + Радостим 20 мл/га	5130	5239	5414	5261
Фон + Фюзілад Форте 150 0,75 л/га + Радостим 20 мл/га	5415	5525	5632	5524
Фон + Фюзілад Форте 150 1,0 л/га + Радостим 20 мл/га	4856	4972	5085	4971
<i>НІР₀₅</i>	<i>181</i>	<i>215</i>	<i>233</i>	

Однак більшою площа листків була за дії даного гербіциду на фоні передпосівної обробки насіння РРР, де збільшення до контролю I складало 48; 54 і 62% відповідно. За внесення гербіциду Фюзілад Форте 150 у нормах 0,5; 0,75 та 1,0 л/га площа листкової поверхні зростає у порівнянні з контролем I на 40; 44 та 37%.

У разі внесення гербіциду у цих же нормах, але на фоні обробки насіння перед посівом РРР наростання листкової поверхні відбувалось активніше та перевищувало контроль I на 46; 58 та 44% відповідно. Проте найбільші показники площі листя були відмічені нами при застосуванні Фюзіладу Форте 150 сумісно із Радостимом у нормі 20 мл/га. Так, дані варіанти перевищували контроль I на 43; 51 і 40% та на 61; 70 і 53% на фоні. Така ж залежність формування площі листків соняшника відмічалась і в 2013 та 2014 рр. У середньому за роки проведення досліджень найбільша площа листків у фазу бутонізації соняшника була відмічена за використання гербіциду Фюзілад Форте 150 0,5; 0,75 і 1,0 л/га в сумішах з РРР Радостим 20 мл/га, внесених по фоні обробки перед сівбою насіння Радостимом 250 мл/т, що перевищувало контроль I на 62; 70 і 53% відповідно.

Вивчаючи вплив застосовуваних препаратів на динаміку наростання площі листків соняшника у наступну фазу розвитку, нами відмічено, що найбільші її розміри формувалися у фазі цвітіння (табл. 3.8), але при цьому простежувалась залежність її наростання від застосовуваних препаратів. Так, за дії гербіциду Дуал Голд 960 у нормах 1,2; 1,4 і 1,6 л/га площа листків у середньому за 2012–2014 рр. зростає у порівнянні з контролем I на 22; 25 та 28%, тоді як на фоні передпосівної обробки насіння РРР – на 28; 35 та 37% відповідно.

За внесення Фюзіладу Форте 150 у нормах 0,5; 0,75 і 1,0 л/га наростання площі листкової поверхні варіювало відповідно до норм гербіциду та перевищувало контроль I на 21; 29 і 20% та на 27; 35 і 25% – відповідно на фоні передпосівної обробки насіння РРР Радостим. Сумісне застосування Фюзіладу Форте 150 у тих же нормах із Радостимом (20 мл/га)

сприяло активнішому наростанню площі листків соняшника, що на 25; 33 та 23% перевищувало контроль I, а за внесення цих же сумішей по фоні – на 35; 40 і 25%.

Таблиця 3.8

Формування листкової поверхні рослин соняшника залежно від дії різних норм гербіцидів Дуал Голд 960 та Фюзілад Форте 150 і способу застосування РРР Радостим (фаза цвітіння)

Варіант досліджу	Площа листків однієї рослини, см ²			Середнє за три роки
	2012 р.	2013 р.	2014 р.	
Без препаратів і ручних прополовань (контроль I)	6293	6310	6387	6330
Без препаратів + ручні прополовання (контроль II)	8615	8772	8857	8748
Дуал Голд 960 1,2 л/га	7609	7637	7854	7700
Дуал Голд 960 1,4 л/га	7830	7951	8024	7935
Дуал Голд 960 1,6 л/га	7964	8111	8216	8097
Радостим 20 мл/га	6905	7120	7440	7155
Фюзілад Форте 150 0,5 л/га	7545	7603	7817	7655
Фюзілад Форте 150 0,75 л/га	7943	8137	8361	8147
Фюзілад Форте 150 1,0 л/га	7507	7582	7783	7624
Фюзілад Форте 150 0,5 л/га + Радостим 20 мл/га	7818	7936	8012	7922
Фюзілад Форте 150 0,75 л/га + Радостим 20 мл/га	8241	8432	8680	8451
Фюзілад Форте 150 1,0 л/га + Радостим 20 мл/га	7710	7782	7911	7801
Радостим 250 мл/т – обробка насіння (фон)	7105	7263	7580	7316
Фон + Дуал Голд 960 1,2 л/га	7923	8114	8242	8093
Фон + Дуал Голд 960 1,4 л/га	8355	8561	8710	8542
Фон + Дуал Голд 960 1,6 л/га	8564	8678	8822	8688
Фон + Радостим 20 мл/га	7282	7411	7627	7440
Фон + Фюзілад Форте 150 0,5 л/га	7904	8085	8191	8060
Фон + Фюзілад Форте 150 0,75 л/га	8382	8591	8761	8578
Фон + Фюзілад Форте 150 1,0 л/га	7684	7915	8125	7908
Фон + Фюзілад Форте 150 0,5 л/га + Радостим 20 мл/га	8351	8582	8771	8568
Фон + Фюзілад Форте 150 0,75 л/га + Радостим 20 мл/га	8725	8842	8926	8831
Фон + Фюзілад Форте 150 1,0 л/га + Радостим 20 мл/га	7718	7947	8350	8005
<i>НІР₀₅</i>	245	287	315	

Отже, одержані дані з формування площі листків соняшника засвідчили залежність даного показника від фону вирощування (обробка насіння перед сівбою РРР Радостим) та норм внесення досліджуваних гербіцидів і їх сумішей з РРР.

Як свідчать літературні джерела, регулятори росту рослин і гербіциди можуть впливати не тільки на наростання площі листкового апарату, а й синтез в ньому хлорофілів [292, 293].

За даними науковців [294, 295], гербіциди, залежно від хімічної природи, норм та умов застосування, можуть зумовлювати зменшення вмісту зелених пігментів у листках основних сільськогосподарських культур, зокрема в початковий період після застосування. Разом з тим за сумісного використання гербіцидів і регуляторів росту рослин негативний вплив перших послаблюється.

Як показали дослідження, гербіцид Дуал Голд 960 не залежно від норми препарату не впливав негативно на вміст суми хлорофілів ($a+v$) в листках соняшника. Так, у 2012 р. за використання препарату в нормах 1,2; 1,4; 1,6 л/га вміст суми хлорофілу ($a+v$) перевищив контроль І на 3; 4 і 5% на суху речовину відповідно та – 8; 9 і 11% за внесення цих же норм препарату по фону (табл. 3.9).

Аналізуючи вміст хлорофілу у листках соняшника за дії посходового гербіциду Фюзілад Форте 150 у нормах 0,5; 0,75 і 1,0 л/га, було відмічено, що зростання показника суми хлорофілів ($a+v$) досягало оптимальної норми препарату 0,75 л/га, тоді як при 1,0 л/га вміст суми хлорофілів дещо зменшувався. Зменшення вмісту хлорофілу за використання максимальної норми препарату, очевидно, є прямою дією гербіцидного агента на ключові фізіолого-біохімічні реакції пігментного комплексу, оскільки гербіциди, як фізіологічно активні речовини, здатні акумулюватись хлоропластами, що, у свою чергу, зумовлює глибокі порушення як в синтетичних процесах, так і в ключових реакціях фотосинтезу [200, 292]. Зокрема, як свідчать дані науковців [200, 295, 296], зменшення вмісту хлорофілу при внесенні

максимальних норм гербіцидів є наслідком підвищення рівня пероксидного окиснення ліпідів у клітинах, за якого відбувається гальмування синтезу хлорофілу або ж його руйнування.

Таблиця 3.9

Вміст хлорофілу (*a+v*) в листках соняшника (фаза шість листків) за дії гербіцидів Дуал Голд 960 та Фюзілад Форте 150 і різних способів використання регулятора росту рослин Радостим

Варіант досліджу	Хлорофіл (<i>a+v</i>), % на суху речовину			
	2012 р.	2013 р.	2014 р.	Середнє за три роки
Без препаратів і ручних прополювань (контроль I)	1,316	1,387	1,435	1,379
Без препаратів + ручні прополювання (контроль II)	1,394	1,482	1,517	1,464
Дуал Голд 960 1,2 л/га	1,352	1,401	1,467	1,406
Дуал Голд 960 1,4 л/га	1,373	1,432	1,474	1,426
Дуал Голд 960 1,6 л/га	1,388	1,461	1,491	1,446
Радостим 20 мл/га	1,342	1,393	1,447	1,394
Фюзілад Форте 150 0,5 л/га	1,348	1,396	1,460	1,401
Фюзілад Форте 150 0,75 л/га	1,382	1,447	1,491	1,440
Фюзілад Форте 150 1,0 л/га	1,340	1,378	1,441	1,386
Фюзілад Форте 150 0,5 л/га + Радостим 20 мл/га	1,410	1,465	1,529	1,468
Фюзілад Форте 150 0,75 л/га + Радостим 20 мл/га	1,432	1,504	1,552	1,496
Фюзілад Форте 150 1,0 л/га + Радостим 20 мл/га	1,398	1,451	1,511	1,453
Радостим 250 мл/т – обробка насіння (фон)	1,365	1,427	1,468	1,420
Фон + Дуал Голд 960 1,2 л/га	1,420	1,479	1,545	1,481
Фон + Дуал Голд 960 1,4 л/га	1,437	1,505	1,579	1,507
Фон + Дуал Голд 960 1,6 л/га	1,462	1,530	1,625	1,539
Фон + Радостим 20 мл/га	1,387	1,458	1,492	1,445
Фон + Фюзілад Форте 150 0,5 л/га	1,411	1,440	1,528	1,459
Фон + Фюзілад Форте 150 0,75 л/га	1,454	1,523	1,589	1,522
Фон + Фюзілад Форте 150 1,0 л/га	1,381	1,429	1,513	1,441
Фон + Фюзілад Форте 150 0,5 л/га + Радостим 20 мл/га	1,471	1,528	1,591	1,530
Фон + Фюзілад Форте 150 0,75 л/га + Радостим 20 мл/га	1,490	1,563	1,639	1,564
Фон + Фюзілад Форте 150 1,0 л/га + Радостим 20 мл/га	1,451	1,515	1,564	1,510
<i>НІР</i> ₀₅	0,030	0,035	0,043	

При застосуванні Фюзіладу Форте 150 у нормах 0,5; 0,75; 1,0 л/га на фоні передпосівної обробки насіння соняшника Радостимом у нормі 250 мл/т сума хлорофілів зростала відносно контролю I на 7; 10 і 5% відповідно. У разі застосування бакової суміші Фюзіладу Форте 150 у тих же нормах із Радостимом у нормі 20 мл/га сума хлорофілів перевищувала контроль I на 12; 13 і 10%.

Аналізуючи варіанти із внесенням Фюзіладу Форте 150 самотійно та на фоні обробки насіння рістрегулятором, необхідно зазначити, що на фоні передпосівної обробки насіння вміст хлорофілу в пігментному комплексі рослин був вищим. Очевидно, композиція препаратів виявляла позитивну дію у результаті поєднання впливу на рослини двох чинників: першого – зниження конкуренції з боку бур'янів за вологу, мінеральне живлення, світло; другого – безпосереднє стимулювання за дії регулятора росту функціонування пігментного комплексу, завдяки антистресовій та протекторним діям, обумовленим глибокими фізіолого-біохімічними перетвореннями у рослинах.

Визначення вмісту фотосинтетичних пігментів у листках соняшника у 2013 та 2014 рр. показало аналогічну його залежність від застосовуваних гербіцидів та способів використання регулятора росту рослин. Зокрема встановлено, що найвищим вміст хлорофілу у листках соняшника був за використання гербіциду Фюзілад Форте 150 сумісно із Радостимом, внесених на фоні обробки перед сівбою насіння РРР. Так, у 2013 р. ці композиції препаратів забезпечили зростання вмісту хлорофілу в листках соняшника на 10; 13 і 9%, у 2014 р. – 11; 14 і 9% відповідно до контролю I.

Узагальнюючи результати досліджень в середньому за три роки, слід відмітити, що за використання гербіциду Дуал Голд 960 у нормах 1,2; 1,4 і 1,6 л/га вміст хлорофілу перевищував контроль I на 2; 3 і 5% на суху речовину, за внесення гербіциду Фюзілад Форте 150 у нормах 0,5; 0,75 і 1,0 л/га – на 2; 4 і 1% на суху речовину відносно контролю I. Поєднання застосування Фюзіладу Форте 150 в тих же нормах з рістрегулятором

Радостим забезпечило перевищення вмісту хлорофілу в листках соняшника відносно контролю I на 6; 8 і 5% відповідно.

Збільшення вмісту хлорофілу в листках соняшника було відмічено і за використання Дуалу Голд 960 у нормах 1,2; 1,4 і 1,6 л/га та Фюзіладу Форте у нормах 0,5; 0,75 і 1,0 л/га, внесених по фону, де перевищення відносно контролю I складало 7; 9 і 12% та 6; 10 і 4% відповідно. Проте найвищі результати з вмісту хлорофілу було відмічено за використання Фюзіладу Форте 150 у нормах 0,5; 0,75 і 1,0 л/га сумісно із Радостимом 20 мл/га, внесених на фоні обробки насіння перед сівбою Радостимом у нормі 250 мл/т, де перевищення контролю I складало 11; 13 і 9% відповідно.

Визначення вмісту суми зелених пігментів у фазі цвітіння рослин (табл. 3.10) показало, що їх кількість зростала в порівнянні з фазою шести листків, однак залежність вмісту хлорофілів від норми і способу застосування препаратів залишалася такою ж, як і у попередню фазу розвитку рослин. Так, за дії Дуалу Голд 960 у нормах 1,2; 1,4; 1,6 л/га в середньому за три роки вміст хлорофілів ($a+v$) зростав проти контролю I на 6%; 6% і 7% відповідно.

За внесення Дуалу Голд 960 у тих же нормах, але на фоні передпосівної обробки насіння РРР Радостим збільшення вмісту хлорофілу відносно контролю I складало 9%, 10% і 14%.

У варіантах, де застосовували Фюзілад Форте 150 у нормах 0,5; 0,75 і 1,0 л/га, вміст хлорофілу перевищував контроль I на 5%; 7% і 5%, разом з тим за використання цих же норм гербіциду на фоні передпосівної обробки РРР насіння – 8%; 15% і 8% відповідно.

Найбільш активним нагромадженням хлорофілу ($a+v$) в середньому за 2012–2014 рр. у фазі цвітіння соняшника було відмічено у варіантах комплексного застосування гербіцидів і регулятора росту рослин – Фюзілад Форте 150 0,5; 0,75 і 1,0 л/га + Радостим 20 мл/га, внесених по фону (обробка насіння РРР Радостим 250 мл/т), що перевищувало контроль I на 11; 18 і 10% відповідно.

Таблиця 3.10

Вміст хлорофілу (*a+v*) в листках соняшника у фазі цвітіння за дії гербіцидів Дуал Голд 960 та Фюзілад Форте 150 і різних способів використання регулятора росту рослин Радостим

Варіант досліджу	Хлорофіл (<i>a+v</i>), % на суху речовину			
	2012 р.	2013 р.	2014 р.	Середнє за три роки
Без препаратів і ручних прополювань (контроль I)	1,535	1,597	1,604	1,578
Без препаратів + ручні прополювання (контроль II)	1,622	1,714	1,785	1,701
Дуал Голд 960 1,2 л/га	1,597	1,653	1,760	1,664
Дуал Голд 960 1,4 л/га	1,601	1,671	1,762	1,678
Дуал Голд 960 1,6 л/га	1,614	1,679	1,780	1,691
Радостим 20 мл/га	1,572	1,642	1,754	1,656
Фюзілад Форте 150 0,5 л/га	1,580	1,644	1,756	1,660
Фюзілад Форте 150 0,75 л/га	1,617	1,684	1,781	1,694
Фюзілад Форте 150 1,0 л/га	1,577	1,642	1,755	1,658
Фюзілад Форте 150 0,5 л/га + Радостим 20 мл/га	1,615	1,675	1,780	1,690
Фюзілад Форте 150 0,75 л/га + Радостим 20 мл/га	1,656	1,717	1,814	1,729
Фюзілад Форте 150 1,0 л/га + Радостим 20 мл/га	1,604	1,670	1,778	1,687
Радостим 250 мл/т – обробка насіння (фон)	1,583	1,657	1,776	1,672
Фон + Дуал Голд 960 1,2 л/га	1,651	1,693	1,792	1,712
Фон + Дуал Голд 960 1,4 л/га	1,674	1,724	1,816	1,738
Фон + Дуал Голд 960 1,6 л/га	1,724	1,768	1,917	1,803
Фон + Радостим 20 мл/га	1,614	1,684	1,790	1,696
Фон + Фюзілад Форте 150 0,5 л/га	1,606	1,682	1,827	1,705
Фон + Фюзілад Форте 150 0,75 л/га	1,676	1,857	1,689	1,817
Фон + Фюзілад Форте 150 1,0 л/га	1,591	1,752	1,768	1,701
Фон + Фюзілад Форте 150 0,5 л/га + Радостим 20 мл/га	1,634	1,724	1,880	1,746
Фон + Фюзілад Форте 150 0,75 л/га + Радостим 20 мл/га	1,771	1,846	1,978	1,865
Фон + Фюзілад Форте 150 1,0 л/га + Радостим 20 мл/га	1,670	1,680	1,831	1,727
<i>НІР</i> ₀₅	<i>0,017</i>	<i>0,029</i>	<i>0,034</i>	

Отже, підсумовуючи результати досліджень з визначення вмісту зелених пігментів у листках соняшника в умовах польових дослідів, можна стверджувати, що найбільш активно накопичення хлорофілів відбувалось за сумісного застосування гербіциду Фюзілад Форте 150 за норми 0,75 л/га у суміші з Радостимом у нормі 20 мл/га на фоні передпосівної обробки насіння

Радостимом (250 мл/т), що свідчить про створення більш сприятливих умов для росту й розвитку культури та активізацію проходження в рослинах основних фізіологічних процесів.

Для більш детального вивчення дії різних норм гербіциду Фюзілад Форте 150, внесених розрізнено та в комплексі із PPP Радостим, на формування пігментного комплексу листків соняшника нами було виконано лабораторні дослідження у суворо контрольованих умовах.

У результаті проведених досліджень встановлено (табл. 3.11), що за використання Фюзіладу Форте 150 у нормах 0,5; 0,75 і 1,0 л/га, внесеного без Радостиму, вміст хлорофілу *a* в листках соняшника на шосту добу після внесення був на 0,009; 0,016 і 0,040 мг/г сирової речовини меншим, ніж в контролі (обробка рослин водою). Вміст хлорофілу *b* виявився меншим проти контролю на 0,011; 0,026 і 0,045 мг/г сирової речовини, а сума хлорофілів *a+b* – на 0,020; 0,042 і 0,085 мг/г сирової речовини.

Ймовірно, зниження вмісту хлорофілу у варіантах досліджу із збільшенням норми гербіциду, є наслідком підвищення рівня ПОЛ у клітинах, у результаті якого може відбуватись гальмування синтезу хлорофілу. Водночас у варіантах, де Фюзілад Форте 150 застосовували разом із Радостимом, вміст хлорофілів *a*, *b* і їх суми перевищував відповідні показники у варіантах без PPP. За внесення Фюзіладу Форте 150 по фону вміст хлорофілів *a* і *b* за норми 0,5 л/га препарату перевищував контроль, проте за норми 0,75 і 1,0 л/га був нижчим за показники в контролі.

За використання Фюзіладу Форте 150 у нормах 0,5 і 0,75 л/га, внесених сумісно з Радостимом 20 мл/га, по фону вміст хлорофілів *a* і *b* перевищував контрольні показники відповідно на 0,013 і 0,006 та 0,009 і 0,006 мг/г сирової речовини. Дещо нижчим вміст хлорофілів був за внесення Фюзілад Форте 150 1,0 л/га + Радостим 20 мл/га по фону.

Таблиця 3.11

Співвідношення пігментів у листках соняшника за дії гербіциду Фюзілад Форте 150 і РРР Радостим (вегетаційний дослід, фаза перша пара листків, шоста доба після внесення препаратів, 2013 р.), мг/г сирої речовини

Варіант досліджу	Хл _a	Хл _b	Хл _(a+b)	Хл _{a/b}	Сума каротиноїдів	$\frac{Хл}{Кар}$
Обробка водою (контроль)	0,682	0,232	0,914	2,9	0,165	5,5
Радостим 20 мл/га	0,693	0,237	0,930	2,9	0,174	5,3
Фюзілад Форте 150 0,5 л/га	0,673	0,221	0,894	3,0	0,158	5,6
Фюзілад Форте 150 0,75 л/га	0,666	0,206	0,872	3,2	0,138	6,3
Фюзілад Форте 150 1,0 л/га	0,642	0,187	0,829	3,4	0,126	6,6
Фюзілад Форте 150 0,5 л/га + Радостим 20 мл/га	0,687	0,227	0,914	3,0	0,179	5,1
Фюзілад Форте 150 0,75 л/га + Радостим 20 мл/га	0,676	0,215	0,891	3,1	0,154	5,7
Фюзілад Форте 150 1,0 л/га + Радостим 20 мл/га	0,653	0,193	0,846	3,3	0,138	6,1
Радостим 250 мл/т – обробка насіння (фон)	0,697	0,240	0,937	2,9	0,177	5,2
Фон+Радостим (обприскування посівів 20 мл/га)	0,696	0,247	0,943	2,8	0,183	5,1
Фон + Фюзілад Форте 150 0,5 л/га	0,688	0,231	0,919	3,0	0,166	5,5
Фон + Фюзілад Форте 150 0,75 л/га	0,678	0,224	0,902	3,0	0,144	6,2
Фон + Фюзілад Форте 150 1,0 л/га	0,663	0,216	0,879	3,1	0,132	6,6
Фон + Фюзілад Форте 150 0,5 л/га + Радостим 20 мл/га	0,695	0,238	0,933	2,9	0,172	5,4
Фон + Фюзілад Форте 150 0,75 л/га + Радостим 20 мл/га	0,691	0,238	0,921	2,9	0,170	5,4
Фон + Фюзілад Форте 150 1,0 л/га + Радостим 20 мл/га	0,677	0,226	0,903	3,0	0,147	6,1
<i>НІР₀₁</i>	<i>0,033</i>	<i>0,06</i>	<i>0,068</i>		<i>0,012</i>	

Досліджуючи вміст каротиноїдів, виявлено подібну залежність варіювання показників. Так, перевищення вмісту каротиноїдів відносно контролю було відмічено у варіанті Фюзілад Форте 150 0,5 л/га сумісно з Радостимом 20 мл/га – 0,014 мг/г та за дії цієї композиції на фоні передпосівної обробки насіння РРР – на 0,007 мг/г сирової речовини. Також слід зазначити, що відношення Хл/Кар зростало за максимальної норми внесення Фюзіладу Форте 150 1,0 л/га і складало за самостійного внесення препарату 6,5, Фюзіладу Форте 150 + РРР – 6,1, Фюзіладу Форте 150 + фон – 6,6, Фюзіладу Форте 150 + РРР + фон – 6,1. Ці дані дають підставу стверджувати, що за підвищених норм гербіциду в рослинах зростає вміст каротиноїдів, які у відношенні хлорофіла відіграють захисну роль [200].

Таким чином, з даних, одержаних стосовно формування листкового апарату соняшника та пігментного комплексу можна зробити висновки: наростання листкового апарату соняшника знаходиться в залежності від погодних умов, фази розвитку та норм гербіцидів і способів використання РРР; найбільш оптимальний листковий апарат у рослин соняшника формується у фазу цвітіння на фоні обробки насіння перед сівбою РРР та обприскування посівів РРР окремо та в сумішах з гербіцидами; комплексне застосування РРР і гербіцидів виявляє позитивний вплив на проходження обмінних процесів у листках соняшника, результатом яких є формування більш потужного пігментного комплексу.

3.3. Анатомо-морфологічна структура листкового епідермісу

Анатомічна будова органів рослин за звичайних умов є стабільною системою, що відображає умови їх життєдіяльності, адже структура епідермісу рослин та розміри провідних тканин є одним з критеріїв, від якого залежить формування врожаю та його якості [297].

Відомо, що анатомо-морфологічна будова надземних органів рослин, зокрема листкового апарату, залежить від зміни екологічних чинників. Так,

за різного їх впливу, в тому числі і за внесення гербіцидів, регуляторів росту рослин та їх сумішей, анатомічна будова листків і стебел може змінюватися. Тому, вивчаючи вплив засобів захисту на рослини, особливого значення набуває питання з'ясування механізму дії цих речовин на рослинні організми, зокрема на клітинні й тканинні структури [298].

Нині вченими доведено, що гербіциди, як фізіологічно активні речовини здатні нагромаджуватися у зонах із найвищою меристематичною активністю, де вони зумовлюють зміни в балансі ендогенних фітогормонів та інгібують проходження найважливіших фізіолого-біохімічних процесів, які визначають стадії розвитку клітини. Зокрема впливу зазнають такі стадії росту клітини як ембріональна, розтягування та диференціації [299].

Проникаючи через епідерміс в тканини листкової пластинки, ксенобіотики зумовлюють зміни фізіолого-біохімічних процесів, що проявляються у зменшенні кількості та площі клітин епідермісу, а також – кількості і площі продихів [300].

Дослідженнями В. П. Карпенка [301] встановлено, що під впливом гербіциду Ковбой (125–175 мл/га) і Сатіс (100–125 г/га) відбувається зростання площі листків ячменю ярого та кількості продихів на одиниці їх поверхні, що сприяє підвищенню фотосинтетичної активності та продуктивності посівів. За дії гербіциду 2,4-Д у рослин соняшнику виявлено потовщення листкової пластинки та зменшення числа клітин між судинними пучками [302]. Доведено, що кожна клітина у своєму геномі містить інформацію про будову і функціонування всього організму [303].

Значний вплив на анатомічну і морфологічну будову рослини мають екзогенні регулятори росту рослин. Дані літературних джерел свідчать, що застосування регуляторів росту зумовлює зміни в анатомічній будові стебла. Так, препарат ТУР збільшував кількість судинно-волокнистих пучків у томатів [304], а Бензіхол – у тритикале [305]. При цьому відбувалося потовщення механічної тканини, що посилювало стійкість до вилягання культури.

Нині не менш важливим залишається питання вивчення сумісної дії гербіцидів і регуляторів росту рослин на формування анатомічної структури листового апарату сільськогосподарських культур, оскільки дані суміші здатні змінювати спрямованість ростових процесів рослин, що виражається в зміні розмірів клітин епідермісу та довжини продихових щілин [306].

Зважаючи на вищенаведений матеріал, важливим було виявити зміни у формуванні епідермальної будови листового апарату соняшника за дії гербіцидів Дуал Голд 960, Фюзілад Форте 150, внесених як окремо, так і сумісно із РРР Радостим.

Встановлено, що формування показників анатомічної структури епідермісу листового апарату соняшника залежало від погодних умов та від норм використання у посівах гербіцидів, внесених як окремо, так і в бакових сумішах із регулятором росту рослин.

Внесення до сходів культури соняшника гербіциду Дуал Голд 960 у нормах 1,2; 1,4 і 1,6 л/га забезпечувало формування кількості клітин епідермісу в полі зору мікроскопа у 2012 р. на рівні 140; 129 і 120 шт. при 144 шт. в контролі I і HIP_{05} 8,0 (табл. 3.12). При застосуванні цих же норм Дуалу Голд 960 на фоні передпосівної обробки насіння Радостимом у нормі 250 мл/т кількість клітин епідермісу на поверхні листка зменшувалась і складала відповідно 133; 124 і 109 шт. Зростання норм внесення ґрунтового гербіциду зумовлювало зменшення кількості клітин епідермісу, але при цьому зростала їх площа. Зменшення кількості клітин епідермісу сприяло формуванню листової поверхні мезоморфного типу.

За використання у посівах соняшника гербіциду Фюзілад Форте 150 у нормах 0,5; 0,75 і 1,0 л/га відмічено зменшення кількості клітин епідермісу в полі зору мікроскопа, що складало 132; 127 та 136 шт. при 144 шт. у контролі I. Проте за внесення максимальної норми 1,0 л/га Фюзіладу Форте 150 їх кількість у порівнянні з іншими нормами зростала і складала 136 шт.

Анатомічна структура епідермісу листкового апарату соняшника за дії гербіцидів Дуал Голд 960, Фюзілад Форте 150 і РРР Радостим (фаза три пари листків, 2012 р.)

Варіант досліджу	Кількість клітин в полі зору мікроскопа, шт.	Розміри однієї клітини, мкм		Площа однієї клітини, мкм ²	K _м
		довжина	ширина		
Без препаратів і ручних прополювань (контроль I)	144	13,8	11,1	153	1,00
Без препаратів + ручні прополювання (контроль II)	95	24,2	11,7	283	0,65
Радостим 20 мл/га	122	17,5	11,3	198	0,84
Дуал Голд 960 1,2 л/га	140	13,9	11,3	157	0,97
Дуал Голд 960 1,4 л/га	129	14,2	12,4	176	0,89
Дуал Голд 960 1,6 л/га	120	17,6	11,4	201	0,86
Фюзілад Форте 150 0,5 л/га	132	16,3	10,6	173	0,91
Фюзілад Форте 150 0,75 л/га	127	20,3	9,0	183	0,88
Фюзілад Форте 150 1,0 л/га	136	15,2	9,7	166	0,94
Фюзілад Форте 150 0,5 л/га + Радостим 20 мл/га	115	16,5	12,8	211	0,79
Фюзілад Форте 150 0,75 л/га + Радостим 20 мл/га	111	20,4	10,9	222	0,77
Фюзілад Форте 150 1,0 л/га + Радостим 20 мл/га	119	16,0	12,6	202	0,82
Радостим 250 мл/т – обробка насіння (фон)	139	14,2	11,4	162	0,96
Фон + Радостим 20 мл/га	117	16,2	12,8	207	0,81
Дуал Голд 960 1,2 л/га	133	14,0	12,0	168	0,92
Фон + Дуал Голд 960 1,2 л/га	124	14,5	13,2	192	0,86
Фон + Дуал Голд 960 1,4 л/га	109	17,8	13,4	238	0,75
Фон + Дуал Голд 960 1,6 л/га	112	16,8	13,0	218	0,77
Фон + Фюзілад Форте 150 0,75 л/га	107	20,6	11,8	243	0,74
Фон + Фюзілад Форте 150 1,0 л/га	116	16,2	12,9	209	0,80
Фон + Фюзілад Форте 150 0,5 л/га + Радостим 20 мл/га	108	17,1	14,0	239	0,75
Фон + Фюзілад Форте 150 0,75 л/га + Радостим 20 мл/га	97	21,0	12,4	260	0,67
Фон + Фюзілад Форте 150 1,0 л/га + Радостим 20 мл/га	113	16,5	13,3	219	0,78
<i>НІР₀₅</i>	8,0	1,2	0,5	25,4	

Збільшення клітин епідермісу листків соняшника в цьому варіанті досліду супроводжувалось зменшенням розмірів клітини (довжини і ширини), що відповідно вплинуло на зменшення їх площі. За поєднання Фюзіладу Форте 150 з Радостимом у нормі 20 мл/га кількість клітин на поверхні листка продовжувала зменшуватися і складала відповідно 115; 111 та 119 шт. Зменшення кількості клітин супроводжувалось збільшенням їх площі, яка на 58; 69 та 49 мкм² перевищувала контроль I.

Одержані дані свідчать про створення в посівах сприятливих умов для росту і розвитку рослин, за яких у листках соняшника формуються клітини більших розмірів, що є мезоморфною ознакою. Зменшення ж кількості клітин на одиниці поверхні листка та їх розмірів може свідчити про створення менш сприятливих умов для росту і розвитку рослин під впливом підвищених норм використання препаратів, що зумовлює формування дрібноклітинних листків, характерних для ксероморфних рослин.

Результати анатомічних досліджень застосування Фюзіладу Форте 150 у нормах 0,5; 0,75; 1,0 л/га на фоні обробленого перед посівом насіння Радостимом у нормі 250 мл/т засвідчили значне зменшення кількості клітин на одиниці поверхні листка за одночасного зростання їх площі. Так, за внесення препарату у цих же нормах кількість клітин становила 112; 107 та 116 шт., а їх площа перевищувала контроль I на 65; 90 та 56 мкм². Водночас при сумісному застосуванні Фюзіладу Форте 150 у цих же нормах із Радостимом у нормі 20 мл/га кількість клітин складала 108; 97 та 113 шт. За такої кількості клітин їх площа перевищувала контроль I на 86; 107 та 66 мкм². Такі зміни в анатомічній структурі листків, вочевидь, є наслідком покращення умов вологозабезпечення і мінерального живлення рослин у результаті дії гербіцидного агента та активнішого проходження обмінних процесів за дії даних сумішей. Підтвердженням цьому можуть бути дані, одержані у варіантах із ручними прополюваннями (контроль II), де за повної відсутності бур'янів у рослин соняшника формувались більші за розмірами клітини епідермісу, ніж в контролі I, де бур'яни не знищувались.

Проводячи анатомічні дослідження у 2013 році (табл. 3.13), нами встановлено подібну залежність формування анатомічної структури епідермісу листків соняшника від дії досліджуваних препаратів.

Таблиця 3.13

Анатомічна структура епідермісу листкового апарату соняшника за дії гербіцидів Дуал Голд 960, Фюзілад Форте 150 і РРР Радостим (фаза три пари листкаів, 2013 р.)

Варіант досліджу	Кількість клітин в полі зору мікроскопа, шт.	Розміри однієї клітини, мкм		Площа однієї клітини, мкм ²	K _м
		довжина	ширина		
Без препаратів і ручних прополювань (контроль I)	137	14,5	12,0	174	1,00
Без препаратів + ручні прополювання (контроль II)	87	25,5	11,9	303	0,63
Радостим 20 мл/га	115	17,8	12,6	224	0,83
Дуал Голд 960 1,2 л/га	130	16,7	11,6	194	0,94
Дуал Голд 960 1,4 л/га	124	21,7	9,6	208	0,90
Дуал Голд 960 1,6 л/га	119	16,8	12,8	215	0,86
Фюзілад Форте 150 0,5 л/га	129	16,8	11,5	193	0,94
Фюзілад Форте 150 0,75 л/га	125	21,5	9,6	206	0,91
Фюзілад Форте 150 1,0 л/га	134	15,8	11,4	180	0,97
Фюзілад Форте 150 0,5 л/га + Радостим 20 мл/га	113	17,0	13,6	231	0,82
Фюзілад Форте 150 0,75 л/га + Радостим 20 мл/га	110	21,9	11,0	241	0,80
Фюзілад Форте 150 1,0 л/га + Радостим 20 мл/га	117	16,6	13,3	221	0,85
Радостим 250 мл/т – обробка насіння (фон)	132	14,8	12,4	184	0,96
Фон + Радостим 20 мл/га	111	18,0	13,2	238	0,81
Фон + Дуал Голд 960 1,2 л/га	126	21,3	9,5	202	0,91
Фон + Дуал Голд 960 1,4 л/га	118	16,4	13,3	218	0,86
Фон + Дуал Голд 960 1,6 л/га	103	18,2	13,8	251	0,75
Фон + Фюзілад Форте 150 0,5 л/га	109	18,2	13,3	242	0,79
Фон + Фюзілад Форте 150 0,75 л/га	105	22,0	11,2	246	0,76
Фон + Фюзілад Форте 150 1,0 л/га	114	18,0	12,6	227	0,83
Фон + Фюзілад Форте 150 0,5 л/га + Радостим 20 мл/га	102	18,4	13,8	254	0,74
Фон + Фюзілад Форте 150 0,75 л/га + Радостим 20 мл/га	94	22,3	12,8	285	0,68
Фон + Фюзілад Форте 150 1,0 л/га + Радостим 20 мл/га	112	18,2	12,9	235	0,81
<i>НІР₀₅</i>	<i>5,0</i>	<i>2,0</i>	<i>0,4</i>	<i>20</i>	

Разом з тим, 2013 р. у порівнянні з 2012 р. був кращим за вологозабезпеченням, що вплинуло на формування морфометричних показників клітин епідермісу.

Зокрема, при внесенні Дуал Голду 960 у нормах 1,2; 1,4 та 1,6 л/га кількість клітин епідермісу становила 130; 124 та 119 шт. за їх площі, що перевищувало контроль I на 20; 34 та 41 мкм². За внесення даного гербіциду на фоні передпосівної обробки насіння кількість клітин епідермісу помітно зменшувалась та становила 126; 118 та 103 шт. Зменшення кількості клітин супроводжувалось зростанням їх площі на 28; 44 та 77 мкм² відносно контролю I.

Внесення Фюзіладу Форте 150 у нормах 0,5; 0,75 л/га сприяло зменшенню кількості клітин епідермісу. Однак за норми 1,0 л/га кількість клітин епідермісу зростала. Так, загальна кількість клітин епідермісу в полі зору мікроскопа становила 129; 125 та 134 шт. площею відповідно на 19; 32 та 6 мкм² більшою, ніж в контролі I. За сумісного внесення Фюзіладу Форте 150 у тих же нормах із Радостимом у нормі 20 мл/га кількість клітин епідермісу склала 113; 110 та 117 шт. Водночас площа однієї клітини виявилась на 57; 67 та 47 мкм² більшою за контроль I. Найоптимальніші показники морфоструктури епідермісу формувалися за сумісного застосування Фюзіладу Форте 150 у тих же нормах сумісно із Радостимом 20 мл/га на фоні передпосівної обробки насіння Радостимом у нормі 250 мл/т, де кількість клітин епідермісу склала 102; 94 та 112 шт. площею, що перевищувала контроль I на 80; 111 та 61 мкм².

У 2014 р. найменша кількість клітин епідермісу із найбільшою площею формувалась у варіанті сумісного застосування Фюзіладу Форте 150 у нормі 0,75 л/га із Радостимом (20 мл/га), внесених на фоні передпосівної обробки насіння Радостимом у нормі 250 мл/т, де загальна кількість клітин у полі зору мікроскопа становила 80 шт., а їх площа 339 мкм² (табл. 3.14).

Доведено, що анатомічна структура листка відображає умови вирощування сільськогосподарських культур.

Анатомічна структура епідермісу листкового апарату соняшника за дії гербіцидів Дуал Голд 960, Фюзілад Форте 150 і РРР Радостим (фаза три пари листків, 2014 р.)

Варіант досліджу	Кількість клітин в полі зору мікроскопа, шт.	Розміри однієї клітини, мкм		Площа однієї клітини, мкм ²	К _м
		довжина	ширина		
Без препаратів і ручних прополювань (контроль I)	130	15,1	12,7	192	1,00
Без препаратів + ручні прополювання (контроль II)	81	25,4	13,2	335	0,62
Радостим 20 мл/га	97	21,4	12,9	276	0,74
Дуал Голд 960 1,2 л/га	125	17,5	11,8	206	0,96
Дуал Голд 960 1,4 л/га	121	17,8	12,0	214	0,93
Дуал Голд 960 1,6 л/га	115	17,0	13,1	223	0,88
Фюзілад Форте 150 0,5 л/га	123	17,1	12,4	212	0,94
Фюзілад Форте 150 0,75 л/га	118	21,5	10,2	219	0,90
Фюзілад Форте 150 1,0 л/га	127	16,0	12,8	205	0,97
Фюзілад Форте 150 0,5 л/га + Радостим 20 мл/га	119	17,4	12,4	216	0,91
Фюзілад Форте 150 0,75 л/га + Радостим 20 мл/га	108	23,3	10,5	243	0,83
Фюзілад Форте 150 1,0 л/га + Радостим 20 мл/га	124	17,0	12,3	209	0,95
Радостим 250 мл/т – обробка насіння (фон)	127	15,4	13,3	205	0,97
Фон + Радостим 20 мл/га	94	21,4	13,5	289	0,72
Фон + Дуал Голд 960 1,2 л/га	122	17,6	12,1	213	0,93
Фон + Дуал Голд 960 1,4 л/га	117	17,8	12,4	221	0,90
Фон + Дуал Голд 960 1,6 л/га	99	18,1	14,9	270	0,76
Фон + Фюзілад Форте 150 0,5 л/га	105	17,5	14,3	250	0,80
Фон + Фюзілад Форте 150 0,75 л/га	97	18,9	14,5	274	0,74
Фон + Фюзілад Форте 150 1,0 л/га	110	17,3	14,0	242	0,84
Фон + Фюзілад Форте 150 0,5 л/га + Радостим 20 мл/га	92	20,2	14,5	293	0,70
Фон + Фюзілад Форте 150 0,75 л/га + Радостим 20 мл/га	80	22,0	15,4	339	0,61
Фон + Фюзілад Форте 150 1,0 л/га + Радостим 20 мл/га	106	17,4	14,1	245	0,81
<i>НІР₀₅</i>	<i>5,0</i>	<i>0,8</i>	<i>0,3</i>	<i>14</i>	

Так, з метою визначення особливостей формування морфоструктури листкового апарату нами було обраховано коефіцієнт морфоструктури, який

характеризує спрямованість формування листкового апарату за дії певних чинників (табл. 3.12–3.14). Збільшення K_M до одиниці і більше свідчить про створення в посівах умов для формування ксероморфного листкового апарату, а максимальне зниження показника K_M – про формування високопродуктивних посівів з мезоморфним типом листкового апарату. Як засвідчили результати наших досліджень такий листковий апарат формувався в посівах соняшника за дії Фюзілад Форте 150 0,75 л/га + РРР Радостим 20 мл/га + фон (РРР Радостим 250 мл/т), де за роками досліджень K_M склав 0,67; 0,68 та 0,61 відповідно.

Між формування площі листкового апарату соняшника й K_M встановлена тісна кореляційна залежність ($r = 0,87$).

Для більш детального вивчення анатомічної структури листкового апарату доцільно було встановити, чи змінювалась кількість продихів у варіантах досліду за дії досліджуваних препаратів, адже кількість і розміри продихів значно залежать від умов вирощування культури.

У середньому за три роки досліджень за внесення Дуалу Голд 960 у нормах 1,2; 1,4 та 1,6 л/га кількість продихів в полі зору мікроскопа зростала відносно контролю I на 7; 8 та 12% відповідно (табл. 3.15). Застосування Дуалу Голд 960 на фоні передпосівної обробки насіння Радостимом у нормі 250 мл/т сприяло зростанню кількості продихів на 10; 13 та 16% (проти контролю I).

Застосовуючи Фюзілад Форте 150 по сходах у нормах 0,5; 0,75 л/га, кількість продихів перевищувала контроль I на 8 та 10%, однак за норми 1,0 л/га кількість продихів виявилась меншою за контроль I. Сумісне застосування Фюзіладу Форте 150 у тих же нормах, але із РРР Радостим, сприяло збільшенню кількості продихів в полі зору мікроскопа на 10; 13 і 4%. Найбільша кількість продихів була відмічена за сумісного застосування гербіциду Фюзіладу Форте 150 у тих же нормах із Радостимом 20 мл/га на фоні передпосівної обробки насіння Радостимом (250 мл/т), де кількість продихів перевищувала контроль I на 16; 18 та 9%.

**Кількість продихів на поверхні листків соняшника в полі зору
мікроскопа за дії гербіцидів Дуал Голд 960, Фюзілад Форте 150 і РРР
Радостим (фаза три пари листків)**

Варіант досліджу	2012 р.	2013 р.	2014 р.	Середнє
Без препаратів і ручних прополовань (контроль I)	195,2	202,5	210,4	202,7
Без препаратів + ручні прополовання (контроль II)	219,4	228,1	242,3	229,9
Радостим 20 мл/га	201,5	212,3	218,5	210,7
Дуал Голд 960 1,2 л/га	207,6	215,2	225,2	216,0
Дуал Голд 960 1,4 л/га	211,2	219,1	227,9	219,4
Дуал Голд 960 1,6 л/га	217,3	224,3	239,4	227,0
Фюзілад Форте 150 0,5 л/га	209,5	217,3	227,2	218,0
Фюзілад Форте 150 0,75 л/га	208,2	221,1	237,3	222,2
Фюзілад Форте 150 1,0 л/га	190,1	201,8	206,9	199,6
Фюзілад Форте 150 0,5 л/га + Радостим 20 мл/га	211,6	226,4	232,8	223,6
Фюзілад Форте 150 0,75 л/га + Радостим 20 мл/га	212,2	230,5	247,1	229,9
Фюзілад Форте 150 1,0 л/га + Радостим 20 мл/га	198,1	214,2	219,3	210,5
Радостим 250 мл/т – обробка насіння (фон)	212,4	222,5	237,7	224,2
Фон + Радостим 20 мл/га	209,3	217,4	229,1	218,6
Фон + Дуал Голд 960 1,2 л/га	218,4	221,5	229,2	223,0
Фон + Дуал Голд 960 1,4 л/га	224,5	230,1	232,0	228,8
Фон + Дуал Голд 960 1,6 л/га	228,1	232,5	242,3	234,3
Фон + Фюзілад Форте 150 0,5 л/га	219,2	223,1	235,1	225,8
Фон + Фюзілад Форте 150 0,75 л/га	221,1	229,3	246,2	232,2
Фон + Фюзілад Форте 150 1,0 л/га	203,5	219,2	225,6	216,1
Фон + Фюзілад Форте 150 0,5 л/га + Радостим 20 мл/га	225,5	230,1	247,9	234,5
Фон + Фюзілад Форте 150 0,75 л/га + Радостим 20 мл/га	227,3	234,0	253,6	238,3
Фон + Фюзілад Форте 150 1,0 л/га + Радостим 20 мл/га	206,5	224,2	232,9	221,2
<i>НІР</i> ₀₅	3,8	2,4	3,3	

Таким чином, можна зробити висновок, що найоптимальніша морфоструктура епідермісу та кількість продихів в листках соняшника формувалися в посівах за сумісного застосування гербіциду Фюзілад Форте 150 із Радостимом на фоні передпосівної обробки РРР насіння та Дуалу Голд

960 з наступним внесенням РРР Радостим по фоні обробки перед сівбою насіння РРР. Найкращі показники, отримані у цих варіантах досліду, вказують на формування рослинами мезоморфних ознак, характерних для агроценозів, що перебувають у найбільш сприятливих для них умовах.

3.4. Надземна біомаса

Ріст рослин відбувається за рахунок ділення та розтягування клітин стебла, кореня, листка і інших органів. Доведено, що у дводольних рослин листкова пластинка збільшується шляхом рівномірного росту клітин по всій площі фотосинтезуючої поверхні доти, поки не розпочнеться інтенсивний експорт продуктів фотосинтезу. Потовщення ж листкової пластинки здійснюється за рахунок розтягування клітин палісадної паренхіми та поділом клітин мезофілу. Подовження стебла відбувається завдяки росту, виникаючих верхніх міжвузлів [307]. Постійний ріст рослини на всіх етапах онтогенезу дозволяє їй задовольнити потреби в енергії, воді й елементах мінерального живлення.

Тривалий час багато вчених займалися вивченням процесу формування надземної маси рослинами. Було встановлено, що маса та розміри рослин визначаються сортовими особливостями, строками сівби, нормами висіву насіння, ґрунтово-кліматичними умовами та безсумнівно відображають умови їх вирощування [308]. Так, Н. Ф. Щербань та ін. [309] у своїх дослідженнях вказують, що, застосовуючи ауксиново-цитокініновий препарат Триман-1, було відмічено гальмування росту соняшника сорту Прометей. Проте більшість наукових робіт [310–312] свідчать, що за дії РРР похідних гіберелінових кислот та ін. ріст соняшника у висоту активізується.

М. Б. Грабовський [313] стверджує, що висота рослин та діаметр кошика соняшника формується залежно від густоти стояння та рівня забур'яненості посівів культури.

Літературні відомості про чинники, якими визначаються лінійні розміри рослин, мають суперечливий характер, тому важливим було встановити вплив досліджуваних препаратів на формування надземної маси рослин соняшника.

У результаті проведених досліджень встановлено, що різні норми гербіцидів та регулятор росту рослин у значній мірі впливали на накопичення біомаси рослинами соняшника. Так, якщо біомаса однієї рослини у варіанті без препаратів і ручних прополовань (контроль І) становила у 2012 р. 16,2 г, то у варіантах із внесенням Дуалу Голд 960 1,2; 1,4 і 1,6 л/га вона перевищувала контроль І на 7; 14 і 36%, за внесення цих же норм Дуалу Голд 960 по фону – на 24; 40 і 50%. Активізацію ростових процесів соняшника у фазу три пари листків було відмічено і за використання гербіциду Фюзілад Форте 150 у нормах 0,5; 0,75 і 1,0 л/га, де перевищення контролю І складало 3; 16 і 2%, за внесення цих же норм Фюзіладу Форте 150 сумісно з РРР Радостим – 13; 44 і 17%, а за використання цих же композицій, внесених по фону – на 34; 72 і 27% (табл. 3.16).

У 2013 і 2014 рр. простежувалась аналогічна залежність формування надземної біомаси рослин соняшника у фазу три пари листків, проте у ці роки активність ростових процесів була вищою, що пов'язано з кращою вологозабезпеченістю рослин в порівнянні з 2012 р.

У середньому за три роки досліджень надземна біомаса рослин соняшника у фазу три пари листків за норм Фюзіладу Форте 150 0,5 та 0,75 л/га перевищувала контроль І на 3 та 21%, а за норми 1,0 л/га – на 2%. Застосування даного препарату у тих же нормах, але на фоні передпосівної обробки насіння сприяло збільшенню надземної біомаси рослин соняшника проти контролю І на 20; 42 і 19%.

Необхідно відзначити, що найбільш активно біомаса соняшника наростала у варіантах, де застосовували Фюзілад Форте 150 у тих же нормах, але сумісно із Радостимом (20 мл/га) по фону передпосівної обробки насіння РРР Радостим (250 мл/т), де перевищення контролю І складало 30; 53 і 24%.

Таблиця 3.16

Надземна біомаса рослин соняшника (г/на рослину) залежно від дії гербіцидів Дуал Голд 960, Фюзілад Форте 150 та регулятора росту рослин Радостим (фаза три пари листків)

Варіант досліджу	2012 р.	2013 р.	2014 р.	Середнє за три роки
Без препаратів і ручних прополювань (контроль I)	16,2	18,7	22,5	19,1
Без препаратів + ручні прополювання (контроль II)	23,2	27,1	28,6	26,3
Дуал Голд 960 1,2 л/га	17,4	19,8	23,3	20,1
Дуал Голд 960 1,4 л/га	18,4	23,5	24,9	22,2
Дуал Голд 960 1,6 л/га	22,1	26,8	27,1	25,3
Радостим 20 мл/га	16,5	18,9	22,8	19,4
Фюзілад Форте 150 0,5 л/га	16,7	19,2	23,4	19,7
Фюзілад Форте 150 0,75 л/га	18,8	24,6	26,3	23,2
Фюзілад Форте 150 1,0 л/га	16,5	19,0	23,0	19,5
Фюзілад Форте 150 0,5 л/га + Радостим 20 мл/га	19,3	23,8	25,7	22,9
Фюзілад Форте 150 0,75 л/га + Радостим 20 мл/га	23,4	26,9	27,3	25,8
Фюзілад Форте 150 1,0 л/га + Радостим 20 мл/га	19,0	22,8	22,9	21,5
Радостим 250 мл/т – обробка насіння (фон)	17,0	19,2	23,1	19,7
Фон + Дуал Голд 960 1,2 л/га	20,1	24,4	27,1	23,8
Фон + Дуал Голд 960 1,4 л/га	22,7	25,8	26,3	24,9
Фон + Дуал Голд 960 1,6 л/га	24,3	28,9	29,5	27,5
Фон + Радостим 20 мл/га	18,5	21,4	23,8	21,2
Фон + Фюзілад Форте 150 0,5 л/га	19,5	23,5	26,1	23,0
Фон + Фюзілад Форте 150 0,75 л/га	25,6	27,7	28,1	27,1
Фон + Фюзілад Форте 150 1,0 л/га	19,2	23,1	25,8	22,7
Фон + Фюзілад Форте 150 0,5 л/га + Радостим 20 мл/га	21,7	24,5	28,2	24,8
Фон + Фюзілад Форте 150 0,75 л/га + Радостим 20 мл/га	27,8	29,6	30,2	29,2
Фон + Фюзілад Форте 150 1,0 л/га + Радостим 20 мл/га	20,5	23,8	26,8	23,7
<i>НІР₀₅</i>	<i>1,5</i>	<i>1,0</i>	<i>0,9</i>	

За обробки Дуалом Голд 960 1,2; 1,4 і 1,6 л/га надземна біомаса перевищувала контроль I на 5; 16 і 32%, водночас за внесення цих же норм гербіциду по фону – на 25; 30 і 44%.

Одержані дані з формування надземної біомаси рослин соняшника засвідчили залежність даного показника від погодних умов та норм застосування гербіцидів окремо і в комплексі з РРР.

Зростання біомаси рослин у варіантах із застосуванням гербіцидів є наслідком знищення бур'янів у посівах соняшника, які є конкурентами культурних рослинам за світло, воду й поживні речовини. Слід зауважити, що підтвердженням цьому є контроль II, де упродовж вегетації знищувались бур'яни механічним шляхом. Так, у середньому за 2012–2014 рр. надземна біомаса соняшника у фазу три пари листків у варіанті контроль II перевищувала контроль I, де бур'яни не знищувались, на 88%. Разом з тим, зростання надземної біомаси у варіантах сумісного використання гербіциду й РРР є також наслідком стимулювання ростових процесів у рослинах соняшника з боку РРР, особливо за подвійного використання РРР – обробка насіння та посівів.

У фазу бутонізації соняшника надземна біомаса рослин значно збільшувалась проти фази три пари листків, проте простежувалась подібна залежність (табл. 3.17). У середньому за три роки досліджень застосування Дуалу Голд 960 1,2; 1,4 і 1,6 л/га забезпечило збільшення біомаси рослин соняшника на 19; 25 і 31%, Фюзіладу Форте 150 0,5; 0,75 і 1,0 л/га – 15; 30 і 24%. Ці ж норми гербіцидів, внесені по фону – на 24; 29 і 33% та 24; 35 і 32%. Найбільшу біомасу рослини соняшника формували за внесення Фюзіладу Форте 150 0,75 л/га + РРР Радостим 20 мл/га по фону (Радостим 250 мл/т), де приріст складав 40% у відношенні до контролю I та 3% – у відношенні контролю II.

Таблиця 3.17

Надземна біомаса рослин соняшника (г/на рослину) залежно від дії гербіцидів Дуал Голд 960, Фюзілад Форте 150 та регулятора росту рослин Радостим (фаза бутонізації)

Варіант досліджу	2012 р.	2013 р.	2014 р.	Середнє за три роки
Без препаратів і ручних прополювань (контроль I)	637,2	717,4	761,2	705,2
Без препаратів + ручні прополювання (контроль II)	937,2	956,5	987,2	960,3
Дуал Голд 960 1,2 л/га	761,4	847,1	903,2	837,2
Дуал Голд 960 1,4 л/га	823,6	886,2	941,7	883,8
Дуал Голд 960 1,6 л/га	888,2	909,6	975,8	924,5
Радостим 20 мл/га	650,1	734,2	782,1	722,1
Фюзілад Форте 150 0,5 л/га	754,8	831,2	855,1	813,7
Фюзілад Форте 150 0,75 л/га	876,1	892,3	975,2	914,5
Фюзілад Форте 150 1,0 л/га	823,1	863,0	934,5	873,5
Фюзілад Форте 150 0,5 л/га + Радостим 20 мл/га	786,4	875,5	891,4	851,1
Фюзілад Форте 150 0,75 л/га + Радостим 20 мл/га	902,7	921,6	991,3	938,5
Фюзілад Форте 150 1,0 л/га + Радостим 20 мл/га	856,4	882,1	954,2	897,5
Радостим 250 мл/т – обробка насіння (фон)	656,2	757,2	793,1	735,5
Фон + Дуал Голд 960 1,2 л/га	794,2	889,3	941,2	874,9
Фон + Дуал Голд 960 1,4 л/га	867,6	902,7	963,2	911,1
Фон + Дуал Голд 960 1,6 л/га	909,5	921,5	992,1	941,0
Фон + Радостим 20 мл/га	665,2	771,7	802,6	746,5
Фон + Фюзілад Форте 150 0,5 л/га	805,8	897,3	915,2	872,7
Фон + Фюзілад Форте 150 0,75 л/га	917,4	934,7	1005,4	952,5
Фон + Фюзілад Форте 150 1,0 л/га	882,1	924,5	978,2	928,2
Фон + Фюзілад Форте 150 0,5 л/га + Радостим 20 мл/га	836,4	925,2	941,7	901,1
Фон + Фюзілад Форте 150 0,75 л/га + Радостим 20 мл/га	945,8	987,2	1021,7	984,9
Фон + Фюзілад Форте 150 1,0 л/га + Радостим 20 мл/га	911,3	965,2	998,3	958,2
<i>НІР₀₅</i>	<i>12,5</i>	<i>18,0</i>	<i>25,4</i>	

У фазу цвітіння соняшника (табл. 3.18) надземна біомаса рослин у середньому за 2012–2014 рр. перевищувала аналогічні показники в контролі I на 301,9 г (фаза бутонізації) та 988,0 г (фаза три пари листків), проте найбільшою надземна біомаса була за використання Дуалу Голд 960 1,6 л/га + Радостим 250 мл/т та Фюзіладу Форте 150 0,75 л/га + Радостим 20 мл/га +

Радостим 250 мл/т, де перевищення контролю I складало 60% для обох варіантів відповідно.

Таблиця 3.18

Надземна біомаса рослин соняшника (г/на рослину) залежно від дії гербіцидів Дуал Голд 960, Фюзілад Форте 150 та регулятора росту рослин Радостим (фаза цвітіння)

Варіант досліджу	2012 р.	2013 р.	2014 р.	Середнє за три роки
Без препаратів і ручних прополювань (контроль I)	972,3	997,1	1052,1	1007,1
Без препаратів + ручні прополювання (контроль II)	1552,4	1586,4	1605,2	1581,3
Дуал Голд 960 1,2 л/га	1215,2	1337,4	1443,8	1332,1
Дуал Голд 960 1,4 л/га	1398,5	1442,3	1476,8	1439,2
Дуал Голд 960 1,6 л/га	1416,7	1522,5	1597,5	1512,2
Радостим 20 мл/га	985,6	1105,2	1168,3	1086,3
Фюзілад Форте 150 0,5 л/га	1202,6	1317,8	1421,7	1314,0
Фюзілад Форте 150 0,75 л/га	1411,2	1509,7	1531,2	1484,0
Фюзілад Форте 150 1,0 л/га	1371,6	1489,2	1514,3	1458,3
Фюзілад Форте 150 0,5 л/га + Радостим 20 мл/га	1273,5	1370,1	1484,2	1375,9
Фюзілад Форте 150 0,75 л/га + Радостим 20 мл/га	1517,2	1568,1	1591,5	1559,0
Фюзілад Форте 150 1,0 л/га + Радостим 20 мл/га	1509,7	1537,3	1542,0	1529,6
Радостим 250 мл/т – обробка насіння (фон)	1009,3	1125,7	1194,2	1109,7
Фон + Дуал Голд 960 1,2 л/га	1382,7	1465,3	1532,1	1460,0
Фон + Дуал Голд 960 1,4 л/га	1519,3	1567,5	1583,4	1556,7
Фон + Дуал Голд 960 1,6 л/га	1545,8	1637,2	1648,1	1610,3
Фон + Радостим 20 мл/га	1021,1	1142,3	1203,1	1122,1
Фон + Фюзілад Форте 150 0,5 л/га	1291,6	1384,4	1498,3	1391,4
Фон + Фюзілад Форте 150 0,75 л/га	1548,3	1581,0	1613,7	1581,0
Фон + Фюзілад Форте 150 1,0 л/га	1519,2	1562,4	1581,5	1554,3
Фон + Фюзілад Форте 150 0,5 л/га + Радостим 20 мл/га	1392,4	1424,4	1491,7	1436,1
Фон + Фюзілад Форте 150 0,75 л/га + Радостим 20 мл/га	1574,5	1618,3	1634,3	1609,0
Фон + Фюзілад Форте 150 1,0 л/га + Радостим 20 мл/га	1561,1	1581,2	1603,4	1581,9
<i>НІР₀₅</i>	35,0	45,2	34,0	

Одержані експериментальні дані дають підставу зробити висновки, що найбільш активно наростання біомаси рослин соняшника відбувається за знищення в посівах бур'янів на фоні стимулювання росту й розвитку рослин

PPP. Зокрема, найбільш активно біомаса соняшника нарастає за використання гербіциду Дуал Голд 960 1,6 л/га по фоні обробки насіння перед сівбою PPP Радостим 250 мл/т та Фюзіладу Форте 150 0,75 л/га з Радостимом 20 мл/га, внесених по фоні обробки насіння PPP Радостим 250 мл/т. Ці дані з формування найвищих показників надземної біомаси узгоджуються з активізацією проходження в рослинах фізіолого-біологічних процесів – накопиченням хлорофілу, формуванням листової поверхні, ЧПФ тощо.

3.5. Чиста продуктивність фотосинтезу

Формування високого врожаю сільськогосподарських рослин є результатом фотосинтезу, у процесі якого з простих речовин утворюються багаті енергією складні органічні сполуки. Як відомо, інтенсивність накопичення органічної речовини залежить від величини листової поверхні, яка визначається біометричними параметрами рослин і значною мірою залежить від режиму їх живлення, а також тривалістю активної діяльності листків [314].

Чиста продуктивність фотосинтезу характеризує інтенсивність нагромадження сухої біомаси та залежить як від біологічних особливостей культури, так і від комплексу зовнішніх чинників: сонячної радіації, температури повітря, вологості ґрунту, рівня мінерального живлення, а також застосування біологічно активних речовин. Чиста продуктивність фотосинтезу повніше, ніж площа листків, відображає реальні можливості агробіоценозу щодо синтезу органічної речовини. Вона є одним із найважливіших параметрів, з яким корелює рівень урожайності [315, 316].

О. І. Зінченко [7] стверджує, що оптимальна чиста продуктивність фотосинтезу формується, коли на 1 м² площі листків у зернових, коренеплодів, картоплі та інших культур асимілюється 4–6 г органічної речовини за добу. В загущених посівах цих та інших культур чиста продуктивність фотосинтезу

буде нижчою (3–4 г), але завдяки збільшенню густоти стояння рослин на одиниці площі посівів буде асимільовано більше органічних речовин. Так, при загущенні посіву середньоранніх гібридів кукурудзи на силос з 60 до 100–120 тис. рослин на гектар ЧПФ у фазі 12 листків знижується на 1,5–2 г, або на 30–40%, але це компенсується збільшенням густоти стеблостою.

Відомо, що велике значення для функціонування листкової поверхні відіграють сорти і гібриди, які мало ушкоджуються шкідниками і хворобами, та стійкі до застосування як хімічних, так і біологічних препаратів. Тому, знання впливу хімічних речовин на чисту продуктивність фотосинтезу соняшника є актуальним і недостатньо вивченим питанням. Проте літературні джерела [289, 317, 318] свідчать, що за період від появи сходів і до утворення кошиків соняшник нагромаджує близько 15% максимального вмісту сухої речовини у надземній частині; щодобовий приріст сухої речовини в рослині у цій фазі становить лише 0,5% загальної кількості. Найінтенсивніше нагромаджується суха речовина після утворення кошиків і під час цвітіння, де щодобовий приріст становить 1,7–1,9%.

Вивчення чистої продуктивності фотосинтезу в посівах соняшника упродовж 2012–2014 рр. показало, що цей показник залежав від погодних умов, норм застосування гербіцидів та їх поєднання з РРР (рис. 3.1). Так, найвищою ЧПФ посівів соняшника була у період фаза бутонізації – цвітіння у 2014 р. (8,04 г/м² за добу), дещо меншою у 2013 р. (7,92 г/м² за добу), найнижчою у 2012 р. (7,51 г/м² за добу), що свідчить про залежність даного показника від погодних умов, зокрема від вологозабезпеченості посівів.

Аналізуючи ЧПФ у 2012 р., слід зауважити, що за використання Дуалу Голд 960 1,2; 1,4 і 1,6 л/га ЧПФ відносно контролю I зростала на 4; 10 і 19%, Фюзіладу Форте 150 0,5; 0,75 і 1,0 л/га – 4; 10 і 3%. За внесення Дуалу Голд 960 1,2; 1,4 і 1,6 л/га по фоні ЧПФ складала у відношенні контролю I 8; 11 і 23%; за внесення Фюзіладу Форте 150 0,5; 0,75 і 1,0 л/га по фоні – 7; 25 і 7%, а за внесення даної композиції Фюзіладу Форте 150 в суміші з РРР Радостим – 25; 29 і 23%.

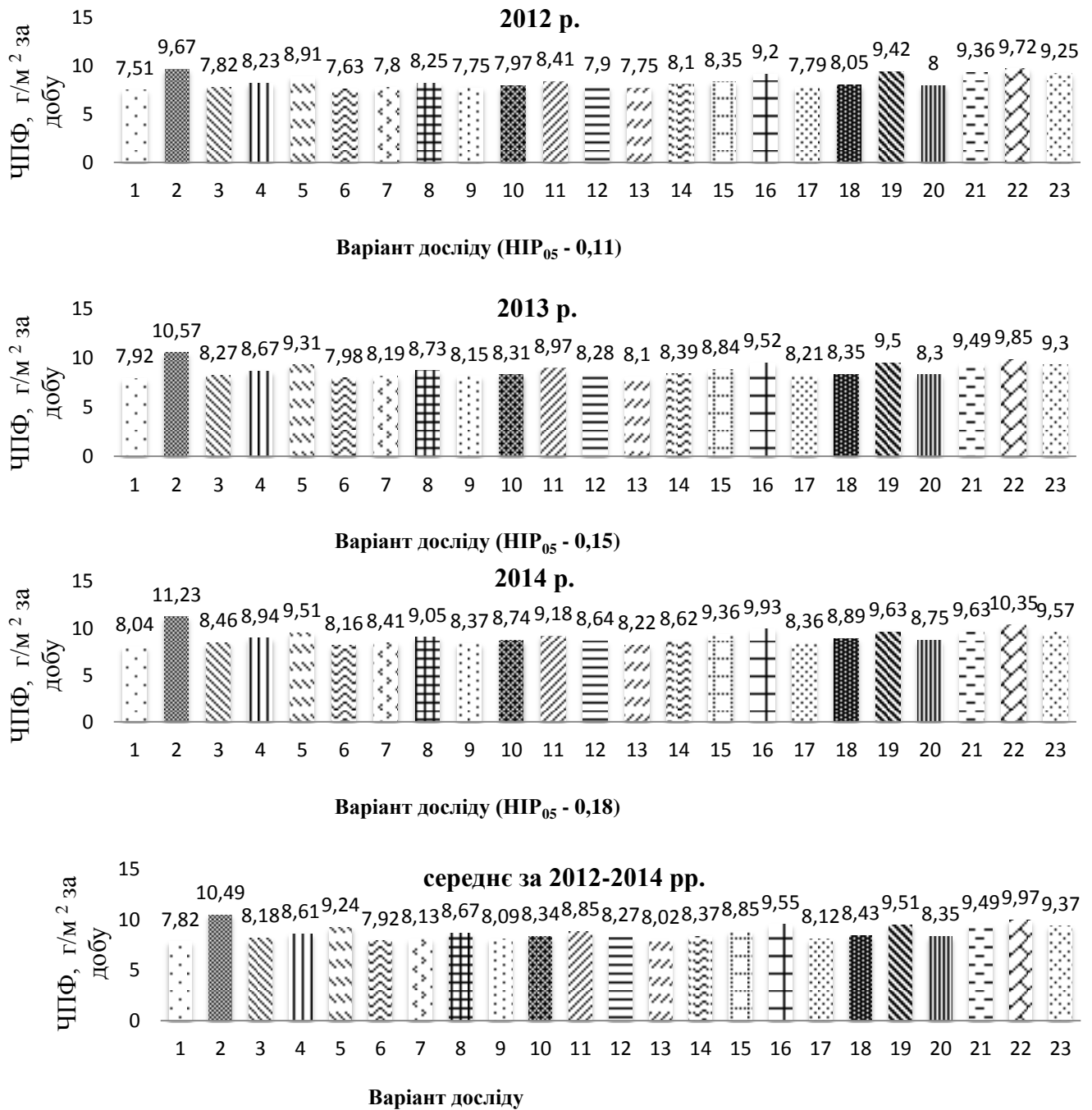


Рис. 3.1. Чиста продуктивність фотосинтезу рослин соняшника за дії гербіцидів Дуал Голд 960, Фюзілад Форте 150 та регулятора росту рослин Радостим, (г/м² за добу, фаза бутонізації-цвітіння)

Без препаратів і ручних прополювань (контроль I); 2. Без препаратів + ручні прополювання (контроль II); 3. Дуал Голд 960 1,2 л/га; 4. Дуал Голд 960 1,4 л/га; 5. Дуал Голд 960 1,6 л/га; 6. Радостим 20 мл/га; 7. Фюзілад Форте 150 0,5 л/га; 8. Фюзілад Форте 150 0,75 л/га; 9. Фюзілад Форте 150 1,0 л/га; 10. Фюзілад Форте 150 0,5 л/га + Радостим 20 мл/га; 11. Фюзілад Форте 150 0,75 л/га + Радостим 20 мл/га; 12. Фюзілад Форте 150 1,0 л/га + Радостим 20 мл/га; 13. Радостим 250 мл/га – обробка насіння (фон); 14. Фон + Дуал Голд 960 1,2 л/га; 15. Фон + Дуал Голд 960 1,4 л/га; 16. Фон + Дуал Голд 960 1,6 л/га; 17. Фон + Радостим 20 мл/га; 18. Фон + Фюзілад Форте 150 0,5 л/га; 19. Фон + Фюзілад Форте 150 0,75 л/га; 20. Фон + Фюзілад Форте 150 1,0 л/га; 21. Фон + Фюзілад Форте 150 0,5 л/га + Радостим 20 мл/га; 22. Фон + Фюзілад Форте 150 0,75 л/га + Радостим 20 мл/га; 23. Фон + Фюзілад Форте 150 1,0 л/га + Радостим 20 мл/га.

У 2013 і 2014 рр. були відмічені подібні показники у формуванні ЧПФ посівів соняшника в період фаза бутонізації–цвітіння, проте найвищою ЧПФ посівів соняшника була за поєднання внесення Дуалу Голд 960 1,6 л/га по фону – 9,52; 9,93 г/м² за добу відповідно у 2013 і 2014 рр. та – Фюзіладу Форте 150 1,4 л/га + РРР Радостим 20 мл/га + фон Радостим 250 мл/т – 9,85 і 10,35 г/м² за добу відповідно у 2013 і 2014 рр.

У середньому за 2012–2014 рр. ЧПФ посівів соняшника у період фаза бутонізації–цвітіння у варіантах Дуал Голд 960 1,2–1,6 л/га та Фюзіладу форте 150 0,5–1,0 л/га перевищувала показники контролю І на 1–18% та 3–11%, водночас за внесення цих гербіцидів по фону – 4–22% та 7–22%, внесення Фюзіладу Форте 150 0,5–1,0 л/га в суміші з Радостимом 20 мл/га по фону – 20–27%.

Таким чином, одержаний експериментальний матеріал дає право констатувати, що за використання в посівах соняшника гербіцидів і РРР асиміляційні процеси в рослинах значно активізуються, що є наслідком покращення умов росту й розвитку рослин, якими визначається площа листового апарату та його фотосинтетична активність. Застосування у посівах соняшника для передпосівної обробки насіння РРР Радостим 250 мл/т і внесення по даному фону гербіцида Дуал Голд 960 1,2–1,6 л/га та Фюзілад Форте 150 0,5–1,0 л/га сумісно з Радостимом 20 мл/га забезпечує зростання ЧПФ соняшника в середньому на 4–27%.

3.6. Інтенсивність дихання

Процеси поділу і росту клітин органів рослини, а також продукційні процеси вимагають безперервних затрат енергії, що утворюється за рахунок процесу дихання. Даний фізіологічний процес є джерелом утворення багатьох метаболітів, що слугують вихідним матеріалом для різноманітних реакцій.

Для процесу дихання необхідний кисень і його вміст визначає швидкість світлового дихання листків. Однак дихання може змінюватися залежно від умов зовнішнього середовища та активності проходження в тканинах і органах рослини біохімічних реакцій.

Співвідношення CO_2 і O_2 у хлоропласті визначає характер розщеплення молекул рибулозодифосфату. Якщо при їх розщепленні приєднуються молекули CO_2 , то утворюється гліколева кислота, яка є субстратом світлового дихання, що здійснюється послідовно в хлоропластах, пероксисомах та мітохондріях. Тому співвідношення інтенсивностей фотосинтезу і світлового дихання залежить від концентрацій CO_2 і O_2 .

Доведено, що світлове дихання перевищує темнове у 3–4 рази та знижує інтенсивність накопичення вуглеводів у процесі фотосинтезу. Однак воно є найважливішим шляхом засвоєння азоту і синтезу амінокислот, необхідних для забезпечення клітин енергією на світлі та для транспорту асимілятів [311, 319].

Одним із завдань наших досліджень було вивчити як змінюється дихання рослин соняшника залежно від фази розвитку рослин, застосування гербіцидів різних хімічних класів і PPP.

Як показали результати досліджень, застосування гербіцидів і PPP зумовлює підвищення інтенсивності дихання рослин соняшника, про що свідчить інтенсифікація виділення вуглекислого газу (Додаток Б, табл. Б.1, Б.2, рис. 3.2). Так, за використання Дуалу Голд 960 1,2–1,6 л/га інтенсивність дихання рослин соняшника у фазу шість пар листків зростала відповідно до років досліджень 2012; 2013 і 2014 рр. на 6–12; 9–14 і 7–13%; Фюзіладу Форте 150 0,5–1,0 л/га + PPP Радостим 20 мл/га по фону – 11–11; 12–10; 10–9.

Побіна залежність простежувалась за визначення інтенсивності дихання у 2012; 2013 і 2014 рр. у фазі цвітіння рослин соняшника (Додаток Б, табл. Б.2), де найвищі показники були відмічені за використання Дуалу Голд 960 1,2–1,6 л/га по фону та Фюзілад Форте 150 0,5–1,0 л/га + PPP Радостим 20

мл/га по фону – 9–11; 5–10; 6–10% та 8–9; 8–4 і 7–5% відповідно до композицій препаратів і років.

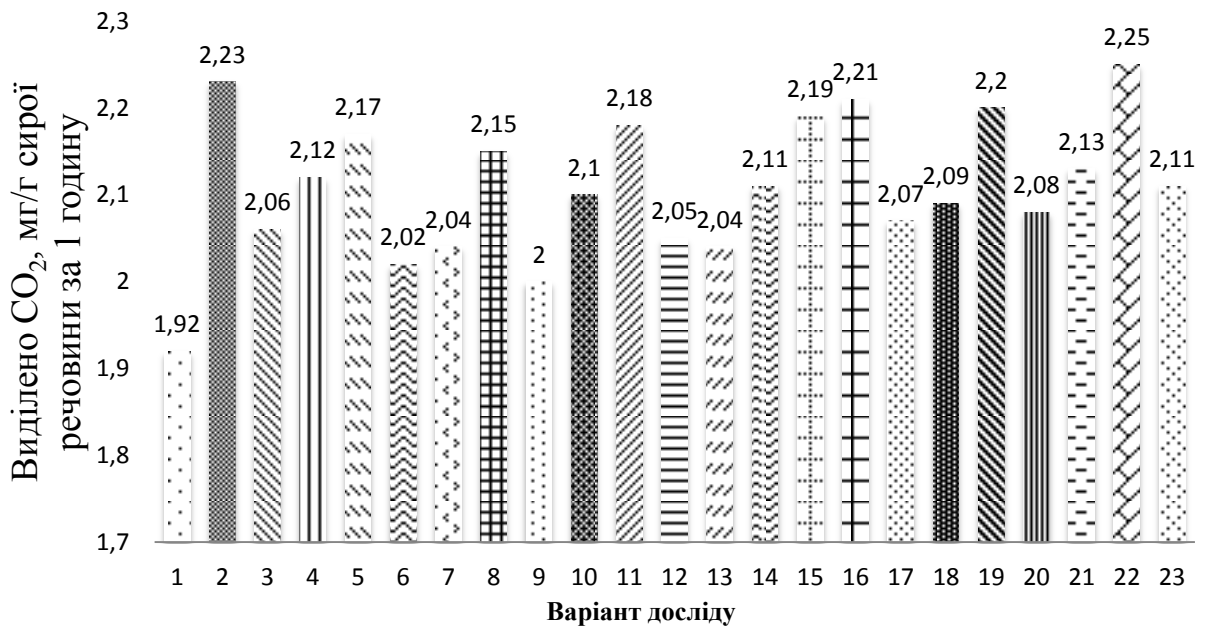


Рис 3.2. Інтенсивність дихання листків соняшника у фазі шість пар листків за внесення гербіцидів Дуал Голд 960, Фюзілад Форте 150 і регулятора росту рослин Радостим (середнє за три роки 2012–2014 рр.).

1. Без препаратів і ручних прополювань (контроль I); 2. Без препаратів + ручні прополювання (контроль II); 3. Дуал Голд 960 1,2 л/га; 4. Дуал Голд 960 1,4 л/га; 5. Дуал Голд 960 1,6 л/га; 6. Радостим 20 мл/га; 7. Фюзілад Форте 150 0,5 л/га; 8. Фюзілад Форте 150 0,75 л/га; 9. Фюзілад Форте 150 1,0 л/га; 10. Фюзілад Форте 150 0,5 л/га + Радостим 20 мл/га; 11. Фюзілад Форте 150 0,75 л/га + Радостим 20 мл/га; 12. Фюзілад Форте 150 1,0 л/га + Радостим 20 мл/га; 13. Радостим 250 мл/т – обробка насіння (фон); 14. Фон + Дуал Голд 960 1,2 л/га; 15. Фон + Дуал Голд 960 1,4 л/га; 16. Фон + Дуал Голд 960 1,6 л/га; 17. Фон + Радостим 20 мл/га; 18. Фон + Фюзілад Форте 150 0,5 л/га; 19. Фон + Фюзілад Форте 150 0,75 л/га; 20. Фон + Фюзілад Форте 150 1,0 л/га; 21. Фон + Фюзілад Форте 150 0,5 л/га + Радостим 20 мл/га; 22. Фон + Фюзілад Форте 150 0,75 л/га + Радостим 20 мл/га; 23. Фон + Фюзілад Форте 150 1,0 л/га + Радостим 20 мл/га.

Аналізуючи інтенсивність дихання рослин соняшника у фазі шести пар листків у середньому за 2012–2014 рр., слід відмітити, що за внесення гербіциду Дуал Голд 960 у нормах 1,2; 1,4 та 1,6 л/га вона зростала в

порівнянні з контролем I на 0,14; 0,20; 0,25 мг виділеного CO₂/г сирової речовини за 1 годину. Застосовуючи Дуал Голд 960 на фоні передпосівної обробки насіння Радостимом у нормі 250 мл/т, кількість виділеного CO₂ зростала та перевищувала контроль I на 0,19; 0,27; 0,29 мг виділеного CO₂/г сирової речовини за 1 годину.

За використання Радостиму у нормі 20 мл/га інтенсивність дихання перевищувала контроль I лише на 0,10 мг виділеного CO₂/г сирової речовини за 1 годину.

Застосування по сходах культури соняшника Фюзіладу Форте 150 у нормах 0,5; 0,75 та 1,0 л/га забезпечувало найвищу інтенсивність дихання за норми внесення 0,75 л/га, що на 0,23 мг виділеного CO₂/г сирової речовини за 1 годину було вище, ніж в контролі I, тоді як за норм 0,5 та 1,0 л/га – 0,12 та 0,08 мг CO₂/г сирової речовини за 1 годину.

Сумісне застосування Фюзіладу Форте 150 із Радостимом (20 мл/га) більш активно впливало на інтенсивність дихання. Так, найвищий показник інтенсивності дихання був відмічений за використання 0,75 л/га Фюзіладу Форте 150 із Радостимом (20 мл/га), де кількість виділеного CO₂ перевищувала контроль I на 0,26 мг CO₂/г сирової речовини за 1 годину. За дії 0,5 та 1,0 л/га Фюзіладу Форте 150 із Радостимом (20 мл/га) кількість виділеного CO₂ виявилась більшою за контроль I лише на 0,18 та 0,13 мг CO₂/г сирової речовини за 1 годину.

Найбільш інтенсивно процеси дихання проходили у варіантах сумісного застосування Фюзілад Форте 150 0,5–1,0 л/га + Радостим (20 мл/га) на фоні передпосівної обробки насіння Радостимом (250 мл/т). Найвищий показник кількості виділеного CO₂ був отриманий у варіанті із застосуванням 0,75 л/га Фюзіладу Форте 150, внесеного по фону сумісно із Радостимом, що на 0,33 мг виділеного CO₂/г сирової речовини за 1 годину перевищував контроль I. У варіантах за дії норм 0,5 та 1,0 л/га Фюзіладу Форте 150 у суміші з регулятором росту рослин на фоні передпосівної обробки РРР спостерігалось деяке зниження інтенсивності дихання рослин

соняшника порівняно з нормою 0,75 л/га, однак проти контролю I інтенсивність дихання була вищою на 0,21 та 0,19 мг виділеного CO₂/г сирої речовини за 1 годину.

У фазу цвітіння соняшника інтенсивність дихання також залежала від норм і способів внесення препаратів проте абсолютний показник інтенсивності дихання зріс у порівнянні з попередньою фазою. Очевидно, це пов'язано з більш активним проходженням основних фізіолого-біохімічних процесів у рослинах соняшника саме в цю фазу розвитку рослин (рис. 3.3).

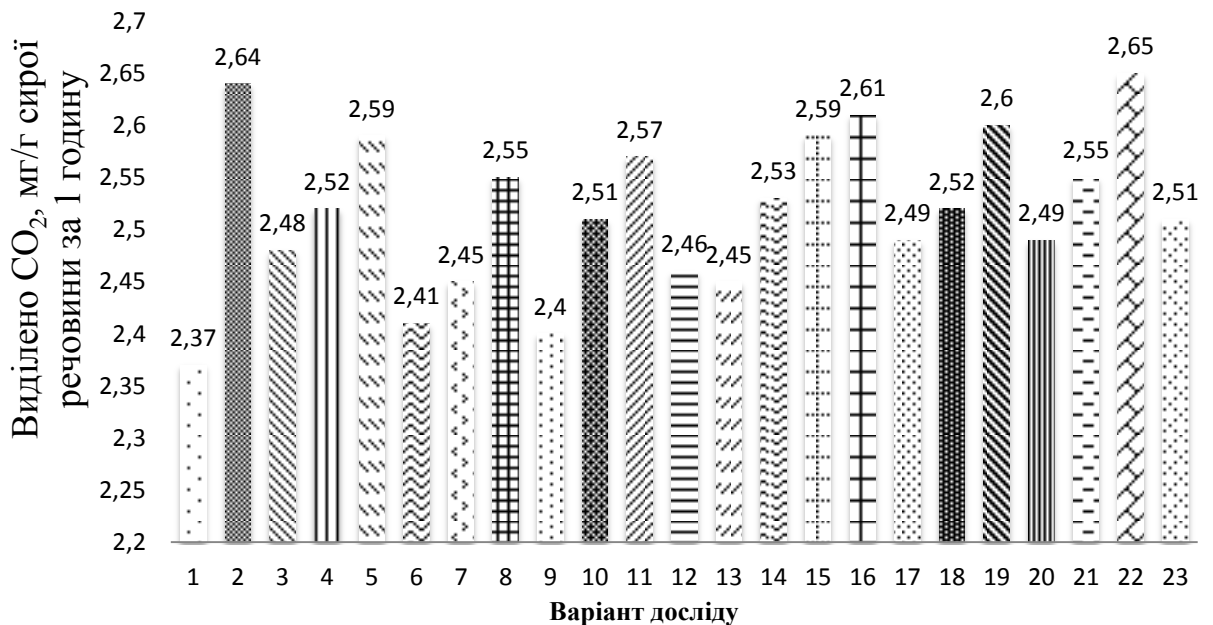


Рис 3.3. Інтенсивність дихання листків соняшника у фазі цвітіння за внесення гербіцидів Дуал Голд 960, Фюзілад Форте 150 і регулятора росту рослин Радостим (середнє за три роки 2012–2014 рр.).

1. Без препаратів і ручних прополовань (контроль I); 2. Без препаратів + ручні прополовання (контроль II); 3. Дуал Голд 960 1,2 л/га; 4. Дуал Голд 960 1,4 л/га; 5. Дуал Голд 960 1,6 л/га; 6. Радостим 20 мл/га; 7. Фюзілад Форте 150 0,5 л/га; 8. Фюзілад Форте 150 0,75 л/га; 9. Фюзілад Форте 150 1,0 л/га; 10. Фюзілад Форте 150 0,5 л/га + Радостим 20 мл/га; 11. Фюзілад Форте 150 0,75 л/га + Радостим 20 мл/га; 12. Фюзілад Форте 150 1,0 л/га + Радостим 20 мл/га; 13. Радостим 250 мл/т – обробка насіння (фон); 14. Фон + Дуал Голд 960 1,2 л/га; 15. Фон + Дуал Голд 960 1,4 л/га; 16. Фон + Дуал Голд 960 1,6 л/га; 17. Фон + Радостим 20 мл/га; 18. Фон + Фюзілад Форте 150 0,5 л/га; 19. Фон + Фюзілад Форте 150 0,75 л/га; 20. Фон + Фюзілад Форте 150 1,0 л/га; 21. Фон + Фюзілад Форте 150 0,5 л/га + Радостим 20 мл/га; 22. Фон + Фюзілад Форте 150 0,75 л/га + Радостим 20 мл/га; 23. Фон + Фюзілад Форте 150 1,0 л/га + Радостим 20 мл/га.

Так, за дії Дуалу Голд 960 у нормах 1,2; 1,4 та 1,6 л/га інтенсивність дихання у фазу цвітіння зростає у порівнянні з контролем I на 0,11; 0,15 та 0,22 мг виділеного CO₂/г сирої речовини за 1 годину, а на фоні передпосівної обробки Радостимом – на 0,16; 0,22; 0,24 мг виділеного CO₂/г сирої речовини за 1 годину.

Застосування Фюзіладу Форте 150 за норм 0,5; 0,75 та 1,0 л/га проявляло різний вплив на інтенсивність дихання листків соняшника. Так, норми 0,5 та 0,75 л/га препарату сприяли збільшенню виділеного CO₂ проти контролю I на 0,08; 0,18 мг CO₂/г сирої речовини за 1 годину. Дія найвищої норми гербіциду 1,0 л/га хоча і сприяла зростанню інтенсивності дихання у порівнянні з контролем I, але у меншій мірі, де кількість виділеного CO₂ перевищувала контроль I на 0,03 мг CO₂/г сирої речовини за 1 годину. Сумісне застосування Фюзіладу Форте 150 у тих же нормах із Радостимом сприяло активнішому проходженню обмінних процесів у рослинах соняшника, що зумовило зростання проти контролю I виділеного CO₂ на 0,14; 0,20 та 0,09 мг/г сирої речовини за 1 годину.

Внесення Радостиму зумовлювало зростання інтенсивності дихання рослин соняшника проти контролю I на 0,04 мг без фону та на 0,12 мг виділеного CO₂/г сирої речовини за 1 годину на фоні передпосівної обробки насіння РРР.

Серед всіх варіантів дослідження найінтенсивніше процес дихання проходив за сумісного застосування Фюзіладу Форте 150 0,5–1,0 л/га сумісно із Радостимом (20мл/га) на фоні передпосівної обробки насіння Радостимом (250 мл/т). У цих варіантах дослідження інтенсивність дихання перевищувала контроль I на 0,18; 0,28 та 0,14 мг виділеного CO₂/г сирої речовини за 1 годину.

Таким чином, можна стверджувати, що використання в посівах соняшника гербіцидів у сумішах з РРР та на фоні обробки РРР перед сівбою насіння забезпечує значну активізацію процесів дихання в рослинах, інтенсивність яких зумовлює енергетичний потенціал ростових та

продукційних процесів. Узагальнюючий розрахунок за індикаторною ознакою «інтенсивність дихання» – «активність антиоксидантних ферментів» засвідчив тісний кореляційний зв'язок ($r = 0,85$), оскільки ферменти є активними учасниками процесу дихання.

3.7. Інтенсивність транспірації

Серед всіх сільськогосподарських культур соняшник вирізняється високою здатністю до транспірації. Доведено, що за вегетаційний період одна рослина поглинає близько 100–200 кг води. Водночас для створення однієї частини сухої речовини соняшник витрачає понад 600 частин води, що значно більше, ніж зернові культури. При врожаї насіння 2 т/га соняшник споживає близько 3500 т води, що майже у два рази більше, ніж кукурудза [232].

Більшу частину води рослини втрачають крізь продихи. У соняшника продихи залишаються відкритими упродовж дня та закриваються лише ввечері. Випаровування води з поверхні епідермальних клітин відбувається значно повільніше, ніж через продихи.

Науковцями доведено, що інтенсивність транспірації знаходиться в тісній залежності від зміни сонячної радіації, температури, вологості повітря та ґрунту. В літературі є відомості про те, що інтенсивність транспірації вища у тих рослин, які містять більшу кількість вільнозв'язаної води [320].

Інтенсивність транспірації соняшника частіше варіює від 0,5 до 4 г на 1 дм² поверхні листка за годину, але може зростати і до 16 г/дм² за годину. Знижується транспірація внаслідок нестачі ґрунтової вологи [320, 321].

З метою перевірки залежності транспірації рослин соняшника від дії досліджуваних препаратів нами було проведено відповідні дослідження, які засвідчили, що показник транспірації соняшника змінювався залежно від норм та способів застосування препаратів (табл. 3.19). Так, у фазі шести пар листків при застосуванні Дуалу Голд 960 у нормах 1,2; 1,4 та 1,6 л/га в

середньому за три роки досліджень інтенсивність транспірації зростала у порівнянні з контролем I на 27; 31 та 33%. За внесення даного гербіциду на фоні передпосівної обробки насіння Радостимом показник транспірації перевищував контроль I на 31; 35 та 38% відповідно.

Таблиця 3.19

Інтенсивність транспірації листків соняшника за дії гербіцидів Дуал Голд 960, Фюзілад Форте 150 та регулятора росту рослин Радостим (фаза шести пар листків, г/м² за годину)

Варіант досліджу	2012 р.	2013 р.	2014 р.	Середнє за три роки
Без препаратів і ручних прополовань (контроль I)	287,4	294,3	297,4	293,0
Без препаратів + ручні прополовання (контроль II)	402,6	411,4	413,5	409,1
Дуал Голд 960 1,2 л/га	365,7	372,3	375,8	371,2
Дуал Голд 960 1,4 л/га	372,0	387,1	390,3	383,1
Дуал Голд 960 1,6 л/га	380,9	391,3	395,2	389,1
Радостим 20 мл/га	348,4	354,5	358,4	353,7
Фюзілад Форте 150 0,5 л/га	360,1	367,2	370,1	365,8
Фюзілад Форте 150 0,75 л/га	372,7	388,4	394,2	385,1
Фюзілад Форте 150 1,0 л/га	357,4	364,7	368,3	363,4
Фюзілад Форте 150 0,5 л/га + Радостим 20 мл/га	368,6	374,2	378,5	373,7
Фюзілад Форте 150 0,75 л/га + Радостим 20 мл/га	383,5	391,3	396,2	390,3
Фюзілад Форте 150 1,0 л/га + Радостим 20 мл/га	363,6	370,5	375,1	369,7
Радостим 250 мл/т – обробка насіння (фон)	354,6	360,2	365,4	360,0
Фон + Дуал Голд 960 1,2 л/га	377,3	383,4	387,6	382,7
Фон + Дуал Голд 960 1,4 л/га	388,5	396,2	399,2	394,6
Фон + Дуал Голд 960 1,6 л/га	397,6	405,1	408,4	403,7
Фон + Радостим 20 мл/га	359,6	367,1	372,3	366,3
Фон + Фюзілад Форте 150 0,5 л/га	371,3	382,0	385,1	379,4
Фон + Фюзілад Форте 150 0,75 л/га	386,5	397,5	409,6	397,8
Фон + Фюзілад Форте 150 1,0 л/га	366,0	380,2	382,3	376,1
Фон + Фюзілад Форте 150 0,5 л/га + Радостим 20 мл/га	388,7	396,4	400,2	395,1
Фон + Фюзілад Форте 150 0,75 л/га + Радостим 20 мл/га	406,2	415,7	417,3	413,0
Фон + Фюзілад Форте 150 1,0 л/га + Радостим 20 мл/га	382,9	392,5	397,5	390,9
<i>НІР₀₅</i>	18,5	20,2	18,0	

Застосовуючи Радостим самостійно, у нормі 20 мл/га, показник транспірації перевищував контроль I на 21% та на 25% – на фоні передпосівної обробки насіння. У варіанті передпосівної обробки насіння Радостимом у нормі 250 мл/т інтенсивність транспірації зростала проти контролю I на 23%.

Внесення Фюзіладу Форте 150 по сходах культури у нормах 0,5; 0,75 та 1,0 л/га продемонструвало дещо менші показники інтенсивності транспірації. Зокрема, за норми 0,5 л/га вона була більшою за контроль I на 25%, за норми 0,75 л/га – на 31%, 1,0 л/га – на 24%. Очевидно, що інтенсивність транспірації залежала від кількості продохів та розмірів продохових щілин, які з наростанням норм гербіцидів зменшувалися.

Сумісне застосування Фюзіладу Форте 150 у тих же нормах із Радостимом (20 мл/га) сприяло підвищенню інтенсивності транспірації проти контролю I на 28; 33 та 26%.

Найвищі показники інтенсивності транспірації було відмічено у варіантах сумісної дії Фюзіладу Форте 150 0,5–1,0 л/га із Радостимом на фоні передпосівної обробки насіння РРР, де вона складала 395,1; 413,0; 390,9 г/м² за годину і перевищувала контроль I на 35; 41 та 33% відповідно. Зростання показника інтенсивності транспірації, на нашу думку, відбувалося за рахунок більшої кількості доступної вологи у ґрунті у тих варіантах дослідження, де за дії гербіцидів усувалася сегетальна рослинність та зменшувалась фітотоксична дія на рослини, спричинена гербіцидами.

У фазу цвітіння (табл. 3.20) інтенсивність транспірації перебувала у прямій залежності від норм та способів застосовуваних препаратів, хоча зміна показників даного процесу, зокрема зменшення інтенсивності транспірації, очевидно, пов'язана зі зменшенням використання рослинами вологи, яка виступала лімітуючим чинником. Так, за дії Дуалу Голд 960 у нормах 1,2–1,6 л/га в середньому за три роки у фазу цвітіння інтенсивність транспірації проти контролю I зростає на 21; 26 та 29%. На фоні передпосівної

обробки насіння PPP за дії Дуалу Голд 960 1,2; 1,4 і 1,6 л/га показники інтенсивності транспірації зростали стосовно контролю I на 24; 29 і 33%.

Таблиця 3.20

Інтенсивність транспірації листків соняшника за дії гербіцидів Дуал Голд 960, Фюзілад Форте 150 та регулятора росту рослин Радостим (фаза цвітіння, г/м² за годину)

Варіант досліджу	2012 р.	2013 р.	2014 р.	Середнє за три роки
Без препаратів і ручних прополювань (контроль I)	145,2	148,5	156,3	150,0
Без препаратів + ручні прополювання (контроль II)	175,2	198,3	221,4	198,3
Дуал Голд 960 1,2 л/га	154,9	187,2	202,4	181,5
Дуал Голд 960 1,4 л/га	162,1	197,3	205,8	188,4
Дуал Голд 960 1,6 л/га	170,2	204,8	207,3	194,1
Радостим 20 мл/га	157,2	165,3	201,6	174,7
Фюзілад Форте 150 0,5 л/га	152,2	183,4	202,0	179,2
Фюзілад Форте 150 0,75 л/га	165,4	187,2	215,3	189,3
Фюзілад Форте 150 1,0 л/га	150,7	180,0	200,6	177,1
Фюзілад Форте 150 0,5 л/га + Радостим 20 мл/га	158,2	188,1	205,1	183,8
Фюзілад Форте 150 0,75 л/га + Радостим 20 мл/га	171,2	190,3	217,5	193,0
Фюзілад Форте 150 1,0 л/га + Радостим 20 мл/га	155,2	186,0	203,2	181,4
Радостим 250 мл/т – обробка насіння (фон)	159,5	168,7	203,7	177,3
Фон + Дуал Голд 960 1,2 л/га	162,7	190,3	207,2	186,7
Фон + Дуал Голд 960 1,4 л/га	167,6	205,1	209,3	194,0
Фон + Дуал Голд 960 1,6 л/га	175,2	210,0	212,4	199,2
Фон + Радостим 20 мл/га	163,1	170,2	206,0	179,7
Фон + Фюзілад Форте 150 0,5 л/га	159,6	189,2	206,5	185,1
Фон + Фюзілад Форте 150 0,75 л/га	174,5	194,3	218,5	195,7
Фон + Фюзілад Форте 150 1,0 л/га	157,4	187,3	204,6	183,1
Фон + Фюзілад Форте 150 0,5 л/га + Радостим 20 мл/га	165,2	197,4	210,2	190,9
Фон + Фюзілад Форте 150 0,75 л/га + Радостим 20 мл/га	189,3	207,5	223,4	206,7
Фон + Фюзілад Форте 150 1,0 л/га + Радостим 20 мл/га	162,1	195,3	207,2	188,2
<i>НІР₀₅</i>	<i>11,5</i>	<i>10,2</i>	<i>12,3</i>	

Застосування Фюзіладу Форте 150 у нормах 0,5; 0,75 і 1,0 л/га зумовлювало зростання інтенсивності транспірації проти контролю I на 20;

26 та 18% відповідно. Однак сумісна дія Фюзіладу Форте 150 у тих же нормах із Радостимом 20 мл/га підвищила інтенсивність транспірації на 23; 29 і 21% відносно контролю І.

Найінтенсивніше процес транспірації відбувався у фазі цвітіння у варіантах застосування Фюзіладу Форте 150 сумісно із РРР Радостим 20 мл/га на фоні передпосівної обробки насіння РРР Радостим, де перевищення щодо контролю І становило 27; 38 і 25%.

Таким чином, інтенсивність транспірації рослин соняшника знаходиться в прямій залежності від фази розвитку рослин, виду внесених гербіцидів та компонування їх застосування з РРР. Інтенсивність транспірації зростає у варіантах дослідів із внесенням Дуалу Голд 960 в нормах 1,2–1,6 л/га, внесених на фоні передпосівної обробки насіння РРР Радостим 250 мл/т, та Фюзіладу Форте 150 0,5–1,0 л/га + РРР Радостим 20 мл/га, внесеного на фоні передпосівної обробки насіння РРР Радостим 250 мл/т, що узгоджується з показниками найвищої фізіолого-біохімічної активності в цих варіантах дослідів, в тому числі й фотосинтетичної, за інтенсифікації яких газо- та водообмін у рослинах значно підвищуються.

Матеріали розділу 3 опубліковано та апробовано в працях [322–328].

1. Грицаєнко З. М., Карпенко В. П., Підан Л. Ф. Стан ферментної системи рослин соняшника за використання гербіциду Фюзілад Форте 150 і регулятора росту рослин Радостим // Зб. наук. праць Уманського НУС. Умань. 2016. Вип. 88. Ч. 1. С. 16–23.
2. Грицаєнко З. М., Карпенко В. П., Мостов'як І. І., Підан Л. Ф. Пігментний комплекс соняшника за дії гербіциду Фюзілад Форте 150 і регулятора росту рослин Радостим // Карантин і захист рослин. 2016. № 4 (235). С. 1–3.
3. Грицаєнко З. М., Підан Л. Ф. Анатомо-морфологічні зміни у листках соняшника за комплексної дії гербіциду Фюзілад Форте 150 і регулятора

- росту рослин Радостим // Вісник Уманського національного університету садівництва. Умань. 2015. № 2. С. 76–79.
4. Грицаєнко З. М., Карпенко В. П., Підан Л. Ф. Стан фотосинтетичної та пігментної систем соняшника за дії гербіцидів Фюзилад Форте 150, Дуал Голд 960 та регулятора росту Радостим // Зб. наук. праць Уманського НУС. Умань. 2014. Вип. 86. Ч. 1. С. 221–228.
 5. Карпенко В. П., Підан Л. Ф., Заболотний О. І. та ін. Біологізована технологія вирощування соняшника; за ред. В. П. Карпенка. Умань. 2016. 11 с.
 6. Грицаєнко З. М., Підан Л. Ф. Агробіологічні заходи підвищення синтезу суми хлорофілу (a+b) в посівах соняшнику за використання гербіцидів і регулятора росту рослин // Матеріали міжнародної науково-практичної конференції. Актуальні питання сучасної аграрної науки. Умань. 2014 С. 70–72.
 7. Підан Л. Ф. Динаміка листкового апарату соняшника за дії різних норм гербіцидів та способів застосування ріст регулятора // Сборник докладов международных конференций «Консолидация научных исследований» «Диверсификация научных подходов как основание повышения качества исследований». Донецк: Ниц Знание. 2013. С. 16–19.

РОЗДІЛ 4

МІКРОБІОТА ҐРУНТУ В ПОСІВАХ СОНЯШНИКА ЗА ДІЇ ГЕРБІЦИДІВ ДУАЛ ГОЛД 960, ФЮЗІЛАД ФОРТЕ 150 І РЕГУЛЯТОРА РОСТУ РОСЛИН РАДОСТИМ

Ґрунт, як основа біогеоценозу, знаходиться під впливом різного за часом, інтенсивністю, масштабом антропогенного навантаження, яке, в свою чергу, порушує нормальний перебіг ґрунтових процесів, що призводять до значних змін у функціонуванні мікробного угруповання. Кількісний та якісний склад ґрунтової мікробіоти віддзеркалює ступінь антропогенного навантаження, тому використовується як діагностичний показник при оцінці екологічного стану ґрунтів сільськогосподарського призначення [120].

Систематична обробка ґрунту гербіцидами має як пряму, так і опосередковану дію на ґрунтові мікроорганізми. Пряма дія спричиняє ураження «мішеней», найчутливіших представників мікробного ценозу. Опосередкована – полягає у знищенні бур'янів та змінах у технології обробітку ґрунту, що змінює повітряно-водний режим та розподіл органічної речовини за ґрунтовим профілем. Величина інгібуючого ефекту гербіцидів та тривалість їхньої дії на індикаторні групи мікроорганізмів зумовлена низкою факторів, серед яких провідне місце займають токсичність хімічних сполук, що входять до складу препаратів, їхня персистентність та здатність мікроорганізмів адаптуватись до цих речовин [192, 193].

Науковцями виділено три типи найважливіших процесів, що відбуваються при взаємодії мікроорганізмів із пестицидами: вплив пестицидів на ґрунтові мікроорганізми та на санітарний стан ґрунту, трансформація, деградація й утилізація пестицидів мікробіотою [120].

Доведено, що для похідних симтриазину та фенілсечовини «мішенями» є мікроскопічні водорості, для рогору – азотфіксатори, для карботіону – гриби, водорості та автотрофні бактерії-нітрифікатори. Тобто, токсична дія

гербицидів проявляється, в основному на індикаторних групах мікроорганізмів [201].

Багаторічні дослідження засвідчують, що у польових умовах, швидкість відновлення біологічної активності ґрунту залежить, від персистентності пестицидів, причому, негативні наслідки їхнього застосування доволі часто перевищують у часі наявність пестицидів та їхніх метаболітів у ґрунті. Маючи можливість атакувати той чи інший ксенобіотик, мікроорганізми можуть виявитись нездатними здійснювати цей процес через відсутність у природі відповідних умов, таких як температура, кислотність середовища та аерація ґрунту [120].

Стійкість проти пестицидів різних штамів одного і того самого виду мікроорганізмів відрізняється у десятки разів. Це сприяє виживанню мікроорганізмів та відновленню біопродуктивності ґрунту, але цей процес відбувається в результаті зміни домінуючих форм і, як результат, зменшення видового різноманіття [201].

Доведено, що негативний вплив виробничих навантажень, зокрема застосування пестицидів на ґрунтові мікроорганізми, носить зворотний характер, мікробіота має здатність відновлюватись. Однак, систематичне застосування пестицидів може надовго виключити в ґрунті життєдіяльність чутливих щодо певних хімічних сполук форм [199].

Нині, з метою зменшення пестицидного навантаження на довкілля, пестициди застосовують сумісно із регуляторами росту рослин та здійснюють передпосівну обробку насіння розчинами регуляторів росту рослин. Літературні дані свідчать, що за присутності в середовищі РРР підвищується стійкість мікробних асоціацій до пестицидів та пришвидшується їх деструкція [200, 202, 203, 212].

Аналіз наукових праць показує, що негативна дія пестицидів, у тому числі й гербицидів, на ростові процеси природних асоціацій мікроорганізмів може бути істотно послаблена при сумісному застосуванні цих препаратів із регуляторами росту рослин.

Функціонування мікробних комплексів у ґрунті забезпечує безперервні процеси трансформації органічної речовини в наземних екотопах. Тому вивчення динаміки їхньої чисельності дає змогу розкрити механізми, які визначають загальні напрями трансформації органічної речовини та стан екосистеми в цілому. Аналіз результатів досліджень стосовно загальної чисельності бактерій в ризосфері соняшника на 10-ту добу після внесення посходових препаратів засвідчив, що чисельність бактерій в ризосфері за роками варіювала в значній мірі (табл. 4.1).

У середньому за три роки досліджень на 10-ту добу після внесення препаратів чисельність бактерій у варіанті без препаратів і ручних прополювань (контроль I) становила 1884 тис. КУО в 1 г ґрунту.

Застосування до сходів культури гербіциду Дуал Голд 960 у нормах 1,2; 1,4 і 1,6 л/га вплинуло на зміни в чисельності ризосферних бактерій в незначній мірі, проте перевищення їх кількості до контролю I складало 14; 12 і 7%. На фоні передпосівної обробки насіння Радостимом загальна чисельність бактерій у варіантах застосування Дуалу Голд 960 1,2; 1,4 і 1,6 л/га зростала на 17; 15 і 11% до контролю I.

Внесення по сходах культури гербіциду Фюзілад Форте 150 у нормах 0,5; 0,75 і 1,0 л/га в середньому за три роки показало, що надмірна норма препарату 1,0 л/га дещо зменшувала темпи розвитку мікробіоти, проте їх чисельність на 11; 16 і 10% була більшою, ніж в контролі I. Значне збільшення мікроорганізмів відмічено нами у варіантах сумісного застосування Фюзіладу Форте 150 за тих же норм із Радостимом (20 мл/га), де кількість мікроорганізмів перевищувала контроль I на 24; 31 і 19% відповідно.

Активніше розвивались мікроорганізми у варіантах сумісного застосування Фюзіладу Форте 150 0,5; 0,75 і 1,0 л/га із Радостимом на фоні передпосівної обробки насіння PPP Радостим 250 мл/т, де чисельність бактерій у ризосфері соняшника була на 28; 36 та 24% більше, ніж в контролі I.

Таблиця 4.1

Загальна чисельність бактерій у ризосфері соняшника за дії різних норм гербіцидів Дуал Голд 960, Фюзілад Форте 150 і РРР Радостим (10-та доба після внесення препаратів, 10³ КУО/г ґрунту)

Варіант досліджу	2012 р.	2013 р.	2014 р.	Середнє за три роки
Без препаратів і ручних прополювань (контроль I)	1843	1974	1837	1884
Без препаратів + ручні прополювання (контроль II)	2515	2631	2507	2551
Дуал Голд 960 1,2 л/га	2125	2195	2138	2152
Дуал Голд 960 1,4 л/га	2097	2147	2082	2108
Дуал Голд 960 1,6 л/га	2010	2071	1987	2022
Радостим 20 мл/га	2007	2082	1994	2027
Фюзілад Форте 150 0,5 л/га	2098	2133	2063	2098
Фюзілад Форте 150 0,75 л/га	2185	2257	2141	2194
Фюзілад Форте 150 1,0 л/га	2061	2109	2041	2070
Фюзілад Форте 150 0,5 л/га + Радостим 20 мл/га	2281	2447	2291	2339
Фюзілад Форте 150 0,75 л/га + Радостим 20 мл/га	2456	2523	2437	2472
Фюзілад Форте 150 1,0 л/га + Радостим 20 мл/га	2178	2348	2218	2248
Радостим 250 мл/т – обробка насіння (фон)	2085	2136	2091	2104
Фон + Дуал Голд 960 1,2 л/га	2203	2210	2182	2198
Фон + Дуал Голд 960 1,4 л/га	2156	2197	2135	2162
Фон + Дуал Голд 960 1,6 л/га	2095	2116	2073	2094
Фон + Радостим 20 мл/га	2164	2280	2143	2195
Фон + Фюзілад Форте 150 0,5 л/га	2174	2262	2218	2218
Фон + Фюзілад Форте 150 0,75 л/га	2458	2480	2347	2428
Фон + Фюзілад Форте 150 1,0 л/га	2156	2191	2165	2170
Фон + Фюзілад Форте 150 0,5 л/га + Радостим 20 мл/га	2310	2561	2394	2421
Фон + Фюзілад Форте 150 0,75 л/га + Радостим 20 мл/га	2565	2609	2507	2560
Фон + Фюзілад Форте 150 1,0 л/га + Радостим 20 мл/га	2234	2467	2332	2344
<i>НІР₀₅</i>	87	114	110	

Очевидно, що зростання чисельності мікроорганізмів в ризосфері соняшника в даних варіантах досліджу пов'язане з підвищеною фізіолого-біохімічною активністю, в тому числі й фотосинтетичною, у результаті якої у ризосферу потрапляє більша кількість ексудатів, що є харчовою базою для

мікробіоти. На 25-ту добу після внесення препаратів чисельність бактерій у ризосфері соняшника у порівнянні до 10-тої доби визначення значно зростали, що пов'язано з переходом рослин до інтенсивного росту наступної фази розвитку, в результаті чого зростали фотосинтетичні й обмінні процеси в рослинах, які стимулювали розвиток мікробіоти (табл. 4.2). Проте, слід відмітити, що впродовж 2012–2014 рр. найактивніше розвивалась ризосферна мікробіота на 25-ту добу визначення у варіантах Дуал Голд 960 1,2–1,6 л/га, внесених по фоні, та Фюзілад Форте 150 0,5–1,0 л/га + PPP Радостим 20 мл/га, внесених по фоні, що за роками досліджень на 637–350 (2012 р.), 623–303 (2013 р.), 548–300 (2014 р.) та 520–464, 458–403, 482–410 тис. КУО в 1 г ґрунту перевищувало контроль I за HIP_{05} за роками 83; 98 і 105 тис. КУО в 1 г ґрунту відповідно.

У середньому за 2012–2014 рр. за внесення у посівах гербіциду Дуал Голд 960 у нормах 1,2; 1,4 і 1,6 л/га кількість бактерій збільшилася до контролю I на 20; 18 і 5%. Водночас за внесення даного гербіциду на фоні передпосівної обробки насіння PPP кількість бактерій зросла проти контролю I на 29; 25 і 15% відповідно.

У варіантах із внесенням Фюзіладу Форте 150 у нормах 0,5; 0,75 і 1,0 л/га загальна чисельність бактерій перевищувала контроль I на 7; 17 і 5%. Норма Фюзіладу Форте 150 1,0 л/га сприяла малоактивному розвитку мікроорганізмів як в початковий період, так і через 25 діб після застосування препарату. Однак за використання Фюзіладу Форте 150 в нормах 0,5; 0,75 і 1,0 л/га сумісно з Радостимом кількість мікроорганізмів перевищувала їх чисельність в порівнянні з внесенням лише одного Фюзіладу Форте 150 в середньому за три роки досліджень відповідно до норм препарату на 224; 213 та 188 тис. КУО/г ґрунту, що на 18; 27 і 14% була більшим за показники в контролі I.

Сумісне застосування Фюзіладу Форте 150 у тих же нормах із Радостимом на фоні передпосівної обробки насіння PPP Радостим підвищувало активність розвитку мікроорганізмів у відношенні контролю I

на 23; 33 і 20%. Як показали наші дослідження, дана композиція препаратів сприяла більш кращому проходженню обмінних процесів у надземній частині рослин соняшника, що інтенсифікувало відтік продуктів фотосинтезу в кореневу систему та ризосферу.

Таблиця 4.2

Загальна чисельність бактерій у ризосфері соняшника за дії різних норм гербіцидів Дуал Голд 960, Фюзілад Форте 150 і РРР Радостим (25-та доба після внесення препаратів, 10³ КУО/г ґрунту)

Варіант досліджу	2012 р.	2013 р.	2014 р.	Середнє за три роки
Без препаратів і ручних прополовань (контроль I)	1968	2170	2110	2082
Без препаратів + ручні прополовання (контроль II)	2705	2813	2734	2750
Дуал Голд 960 1,2 л/га	2305	2710	2485	2500
Дуал Голд 960 1,4 л/га	2235	2668	2471	2458
Дуал Голд 960 1,6 л/га	2147	2234	2195	2192
Радостим 20 мл/га	2165	2255	2187	2202
Фюзілад Форте 150 0,5 л/га	2185	2274	2241	2233
Фюзілад Форте 150 0,75 л/га	2315	2519	2491	2441
Фюзілад Форте 150 1,0 л/га	2158	2211	2207	2192
Фюзілад Форте 150 0,5 л/га + Радостим 20 мл/га	2382	2545	2445	2457
Фюзілад Форте 150 0,75 л/га + Радостим 20 мл/га	2576	2712	2674	2654
Фюзілад Форте 150 1,0 л/га + Радостим 20 мл/га	2292	2438	2411	2380
Радостим 250 мл/т – обробка насіння (фон)	2248	2293	2241	2260
Фон + Дуал Голд 960 1,2 л/га	2605	2793	2658	2685
Фон + Дуал Голд 960 1,4 л/га	2471	2741	2593	2601
Фон + Дуал Голд 960 1,6 л/га	2318	2473	2410	2400
Фон + Радостим 20 мл/га	2318	2411	2370	2366
Фон + Фюзілад Форте 150 0,5 л/га	2393	2521	2473	2462
Фон + Фюзілад Форте 150 0,75 л/га	2590	2781	2714	2695
Фон + Фюзілад Форте 150 1,0 л/га	2345	2463	2450	2419
Фон + Фюзілад Форте 150 0,5 л/га + Радостим 20 мл/га	2488	2628	2592	2569
Фон + Фюзілад Форте 150 0,75 л/га + Радостим 20 мл/га	2721	2841	2745	2769
Фон + Фюзілад Форте 150 1,0 л/га + Радостим 20 мл/га	2432	2573	2520	2508
<i>НІР₀₅</i>	83	98	105	

Важливе значення серед ґрунтової мікробіоти відіграють мікроміцети, які слугують важливим показником спрямованості мікробіологічних процесів у ґрунті [212].

Результати обліку мікроміцетів у ризосфері соняшника на 10-ту добу застосування препаратів засвідчили зростання їх чисельності, особливо у варіантах досліду з комплексним застосування гербіцидів і РРР (табл. 4.3). Так, у варіанті фон + Дуал Голд 960 1,6 л/га, фон + Фюзілад Форте 150 0,75 л/га + Радостим 20 мл/га їх чисельність була найбільшою і перевищувала контроль I відповідно за роками на 210; 216 і 297 та 628; 590 і 816 тис. КУО/г ґрунту за $НІР_{05}$ 55; 108 і 97 тис. КУО/г ґрунту.

У середньому за 2012–2014 рр. досліджень внесення Дуал Голд 960 у нормах 1,2; 1,4 і 1,6 л/га забезпечило зростання мікроміцетів у ризосфері соняшника на 15; 11 і 6%. Однак на фоні передпосівної обробки насіння РРР кількість мікроміцетів за використання Дуалу Голд 960 1,2; 1,4 і 1,6 л/га зростала до контролю I на 22; 18 і 15% відповідно.

Внесення Фюзіладу Форте 150 по сходах соняшника у нормах 0,5; 0,75 і 1,0 л/га стимулювало розвиток мікроміцетів відповідно контролю I на 7; 22 і 4%.

За поєднання Фюзіладу Форте 150 у тих же нормах із Радостимом (20 мл/га) відмічено збільшення кількості мікроскопічних грибів у ризосфері соняшника на 14; 27 і 10% проти контролю I.

Найбільш активно мікроміцети розвивались у варіантах із застосуванням Фюзіладу Форте 150 у нормах 0,5; 0,75 і 1,0 л/га сумісно із Радостимом 20 мл/га на фоні передпосівної обробки насіння РРР Радостим 250мл/т, де їх кількість перевищувала контроль I на 27; 41 і 20%.

Досліджуючи активність розвитку мікроміцетів через 25 діб після застосування препаратів, нами відмічено також зростання їх кількості (табл. 4.4). Проте простежувалась залежність їх розвитку від норм та способів застосування препаратів. Так, у середньому за 2012–2014 рр. досліджень застосування гербіцидів Дуал Голд 960 у нормах 1,2; 1,4 і 1,6 л/га

зумовлювало зростання чисельності мікроміцетів на 20; 13 і 8% відповідно до контролю I та – 29; 25 і 15% – на фоні передпосівної обробки насіння РРР.

Таблиця 4.3

Загальна чисельність мікроміцетів у ризосфері соняшника за дії різних норм гербіцидів Дуал Голд 960, Фюзілад Форте 150 і РРР Радостим (10-та доба після внесення препаратів, 10³ КУО/г ґрунту)

Варіант досліджу	2012 р.	2013 р.	2014 р.	Середнє за три роки
Без препаратів і ручних прополювань (контроль I)	1495	1921	1513	1643
Без препаратів + ручні прополювання (контроль II)	1941	2360	1944	2081
Дуал Голд 960 1,2 л/га	1674	2243	1757	1891
Дуал Голд 960 1,4 л/га	1618	2147	1695	1820
Дуал Голд 960 1,6 л/га	1537	2045	1631	1737
Радостим 20 мл/га	1509	2011	1655	1725
Фюзілад Форте 150 0,5 л/га	1476	1985	1811	1757
Фюзілад Форте 150 0,75 л/га	1691	2272	2070	2011
Фюзілад Форте 150 1,0 л/га	1435	1943	1767	1715
Фюзілад Форте 150 0,5 л/га + Радостим 20 мл/га	1683	2037	1921	1880
Фюзілад Форте 150 0,75 л/га + Радостим 20 мл/га	1778	2390	2104	2090
Фюзілад Форте 150 1,0 л/га + Радостим 20 мл/га	1621	2005	1777	1801
Радостим 250 мл/т – обробка насіння (фон)	1695	2038	1740	1824
Фон + Дуал Голд 960 1,2 л/га	1831	2347	1863	2013
Фон + Дуал Голд 960 1,4 л/га	1782	2262	1780	1941
Фон + Дуал Голд 960 1,6 л/га	1705	2137	1810	1884
Фон + Радостим 20 мл/га	1745	2057	1813	1871
Фон + Фюзілад Форте 150 0,5 л/га	1810	2006	2036	1950
Фон + Фюзілад Форте 150 0,75 л/га	1835	2357	2237	2143
Фон + Фюзілад Форте 150 1,0 л/га	1775	2073	1889	1912
Фон + Фюзілад Форте 150 0,5 л/га + Радостим 20 мл/га	1895	2256	2110	2087
Фон + Фюзілад Форте 150 0,75 л/га + Радостим 20 мл/га	2123	2511	2329	2321
Фон + Фюзілад Форте 150 1,0 л/га + Радостим 20 мл/га	1840	2114	1968	1974
<i>НІР₀₅</i>	55	108	97	

Застосування Фюзіладу Форте 150 у нормах 0,5–1,0 л/га у середньому за три роки досліджень зумовлювало зростання чисельності актиноміцетів відповідно до контролю I на 8; 23 і 5%.

Таблиця 4.4

Загальна чисельність мікроміцетів у ризосфері соняшника за дії різних норм гербіцидів Дуал Голд 960, Фюзілад Форте 150 і РРР Радостим (25-та доба після внесення препаратів, 10³ КУО/г ґрунту)

Варіант досліджу	2012 р.	2013 р.	2014 р.	Середнє за три роки
Без препаратів і ручних прополювань (контроль I)	1610	2017	1725	1784
Без препаратів + ручні прополювання (контроль II)	2125	2511	2309	2315
Дуал Голд 960 1,2 л/га	1889	2413	2132	2144
Дуал Голд 960 1,4 л/га	1805	2282	1942	2009
Дуал Голд 960 1,6 л/га	1735	2193	1867	1931
Радостим 20 мл/га	1718	2093	1836	1882
Фюзілад Форте 150 0,5 л/га	1724	2137	1912	1924
Фюзілад Форте 150 0,75 л/га	1935	2388	2245	2189
Фюзілад Форте 150 1,0 л/га	1675	2074	1882	1877
Фюзілад Форте 150 0,5 л/га + Радостим 20 мл/га	1838	2245	2163	2082
Фюзілад Форте 150 0,75 л/га + Радостим 20 мл/га	2073	2437	2285	2265
Фюзілад Форте 150 1,0 л/га + Радостим 20 мл/га	1782	2193	2080	2018
Радостим 250 мл/т – обробка насіння (фон)	1805	2146	1973	1974
Фон + Дуал Голд 960 1,2 л/га	2111	2503	2273	2295
Фон + Дуал Голд 960 1,4 л/га	2085	2463	2125	2224
Фон + Дуал Голд 960 1,6 л/га	1917	2248	1976	2047
Фон + Радостим 20 мл/га	1843	2148	1991	1994
Фон + Фюзілад Форте 150 0,5 л/га	1973	2263	2154	2130
Фон + Фюзілад Форте 150 0,75 л/га	2157	2482	2373	2337
Фон + Фюзілад Форте 150 1,0 л/га	1906	2237	2118	2087
Фон + Фюзілад Форте 150 0,5 л/га + Радостим 20 мл/га	2117	2410	2261	2262
Фон + Фюзілад Форте 150 0,75 л/га + Радостим 20 мл/га	2317	2555	2381	2417
Фон + Фюзілад Форте 150 1,0 л/га + Радостим 20 мл/га	2085	2292	2163	2180
<i>НІР₀₅</i>	56	63	75	

За сумісного застосування Фюзіладу Форте 150 у нормах 0,5; 0,75 і 1,0 л/га із РРР Радостим у нормі 20 мл/га чисельність мікроміцетів зростала та перевищувала контроль І на 17; 27 і 13% відповідно.

Особливо вираженою була комплексна дія на розвиток мікроміцетів Фюзіладу Форте 150 за тих же норм внесення із Радостимом у нормі 20 мл/га, але на фоні передпосівної обробки насіння Радостимом у нормі 250 мл/т. Так, у даних варіантах досліджу чисельність мікроміцетів перевищувала контроль І на 28; 35 і 22% відповідно.

Щодо розвитку в ризосфері соняшника актиноміцетів, то в середньому за три роки досліджень (табл. 4.5) через 10 діб після внесення гербіциду Дуал Голд 960 за норм 1,2; 1,4 і 1,6 л/га їх чисельність зростала відносно контролю І на 19; 13 і 6%. Разом з тим на фоні передпосівної обробки насіння РРР Радостим їх чисельність у даних варіантах зростала до контролю І на 25; 23 і 16%.

Менш активне зростання чисельності актиноміцетів відбувалось за внесення Фюзіладу Форте 150 у нормах 0,5; 0,75 і 1,0 л/га, що складало до контролю І 11; 19 і 10% відповідно. Проте за поєднання гербіциду Фюзілад Форте 150 у цих же нормах із РРР Радостим чисельність актиноміцетів перевищувала контроль І на 21; 28 і 14%.

Обробка насіння перед сівбою Радостимом у нормі 250 мл/т сприяла збільшенню ризосферних актиноміцетів на 11%.

Найбільша активність розвитку актиноміцетів відмічалась нами у варіантах із застосуванням Фюзіладу Форте 150 за тих же норм сумісно із Радостимом на фоні передпосівної обробки насіння РРР Радостим, де перевищення контролю І складало 30; 45 і 22%.

Таблиця 4.5

Загальна чисельність актиноміцетів у ризосфері соняшника за дії різних норм гербіцидів Дуал Голд 960, Фюзілад Форте 150 і РРР Радостим (10-та доба після внесення препаратів, 10³ КУО/г ґрунту)

Варіант досліджу	2012 р.	2013 р.	2014 р.	Середнє за три роки
Без препаратів і ручних прополювань (контроль I)	1298	1725	1317	1446
Без препаратів + ручні прополювання (контроль II)	1645	2142	1732	1839
Дуал Голд 960 1,2 л/га	1598	1982	1639	1723
Дуал Голд 960 1,4 л/га	1455	1907	1551	1637
Дуал Голд 960 1,6 л/га	1341	1831	1409	1527
Радостим 20 мл/га	1350	1837	1447	1544
Фюзілад Форте 150 0,5 л/га	1414	1951	1469	1611
Фюзілад Форте 150 0,75 л/га	1523	2072	1570	1721
Фюзілад Форте 150 1,0 л/га	1398	1860	1506	1588
Фюзілад Форте 150 0,5 л/га + Радостим 20 мл/га	1575	2087	1607	1756
Фюзілад Форте 150 0,75 л/га + Радостим 20 мл/га	1619	2140	1788	1849
Фюзілад Форте 150 1,0 л/га + Радостим 20 мл/га	1511	1932	1526	1656
Радостим 250 мл/т – обробка насіння (фон)	1417	1870	1518	1601
Фон + Дуал Голд 960 1,2 л/га	1647	2044	1718	1803
Фон + Дуал Голд 960 1,4 л/га	1632	1982	1705	1773
Фон + Дуал Голд 960 1,6 л/га	1421	1947	1652	1673
Фон + Радостим 20 мл/га	1563	1890	1702	1718
Фон + Фюзілад Форте 150 0,5 л/га	1607	2051	1625	1761
Фон + Фюзілад Форте 150 0,75 л/га	1713	2136	1900	1916
Фон + Фюзілад Форте 150 1,0 л/га	1594	1905	1719	1739
Фон + Фюзілад Форте 150 0,5 л/га + Радостим 20 мл/га	1717	2147	1777	1880
Фон + Фюзілад Форте 150 0,75 л/га + Радостим 20 мл/га	1824	2203	2251	2092
Фон + Фюзілад Форте 150 1,0 л/га + Радостим 20 мл/га	1627	2117	1559	1767
<i>НІР₀₅</i>	43	91	82	

Досліджуючи залежність розвитку актиноміцетів від різних норм та способів застосовуваних препаратів через 25 діб (табл. 4.6), нами відмічено аналогічну залежність їх росту і розвитку. Водночас їх кількість у порівнянні з попереднім обліком зростала. Так, упродовж всіх років досліджень найвищі темпи розвитку актиноміцетів у ризосфері соняшника простежувались у

варіантах фон + Дуал Голд 960 1,2–1,6 л/га та фон + Фюзілад Форте 150 0,5–1,0 л/га + PPP Радостим 20 мл/га. Саме в цих варіантах досліді чисельність актиноміцетів перевищувала контроль I на 15–22 і 22–30% відповідно.

Таблиця 4.6

Загальна чисельність актиноміцетів у ризосфері соняшника за дії різних норм гербіцидів Дуал Голд 960, Фюзілад Форте 150 і PPP Радостим (25-та доба після внесення препаратів, 10³ КУО/г ґрунту)

Варіант досліді	2012 р.	2013 р.	2014 р.	Середнє за три роки
Без препаратів і ручних прополювань (контроль I)	2171	2918	2624	2571
Без препаратів + ручні прополювання (контроль II)	2948	3581	3147	3225
Дуал Голд 960 1,2 л/га	2324	3182	2963	2823
Дуал Голд 960 1,4 л/га	2271	3105	2816	2730
Дуал Голд 960 1,6 л/га	2193	3023	2782	2666
Радостим 20 мл/га	2373	3211	2901	2828
Фюзілад Форте 150 0,5 л/га	2435	3364	3072	2957
Фюзілад Форте 150 0,75 л/га	2511	3421	3118	3016
Фюзілад Форте 150 1,0 л/га	2382	3278	3010	2890
Фюзілад Форте 150 0,5 л/га + Радостим 20 мл/га	2591	3451	3128	3056
Фюзілад Форте 150 0,75 л/га + Радостим 20 мл/га	2735	3590	3318	3214
Фюзілад Форте 150 1,0 л/га + Радостим 20 мл/га	2481	3355	3114	2983
Радостим 250 мл/т – обробка насіння (фон)	2428	3471	3217	3038
Фон + Дуал Голд 960 1,2 л/га	2563	3517	3321	3133
Фон + Дуал Голд 960 1,4 л/га	2398	3442	3263	3034
Фон + Дуал Голд 960 1,6 л/га	2341	3380	3174	2965
Фон + Радостим 20 мл/га	2481	3523	3310	3098
Фон + Фюзілад Форте 150 0,5 л/га	2624	3498	3173	3104
Фон + Фюзілад Форте 150 0,75 л/га	2813	3673	3418	3301
Фон + Фюзілад Форте 150 1,0 л/га	2561	3423	3137	3040
Фон + Фюзілад Форте 150 0,5 л/га + Радостим 20 мл/га	2785	3563	3241	3196
Фон + Фюзілад Форте 150 0,75 л/га + Радостим 20 мл/га	2963	3711	3557	3410
Фон + Фюзілад Форте 150 1,0 л/га + Радостим 20 мл/га	2648	3517	3214	3126
<i>НІР₀₅</i>	<i>111</i>	<i>97</i>	<i>115</i>	

Таким чином, одержані дані стосовно розвитку в ризосфері соняшника загальної чисельності бактерій, мікроміцетів й актиноміцетів демонструють чітку залежність розвитку даних груп мікробіоти від спрямованості проходження в рослинах фізіолого-біохімічних процесів, які, в свою чергу, визначаються видами і нормами внесених гербіцидів, окремо й на фоні застосування РРР. Найбільш активно розвиток ґрунтової мікробіоти в ризосфері соняшника відбувається за використання Дуалу Голд 960, внесеного по фоні обробки насіння перед сівбою РРР Радостим та Фюзіладу Форте 150, внесеного сумісно з РРР Радостим по фоні обробки насіння перед сівбою РРР Радостим. За дії даних композицій чисельність бактерій в ризосфері соняшника на 25-ту добу внесення препаратів зростає на 15–29 і 20–33%, мікроміцетів – 15–29 і 22–35%, актиноміцетів – 15–22 і 22–33%.

Матеріали розділу 4 опубліковано та апробовано в праці [329].

1. Підан Л.Ф. Мікробіологічна активність ризосфери соняшника за дії гербіциду Фюзілад форте 150 та регулятора росту рослин Радостим // Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України. 2015. №7. Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nd_2015_7_13

РОЗДІЛ 5

ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ ГЕРБІЦИДІВ ДУАЛ ГОЛД 960, ФЮЗІЛАД ФОРТЕ 150 ТА РЕГУЛЯТОРА РОСТУ РОСЛИН РАДОСТИМ У ПОСІВАХ СОНЯШНИКА

5.1. Забур'яненість посівів

У нинішніх інтегрованих системах виробництва рослинницької продукції найбільш доступним і достатньо ефективним заходом боротьби проти небажаної рослинності є хімічний метод. Разом з тим проблеми, які він створює у відношенні до навколишнього природного середовища та людини, змушують науковців вести пошук більш екологічно безпечних засобів. Як свідчать дослідження, конкурувати з хімічним методом за простотою застосування, доступністю й економічністю може лише біологічний метод, який не передбачає знищення бур'янів, а є більш націленим на їх пригнічення [2].

В останні роки бур'яни в агроecosистемах набули особливої шкодочинності, що є наслідком порушення сівозмін, спрощення систем обробітку ґрунту, використання забрудненого насінням бур'янів посівного матеріалу тощо. У цілому це сприяло нагромадженню в орному шарі ґрунтів різних ґрунтово-кліматичних зон України від 1,14 до 1,47 млрд шт./га насінин бур'янів. За такої засміченості полів у вегетаційний період з'являється від 1100 до 2300 шт./м² сходів, спроможних обумовити втрати врожайності культур суцільного висіву на 20–50%, а просапних – 40–80%. Внаслідок забур'яненості орних земель забезпечити належну продуктивність культурних рослин без застосування гербіцидів неможливо. Проте внаслідок тривалого застосування хімічних препаратів відбуваються зміни видового складу сегетальної рослинності: зростає засміченість посівів із проявами серед чутливих видів резистентних до гербіцидів біотипів [3, 15].

Важливим додатковим чинником у боротьбі із забур'яненістю посівів є стійкість до бур'янів вирощуваної культури. Так, у меншій мірі на забур'яненість посівів реагують культури суцільної сівби, а серед просапних культур – соняшник. Зокрема коефіцієнт його конкурентоздатності переважає подібні показники для кукурудзи в 1,5–2,2, а для сої – в 2,5–4 рази. Та, незважаючи на це, бур'яни залишаються вагомою причиною відчутних втрат врожаю [3, 5]. Найпоширенішими засмічувачами посівів соняшника є: *Chenopodium album* (L.), *Amaranthus spp.*, *Polygonum convolvulus* (L.), *Cirsium arvense* (L.), *Sonchus asper* (L.), *Euforbia spp.*, *Convolvulus arvensis* (L.), *Echinochloa crusgalli* (L.), *Setaria glauca* (L.), *Setaria viridis* (L.) [5, 14].

В останні роки багатьма науковцями нашої країни та країн далекого зарубіжжя для боротьби з бур'янами у посівах сільськогосподарських культур пропонуються технології сумісного застосування хімічних і біологічних агентів, які за зменшеної негативної дії хімічного препарату на рослини та одночасного стимулюючого впливу рістрегулятора підвищують конкурентоспроможність сільськогосподарських культур до бур'янів [6].

А. О. Чернега [41] зазначає, що за використання Калібру 75 у нормах 50 і 60 г/га сумісно з Біоланом через 25 діб після внесення препаратів відсоток знищення бур'янів у посівах ячменю озимого зростав до 89 і 92%.

Зважаючи на вищенаведений літературний матеріал, завданням наших досліджень було встановити як гербіциди і рістрегулятор РРР, внесені роздільно і в сумішах, впливатимуть на контролювання бур'янів у посівах соняшнику.

У результаті проведених фітосанітарних обстежень було встановлено, що у посівах соняшника переважав змішаний характер забур'янення: *Chenopodium album* (L.), *Amaranthus retroflexus* (L.), *Setaria viridis* (L.), *Setaria glauca* (L.), *Echinochloa crusgalli* (L.), *Cirsium arvense* (L.), *Sonchus arvensis* (L.) та ін.

Разом з тим на кількість бур'янів значний вплив мали погодні умови. Зокрема, слід зауважити, що в 2012 р. кількість і маса бур'янів, пророслих у

посівах соняшнику, були меншими, ніж у 2013 р. Так, якщо у 2012 р. перед збиранням урожаю культури у посівах нараховувалось 86 шт./м² бур'янів масою 1374 г/м², то у 2013 р. – 122 шт./м² і 1963 г/м², у 2014 р. – 157 шт./м² і 2646 г/м² відповідно (табл. 5.1–5.3). Ці показники забур'янення посівів соняшника узгоджуються з умовами кращого вологозабезпечення у період вегетації культури 2013 і 2014 рр., ніж у 2012 р.

Аналізуючи забур'яненість посівів соняшнику у 2012 р. (табл. 5.1), можна відмітити, що через місяць після застосування препаратів найбільше бур'янів нараховувалось у контролі I (без застосування препаратів і ручних прополювань) – 54 шт./м². За використання гербіциду Дуал Голд 960 у нормах 1,2; 1,4 і 1,6 л/га рівень забур'яненості посівів склав 14; 11 і 9 шт./м², що відповідало знищенню їх за кількістю відповідно нормам препарату на 74; 80 і 83%, а за масою – на 63; 72 і 76%. У варіантах із застосуванням по сходах культури гербіциду Фюзілад Форте 150 кількість бур'янів складала 15; 10 і 7 шт./м² відповідно до норм препарату 0,5; 0,75 і 1,0 л/га, що відповідало знищенню їх за кількістю на 72; 82 і 87% та за масою – 61; 74 і 84%.

Аналізуючи результати досліджень сумісного застосування гербіциду Фюзілад Форте 150 у нормах 0,5; 0,75 і 1,0 л/га із РРР Радостим, виявлено підвищення частки знищених бур'янів як за кількістю (78; 85 і 91%), так і за масою (68; 80 і 87%).

Застосування Фюзіладу Форте 150 у досліджуваних нормах на фоні обробки насіння РРР Радостим 250 мл/т також знижувало забур'яненість посівів соняшника на 76; 85 і 91% за кількістю та – 72; 80 і 90% за масою. Проте найбільше знищених бур'янів як за кількістю, так і за масою було відмічено за використання гербіциду Фюзіладу Форте 150 у нормах 0,5; 0,75 і 1,0 л/га сумісно із регулятором росту рослин Радостим у нормі 20 мл/га, внесених на фоні обробки Радостимом насіння. Так, у даних варіантах дослідження кількість бур'янів зменшувалась на 87; 93 і 95%, а їх маса – на 86; 91 і 92% відповідно.

Таблиця 5.1

Забур'яненість посівів соняшника за дії гербіцидів Дуал Голд 960, Фюзілад Форте 150 і регулятора росту рослин Радостим, 2012 р.

Варіанти дослідів	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 препаратів і ручних прополовань (контроль I)	54	275	0	0	86	1374	0	0
Без препаратів + ручні прополовання (контроль II)	0	0	100	100	0	0	100	100
Дуал Голд 960 1,2 л/га	14	102	74	63	31	645	64	53
Дуал Голд 960 1,4 л/га	11	78	80	72	26	545	70	60
Дуал Голд 960 1,6 л/га	9	66	83	76	22	468	74	66
Радостим 20 мл/га	52	245	4	11	82	1325	5	4
Фюзілад Форте 150 0,5 л/га	15	108	72	61	33	661	62	52
Фюзілад Форте 150 0,75 л/га	10	72	82	74	25	532	71	61
Фюзілад Форте 150 1,0 л/га	7	44	87	84	19	398	78	71
Фюзілад Форте 150 0,5 л/га + Радостим 20 мл/га	12	89	78	68	28	582	67	58
Фюзілад Форте 150 0,75 л/га + Радостим 20 мл/га	8	55	85	80	21	435	76	68
Фюзілад Форте 150 1,0 л/га + Радостим 20 мл/га	5	37	91	87	18	376	79	73
Радостим 250 мл/т – обробка насіння (фон)	50	235	7	15	80	1293	7	6
Фон + Дуал Голд 960 1,2 л/га	13	94	76	66	29	605	66	56
Фон + Дуал Голд 960 1,4 л/га	9	64	83	77	24	514	72	63
Фон + Дуал Голд 960 1,6 л/га	6	35	89	87	18	372	79	73
Фон + Радостим 20 мл/га	49	227	9	17	78	1274	9	7
Фон + Фюзілад Форте 150 0,5 л/га	13	92	76	72	30	628	65	54
Фон + Фюзілад Форте 150 0,75 л/га	8	54	85	80	23	491	73	64
Фон + Фюзілад Форте 150 1,0 л/га	5	29	91	90	17	335	80	76
Фон + Фюзілад Форте 150 0,5 л/га + Радостим 20 мл/га	7	39	87	86	26	541	70	61
Фон + Фюзілад Форте 150 0,75 л/га + Радостим 20 мл/га	4	26	93	91	20	415	77	70
Фон + Фюзілад Форте 150 1,0 л/га + Радостим 20 мл/га	3	22	95	92	16	317	81	77
<i>НІР₀₅</i>	3	25			4	73		

За самостійного використання Радостиму у нормі 20 мл/га вплив препарату на кількісні зміни забур'яненості посівів соняшнику був малопомітний. Водночас рістрегулятор підсилював проходження обмінних процесів у рослинах соняшнику, які лежать в основі фізіолого-біохімічних змін та визначають спрямованість ростової активності рослин. У цілому це позитивно вплинуло на ріст і розвиток рослин соняшнику, якими обумовлюється конкурентоспроможність культури щодо небажаної рослинності. Так, кількість бур'янів на фоні передпосівної обробки насіння Радостимом та внесення його по сходах склала 49 шт./м² при 54 шт./м² у контролі I, але відсоток знищення їх за масою у відношенні до контролю зріс на 18%, що свідчить про пригнічення їх розвитку у посівах культури соняшнику.

При виконанні обліків забур'яненості посівів соняшнику в 2012 р. перед збиранням урожаю нами встановлено, що видовий склад бур'янів змінювався, зокрема спостерігалась поява пізньоярих видів: *Polygonum convolvulus* (L.), *Chenopodium* spp., *Amarantus retroflexus* (L.). Проте результати обліків забур'янення посівів соняшнику показали аналогічну залежність показників від норм та способів внесення препаратів. Так, найвищу ефективність у відношенні знищення бур'янів виявили норми 0,5; 0,75 і 1,0 л/га Фюзіладу Форте 150, внесеного сумісно з PPP Радостим на фоні обробленого цим же регулятором росту насіння, де знищення їх за кількістю складало 70; 77 і 81%, за масою – 61; 70 і 77% відповідно.

У 2013 р. через місяць після застосування препаратів простежувалась подібна закономірність у фітоценотичному складі і контролі забур'яненості посівів соняшнику залежно від застосовуваних норм гербіцидів та способів використання Радостиму (табл. 5.2). Так, за використання Дуалу Голд 960 у нормах 1,2; 1,4 і 1,6 л/га рівень забур'яненості посівів склав 17, 14, 11 шт./м², що відповідало знищенню їх за кількістю відповідно нормам препарату на 78; 82 і 86%, за масою – 75; 79 і 82%. У разі внесення гербіциду

Таблиця 5.2

Забур'яненість посівів соняшника за дії гербіцидів Дуал Голд 960, Фюзілад Форте 150 і регулятора росту рослин Радостим, 2013 р.

Варіанти дослідів	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 препаратів і ручних прополювань (контроль I)	77	462	0	0	122	1963	0	0
Без препаратів + ручні прополювання (контроль II)	0	0	100	100	0	0	100	100
Дуал Голд 960 1,2 л/га	17	114	78	75	35	564	71	71
Дуал Голд 960 1,4 л/га	14	98	82	79	30	526	75	73
Дуал Голд 960 1,6 л/га	11	84	86	82	27	507	78	74
Радостим 20 мл/га	75	451	3	2	118	1876	3	4
Фюзілад Форте 150 0,5 л/га	18	122	77	74	37	583	70	70
Фюзілад Форте 150 0,75 л/га	14	100	82	78	29	517	76	74
Фюзілад Форте 150 1,0 л/га	10	78	87	83	23	463	81	76
Фюзілад Форте 150 0,5 л/га + Радостим 20 мл/га	13	91	83	80	32	542	74	72
Фюзілад Форте 150 0,75 л/га + Радостим 20 мл/га	9	62	88	87	25	483	80	75
Фюзілад Форте 150 1,0 л/га + Радостим 20 мл/га	7	42	91	91	21	438	83	78
Радостим 250 мл/т (фон)	74	445	4	4	116	1847	5	6
Фон + Дуал Голд 960 1,2 л/га	15	116	81	75	32	538	74	73
Фон + Дуал Голд 960 1,4 л/га	12	90	84	81	29	514	76	74
Фон + Дуал Голд 960 1,6 л/га	10	69	87	85	25	480	80	76
Фон + Радостим (20 мл/га)	72	431	6	7	115	1830	6	7
Фон + Фюзілад Форте 150 0,5 л/га	16	127	79	73	34	545	72	72
Фон + Фюзілад Форте 150 0,75 л/га	13	100	83	78	26	490	79	75
Фон + Фюзілад Форте 150 1,0 л/га	9	59	88	87	22	451	82	77
Фон + Фюзілад Форте 150 0,5 л/га + Радостим 20 мл/га	11	78	86	83	30	521	75	73
Фон + Фюзілад Форте 150 0,75 л/га + Радостим 20 мл/га	7	39	91	92	28	508	77	74
Фон + Фюзілад Форте 150 1,0 л/га + Радостим 20 мл/га	5	32	94	93	24	476	80	76
НІР ₀₅	4	39			5	26		

Фюзілад Форте 150 в нормах 0,5; 0,75 і 1,0 л/га знищення бур'янів за кількістю складало 77; 82 і 87% та 74; 78 і 83% – за масою. Найвища ефективність знищення бур'янів була відмічена за використання у посівах соняшнику гербіциду Фюзілад Форте 150 у нормах 0,5; 0,75 і 1,0 л/га сумісно із Радостимом у нормі 20 мл/га на фоні обробленого Радостимом насіння, що відповідало знищенню їх за кількістю на 86; 91 і 94% та на 83; 92 і 93% – за масою.

Перед збиранням урожаю рівень забур'яненості посівів соняшнику значно зростав. Проте, у варіантах із застосуванням гербіцидів забур'яненість була меншою, ніж в контролі I. Найвищу ефективність у знищенні бур'янів у посівах соняшнику перед збиранням урожаю виявила композиція Фюзілад Форте 150 1,0 л/га + Радостим 20 мл/га, внесена на фоні обробки Радостимом насіння, де знищення бур'янів за кількістю і масою складало 80 і 76% відповідно.

При виконанні обліків забур'яненості у посівах соняшнику у 2014 році (табл. 5.3) нами було виявлено аналогічну залежність знищення сегетальної рослинності у порівнянні з минулими роками дослідження. Так, нами підтверджено, що найкраще знищувались бур'яни за внесення на фоні передпосівної обробки насіння Радостимом у нормі 250 мл/т гербіциду Фюзілад Форте 150 у нормі 1,0 л/га сумісно із РРР Радостим у нормі 20 мл/га, де кількість знищених бур'янів складала 96%, за масою – 94%. Водночас, перед збиранням урожаю знищення бур'янів у даному варіанті становило 83% за кількістю і 80% – за масою. Очевидно, зростання відсотка знищення бур'янів у посівах соняшника у даному варіанті є наслідком підсилення гербіцидної активності за рахунок підвищення конкурентної здатності культури, яка проявлялася у стимулюванні розвитку кореневої системи, наростання біомаси, висоти, площі листової поверхні. Завдяки добре розвиненій вегетативній масі соняшника рослини додатково створювали несприятливі умови для росту і розвитку бур'янів.

Таблиця 5.3

Забур'яненість посівів соняшника за дії гербіцидів Дуал Голд 960, Фюзілад Форте 150 і регулятора росту рослин Радостим, 2014 р.

Варіанти дослідів	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 препаратів і ручних прополювань (контроль I)	93	526	0	0	157	2646	0	0
Без препаратів + ручні прополювання (контроль II)	0	0	100	100	0	0	100	100
Дуал Голд 960 1,2 л/га	23	145	75	72	47	833	70	69
Дуал Голд 960 1,4 л/га	19	115	80	78	37	771	76	71
Дуал Голд 960 1,6 л/га	14	90	85	83	28	583	82	78
Радостим 20 мл/га	90	518	5	2	148	2583	6	2
Фюзілад Форте 150 0,5 л/га	25	159	73	70	53	875	66	67
Фюзілад Форте 150 0,75 л/га	20	131	78	75	28	478	82	82
Фюзілад Форте 150 1,0 л/га	11	76	88	86	16	312	90	88
Фюзілад Форте 150 0,5 л/га + Радостим 20 мл/га	19	117	80	78	41	761	74	71
Фюзілад Форте 150 0,75 л/га + Радостим 20 мл/га	12	84	87	84	28	525	82	80
Фюзілад Форте 150 1,0 л/га + Радостим 20 мл/га	8	66	91	87	24	443	85	83
Радостим 250 мл/т (фон)	88	505	5	4	147	2565	6	3
Фон + Дуал Голд 960 1,2 л/га	21	129	77	75	40	752	75	72
Фон + Дуал Голд 960 1,4 л/га	16	105	83	80	35	640	78	76
Фон + Дуал Голд 960 1,6 л/га	9	62	90	88	27	481	83	82
Фон + Радостим (20 мл/га)	85	482	10	8	145	2539	8	4
Фон + Фюзілад Форте 150 0,5 л/га	18	111	81	79	42	791	73	70
Фон + Фюзілад Форте 150 0,75 л/га	16	103	83	80	30	601	81	77
Фон + Фюзілад Форте 150 1,0 л/га	8	56	91	89	23	460	85	83
Фон + Фюзілад Форте 150 0,5 л/га + Радостим 20 мл/га	13	97	86	82	33	632	79	76
Фон + Фюзілад Форте 150 0,75 л/га + Радостим 20 мл/га	7	60	92	89	28	522	82	80
Фон + Фюзілад Форте 150 1,0 л/га + Радостим 20 мл/га	4	31	96	94	27	516	83	80
НІР ₀₅	5	21			8	105		

З метою забезпечення отримання запланованого та якісного врожаю сільськогосподарських культур та ефективного контролю рівня забур'яненості полів, необхідно враховувати такий показник гербіцидів, як їх вибірковість. Гербіциди характеризуються різними механізмами дії та способами проникнення у рослини і, внаслідок цього, різними типами вибірковості, зокрема біохімічною, морфологічною, топографічною. Так, біохімічна вибірковість базується на властивості рослин руйнувати гербіциди до нетоксичних сполук. Морфологічна вибірковість ґрунтується на відмінностях у зовнішній будові видів культурних рослин та особливостях листової поверхні (восковий наліт, опушеність), що захищають рослину від проникнення гербіциду. Топографічна вибірковість характеризується тим, що внесений гербіцид, фіксуючись у верхніх шарах ґрунту, в результаті абсорбції колоїдними ґрунтовими частками (часточками глини, гумусу), не досягає кореневої зони культурної рослини. За цих умов знищуються бур'яни, що проростають у верхніх шарах ґрунту [330].

За даними А. А. Іващенко та ін. [331], у посівах соняшника, пшениці озимої, буряків цукрових, кукурудзи, гороху кількість найпоширеніших бур'янів досягала 79 видів із 20 родин. Водночас, доведено, що бур'яни мають високу здатність пристосувань до агротехнічних заходів вирощування культури, їм притаманна суттєва мінливість у часі залежно від культури, зони, агрофону тощо [332, 333].

Науковці вважають, що визначальним фактором у формуванні видового й кількісного складу бур'янів агрофітоценозу є його культурний компонент, а не ґрунт чи його обробіток і розглядати бур'янову флору без культурних рослин не можна, бо бур'яни утворюють фітоценози тільки разом з культурними рослинами [334].

Згідно наших досліджень вибірковість дії досліджуваних гербіцидів на окремі види небажаної рослинності проявлялась по-різному. Зокрема, за дії Дуалу Голд 960 види щириці (*Amaranthus* spp.), лободи білої (*Chenopodium album* L.) та осоту жовтого (*Sonchus asper* L.), осоту рожевого (*Cirsium*

arvense L.) виявились середньочутливими до норм препарату. Високочутливими виявились види берізки польової (*Convolvulus arvensis*). За норми 1,6 л/га знищувались види мишію та плоскухи звичайної. Застосування гербіциду Дуал Голд 960 було високоефективним проти однорічних злакових та деяких дводольних видів бур'янів.

За результатами застосування Фюзіладу Форте 150 можна констатувати значне зменшення кількості видів мишію (*Setaria* spp.) та ін. злакових бур'янів.

Таким чином, гербіциди Дуал Голд 960 і Фюзілад Форте 150 забезпечують високу ефективність контролювання бур'янової рослинності в посівах соняшника, зокрема злакових та деяких дводольних видів, проте їх гербіцидна дія підсилюється в посівах на фоні використання обробки насіння перед сівбою РРР та за наступного обприскування посівів РРР, що узгоджується з активним наростанням в даних варіантах дослідів листової поверхні та біомаси рослин, чим підвищується конкурентна здатність культури до бур'янового компоненту агроценозу.

5.2. Урожайність і якість насіння

Загальновідомо, що рівень забур'яненості посівів виступає одним із чинників зниження продуктивності культури. У зв'язку з цим, важливою проблемою сучасного землеробства є розробка технологій, що сприяють підвищенню урожайності всіх сільськогосподарських культур і в той же час є екологічно безпечними для навколишнього середовища й здоров'я людини. У зв'язку з цим, дослідження ефективності дії гербіцидів, внесених як окремо, так і в комплексі із регулятором росту рослин, на формування врожайності і якості врожаю соняшника є досить актуальними.

У результаті проведених досліджень встановлено, що урожайність соняшника формувалась в залежності від погодних умов, дії досліджуваних

препаратів на основні фізіолого-біохімічні процеси в рослинах (табл. 5.4). Так, у варіанті без застосування препаратів (контроль I) урожайність насіння соняшнику в 2012 р. становила 1,44 т/га. За внесення гербіциду Дуал Голд 960 у нормах 1,2; 1,4 і 1,6 л/га урожайність збільшувалась відповідно до норм гербіциду на 0,19; 0,50 і 0,62 т/га проти контролю I. Однак, застосування даного гербіциду на фоні передпосівної обробки насіння РРР Радостим у нормі 250 мл/т сприяло збільшенню урожайності відносно контролю I на 0,57; 0,70 і 0,85 т/га.

За використання Фюзіладу Форте 150 у нормах 0,5; 0,75 і 1,0 л/га по сходах культури урожайність соняшника зростала відносно контролю I на 0,18; 0,77 і 0,75 т/га. У разі застосування бакової суміші Фюзіладу Форте 150 у досліджуваних нормах сумісно із Радостимом (20 мл/га) продуктивність культури збільшувалась відносно контролю I на 0,39; 0,97 і 0,95 т/га.

Найвища врожайність соняшника формувалась за внесення Фюзіладу Форте 150 сумісно із Радостимом на фоні обробки насіння перед сівбою РРР Радостим. Так, за даного поєднання препаратів урожайність культури збільшувалась відносно контролю I на 1,02; 1,33 і 1,17 т/га за $НІР_{05}$ 0,20 т/га. Позитивна дія даних бакових сумішей на формування підвищеної урожайності соняшника, очевидно, зумовлена сумарною дією на рослини двох чинників: першого – зниження конкуренції з боку бур'янів за вологу, мінеральне живлення, світло тощо; другого – антистресової та протекторної дії РРР на фізіолого-біохімічні зміни у рослинах. Все це обумовлювало формування рослинами соняшнику потужного листкового апарату та габітусу рослин, які виступали додатковим чинником у пригніченні в посівах бур'янів та формуванні підвищеної продуктивності посівів.

Аналізуючи урожайність у 2013 р та 2014 р., нами відмічено аналогічну залежність у формуванні врожайності соняшника за дії досліджуваних препаратів. Однак погодні умови 2013 і 2014 рр. були сприятливішими за вологозабезпеченням, ніж 2012 р., що знайшло своє відображення у формуванні продуктивності посівів. Так, за використання Дуалу Голд 960

урожайність посівів соняшника проти контролю I зроста відповідно до норм 1,2; 1,4 і 1,6 л/га у 2013 р. на 0,38; 0,70 і 0,83 т/га, у 2014 р. – 0,43; 0,76 і 0,88 т/га; за використання цих же норм препарату по фоні – на 0,63; 0,98 і 1,11 та 0,83; 0,97 і 1,10 відповідно у 2013 та 2014 рр. за HIP_{05} 0,25 і 0,27 т/га.

Таблиця 5.4

Урожайність соняшника (т/га) за дії гербіцидів Дуал Голд 960, Фюзілад Форте 150 і PPP Радостим

Варіант досліджу	Роки досліджень			Середнє за три роки
	2012 р.	2013 р.	2014 р.	
Без препаратів і ручних прополювань (контроль I)	1,44	1,90	1,97	1,77
Без препаратів + ручні прополювання (контроль II)	2,11	2,81	2,93	2,61
Дуал Голд 960 1,2 л/га	1,63	2,28	2,40	2,10
Дуал Голд 960 1,4 л/га	1,94	2,60	2,73	2,42
Дуал Голд 960 1,6 л/га	2,06	2,73	2,85	2,54
Радостим 20 мл/га	1,57	2,07	2,10	1,91
Фюзілад Форте 150 0,5 л/га	1,62	2,26	2,35	2,07
Фюзілад Форте 150 0,75 л/га	2,21	2,70	2,90	2,60
Фюзілад Форте 150 1,0 л/га	2,19	2,65	2,87	2,57
Фюзілад Форте 150 0,5 л/га + Радостим 20 мл/га	1,83	2,57	2,46	2,28
Фюзілад Форте 150 0,75 л/га + Радостим 20 мл/га	2,41	3,03	3,10	2,84
Фюзілад Форте 150 1,0 л/га + Радостим 20 мл/га	2,39	2,99	3,05	2,81
Радостим 250 мл/т (фон)	1,68	2,17	2,25	2,03
Фон + Дуал Голд 960 1,2 л/га	2,01	2,53	2,80	2,44
Фон + Дуал Голд 960 1,4 л/га	2,14	2,88	2,94	2,65
Фон + Дуал Голд 960 1,6 л/га	2,29	3,01	3,07	2,79
Фон + Радостим 20 мл/га	1,77	2,35	2,38	2,16
Фон + Фюзілад Форте 150 0,5 л/га	1,93	2,51	2,57	2,33
Фон + Фюзілад Форте 150 0,75 л/га	2,45	2,97	3,15	2,85
Фон + Фюзілад Форте 150 1,0 л/га	2,40	2,91	3,11	2,80
Фон + Фюзілад Форте 150 0,5 л/га + Радостим 20 мл/га	2,46	2,82	2,95	2,74
Фон + Фюзілад Форте 150 0,75 л/га + Радостим 20 мл/га	2,77	3,28	3,30	3,11
Фон + Фюзілад Форте 150 1,0 л/га + Радостим 20 мл/га	2,61	3,25	3,26	3,04
HIP_{05}	0,20	0,25	0,27	

За використання в посівах соняшника гербіциду Фюзілад Форте 150 у номрах 0,5; 0,75 і 1,0 л/га урожайність культури до контролю I складала у

2013 р. 0,36; 0,80 і 0,75 т/га, у 2014 р. – 0,38; 0,93 і 0,90 т/га; за внесення цих же норм по фоні сумісно з РРР Радостим – 0,92; 1,38 і 1,35 та 0,98; 1,33 і 1,29 т/га відповідно за роками та за *НІР*₀₅ 0,25 і 0,27 т/га.

У середньому за 2012–2014 рр. найвищі прибавки врожаю соняшника одержано у варіантах дослідів фон + Дуал Голд 960 1,6л/га та фон + Фюзілад Форте 150 0,75 л/га + РРР Радостим 20 мл/га, де перевищення до контролю І складало 1,02 та 1,34 т/га.

Для оцінки структури врожаю та якості насіння соняшника нами було здійснено дослідження розмірів кошика, кількості насінин у ньому, маси 1000 насінин та визначено натуру насіння.

Відомо, що кошик соняшника є складним суцвіттям рацемозного типу, що не утворює термінальної квітки і теоретично може розглядатись як структура, яка необмежена в рості. Проте діяльність апікального центру обмежується як фенологічними, так і фізіологічними чинниками, які визначаються комплексом умов, в яких перебуває рослина. Насамперед, це комплекс обмежуючих чинників, а саме: кількість доступної вологи, елементів мінерального живлення, рівня забур'яненості та освітлення посівів.

А. В. Мельник [335] відмічає, що формування повноцінного насіння в центральній зоні кошика з діаметром 18 см відбувається лише за оптимальних за комплексом погодних умов та незначного забур'янення посівів.

В. О. Ушкаренко та ін. [336] наголошують, що найбільший вплив на діаметр кошика виявляє забур'яненість посівів.

М. Б. Грабовський [337] вказує, що кількість та маса насіння в кошику визначаються рівнем освітленості рослин у період диференціації конуса наростання. За недостатньої освітленості в цей період (загущення посівів, значна забур'яненість) в кошику закладається менше квітів і зменшується кількість насіння.

У результаті виконаних досліджень встановлено, що препарати в значній мірі впливали на формування структури та фізичних показників якості насіння (табл. 5.5). Проте, як і в попередніх дослідженнях, було виявлено, що формування показників продуктивності посівів та якості насіння соняшника залежало від погодних умов та застосовуваних препаратів (Додаток В, табл. В.1, В.2). Так, найбільший діаметр кошика, кількість насіння в ньому формувались у 2013 і 2014 рр., де дані показники в контролі І перевищували аналогічні в 2012 р. відповідно на 3 і 4% та 2 і 4%. Найвищі показники щодо діаметру кошика та кількості насіння в ньому були одержані у 2014 р. у варіантах фон + Дуал Голд 960 1,6 л/га та фон + Фюзілад Форте 150 0,75 л/га + РРР Радостим, де перевищення контролю І складало 5,2 см та 303,1 шт. і 8,8 см та 365,8 шт. за *HIP₀₅* 1,9 см та 123 шт.

У середньому за три роки діаметр кошика у варіантах, де застосовували Дуал Голд 960 у нормах 1,2; 1,4 і 1,6 л/га виявився на 9; 25 і 31% більшим за контроль І. Водночас кількість насіння з кошика у даних варіантах перевищувала контроль І на 13; 26 і 25%. Маса 1000 насінин збільшувалась проти контролю І на 2,3; 4,7 і 7,7 г, натура – відповідно до норм гербіциду перевищувала контроль І на 22,2; 45,6 і 48,0 г/л.

Застосовуючи Дуал Голд 960 на фоні передпосівної обробки насіння Радостимом у нормі 250 мл/т діаметр кошика соняшника зріс проти контролю І на 22; 33 і 42%, кількість насіння у кошику збільшилась на 27; 32 і 36%, маса 1000 насінин – на 4,7; 7,0 і 8,3 г, натура – на 45,1; 58,8 і 65,1 г/л.

Застосування Фюзіладу Форте 150 у нормах 0,5; 0,75 і 1,0 л/га сприяло збільшенню діаметра кошика на 4; 27 і 24%, кількості насінин в кошику – на 13; 36 і 37%, маси 1000 насінин – на 1,7; 4,3 і 3,3 г, натуре – на 18,2; 32,9 і 30,5 г/л.

Таблиця 5.5

Основні показники продуктивності та якості насіння соняшника за дії гербіцидів Дуал Голд 960, Фюзілад Форте 150 та РРР Радостим (середнє за 2012–2014 рр.)

Варіант досліджу	Діаметр кошика, см	Кількість насіння з кошика, шт./рослину	Маса 1000 насінин, г	Натура, г/л
Без препаратів і ручних прополювань (контроль I)	12,1	842,3	52,3	440,1
Без препаратів + ручні прополювання (контроль II)	20,7	1039,6	62,6	490,6
Дуал Голд 960 1,2 л/га	13,2	955,3	54,6	462,3
Дуал Голд 960 1,4 л/га	15,1	1057,3	57,0	485,7
Дуал Голд 960 1,6 л/га	15,8	1056,6	60,0	488,1
Радостим 20 мл/га	12,6	887,3	53,6	454,5
Фюзілад Форте 150 0,5 л/га	12,8	955,0	54,0	458,3
Фюзілад Форте 150 0,75 л/га	15,4	1144,6	56,6	473,0
Фюзілад Форте 150 1,0 л/га	15,0	1150,3	55,6	470,6
Фюзілад Форте 150 0,5 л/га + Радостим 20 мл/га	14,7	1010,6	56,3	487,2
Фюзілад Форте 150 0,75 л/га + Радостим 20 мл/га	16,9	1202,6	59,0	494,5
Фюзілад Форте 150 1,0 л/га + Радостим 20 мл/га	16,4	1214,6	57,6	490,2
Радостим 250 мл/т (фон)	14,2	920,0	55,0	468,6
Фон + Дуал Голд 960 1,2 л/га	14,8	1068,0	57,0	485,2
Фон + Дуал Голд 960 1,4 л/га	16,4	1113,3	59,3	498,9
Фон + Дуал Голд 960 1,6 л/га	17,2	1146,0	60,6	505,2
Фон + Радостим 20 мл/га	15,3	956,6	56,3	475,1
Фон + Фюзілад Форте 150 0,5 л/га	15,2	1008,6	57,6	473,3
Фон + Фюзілад Форте 150 0,75 л/га	17,1	1173,6	60,6	495,8
Фон + Фюзілад Форте 150 1,0 л/га	16,9	1131,3	59,6	490,4
Фон + Фюзілад Форте 150 0,5 л/га + Радостим 20 мл/га	17,8	1135,0	60,3	505,5
Фон + Фюзілад Форте 150 0,75 л/га + Радостим 20 мл/га	20,8	1209,6	64,3	512,0
Фон + Фюзілад Форте 150 1,0 л/га + Радостим 20 мл/га	19,7	1216,3	62,3	510,5

Найвищі показники продуктивності та якості насіння були отримані за використання Фюзіладу Форте 150 у нормах 0,5; 0,75 і 1,0 л/га сумісно із Радостимом (20 мл/га) на фоні передпосівної обробки насіння РРР у нормі 250 мл/т, де діаметр кошика зріз до контролю I на 47; 72 і 63%, кількість насіння в кошику – на 35; 44 і 44%, маса 1000 насінин – на 8; 12 і 10 г, натура – на 65,4; 71,9 і 70,4 г/л.

Як показали результати оцінки фізичних показників якості насіння соняшника отримане насіння, де маса 1 дм³ становить більше 460 г згідно ДСТУ 4594:2006 відноситься до I класу. Тобто – Дуал Голд 960 1,6 л/га та Фюзілад Форте 150 0,75 л/га, внесені на фоні обробки насіння РРР Радостим 250 мл/т, а Фюзілад Форте 150 ще й сумісно з РРР Радостим 20 мл/га, забезпечують формування якості насіння соняшника I класу.

Найважливішим показником якості насіння соняшника є його олійність. Аналіз наукових літературних джерел з питань впливу регуляторів росту рослин на підвищення олійності соняшника має суперечливий характер. Так, препарати Агростимулін, Трептолем та Емістим зумовлювали підвищення олійності соняшнику [338], тоді як гіберелінова кислота та гетероауксин не впливали на вміст олії в насінні соняшнику [339], водночас крезацин та картолін зменшували вміст олії [340].

Результати наших досліджень свідчать (табл. 5.6), що застосування гербіцидів і РРР у посівах соняшнику сприяє підвищенню як урожайності культури, так і його олійності (Додаток Д, табл. Д.1, Д.2). Так, у середньому за 2012–2014 рр. найвищі показники олійності формувались у варіантах досліді Дуал Голд 960 та Фюзілад Форте 150, внесених по фоні, та за поєднання внесення по фоні гербіциду Фюзілад Форте 150 сумісно з РРР Радостим, де олійність коливалась у межах 47,2–48,1 і 47,9–48,5 та 48,5–49,3% за виходу олії кг/га 1013,4–1180,9; 982,1–1216,3 та 1169,4–1349,2.

Таблиця 5.6

Олійність та вихід олії з насіння соняшника за дії гербіцидів Дуал Голд 960, Фюзілад Форте 150 і РРР Радостим (середнє за 2012–2014 рр.)

Варіант досліджу	Олійність, %	Вихід олії, кг/га
Без препаратів і ручних прополювань (контроль I)	46,7	727,3
Без препаратів + ручні прополювання (контроль II)	50,2	1152,9
Дуал Голд 960 1,2 л/га	46,9	866,7
Дуал Голд 960 1,4 л/га	47,5	1011,5
Дуал Голд 960 1,6 л/га	47,5	1061,7
Радостим 20 мл/га	46,8	786,6
Фюзілад Форте 150 0,5 л/га	46,9	854,3
Фюзілад Форте 150 0,75 л/га	47,8	1093,6
Фюзілад Форте 150 1,0 л/га	47,6	1076,5
Фюзілад Форте 150 0,5 л/га + Радостим 20 мл/га	47,9	961,0
Фюзілад Форте 150 0,75 л/га + Радостим 20 мл/га	48,7	1217,1
Фюзілад Форте 150 1,0 л/га + Радостим 20 мл/га	48,6	1201,7
Радостим 250 мл/т (фон)	47,1	841,3
Фон + Дуал Голд 960 1,2 л/га	47,2	1013,4
Фон + Дуал Голд 960 1,4 л/га	47,8	1114,6
Фон + Дуал Голд 960 1,6 л/га	48,1	1180,9
Фон + Радостим 20 мл/га	47,5	902,8
Фон + Фюзілад Форте 150 0,5 л/га	47,9	982,1
Фон + Фюзілад Форте 150 0,75 л/га	48,5	1216,3
Фон + Фюзілад Форте 150 1,0 л/га	48,3	1190,1
Фон + Фюзілад Форте 150 0,5 л/га + Радостим 20 мл/га	48,5	1169,4
Фон + Фюзілад Форте 150 0,75 л/га + Радостим 20 мл/га	49,3	1349,2
Фон + Фюзілад Форте 150 1,0 л/га + Радостим 20 мл/га	49,0	1310,8

Таким чином, з одержаного матеріалу можна зробити висновок, що найвища урожайність соняшника та його якість формуються за комплексного використання досліджуваних препаратів. Використання Дуалу Голд 960 1,6 л/га по фону та Фюзіладу Форте 150 0,75 л/га по фону сумісно з РРР Радостим 20 мл/га забезпечує приріст урожайності культури в середньому на рівні 1,02 та 1,27 т/га за найвищих показників якості: збільшення маси 1000 насінин на 8,3 і 10 г; натуре – 65,1 і 71,9 г/л; олійності – 1,4 і 2,3%.

5.3. Економічна й енергетична ефективність

У структурі посівних площ України конкурентноздатним і рентабельним є вирощування в короткоротаційних сівозмінах такої культури як соняшник. У зв'язку з високим попитом на насіння і високим рівнем рентабельності цієї культури відбулось значне розширення посівних площ. Однак, продуктивність соняшника залежить від дотримання високих агротехнічних вимог, важливе місце серед яких займає система захисту рослин, насамперед, від бур'янів. Особливо це актуально на теперішньому етапі агропромислового комплексу, коли забур'яненість посівів досягла критичних розмірів. Нині найбільш ефективним засобом боротьби з бур'янами на просапних культурах є використання гербіцидів. Проте в сучасному землеробстві залишається ще багато не використаних резервів стосовно розробки та удосконалення існуючих методів боротьби з бур'янами. Разом з тим, як свідчать літературні джерела за використання гербіцидів економічна ефективність вирощування культур значно зростає [341]. Також вона підвищується і за окремого й сумісного застосування РРР з гербіцидами [342, 343].

З метою встановлення економічної ефективності застосування в посівах соняшника гербіцидів та РРР нами було виконано економічні розрахунки таких показників як загальні витрати на вирощування культури, в тому числі додаткові на використання препаратів, вартість валової продукції, чистий прибуток, у тому числі додатковий, рентабельність та окупність додаткових витрат.

У результаті проведених досліджень встановлено, що формування економічних показників вирощування соняшника проходило в залежності від величини одержаного основного та додаткових врожаїв, цін на зерно та витратні матеріали (табл. 5.7).

Таблиця 5.7

Економічна ефективність застосування гербіцидів Дуал Голд 960, Фюзілад Форте 150 і РРР Радостим у посівах соняшника (2012–2014 рр.)

Варіанти дослідів	Урожайність, т/га	Прибавка врожаю, т/га	Загальні витрати на вирощування, грн./га	У т. ч. додаткові, грн/га	Вартість валової продукції, грн./га	У т. ч. Додаткової, грн./га	Чистий прибуток з 1 га, грн.	Собівартість 1 т продукції, грн.	Рентабельність, %	Додатковий чистий прибуток, грн./га	Окупність додаткових витрат, рази
Без препаратів і ручних прополювань (контроль I)	1,77	0	3036,42	0	15930	0	12893,58	1715,5	424,6	0	–
Без препаратів + ручні прополювання (контроль II)	2,61	0,84	4061,21	1024,79	23490	7560	19428,79	1556,0	478,4	6535,21	6,38
Дуал Голд 960 1,2 л/га	2,1	0,33	3809,99	773,57	18900	2970	15090,01	1814,3	396,1	2196,43	2,84
Дуал Голд 960 1,4 л/га	2,42	0,65	3953,99	917,57	21780	5850	17826,01	1633,9	450,8	4932,43	5,38
Дуал Голд 960 1,6 л/га	2,54	0,77	4057,99	1021,57	22860	6930	18802,01	1597,6	463,3	5908,43	5,78
Радостим 20 мл/га	1,91	0,14	3349,59	313,17	17190	1260	13840,41	1753,7	413,2	946,83	3,02
Фюзілад Форте 150 0,5 л/га	2,07	0,3	3823,99	787,57	18630	2700	14806,01	1847,3	387,2	1912,43	2,43
Фюзілад Форте 150 0,75 л/га	2,6	0,83	4179,99	1143,57	23400	7470	19220,01	1607,7	459,8	6326,43	5,53
Фюзілад Форте 150 1,0 л/га	2,57	0,8	4423,99	1387,57	23130	7200	18706,01	1721,4	422,8	5812,43	4,19
Фюзілад Форте 150 0,5 л/га + Радостим 20 мл/га	2,28	0,51	3923,59	887,17	20520	4590	16596,41	1720,9	423,0	3702,83	4,17
Фюзілад Форте 150 0,75 л/га + Радостим 20 мл/га	2,84	1,07	4285,59	1249,17	25560	9630	21274,41	1509,0	496,4	8380,83	6,71
Фюзілад Форте 150 1,0 л/га + Радостим 20 мл/га	2,81	1,04	4529,59	1493,17	25290	9360	20760,41	1612,0	458,3	7866,83	5,27
Радостим 250 мл/т – обробка насіння (фон)	2,03	0,26	3091,26	54,84	18270	2340	15178,74	1522,8	491,0	2285,16	41,67
Фон + Дуал Голд 960 1,2 л/га	2,44	0,67	3880,83	844,41	21960	6030	18079,17	1590,5	465,9	5185,59	6,14
Фон + Дуал Голд 960 1,4 л/га	2,65	0,88	4002,83	966,41	23850	7920	19847,17	1510,5	495,8	6953,59	7,20
Фон + Дуал Голд 960 1,6 л/га	2,79	1,02	4110,83	1074,41	25110	9180	20999,17	1473,4	510,8	8105,59	7,54
Фон + Радостим 20 мл/га	2,16	0,39	3402,43	366,01	19440	3510	16037,57	1575,2	471,4	3143,99	8,59
Фон + Фюзілад Форте 150 0,5 л/га	2,33	0,56	3878,83	842,41	20970	5040	17091,17	1664,7	440,6	4197,59	4,98
Фон + Фюзілад Форте 150 0,75 л/га	2,85	1,08	4232,83	1196,41	25650	9720	21417,17	1485,2	506,0	8523,59	7,12
Фон + Фюзілад Форте 150 1,0 л/га	2,8	1,03	4472,83	1436,41	25200	9270	20727,17	1597,4	463,4	7833,59	5,45
Фон + Фюзілад Форте 150 0,5 л/га + Радостим 20 мл/га	2,74	0,97	4018,43	982,01	24660	8730	20641,57	1466,6	513,7	7747,99	7,89
Фон + Фюзілад Форте 150 0,75 л/га + Радостим 20 мл/га	3,11	1,34	4342,43	1306,01	27990	12060	23647,57	1396,3	544,6	10753,9	8,23
Фон + Фюзілад Форте 150 1,0 л/га + Радостим 20 мл/га	3,04	1,27	4578,43	1542,01	27360	11430	22781,57	1506,1	497,6	9887,99	6,41

Так, за внесення в посівах соняшника гербіциду Дуалу Голд 960 1,2; 1,4 і 1,6 л/га та Фюзіладу Форте 150 0,5; 0,75 і 1,0 л/га вартість додаткової продукції склала 2970; 5850 і 6930 та 2700; 7470 і 7200 грн., за внесення цих же норм гербіцидів по фону – 6030; 7920 і 9180 та 5040; 9720 і 9270 грн., а за внесення по фону цих же норм Фюзіладу Форте 150 з Радостимом – 8730; 12060 і 11430 грн.

Найбільше зниження собівартості 1-ї тони продукції відбулось у варіантах дослідження фон + Дуал Голд 960 1,6 л/га та фон + Фюзілад Форте 150 0,75 л/га + РРР Радостим, що складало 1473 і 1396 за 1715 грн. за 1 тону в контролі I. Ці ж варіанти дослідження забезпечили зростання рівня рентабельності виробництва до 511 і 545% за рівня додаткового чистого прибутку 8106 та 10754 грн. і окупності додаткових витрат – 7,5 і 8,2 рази.

Одержані показники найвищої економічної ефективності в цих варіантах дослідження узгоджуються з даними формування найвищої прибавки врожаю та найвищої фізіолого-біохімічної активності в рослинах, чим обумовлювалось формування врожаю і його якості.

Аналіз енергетичної ефективності застосування гербіцидів і РРР в посівах соняшника засвідчив залежність її від компонування досліджуваних препаратів, впливу їх на ефективність знищення в посівах бур'янів, величини одержаного врожаю та додаткової продукції (табл. 5.8). За використання в посівах соняшника гербіцида Дуал Голд 960 1,2–1,6 л/га енерговитрати коливались у межах 499968–525552, Фюзіладу Форте 150 0,5–1,0 л/га – 449016–459616, за внесення цих гербіцидів по фону – 506864–530648 та 454312–464712 мДж/100 га відповідно. За внесення цих же норм Фюзіладу Форте 150 по фону сумісно з РРР Радостим – 462931–470331 мДж/100 га.

Не дивлячись на високі енергозатрати у варіантах дослідження в порівнянні з контролем I, вони окупались валовою енергією, якої було отримано найбільше за внесення Дуалу Голд 960 1,6 л/га по фону та Фюзіладу Форте 150 0,75 л/га, внесеного по фону, сумісно з РРР Радостим – 4974570 і 5545130 мДж/100 га за коефіцієнта енергетичної ефективності 9,4 і 11,8.

Енергетична ефективність застосування гербіцидів Дуал Голд 960, Фюзілад Форте 150 і РРР Радостим у посівах соняшника (2012–2014 рр.)

Варіанти дослідів	Урожайність, т/га	Валові затрати енергії, МДж/100 га	Валова енергія урожаю, МДж/100 га	Коефіцієнт енергетичної ефективності
Без препаратів і ручних прополювань (контроль I)	1,77	408895,6	3155910	7,7
Без препаратів + ручні прополювання (контроль II)	2,61	542245,6	4653630	8,6
Дуал Голд 960 1,2 л/га	2,1	499967,7	3744300	7,5
Дуал Голд 960 1,4 л/га	2,42	514759,7	4314860	8,4
Дуал Голд 960 1,6 л/га	2,54	525551,7	4528820	8,6
Радостим 20 мл/га	1,91	446234,3	3405530	7,6
Фюзілад Форте 150 0,5 л/га	2,07	449015,7	3690810	8,2
Фюзілад Форте 150 0,75 л/га	2,60	459615,7	4635800	10,1
Фюзілад Форте 150 1,0 л/га	2,57	459015,7	4582310	10,0
Фюзілад Форте 150 0,5 л/га + Радостим 20 мл/га	2,28	453634,3	4065240	9,0
Фюзілад Форте 150 0,75 л/га + Радостим 20 мл/га	2,84	464834,3	5063720	11,0
Фюзілад Форте 150 1,0 л/га + Радостим 20 мл/га	2,81	464234,3	5010230	10,8
Радостим 250 мл/т – обробка насіння (фон)	2,03	414192,1	3619490	8,7
Фон + Дуал Голд 960 1,2 л/га	2,44	506864,2	4350520	8,6
Фон + Дуал Голд 960 1,4 л/га	2,65	519456,2	4724950	9,1
Фон + Дуал Голд 960 1,6 л/га	2,79	530648,2	4974570	9,4
Фон + Радостим 20 мл/га	2,16	451330,8	3851280	8,5
Фон + Фюзілад Форте 150 0,5 л/га	2,33	454312,2	4154390	9,1
Фон + Фюзілад Форте 150 0,75 л/га	2,85	464712,2	5081550	10,9
Фон + Фюзілад Форте 150 1,0 л/га	2,8	463712,2	4992400	10,8
Фон + Фюзілад Форте 150 0,5 л/га + Радостим 20 мл/га	2,74	462930,8	4885420	10,6
Фон + Фюзілад Форте 150 0,75 л/га + Радостим 20 мл/га	3,11	470330,8	5545130	11,8
Фон + Фюзілад Форте 150 1,0 л/га + Радостим 20 мл/га	3,04	468930,8	5420320	11,6

Таким чином, підводячи підсумки, можна стверджувати, що найбільш економічно, енергетично й екологічно доцільним є застосування в посівах соняшника гербіциду Дуал Голд 960 1,6 л/га, внесеного на фоні

передпосівної обробки насіння РРР Радостим 250 мл/т та Фюзіладу Форте 150 0,75 л/га, внесеного в суміші з РРР Радостим 20 мл/га, по фоні передпосівної обробки насіння РРР Радостим 250 мл/т. Дані композиції забезпечують формування приросту врожаю соняшника на рівні 1,02–1,34 т/га за додаткового прибутку 8106–10754 грн./га, рівня рентабельності 511–545% та окупності додаткових витрат – 7,2–8,2 рази.

Матеріали розділу 5 опубліковано та апробовано в працях [326, 344–348].

1. Карпенко В. П., Підан Л. Ф., Заболотний О. І. та ін. Біологізована технологія вирощування соняшника; за ред. В. П. Карпенка. Умань, 2016. 11 с.
2. Грицаєнко З. М., Підан Л. Ф. Забур'яненість та врожайність посівів соняшнику за різних способів застосування гербіцидів Дуал Голд 960, Фюзілад Форте 150 і регулятора росту рослин Радостим // Вісник Уманського національного університету садівництва. Умань. 2014. № 1. С. 54–59.
3. Грицаєнко З. М., Підан Л. Ф. Динаміка продуктивності рослин соняшника за дії гербіциду Фюзілад Форте та ріст регулятора Радостим при різних способах застосування // Матеріали всеукраїнської наукової конференції молодих учених. Умань. 2013. Ч. 1. С. 95–97.
4. Підан Л. Ф. Вплив базового та страхового гербіцидів внесених окремо та сумісно із ріст регулятором в агроценозах вирощування соняшника // Підвищення ефективності ресурсозберігаючих технологій на зернопереробних підприємствах: тези доповідей Всеукраїнської наукової конференції. Умань. 2013. С. 48–51.
5. Грицаєнко З. М., Підан Л. Ф. Біологізація сільського господарства – сучасне і майбутнє агропромислового комплексу // Регіональна науково-

практична інтернет-конференція. Моніторинг та охорона біорізноманіття агроландшафтів. Умань. 2013. С. 57–59.

6. Підан Л. Ф. Потенціал забур'яненості посівів соняшника та заходи контролю за дії гербіциду Дуал Голд 960 // Збірник наукових праць природничо-географічного факультету «Природничі науки і освіта». Умань. 2015. С. 99–103.

ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі розкрито й приведено нове вирішення наукового завдання, що полягає у фізіологічному обґрунтуванні застосування в посівах соняшника різних видів і норм гербіцидів окремо і в комплексі з регулятором росту рослин.

1. Встановлено, що Фюзілад Форте 150 та Дуал Голд 960, внесені окремо і в поєднанні з РРР Радостим, особливо на фоні обробки РРР Радостим насіння перед сівбою, зумовлюють значні зміни в роботі антиоксидантної ферментативної системи соняшника, що виявляється в зростанні активності окремих ферментів класу оксидоредуктаз: каталази на 11–54%, пероксидази – 8–21%, поліфенолоксидази – 14–59%.

2. З'ясовано, що гербіциди Дуал Голд 960 та Фюзілад Форте 150, внесені за різних способів використання регулятора росту рослин Радостим, накладають істотний відбиток на формування площі листового апарату соняшника та вмісту в ньому пігментів. Найбільша активізація наростання площі листків та найвищий вміст у них суми хлорофілів *a* і *b* простежуються у варіантах сумісної дії гербіциду Фюзілад Форте 150 у нормах 0,5; 0,75; 1,0 л/га із Радостимом (20 мл/га), внесених на фоні передпосівної обробки Радостимом (250 мл/т) насіння, та за внесення Дуалу Голд у нормах 1,2; 1,4 та 1,6 л/га на фоні передпосівної обробки насіння Радостимом (250 мл/т), де площа листків зростала на 14–20% і 10–14%, а вміст суми хлорофілів – 9–13% та 9–12% відповідно.

3. Досліджено, що гербіциди Фюзілад Форте 150, Дуал Голд 960 і РРР Радостим здатні виявляти вплив на формування анатомічної структури епідермісу листового апарату соняшника. Оптимальний за анатомічною структурою листовий апарат мезоморфного типу формується за використання Дуалу Голд 960 у нормі 1,6 л/га по фону та Фюзіладу Форте 150 у нормі 0,75 л/га сумісно з РРР Радостим 20 мл/га по фону, де площа клітин епідермісу збільшувалася на 42–70% за коефіцієнта морфоструктури

0,67–0,77. Між формуванням площі листкового апарату і показником анатомічної морфоструктури встановлена тісна залежність ($r = 0,87$).

4. Виявлено, що найвищі показники формування надземної біомаси простежувались у варіантах комплексного застосування гербіцидів і РРР, що для Фюзіладу Форте 150 в нормах 0,5–1,0 л/га у фазу шести листків становило 23,7–29,2 г/рослину, Дуалу Голд 960 – 23,8–27,5 г/рослину при 19,1 г/рослину в контролі І.

5. Доведено, що застосування гербіцидів Дуал Голд 960 та Фюзілад Форте 150 роздільно і в сумішах з РРР Радостим, а також на фоні обробки РРР Радостим насіння перед сівбою, зумовлює формування у рослинах соняшника різних показників ЧПФ. Разом з тим за поєднання Дуал Голд 960 1,2–1,6 л/га + РРР Радостим 250 мл/т та Фюзілад Форте 150 0,5–0,75 л/га + РРР Радостим 20 мл/га + РРР Радостим 250 мл/т показники ЧПФ зростали на 7–22% та 21–27%.

6. За використання гербіциду Дуал Голд 960 у нормах 1,2–1,6 л/га на фоні обробки РРР насіння та Фюзіладу Форте 150 у нормах 0,5–0,75 л/га сумісно з РРР Радостим на фоні обробки РРР насіння виявлено зростання на 10–15% та 11–17% інтенсивності дихання та на 31–38% і 35–41% – інтенсивності транспірації, що узгоджується з найвищою ферментативною активністю та інтенсивністю ростових процесів у цих варіантах досліду.

7. Встановлено, що гербіциди Дуал Голд 960, Фюзілад Форте 150 і РРР Радостим активізують розвиток в ризосфері соняшника мікробіоти: за комплексного використання препаратів (Дуал Голд 960 + РРР – обробка насіння, Фюзілад Форте 150 + РРР – обробка посівів + обробка насіння) загальна чисельність ризосферних бактерій зростала до 36%, мікроміцетів – 41%, актиноміцетів – 45%.

8. Ефективність контролювання бур'янів у посівах соняшника зростає зі збільшенням норм використання гербіцидів Дуал Голд 960 і Фюзілад Форте 150, проте вища частка знищених бур'янів формувалась за їх використання в

комплексі з РРР (обробка посівів + обробка насіння), що свідчить про зростання конкурентної спроможності культури.

9. Найвищу економічну й енергетичну ефективність посіви соняшника формують за використання комплексів Дуал Голд 960 1,6 л/га + РРР Радостим 250 мл/т та Фюзілад Форте 150 0,75 л/га + РРР Радостим 20 мл/га + РРР Радостим 250 мл/т, що підтверджується приростом врожаю на рівні 1,02 і 1,34 т/га, формуванням якості зерна І класу за рентабельності виробництва 511 і 545%, окупності додаткових витрат 7,5 і 8,2 рази і коефіцієнта енергетичної ефективності 9,4 і 11,8.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

З метою активізації проходження в рослинах соняшника фізіологічних процесів та мікробіологічних – у ґрунті в напрямку формування високої продуктивності конкурентноспроможних до бур'янів агроценозів у посівах культури доцільно застосовувати: гербіцид Дуал Голд 960 1,6 л/га + РРР Радостим 250 мл/т (обробка перед сівбою насіння); гербіцид Фюзілад Форте 150 0,75 л/га + РРР Радостим 20 мл/га (обробка посівів) + РРР Радостим 250 мл/т (обробка перед сівбою насіння).

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Парій Ф. М., Парій Я. Ф. Гібриди соняшника всеукраїнського наукового інституту селекції // *Агровісник*. № 2. 2007. С. 50–52.
2. Рудник О. І., Каражбей Г. М. Стан і перспективи сортових ресурсів соняшнику в Україні // *Агроном*. № 1. 2013. С. 186–188.
3. Шувар І. Про родючість ґрунту треба дбати постійно // *Агробізнес сьогодні*. № 20. 2011. С. 15–18.
4. Уланчук В. С., Шайко О. Г. Напрями підвищення ефективності вирощування соняшнику // *Економіка АПК*. 2004. № 4. С. 49–56.
5. Таршин С. І. Розвиток ринку продукції насінництва соняшнику на основі системи маркетингу // *Агросвіт*. 2008. № 4. С. 31–36.
6. Щербаков В., Яковенко Т., Когут І. Роль олійних культур у підвищенні ефективності аграрного виробництва // *Пропозиція*. 2009. № 6. С. 64–66.
7. Зінченко О. І., Салатенко В. Н., Білоножко М. А. Рослинництво; за ред. О. І. Зінченка. Київ. Аграрна освіта, 2001. 591 с.
8. Пономаренко С. П. Українські регулятори росту рослин // *Елементи регуляції в рослинництві: збірник наукових праць НАН України*. К.: ВВП «Компас». 1998. С. 10–16.
9. Грицаєнко З. М., Карпенко В. П. Бакові суміші гербіцидів з регуляторами росту рослин – ефективний засіб підвищення продуктивності зернових культур // *Пропозиція*. 2003. № 3. С. 60.
10. Притуляк Р. М. Біологічні особливості застосування гербіцидів і регулятора росту рослин на посівах тритикале озимого в умовах Лісостепу України: автореф. дис. ... канд. с.-г. наук: 03.00.12. Уманський державний аграрний університет. Умань, 2009. 21 с.
11. Грицаєнко З. М., Пономаренко С. П., Карпенко В. П., Леонтюк І. Б. Ефективність застосування біологічних препаратів у посівах сільськогосподарських культур і їх сумішей із гербіцидами // *Посібник укр.*

хлібороба: рекомендації з вирощування якісного зерна та підняття його класності. 2009. С. 83 – 94.

12. Іванова Н. А. Виробництво і переробка насіння соняшнику в Черкаській області // Економіка АПК. 1999. № 5. С.57–61.

13. Краевский А. Н. Альтернативная технология возделывания подсолнечника // Научн. техн. бюл. Ин-та масличных культур УААН. 2009. № 14. С. 167–171.

14. Ткаліч І. Д., Кабан В. М. Вплив обробітку ґрунту, добрив, строків сівби на забур'яненість, урожайність соняшнику // Бюл. Ін-ту зерн. госп-ва УААН. Дніпропетровськ, 2007. № 31–32. С. 82–85.

15. Карпенко В. П., Притуляк Р. М. Чисельність ризосферних бактерій ячменю ярого за дії гербіциду і ріст регуляторів // Агробіологія: Збірник наукових праць Білоцерківський НАУ. Біла церква. 2012. Вип. 7 (91). С. 49–52.

16. Кочерга А. А. Вплив гербіцидів на продуктивність бур'янів та засміченість ґрунту // Продуктивність і якість сільськогосподарської продукції: Збірник наук. праць Полтавського СГІ. Полтава, 1995. Т. 17. С. 130–133.

17. Пономаренко С. П. Створення та впровадження нових регуляторів росту рослин в агропромисловому комплексі України // Ефективність хімічних засобів у підвищенні продуктивності сільськогосподарських культур: зб. наук. праць. Уманської державної аграрної академії. Умань, 2001. С. 15–23.

18. Анішин Л. А. Вітчизняні біологічно активні препарати просяться на поля України // Пропозиція. 2004. № 10. С. 48–50.

19. Анішин Л. Регулятори росту рослин: сумніви і факти // Пропозиція. 2002. № 5. С. 64–65.

20. Перелік регуляторів росту рослин виробництва ДП МНТЦ «Агробіотех», Емістим С. ТУ У 88.264.021–95 // Посібник українського хлібороба. 2009. С. 103–104.

21. Пономаренко С. П. Шляхами до екологічної сировини для вирощування продуктів дитячого харчування // Захист рослин. № 4. 2005. С. 15–17.
22. Грицаєнко З. М., Пономаренко С. П., Карпенко В. П., Леонтюк І. Б. Біологічно активні речовини в рослинництві; за ред. З. М. Грицаєнко. «Нічлава». 2008. 352 с.
23. Терек О. І., Романюк Н. Д. Ріст рослин та використання регуляторів росту в сільському господарстві // Сільський господар. № 1 –2. 1999. С. 6–7.
24. Музика Л. П. Елементи регуляції в рослинництві. К.: НАН України ін-т біоорган. хімії. НІЦ “АКСО”. 1998. С. 327–333.
25. Бичко А. В. Структурні перетворення ліпідного матриксу при дії 2,4-Д та Івіну // III з’їзд укр. біофіз. т-ва. Тези доповідей. Львів, 2002. С. 77.
26. Пономаренко С. П. Регуляторы роста растений на основе N – оксидов производных пиридина (физико-химические свойства и биологическая активность). К.: «Техніка». 1999. 270 с.
27. Троян В. М., Яворська В. К., Пономаренко С. П. та ін. Теоретичні основи застосування регулятора росту 2,6-диметилпіридин N-оксиду // Физиология и биохимия культурных растений. 1991. Т. 23. С 468–473.
28. Меркис А. И., Даргинавичене Ю. В., Новицкене Л. Л. Возможные системы действия β -индолилуксусной кислоты в процессе активирования роста // Реализация наследственной информации: Всес. симпоз. Тез. докл. Паланга, 1980. С. 61–63.
29. Михно А. Н., Минаева С. Г., Харченко Л. В. и др. Сравнительное влияние ИУК и пиклорама на фракционный состав сумарной РНК // Физиология и биохимия культурных растений. 1986. № 5. С. 18–23.
30. Прусакова Л. Д. Регуляторы роста в растениеводстве // Сельскохозяйственная биология. 1984. № 3. С. 21–25.
31. Мусатенко Л. І. Фітогормони і фізіологічно активні речовини в

регуляції росту і розвитку рослин // Фізіологія рослин: проблеми та перспективи розвитку. К.: Логос. 2009. Т. 1. С. 508–536.

32. Пономаренко С. П. Створення та впровадження нових регуляторів росту рослин в агропромисловому комплексі України // Фізіологія рослин в Україні на межі тисячоліть: зб. наук. праць. Київ, 2001. Т. 1. С. 98–104.

33. Тарчевський И. А. Сигнальные системы клеток растений. М.: Наука. 2002. 294 с.

34. Цыганкова В. А., Стефановська Т. Р., Андрущак Я. В. та ін. Індукція регуляторами росту біосинтезу si/mi RNA з антипатогенними та антипаразитарними властивостями в клітинах рослин // Біотехнологія. 2012. Т 5. № 3. С. 62–74.

35. Цыганкова В. А., Мусатенко Л. И., Галкина Л. А. и др. Особенности действия регуляторов роста на экспрессию генов в клетках зародышей семян в раннем постэмбриогенезе // Биотехнология. 2008. Т. 1. № 2. С. 38–44.

36. Галкін А. П., Цыганкова В. А., Пономаренко С. П. та ін. Особливості зміни експресії генів в клітинах рослин під впливом екзогенних регуляторів росту // Фізіологія рослин: проблеми та перспективи розвитку. 2009. Т. 2. С. 24–29.

37. Theologis A. Rapid gene regulation by auxin // Annu. Rev. Plant Physiol. 1986. Vol. 37. P. 47–56.

38. Галкин А. П., Мусатенко Л. И., Цыганкова В. А. и др. О механизмах действия регуляторов роста растений на генетическом уровне // Гуминовые кислоты и фитогормоны в растениеводстве: материалы Межд. конф. Киев, 2007. С. 24–25.

39. Грицаєнко З. М., Карпенко В. П. Формування надземної маси, площі листової поверхні і пігментного комплексу ячменю ярого за дії різних норм гербіциду Лінтуру та його сумішей із біопрепаратом Агат-25К // Зб. наук. пр. Уманського ДАУ. Умань, 2008. С. 60–70.

40. Заболотний О. І., Заболотна А. В. Висота рослин кукурудзи за обробки її насіння регуляторами росту рослин // «Імпортозамінні технології вирощування і переробки продукції садівництва та рослинництва»: Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції. Умань: УНУС, 2016. С. 20–21.

41. Чернега А. О. Біологічні процеси і продуктивність посівів ячменю озимого за дії гербіциду Калібр 75 та регулятора росту рослин Біолан: автореф. дис. ... канд. с.-г. наук: 03.00.12. Уманський національний університет садівництва. Умань, 2012. 20 с.

42. Авраменко С., Попов С., Цехмейструк М. Біостимулятори на озимій пшениці // Агробізнес сьогодні. № 7. 2012. С. 24–26.

43. Бакай І. Д., Василенко М. Г. Ефективність препаратів Гумісол, Байкал, Ембіонік та їх вплив на урожай пшениці озимої і ярої в умовах північного лісостепу України // Захист і карантин рослин. 2013. Вип. 59. С. 31–36.

44. Грехова И. В., Комисаров И. Д. Тюменский гуминовый препарат // Земледелие. 2006. № 4. С. 30–32.

45. Ткаліч Ю., Кохан А., Гирка А. Адаптація рослин соняшнику та кукурудзи в умовах зміни клімату // Земледелия. 2008. № 8. С. 50–52.

46. Лихочвор В. В., Петриченко В. Ф. Рослинництво (сучасні інтенсивні технології вирощування основних польових культур) Львів.: НВФ «Українські технології». 2006. 730 с.

47. Антиоксидантна композиція «АОК-М» для передпосівної обробки насіння сільськогосподарських культур: пат. 8501 Україна, МКН⁷ А 01 С 1/06, А 01N 31/14 / Заславський О. М., Калитка В. В., Малахова Т. О.; Заявник та патентовласник N 20041210460; заявл. 20.12.2004., опубл. 15.08.2005, Бюл. № 8.

48. Рекомендації із застосування регуляторів росту рослин у сільськогосподарському виробництві. К.: Високий врожай. 2004. 32 с.

49. Кравченко В. А., Гаврись І. Л. Вплив регуляторів росту рослин на посівні якості насіння // Науковий вісник НАУ. 2005. Вип. 84. С. 105–108.
50. Пономаренко С. П., Боровикова Г. С. Регулятори росту рослин – вітчизняні препарати світового рівня // Захист рослин. 1997. № 11. С. 2–5.
51. Меркушина А. С. Фізіолого-біохімічні основи підвищення продуктивності гороху // Біологічні науки і проблеми рослинництва: зб. наук. пр. УДАУ. Умань, 2003. С. 99–104.
52. Анішин Л. Урожай кукурудзи залежатиме від рівня догляду за посівами // Пропозиція. 2008. №7. С. 72–74.
53. Волошина І. Н., Роньжина Е. С. Влияние предпосевной обработки семян на развитие тмина обыкновенного // Земледелие. 2008. № 2. С. 23–25.
54. Анішин Л. Вітчизняні біологічно активні препарати просяться на поля України // Пропозиція. 2004. № 10. С. 48–50.
55. Кочерга А. А. Застосування біостимуляторів росту в посівах соняшнику // Мат. III науково-практичної інтернет-конференції «Інноваційні аспекти технологій вирощування, зберігання і переробки продукції рослинництва». Подтава. 2015. С. 47–52.
56. Танасевич В. І., Шаповал А. В. Вплив біостимуляторів на насіння озимої пшениці різного ступеня травмування // Вісник аграрної науки. 2006. № 8. С. 77–79.
57. Павлов Е. І., Янышина А. А. Влияние протравителей и регуляторов роста на качество высеваемых и получаемых семян // Защита и карантин растений. 2009. № 2. С. 26–28.
58. Гаврилюк М. М. Наукові й організаційні засади сучасного насінництва в Україні: автореф. дис. ... д-ра с.-г. наук: 06.01.14. Селекційно-генетичний ін.-т – Національний центр насіннєзнавства та сортовивчення УААН; Чернігівський інститут агропромислового в-ва УААН; Вінницька держ. сільсько-господарська дослідна станція УААН. 2003. 22 с.

59. Анішин Л. Біостимулятори на допомогу // Агрперспектива. 2008. № 3. С. 46–47.
60. Шевченко А. О., Тарасенко В. О. Регулятори росту. Принципово новий вискоефективний елемент сільськогосподарських технологій // Захист рослин. 1998. № 1. С. 17–19.
61. Рекомендації по застосуванню біостимуляторів у технології вирощування соняшника // Біостимулятори росту рослин нового покоління в технологіях вирощування сільськогосподарських культур. К., 1997. С. 30–32.
62. Чекуров В. М. Новые регуляторы роста растений // Защита и карантин растений. 2003. № 9. С. 20–21.
63. Черячукін М., Андрієнко О., Григор'єва О. Регулятори росту рослин // Агробізнес сьогодні. 2011. № 5. С. 34–35.
64. Харченко Г. Л., Рябчинська Т. А., Саранцева Н. А., Бобрешова И. Ю., Злотников А. К. Комплексная защита и повышение продуктивности клевера с использованием препарата альбит // Защита и карантин растений. 2009. № 6. С. 32–36.
65. Ткаліч Ю., Кохан А. Фізіологічно активні речовини в технології вирощування соняшнику // Пропозиція. 2011. № 5. С. 86–87.
66. Силаєва А. М. Технологічні засоби підвищення адаптації рослин до умов глобального потепління. «Інноваційні агротехнології в умовах глобального потепління»: матеріали. Міжнар. наук.–практ. конф. Мелітополь, 2009 р. С. 109–112.
67. Яворська В. К., Драговоз І. В., Крючкова Л. О., Курчій Б. О. та ін. Регулятори росту на основі природної сировини та їх застосування в рослинництві К.: Логос. 2006. 176 с.
68. Калінін Ф. Л. Застосування регуляторів росту в сільському господарстві. К.: Урожай. 1989. 168 с.
69. Land A. Gibberellins: Structure and metabolism // Plant Physiol. 1970. V. 21. P. 537–570.

70. Бутузов А. С., Тертычная Т. Н., Манжесов В. И. Возделывание озимой пшеницы с применением регуляторов роста // Земледелие. 2010. № 5. С. 18–21.
71. Коць С. Я., Григорюк И. А., Михалкив Л. М., Береговенко С. К., Драговоз И. В. Влияние природных и синтетических регуляторов роста на азотфиксирующую активность и интенсивность фотосинтеза люцерны при разном водообеспечении // Агрехимия. 2006. № 5. С. 41–48.
72. Грабак Н. Х., Дудник А. В. Вплив біостимуляторів росту на продуктивність гібридів соняшнику в умовах південного Степу України // Вісник аграрної науки Причорномор'я. Миколаївс. держ. аграр. ун-т. Миколаїв, 2003. Вип. 2 (22). С. 165–169.
73. Bhattacharjee A., Gupta K. Effect of CCC, SADH and dikegulac growth modification of a sunflower cultivar and its yield // J. Indian Bol. 1984. Vol. 63. № 4. P. 335–340.
74. Miliuvienė L., Novickienė L., Jurevičius J. Oilseed rape growth regulation by compounds 3-DEC and 17-DMC // Bot. Lithuan. 2007. Vol. 13. № 2. P. 115–121.
75. Безлер Н. В., Панина Н. В., Гафуров С. П. Эффективность применения регулятора роста Бензихола на яровом ячмене // Агрехимия. 2006. № 5. С. 49–55.
76. Таран Н. Ю., Светлова Н. Б., Оканенко О. А. та ін. Регулятори росту у формуванні адаптивних реакцій рослин до посухи. // Вісник аграрної науки. 2004. №8. С. 29–32.
77. Григорюк И. А., Михальський Н. Ф., Киризий Д. А., Ткачов В. И. Влияние полимерных регуляторов роста на водный режим и фотосинтез сортов озимой пшеницы в условиях длительной засухи // Научн. весн. Черновецкого ун-та: Сб. науч. работ. Биология. ЧГУ. Вып. 77. Черновцы: Рута. 2000. С. 44–55.

78. Манько Л. А. Ступінь насичення сівозмін сояшником та його вплив на розповсюдження хвороб // Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2010. № 2. С. 183–185.
79. Безлер Н. В., Черепухина И. В. Динамика численности микроорганизмов, формирующих эффективное плодородие почвы при запашке соломы ячменя // Устойчивое развитие АПК: рациональное природопользование и инновации : материалы 1-й Междунар. заоч. науч.-практ. конф., 17 мая 2011 г. Петрозаводск, 2011 . С. 56–58.
80. Гентош Д. Біологічні препарати проти корневих гнилей гороху // Агробізнес сьогодні. 2011. № 20. С. 32–33.
81. Балан Г. О. Скринінг гібридів та сортів сояшнику // Захист рослин. 2002. № 2. С. 13–14.
82. Волошина Н., Волошин О., Григор'єва О. Шкідники і хвороби сояшнику при інтенсивному землеробстві // Степове землеробство. 1993. Вип. 27. С. 58–61.
83. Злотников А. К. Бегунов И. И., Злотников К. М. и др. Эффективность сочетания Альбита с половинными нормами фунгицидов // Защита растений. 2010. № 3. С. 33–35.
84. Гентош Д. Т., Башта О. В., Гентош І. Д. Біологічні препарати проти корневих гнилей гороху // Карантин і захист рослин. 2012. № 10. С. 3–6.
85. Barat S., Shah A. Biological control fusarial with of pigeon pea by *Bacillus brevis* // Can. J. Microbiol. 2000. Vol 46. № 2. P. 125–132.
86. Покопцева Л. Регулятори росту для сояшнику // The Ukrainian Farmer. 2011. № 2. С. 28–29.
87. Моргун В. В., Коць С. Я., Кириченко Е. В. Ростстимулирующие ризобактерии и их практическое применение // Физиология и биохимия культурных растений. 2009. Т. 41. № 3. С. 187–207.
88. Поляков О., Нікітенко О. Додаткове живлення сояшнику // Пропозиція. 2013. № 6. С. 57–58.

89. Ponomarenko S. P. Growth regulators in plant production – Ukrainian breakthrough. In: Biological agents in plant production. Proceeding of the International conference Radostim. Kyiv (UA), 2008. P. 45–48.
90. Колупаев Ю. Е., Карпец Ю. Е. Формирование адаптивных реакций растений на действие абиотических стрессоров. Киев: Основа. 2010. 352 с.
91. Колупаев Ю. Е., Ястреб Т. О., Швиденко Н. В., Карпец Ю. В. Индукция теплоустойчивости колеоптилей пшеницы салициловой и янтарной кислотами: связь эффектов с образованием и обезвреживанием активных форм кислорода // Прикл. биохимия и микробиология. 2012. № 5. С. 550–556.
92. Hernandez J., Rubio M. Oxidative stress induced by longterm plum pox virus infection in peach (*Prunus persica*) // *Physiol. Plant.* 2004. № 122. P. 486–495.
93. Владимиров Ю. А. Свободные радикалы в биологических системах // Соросовский образовательный журн. 2000. № 12. С. 13–19.
94. Колупаев Ю. Є. Можлива роль супероксиддисмутази у саліцилатіндукованому нагромадженні пероксидів у колеоптилях *Triticum aestivum* L. // Укр. ботан. журн. 2007. Вип. 64. № 2. С. 270–277.
95. Potters G., Gara L., Asard H., Horemans N. Ascorbate and glutathione: guardians of the cell cycle, partners in crime? // *Plant Physiol. Biochem.* 2002. Vol. 40. P. 537–548.
96. Карпенко В. П. Вміст деяких антиоксидантів у листках ячменю ярого за дії гербіцидів і регулятора росту рослин // Зб. наук. праць Уманського НУС. 2011. Вип. 77. С. 14–21.
97. Воробець Н. М. Пероксидазна активність коренів соняшника за дії іонів свинцю та селену // Наук. записки Тернопіль. Пед. ун-ту. Сер. біол. 2002. № 3. С. 148–153.

98. Духовский П., Юкнис З., Бразайтите А. Реакция растений на комплексное воздействие природных и антропогенных стрессоров // Физиология растений. 2003. Т. 50. № 2. –С. 165–173.
99. Ишеева О. Д. Ферменты первичной защиты от окислительного стресса у вакуолей клеток растений : автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.01.05. Учреждение Рос. акад. наук Сибир. ин-т физиологии и биохимии растений СО РАН. Иркутск, 2010. 20 с.
100. Колупаев Ю. Е., Карпец Ю. В. Активные формы кислорода и стрессовый сигналинг у растений // Ukrainian biochemical journal. 2014. Vol. 86. № 4. С. 18–35. Режим доступа: http://nbuv.gov.ua/UJRN/BioChem_2014_86_4_4
101. Куриленко І. М., Паладіна Т. О. Вплив сольового стресу і синтетичних регуляторів росту на активність каталази та пероксидази у проростках кукурудзи // Укр. біохім. журн. 2005. Т. 77. № 6. С. 86–93.
102. Стороженко В. О. Ключові антиоксидантні ферменти фотосинтетичного апарату вищих рослин за дії стресових чинників // Фізіологія та біохімія культ. рослин. 2004. Т. 36. № 1. С. 36–42.
103. Шумік С. А., Таран Н. Ю., Драга М. В., Мусієнко М. М. Вивчення особливостей дії регуляторів росту на адаптивні властивості зернових культур // Регулятори росту рослин у землеробстві: зб. наук. праць. Київ, 1998. С. 40–44.
104. Карпенко В. П., Притуляк Р. М. Фізіологічні зміни у рослинах ячменю ярого за дії біологічно активних речовин // Вісник Уманського НУС. 2014. № 1. С. 60–65.
105. Леонтюк І. Б. Біологічні процеси в рослинах озимої пшениці залежно від застосування біостимуляторів росту і Дікопуру // Біологічні науки і проблеми рослинництва: зб. наук. пр. УДАУ. 2003. С. 158–159.
106. Карпова Г. А., Миронова М. Е. Эффективность обработки семян ячменя регуляторами роста и бактериальными препаратами // Земледелие. 2008. № 3. С. 39–40.

107. Грищенко Г. В., Явдощенко М. П. Сумісне застосування пестицидів, регуляторів росту і добрив проти захворювань озимої пшениці // Вісник с-г. науки. 1981. № 6 С.4–8.

108. Грицаєнко З. М., Карпенко В. П. Сумісне застосування гербіцидів і регуляторів росту в посівах озимої пшениці та кукурудзи // Пропозиція. 2002. № 4. С. 73–75.

109. Грицаєнко З. М., Карпенко В. П. Фізіолого-біохімічні процеси в рослинах ярого ячменю і продуктивність посівів за дії гербіциду Гранстару й Емістиму С // Міжн. конф. «Онтогенез рослин у природному та трансформованому середовищі. Фізіолого-біохімічні та екологічні аспекти». Львів, 2007. С. 127–129.

110. Грицаєнко З. М., Карпенко В. П., Леонтюк І. Б., Голодрига О. В., Заболотний О. І. Біологічні процеси і продуктивність сільськогосподарських культур при застосуванні хімічних і біологічних препаратів та шляхи зменшення гербіцидного навантаження на зовнішнє середовище // Вчені Вищої школи України – селу: Праці міжн. наук, конф. Київ. Умань, 2006. С. 73–87.

111. Грицаєнко З. М., Карпенко В. П. Бакові суміші гербіцидів з регуляторами росту – ефективний засіб підвищення продуктивності зернових культур // Пропозиція. 2003. № 3. С. 60.

112. Анішин Л. Урожай кукурудзи залежатиме від рівня догляду за посівами // Пропозиція. 2008. № 7. С. 72–74.

113. Ткаліч Ю., Кохан А., Гирка А. Адаптація рослин соняшнику та кукурудзи в умовах зміни клімату // Зерно. 2013. С. 171–172.

114. Романенко О. Т. Хочеш вигідніше використати весняний кредит – застосуй Агат-25 // Агроном. 2013. № 1. С. 68–69.

115. Матєвоян Г. Л., Шишов А.Д. Применение регуляторов роста, индукторов устойчивости и органического удобрения Агровит-кора при выращивании картофеля // Агротехника. 2006. № 5. С. 56–64.

116. Ткачук О. О. Екологічна безпека та перспективи застосування регуляторів росту рослин // Вісник Вінницького політех. ін.-ту. 2014. № 4. С. 41–43.
117. Пономаренко С. П. Біостимуляція в рослинництві – український прорив // Международная конференция Radostim 2008. Биологические препараты в растениеводстве. К., 2008. С. 45–48.
118. Осауленко О. Г. Україна в цифрах 2011. Статистичний збірник; за ред. О. Г. Осауленка. К.: Державна служба статистики України, 2012. 250 с.
119. Швайківський Б. Я., Лопушняк В. І., Киричук Р. Г. Регулятори росту рослин – ефективний засіб підвищення продукції сільськогосподарських культур // Сільський господар. 2000. № 5–6. С. 3–4.
120. Патики В. П., Макаренко Н. А., Моклячук Л. І. та ін. Агроекологічна оцінка мінеральних добрив та пестицидів: монографія; за ред. В. П. Патики. К.: Основа. 2005. 300 с.
121. Позняк В. Особливі вороги // Агробізнес сьогодні. 2011. № 3. С. 32–33.
122. Іващенко О. О., Кунак В. Д. Бур'яни. Чому зростає потенційна забур'яненість полів // Захист рослин. 1998. № 7. С. 24–25.
123. Тараріко Ю. О. Сучасні технології відтворення родючості ґрунтів та підвищення продуктивності агроecosystem; за ред. Ю. О. Тарарако. К.: Аграрна наука. 2004. 125 с.
124. Мордерер Є. Ю. Сучасний стан, проблеми та перспективи подальшого розвитку хімічного методу боротьби з бур'янами // Физиология и биохимия культурных растений. 2008. Т. 40. № 6. С. 492–502.
125. Мордерер Є. Ю. Внесок фундаментальної біології рослин у вирішення проблеми боротьби з бур'янами // Физиология и биохимия культурных растений. 2005. Т. 37. № 6. С. 495–504.
126. Паламар І. Т. Антропогенна трансформація сегетальної рослинності представників класу Liliopsida // Вісник аграрної науки Причорномор'я. 2008. Вип 4. С. 163–165.

127. Яцух К. І. За високі врожаї // Агробізнес сьогодні. 2009. № 11. С. 11–13.
128. Кочерга А. А. Вплив гербіцидів на продуктивність бур'янів та засміченість ґрунту // Продуктивність і якість сільськогосподарської продукції: збірник наук. праць Полтавського СГІ. 1995. Т. 17. С. 130–133.
129. Бойко П. Вирощування соняшнику в сівозмінах // Пропозиція. 2000. № 4. С. 8–9.
130. Оверченко Б. П. Резерви соняшникового поля // Пропозиція. 2000. № 4. С. 43–44.
131. Писаренко В. М., Писаренко П. В. Захист рослин: екологічно обґрунтовані системи. П.: Інтерграфіка. 2002. С. 177–178.
132. Голосний П. Г. Проблеми захисту соняшнику від бур'янів та хвороб // Зелені сторінки. 2010. № 5. С. 1–4.
133. Сторчоус І. Фактори впливу на ефективність застосування гербіцидів // Агробізнес сьогодні. 2011. № 19. С. 37–38.
134. Захаренко В. А. Пестициды в интегрированной защите растений // Агротехника. 1992. № 12. С. 92.
135. Wrubel R., Gressel J. Are herbicide mixtures useful for delaying the rapid evolution of resistance? A case study // Weed Technol. 1994. V. 8. P. 635–648.
136. Врочинский К. К., Маковский В. Н. Применение пестицидов и охрана окружающей среды. К.: Вища школа. 1979. 208 с.
137. Зозуля О. Правильно вибраний гербіцид – запорука високої врожайності соняшнику // Агробізнес сьогодні. 2010. № 3. С. 20–21.
138. Зозуля О. Проблеми захисту соняшнику від бур'янів при використанні високоврожайних гібридів (практичні поради) // Агрономія. 2010. № 5. С. 7–8.
139. Малашта Н. Резистентність бур'янів до гербіцидів: факти і тенденції // Агровісник. 2007. № 4. С. 21–22.

140. Ткаліч Ю. І. Реакція соняшнику на зміну ширини міжрядь, прийомів догляду і норм добрив // *Агроном*. 2012. № 4. С. 70–71.
141. Сторчоус І. М. Фунгіцидні властивості гербіцидів // *Агроном*. 2012. № 1. С. 36–38.
142. Костюковський М. Г., Гончаренко М. П., Ушакова Л. Т. Методи обліку основних видів шкідників, хвороб зернових культур та засміченості посівів бур'янами і визначення втрат урожаю // *Захист зернових культур від шкідників, хвороб і бур'янів при інтенсивних технологіях*; за ред. Б. А. Арешнікова. К.: Урожай. 1992. С. 112–139.
143. Швартау В. В. Регуляція активності гербіцидів за допомогою хімічних сполук. К.: Логос. 2004. 222 с.
144. Швартау В. В. Гербіциди. Основи регуляції фітотоксичності та фізико-хімічні і біологічні властивості. К.: Логос. 2009. Т. 2. 1046 с.
145. Сторчоус І. Особливості застосування ґрунтових гербіцидів // *Агробізнес сьогодні*. 2015. № 1–2. С. 15–17.
146. Захаренко В. А. Агроекологическая эффективность гербицидов на посевах зерновых культур // *Сельское хозяйство за рубежом*. 1974. № 2. С. 18–22.
147. Сторчоус І. М. Застосування гербіцидів: очікуваний ефект та побічний вплив // *Пропозиція*. 2015. № 12. С. 14–16.
148. Altman J., Campbell C. Effect of herbicides on plant diseases // *Ann. Rev. Phytopathol.* 1977. V. 15. P. 361–385.
149. Daniel Dias R., Rasetto Marco A., Cayariani C., Furtado L. Edson Efeito de herbicidas sobre agentes phitopatogenicos // *Acta sei. Agron.* 2010. № 3. P. 379–383.
150. Martin T., Blair A. Bioassay for the detection of chlorsulfuron residues in soils. 1988. V. 10. P. 64–65.
151. Smith D. A., Hallett S. G. Interactions between chemical herbicides and the candidate bioherbicides *Mic rosphaeropsis amaranthi*. 2006. *Weed Science*. Vol. 54. P. 197–201.

152. Smith N. R., Dawson V. T., Wenzel M. E. The effect of certain herbicides on soil microorganisms // *Proceedings – Soil Science Society of America*. 2008. V 10. P. 197–201.
153. Weaver M. A., Boyette C. D., Hoagland R. E. Compatibility of the bioherbicides *Myrothecium verrucaria* with selected pesticides // *Phytopathology*. 2006. V 96. P. 121.
154. Манько Ю. П., Веселовський І. В., Орел Л. В. Бур'яни та заходи боротьби з ними. Учбово-методичний центр Мінагропрому України. К., 1998. 239 с.
155. Пидопригора В. С., Ткаченко А. Л., Фисюнов А. В. Борьба с сорняками при интенсивном земледелии. К.: Урожай. 1985. 206 с.
156. Протасов Н. И., Паденов К. П., Шеренев П. М. Сорные растения и меры борьбы с ними. Минск: Ураджай. 1987. 272 с.
157. Іващенко О. О. Чисті посіви // *Карантин і захист рослин*. 2005. № 4. С. 6–8.
158. Петришена В. Ґрунтові гербіциди – основа врожайності культурних рослин // *Пропозиція*. 2011. № 3. С. 107.
159. Іващенко О. О., Мельник О. В. Чому гербіциди не діють та як підвищити їх ефективність при застосуванні проти різних видів бур'янів // *Захист рослин*. 2001. № 2. С. 15–17.
160. Жеребко В. М. Оптимізація використання гербіцидів // *Карантин і захист рослин*. 2004. № 11. С. 12–13.
161. Сторчоус І. М. Стан та перспективи досліджень з гербології // *Карантин і захист рослин*. 2011. № 11. С. 2–4.
162. Танчик С. П., Мигловець О. П. Вплив ґрунтових гербіцидів у посівах сої на загальний рівень забур'яненості за різних систем землеробства в Правобережному Лісостепу України // *Наукові праці Ін.-ту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. 2014. Вип 20. С. 95–100.
163. Хромих Н. О. Амброзія полинолиста – проти гербіцидів // *Карантин і захист рослин*. 2005. № 2. С. 20–22.

164. Мордерер Е. Ю. Избирательная фитотоксичность гербицидов. К.: Логос. 2001. 240 с.
165. Штеменко Н. И. Аминокислоты кукурузы. Изд-во ДГУ. 1993. 196 с.
166. Жуменко А. А., Кибенко Т. Я. Оценка скорости изменения спектра легкорастворимых белков диких и культурных форм томата при стрессовых воздействиях // Физиология и биохимия культурных растений. 1984. Т. 16. № 5. С. 466–470.
167. Найкращий компроміс між високою ефективністю та толерантністю для культури // Агроном. 2013. № 1. С. 76–77.
168. Українець В. Клінік Макс. Нова комбінація – передумова успішного бізнесу, а не дотримання стереотипів // Агроном. 2013. № 1. С. 64–65.
169. Грицаєнко З. М., Голодрига О. В. Гербициди і врожай // Карантин і захист рослин. 2004. № 7. С. 21.
170. Леонтюк І. Б. Біологічні процеси в рослинах озимої пшениці залежно від застосування регулятора росту Емістим С і гербициду Дікопуру // Біологічні науки і проблеми рослинництва: зб. наук. праць Уманського ДАУ. Умань, 2003. С. 156–158.
171. Заболотний О. І. Вплив гербициду Трофі 90 на чисту продуктивність фотосинтезу та врожайність кукурудзи // Вісник аграрної науки Причорномор'я. 2013. Вип. 1. С. 134–140.
172. Крамарьов С. М., Писаренко П. В., Шевченко П. С. та ін. Ефективність гербицидів в агроценозах кукурудзи // Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2008. № 3. С. 8–12.
173. Сивчев М. В. Фотохимическая активность хлоропластов и прочность связи хлорофилла в комплексе у культурных растений при действии гербицидов, засоления и биологически активных веществ // Физиология растений. 1973. Т. 20. Вып. 6. С. 1176–1181.

174. Грицаєнко З. М., Куш Л. Я. Вміст хлорофілу в листках озимої пшениці залежно від дії гербіцидів та біологічно-активних речовин // Онтогенез рослин у природному та трансформованому середовищі. Фізіолого-біохімічні та екологічні аспекти. III Міжнародна конференція. Тези доповідей. Львів, 2007. С. 125–126.

175. Грицаєнко З. М., Заболотний О. І. Активність суміші вища. Вплив сумісного застосування гербіциду Базис із Зеастимуліном і Рексоліном на фізіологічні процеси в рослинах кукурудзи // Карантин і захист рослин. 2006. № 5. С. 18–19.

176. Kim D., Brain P., Marshall E. Effects of sub-lethal doses of metsulfuronmethyl on crop weed competition in two varieties of winter wheat // Brighton Crop Prot. Conf. "Weed": Proc. Int. Conf. Brit. Crop Prot. Coune., Brighton. Vol. 2. Farnham. 1997. P. 669–670.

177. Kreuz K., Tommasini R., Martinoia E. Old enzymes for a new job // Plant Physiol. 1996. № 3. P. 349–353.

178. Ekmekci Y., Terzioglu S. Effects of oxidative stress induced by paraquat on wild and cultivated wheats // Pesticide Biochemistry and Physiology. 2005. Vol. 83. № 2–3. P. 69–81.

179. Soeda T., Uchida T. Inhibition of pigment synthesis by 1,3-dimethyl-4-(2,4-dichlorobenzoyl)-5-hydroxypyrazole, norflurazon, and new herbicidal compounds in radish and flatsedge plants // Pes. Biochem. and Physiol. 1987. Vol. 29. № 1. P. 35–42.

180. Радченко М. П., Сорокіна С. І., Гуральчук Ж. З., Мордерер Є. Ю. Вміст фотосинтетичних пігментів та ТБК-активних речовин у рослин сої за сумісного застосування гербіцидів та мікродобрив // Вчені записки Таврійського національного університету ім. В. І. Вернадського. Серія «Біологія, хімія». Том 26 (65). 2013. № 1. С.172–178.

181. Карпенко В. П. Фізіолого-біохімічні та анатомічні зміни у *Cirsium Arvense* (L) Scop за дії різних видів гербіцидів // Вісник Уманського НУС №1–2. Умань. 2012. С 64–68.

182. Harwood J. Graminicides which inhibit lipid synthesis // *Pestic, Outlook*. 1999. Vol. 10. P. 154–158.
183. Швартау В. В., Озерова Л. В., Кунак В. Д. Эффективность смесей гербицидов // *Карантин і захист рослин*. 2006. № 4. С. 15–16.
184. Петришина В. В. Хімічний захист посівів соняшнику // *Зерно*. 2006. № 6. С. 10–11.
185. Стрижков Н. И., Лебедев В. Б., Силкин А. П., Мулин Ю. И. Гербицид евролайтинг в посевах подсолнечника // *Защита и карантин растений*. 2009. № 2. С. 31–32.
186. Жеребко В. М., Стирський О. А., Жеребко А. В. Буряни в посівах кукурудзи // *Карантин і захист рослин*. 2005. № 4. С. 17.
187. Сторчоус І. Хімічний захист кукурудзи // *Агробізнес сьогодні*. 2010. № 11. С. 40–41.
188. Антипова Л. К., Ткаченко К. О. Эффективность использования гербицидов в агроценозах из люцерной // *Наукові праці*. 2011. Вип. 138. Т. 150. С. 12–14.
189. Анішин Л. Урожай кукурудзи залежатиме від рівня догляду за посівами // *Пропозиція*. 2009. № 7. С. 72–75.
190. Kortekamp A. Unexpected Side Effects of Herbicides: Modulation of Plant-Pathogen Interactions, Herbicides and Environment. № 3. 2011. P. 45–48.
191. Smith N., Dawson V., Wenzel M. The effect of certain herbicides on soil microorganisms // *Proceedings Soil – Science Society of America*. 1946. № 10. P. 197–201.
192. Степанова З. П. Влияние триазинов на микрофлору светлокаштановых почв // *Вест. с.-х. науки*. 1967. № 2. С. 42–43.
193. 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.
194. Велецкий И. Н. Технология применения гербицидов. Л.: Агропромиздат. 1989. 176 с.

195. Андреюк К. І., Іутинська Г. О., Антипчук А. Ф. та ін. Функціонування мікробних ценозів ґрунту в умовах антропогенного навантаження. К.: Вид-во Обереги. 2001. 240 с.
196. Ямборко Н. А., Іутинська Г. О. Вплив фунгіцидів біологічного походження на мікробіоту ґрунту під озимою пшеницею вирощуваною за різними агротехнологіями // Наукові записки. (Серія біологія). 2003. № 1. С. 54–58.
197. Бабак Н. М. О чувствительности азотобактера к некоторым антибиотикам и гербицидам // Микробиология. 1968. Т. 37. Вып. 2. С. 338–344.
198. Gadkari D. Influence of the herbicides stomp and arelon on N_2 – fixation and nitrification // Zbl. Microbiol. 1987. V. 142. № 4. P. 283–291.
199. Залоїло О. В. Екотоксикологічна оцінка пестицидів за впливом на індикаторні групи ґрунтових організмів: автореф. дис. ... канд. б. н. наук: 03.00.16. Київ, 2006. 28 с.
200. Карпенко В. П., Грицаєнко З. М., Притуляк Р. М., Полторецький С. П., Мостов'як І. І., Фоменко О. О. Біологічні основи інтегрованої дії гербіцидів і регуляторів росту рослин; за ред. В. П. Карпенка. Умань: Видавець «Сочінський». 2012. 357 с.
201. Круглов Ю. В. Микрофлора почвы и пестициды. М.: Агропромиздат. 1991. 128 с.
202. Заболотний О. І., Заболотна А. В. Мікробіологічна активність ґрунту при застосуванні гербіциду Мерлін // Молодий вчений. 2004. № 2. С. 16–20.
203. Грицаєнко З. М., Леонтюк І. Б. Біологічна активність ґрунту в посівах озимої пшениці в залежності від дії гербіцидів внесених окремо і сумісно з біостимуляторами росту // Зб. наук. пр. Уманської ДАА. Вип. 64. Умань. 2001. С. 101–105.

204. Уласевич Е. І., Скурятін С. М. Вплив різних норм метахлору на мікрофлору глибокого малогумусного чорнозему // Мікробіол. журн. 1977. № 1. С. 88–92.
205. Долотин В. И., Хабиев Р. А., Шамсутдинов Р. И. Эффективность гербицидов в зерновом севообороте на серых лесных почвах // Зерновое хозяйство. 2002. № 6. С. 23.
206. Грималовский А. М. Влияние гербицидов на биологическую активность почвы // Агрoхимия. 1988. № 1. С. 93–110.
207. Лисенко С. В., Джам О. В. Гербициди в посівах ярого ячменю // Захист рослин. 1996. № 2. С. 6–7.
208. Алиев А. М., Ладонин В. Ф., Калинушкина Л. Ф. Многолетнее применение средств химизации // Химизация сельского хозяйства. 1992. № 3. С. 89–93.
209. Филипманов Л. И. Влияние гербицида 2М-4Х на микрофлору мелиорированных торфяников // Бюлл. ВНИИ с.-х. микробиологии. Л., 1987. № 46. С. 54–55.
210. Самсонова А. С., Смолякова М. Г. Влияние симазина на микрофлору торфяной почвы // Микроорганизмы в сельском хозяйстве. Минск, 1983. С. 23–24.
211. Кешелава Р. Ф. Влияние симазина и карагарда на биологическую активность почвы // Защита и карантин растений. 2000. № 9. С. 49.
212. Волкогон В. В. Влияние стимуляторов роста растений на активность процесса ассоциативной азотфиксации // Микробиол. журн. 1997. № 4. С. 70–78.
213. Єщенко В. О. До методики визначення біологічної активності ґрунту // Зб. наук. пр. Уманського НУС. 2011. Вип. 77. С. 21–26.
214. Иншин Н. А. Экологической опасности не обнаружено // Защита и карантин растений. 1999. № 6. С. 29.
215. Андрееук Е. И. Микробные сообщества и их функционирование в почве. К.: Наукова думка. 1981. С. 13–23.

216. Бондаренко Н. В. Биологическая защита растений. Л.: Колос. 1978. 256 с.
217. Головлева Л. А. Микробиологическая деградация чужеродных соединений: автореф. дис. ... д-ра биол. наук. НЦБИ АН СССР. Пущино, 1979. 50 с.
218. Тертична О. В. Модифікація методу дифузії в агар для визначення чутливості мікроорганізмів до пестицидів // Агроекологічний журнал. 2004. № 4. С. 68–70.
219. Патица В. П., Омельянец Т. Г., Гриник І. В., Петриченко В. Ф. Екологія мікроорганізмів; за ред. В. П. Патики. Київ: Основа. 2007. 192 с.
220. Симочко Л. Ю., Симочко В. В. Інтегрованість мікробного ценозу ґрунту при антропогенному навантаженні // Наукові записки державного природознавчого музею. 2007. Вип. 23. С. 111–118.
221. Holoubek I. Regionally based assessment of Persistent Toxic Substances in the European Region // Abstracts of 7-th International HCH and Pesticides Forum. Kyiv, 2003. P. 4.
222. Atanassov I., Terytze K., Atanassov A. Background values for heavy metals, PAHs and PCBs in the soil of Bulgaria // Proceedings of International Workshop Assessment of the Quality of Contaminated Soils and Sites CEEC and NIS. Bulgaria. 2002. P. 83–103.
223. Пономаренко С. П. Наука і освіта на шляху створення екологічно безпечних технологій // Мат. Міжн. наук. конф. «Аграрна наука і освіта XXI століття». Умань, 2006. С. 25–27.
224. Андреюк К. І., Іутинська Г. О., Антипчук А. Ф., Валагурова В. О., Пономаренко С. П. Функціонування мікробних ценозів ґрунту в умовах антропогенного навантаження. Київ: Обереги. 2001. 240 с.
225. Волкогон В. В., Надкернична О. В., Токмакова Л. М., Мельничук Т. М., Чайковська Л. О. та ін. Експериментальна ґрунтова мікробіологія: монографія. Київ: Аграрна наука. 2010. 464 с.

226. Недвига М. В. Морфологічні критерії та генезис сучасних ґрунтів України. К.: Сільгоспосвіта. 1994. 344 с.
227. Господаренко Г. М. Агрохімія. К.: ННЦ "ІАЕ". 2010. 400 с.
228. Мельник С. І., Муляр О. Д., Кочубей М. Й., Іванцов П. Д. Технологія виробництва продукції рослинництва: Ч. 2. К.: Аграрна освіта. 2010. 405 с.
229. Глянцев О. Ф. Соняшник. // Олійні і ефіроолійні культури. Київ: «Урожай». 1970. С. 36–64.
230. Данілевич С. Ю. Технологія механізованого виробництва соняшника. Київ: «Урожай». 1970. 86 с.
231. Ионова Л. Важнейшее средство повышения урожайности подсолнечника // Зерновые и масличные растения. 1970. № 12. С. 22–24.
232. Вольф В. Г. Подсолнечник. Киев, «Урожай». 1972. 228 с.
233. Ліпінський В. М., Дячук В. А., Бабіченко В. М. Клімат України; за ред. В. М. Ліпінського. К.: Раєвського. 2003. 345 с.
234. Гаврилова В. А. Подсолнечник // СПб: Литера, 2003. 210 с.
235. Каталог сортів рослин придатних для поширення у Україні у 2006 році. К., 2006. 355 с.
236. Прунцев С. Є., Іванов Д. В., Любач Н. В. та ін. Перелік пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні. К.: Юнівест Медіа. 2008. 448 с.
237. Анишин Л. А., Пономаренко С. П., Грицаенко З. М. Регуляторы роста растений в растениеводстве: рекомендации по применению. – К., 2009. 32 с.
238. Ponomarenko S. P., Hrytsaenko Z. M., Tsygankova V. A. Increase of Plant Resistance to Diseases, Pests and Stresses with New Biostimulants // Proceedings of the I st world congress on the USE of Biostimulants in Agriculture. Eds.: S. Saa Silva [et al.]. Acta Horticulturae 1009. Strasbourg, 2013. P. 225–234.

239. Лихочвор В. В., Петриченко В. Ф. Рослинництво. (Сучасні інтенсивні технології вирощування основних польових культур. Львів: НВФ “Українські технології”. 2006. 730 с.
240. Журбицкий З. И. Теория и практика вегетационного метода М.: Наука. 1986. 268 с.
241. Починок Х. М. Методы биохимического анализа растений. К.: Наук. думка. 1976. С. 5–77.
242. Грицаєнко З. М., Грицаєнко А. О., Карпенко В. П. Методи біологічних та агрохімічних досліджень рослин і ґрунтів. К.: ЗАТ «НІЧЛАВА». 2003. 320 с.
243. Ничипорович А. А. О путях повышения продуктивности фотосинтеза растений в посева // Фотосинтез и вопросы продуктивности растений. М.: Изд-во АН СССР. 1963. С. 5–36.
244. Гавриленко В. Ф., Жигалова Т. В. Большой практикум по фотосинтезу. М.: Академия. 2003. 256 с.
245. Карпенко В. П. Значення анатомічної будови рослин у вивченні механізму дії гербіцидів // Мат. Всеукр. конф. молодих вчених. Умань, 2008. Ч. 1. С. 17–19.
246. Асеева И. В., Бабьева И. П., Бызов Б. А и др. Методы почвенной микробиологии и биохимии. Под. ред. Звягинцева Д. Г. 2-е изд. М., под. ред. Д. Г. Звягинцева. Изд-во Московского ун-та. 1991. 304 с.
247. 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.
248. ДСТУ 7011:2009. Соняшник: Технічні умови. К.: Держспоживстандарт України. 2010 – 11 с.
249. ГОСТ 10857-64. Семена масличные. Метод определения масличности. Москва. Стандартиформ. 2010. 11 с.

250. ГОСТ 10842–89 (ИСО 520–77). Зерно зерновых и бобовых культур и семена масличных культур. Метод определения массы 1000 зерен или 1000 семян. К.: Держспоживстандарт України. 2010. 11 с.

251. ДСТУ ГОСТ (ИСО 5507-2003). Насіння олійних культур. К.: Держспоживстандарт України. 2004. 7 с.

252. Медведовський О. К., Іваненко П. І. Енергетичний аналіз інтенсивних технологій в сільськогосподарському виробництві. К.: Урожай. 1991. 217 с.

253. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат. 1985. 350 с.

254. Карпенко В. П., Притуляк Р. М. Агроэкологическое и биологическое обоснование путей снижения отрицательного воздействия гербицидов на растения ярового ячменя // Экологическая безопасность и устойчивое развития территорий: I Международная научно-практическая конференция. Чебоксары, 2011. С. 159–161.

255. Вінниченко О. М. Захисні механізми рослин за дії гербіцидів // Наук. зап. Тернопіл. пед. ун-ту ім. В. Гнатюка. Сер. біол. 2002. № 3. С. 90–92.

256. Гольдфельд М. Г., Карапетян Н. В. Физико-химические основы действия гербицидов // Итоги науки и техники. Сер. биол. химия. 1989. Т. 30. С. 1–144.

257. Захаренко В. А. Гербициды. М.: Агропромиздат. 1990. 240 с.

258. Мерзляк М. Н. Активированный кислород и окислительные процессы в мембранах растительной клетки // Итоги науки и техники, сер. физиология растений. 1989. Т. 6. С. 168.

259. Більчук В. С. Вплив гербіцидної обробки на активність пероксидази і каталази зерна кукурудзи // Проблеми сучасної екології. Тези Міжнар. конф. Запоріжжя, 2002. С. 18.

260. Вінниченко О. М. Захисні механізми рослин за дії гербіцидів // Наук. зап. Тернопіл. пед. ун-ту ім. В. Гнатюка. Сер. Біол. 2002. № 3. С. 90–92.

261. Россихіна Г. С., Вінниченко О. М. Вплив гербіцидної обробки на ліпопероксидацію і системи її регулювання в зерні кукурудзи // Вісник Львів. ун-ту. Серія біологічна. 2004. Вип. 37. С. 227–231.
262. Садовська О. Ф., Філонік О. І., Вінниченко О. М. Вплив гербіцидів на амілолітичні ферменти та вміст вуглеводів у злако-вих культур на різних етапах розвитку // Проблеми сучасної екології. Тези Міжнар. конф. Запоріжжя, 2002. С. 29.
263. Fried R. Enzymatic and non-enzymatic assay of superoxide dismutase // *Biochem.* 1975. Vol. 57. № 3. P. 657–660.
264. Колупаєв Ю. Є. Стресові реакції рослин (молекулярно-клітинний рівень). Харків: Харк. держ. аграрн. ун-т. 2001. 173 с.
265. Чигрин Т. В., Задорожна О. А., Петренкова В. П. Активність поліфенолоксидази у різних за стійкістю до вовчка (*Orobanche cumana* Wallr.) генотипів соняшника // Физиология и биохимия культ. растений. 2012. Т. 44. № 4. С. 355–360.
266. Чигрин Т. В., Задорожна О. А. Активність пероксидази у батьківських ліній та гібридів соняшнику при інокуляції вовчком // Вісн. Харків. ун-ту. Сер. біол. 2012. Вип. 15. № 1008. С. 109–115.
267. Antonova T., Terborg S. The role of peroxidase in the resistance of sunflower against *Orobanche cumana* in Russia // *Weed Research.* 1996. Vol. 36. № 2. P. 113–121.
268. Притуляк Р. М., Грицаєнко З. М. Вплив Пріми, Пуми супер і Біолану на активність антиоксидантних ферментних систем в рослинах озимого тритикале // Тези наукової конференції Умань. 2009. Ч. 1. С. 25
269. Макаринський О. Ю. Вплив гербіцидів базаграну, агрітоксу і пантери внесених окремо та сумісно з Емістимом С, на активність окисно-відновних ферментів у рослинах гороху // Наук. записки Терноп. пед. ун-ту. Сер. біол. 2002. № 3. С. 112–115.
270. Калашников Ю. Е., Балахнина Т. И., Бенничелли Р. П. и др. Активность антиокислительной системы и интенсивность перекисного

окисления липидов в растениях пшеницы в связи с сортовой устойчивостью к переувлажнению почвы // Физиология растений. 1999. Т. 46. № 2. С. 268–275.

271. Чигрин Т., Задорожна О. Варіювання активності каталази у різних за стійкістю до вовчка (*OROBANCHE CUMANA WALLR.*) зразків соняшнику // Вісник Львівського університету. Серія біологічна. 2013. Вип. 61. С. 189–194.

272. Mearthy-Suarez I., Del Rio L. A., Palma J. M. Organ-specific effects of the auxin herbicide 2,4-D on the oxidative stress and senescence-related parameters of the stems of pea plants // *Acta Physiol. Plant.* 2001. Vol. 33. P. 2239–2247.

273. Гарькова А. Н., Русяева М. М., Нуштаева О. В., Аросланкина Ю. Н., Лукаткин А. С. Обработка гербицидом гранстар вызывает окислительный стресс в листьях злаков // Физиология растений. 2011. Т. 58. № 6. С. 930–943.

274. Паланиця М. П., Трач В. В., Мордерер Є. Ю. Генерування активних форм кисню за дії грамініцидів і модифікаторів їх активності // Физиология и биохимия культ. растений. 2009. Т. 41. № 4. С. 328–334.

275. Jung S. Expression level of specific isozymes of maize catalase mutants influences other antioxidants on norflurazon induced oxidative stress // *Pes. Biochem. and Physiol.* 2003. Vol. 75. № 1–2. P. 9–17.

276. Hassan N. Oxidative Stress in Herbicide-Treated Broad Bean and Maize Plants // *Acta Physiol. Plant.* 2005. Vol. 27. P. 429–438.

277. Sergiev I. G., Alexieva V. S., Ivanov S. V., Moskova I. I., Karanov E. N. The phenylurea cytokinin 4PU-30 protects maize plants against glyphosate action // *Pes. Biochem. and Physiol.* 2006. Vol. 85. № 3. P. 139–146.

278. Митева Л. П., Иванов С. В., Алексиева В. С. Изменение глутатиона и некоторых ферментов его метаболизма в листьях и корнях растений гороха, обработанных гербицидом глифосатом // Физиология растений. 2010. Т. 57. № 1. С. 139–145.

279. Ekmekci Y., Terzioglu S. Effects of oxidative stress induced by paraquat on wild and cultivated wheats // *Pesticide Biochemistry and Physiology*. 2005. Vol. 83. № 2–3. P. 69–81.
280. Россихіна Г. С., Вінниченко О. М. Вплив гербіцидної обробки на ліпопероксидацію і системи її регулювання в зерні кукурудзи // *Вісник Львів. ун-ту. Серія біологічна*. 2004. Вип. 37. С. 227–231.
281. Більчук В. С. Вплив гербіцидної обробки на активність пероксидази і каталази зерна кукурудзи // *Проблеми сучасної екології. Тези Міжнар. конф. Запоріжжя, 2002*. С. 18.
282. Матюха Л. П., Хейлик С. Й. Гербіциди: агроекологічна прийнятність // *Захист рослин*. 1999. № 1. С. 8–10.
283. Лукаткин А. С. Окислительный стресс как универсальное звено действия неблагоприятных факторов среды на растительный организм // *Мат. Межд. конф. «Современная физиология растений: от молекул до экосистем»*. Сыктывкар, 2007. – Ч. 2. С. 28–30.
284. Нижник Т. П., Григорюк І. П. Вплив івіну і потейтину на пероксидне окиснення ліпідів, проникність мембран, активність антиоксидантних ферментів та продуктивність сортів картоплі в умовах посухи // *Физиология и биохимия культурных растений*. 2006. Т. 38. № 3. С. 18–19.
285. Ничипорович А. А. Крупное достижение биологической науки в повышении продуктивности растений // *Экология*. 1971. № 2. С. 7–11.
286. Жеребко В. М. Гербіциди в інтегрованому захисті // *Карантин і захист рослин*. 2007. № 7. С. 12–13.
287. Іващенко О. О. Бур'яни в агрофітоценозах: монографія. К.: Світ. 2002. 234 с.
288. Притуляк Р. М. Фотосинтетичний потенціал рослин тритикале озимого за дії гербіцидів Пріми та Пуми супер і регулятора росту рослин Біолану // *Екологічні проблеми сільськогосподарського виробництва*.

Матеріали IV Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих учених. – Сколе, 2010. – С. 251–254.

289. Дьяков А. Б. Чистая продуктивность фотосинтеза и площадь листовой поверхности, различающихся по густоте посевов подсолнечника // Научн.–тех. бюлл. ВНИИМК. 1988. № 4. С. 42–46.

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

291. Грицаєнко З. М., Заболотний О. І. Активність суміші вища. Вплив сумісного застосування гербициду Базис із Зеастимуліном і Рексоліном на фізіологічні процеси в рослинах кукурудзи // Карантин і захист рослин. 2006. № 5. С. 18–19.

292. Грицаєнко З. М., Притуляк Р. М. Вплив гербицидів і біостимулятора росту Біолану на вміст хлорофілу в листках озимого тритикале // Онтогенез рослин у природному та трансформованому середовищі. Фізіолого-біохімічні та екологічні аспекти. Матеріали III Міжнародної конференції. Львів, 2007. С. 127.

293. Грицаєнко З. М., Карпенко В. П. Вплив бакових сумішей Агату–25К з Лінтуром на вміст фотосинтетичних пігментів у листках ярого ячменю // Сб. мат. Межд. конференции «Radostim 2008. Биологические препараты в растениеводстве». К., 2008. С. 82–83.

294. Терек О. І., Романюк Н. Д. Ріст рослин та використання регуляторів росту в сільському господарстві // Сільський господар. 1999. № 1–2. С. 6–7.

295. Андрианова Ю. Е., Тарчевский И. А. Хлорофилл и продуктивность растений. М.: Наука. 2002. 135 с.

296. Рудник-Іващенко О. І., Ярута О. Я. Ефективність застосування стимуляторів для проростання насіння белладонни // Вісник аграрної науки. 2016. № 4. С. 28–32

297. Грицаєнко З. М., Грицаєнко А. О. Теоретичне обґрунтування дії гербіцидів на чутливі і стійкі до них рослини залежно від умов їх застосування та розробка екологічно-безпечних заходів боротьби з бур'янами // Зб. наук. пр. присвячений 100 річчю з дня народження С. С. Рубіна. – Умань. УСГА. 2000. С. 142–147.

298. Карпенко В. П. Зміни в анатомічній структурі епідермісу листового апарату ячменю ярого за використання бакових сумішей гербіциду Лінтуру із біопрепаратом Агат–25К // Збірник. матеріалів Всеукр. наук.–практ. конференції «Сучасні наукові досягнення – 2008». Миколаїв, 2008. Т. 2. С. 16 – 19.

299. Карпенко В. П. Вплив сумісного застосування бакових сумішей гербіциду Лінтуру з біопрепаратом Агат–25К на формування надземної біомаси і площі листового апарату ячменю ярого // Матеріали I Міжн. наук. конф. студентів, аспірантів та молодих учених «Фундаментальні та прикладні дослідження в біології». ДНАУ. – Донецьк: Вид-во «Вебер». 2009. С. 260–261.

300. Грицаєнко З. М. Биологические процессы в растениях и почве при разных условиях применения гербицидов и разработка оптимальных приемов их использования в посевах сельскохозяйственных культур в зоне Центральной Лесостепи УССР: автореф. дис. ... докт. с.-х. наук: 06.01.01. Кишинев, 1990. 20 с.

301. Карпенко В. П. Значення анатомічної будови рослин у вивченні механізму дії гербіцидів // Мат. Всеукр. наук. конференції молодих учених. Умань, 2008. Ч. 1. С. 17–19.

302. Herdi F. A napraforgo (*Helianthus annuus* L.) lomblevelenek 2,4-D hatasara betkovetkezett szoveti elvaltozasa // Novenytormeles. 1980. № 29. P. 215–226.

303. Злобін Ю. А. Курс фізіології і біохімії рослин: Підручник. Суми: ВТД «Університетська книга». 2004. 464 с.

304. Ваганов А. П., Кулик Н. И. Роль препарата ТУР и микроэлементов в регулировании водного режима у растений томатов //

Регуляция водного обмена растений: VII Всесоюз. симпоз. К.: Наукова думка. 1984. С. 58–60.

305. Ритвинская Е. М., Деева. В. П, Гафуров Р. Г. Влияние новых регуляторов роста на устойчивость к полеганию растений тритикале // Регуляция роста, развития и продуктивность растений: IV Междунар. науч. конф. Минск, 2005. С. 202.

306. Грицаєнко З. М., Карпенко В. П. Анатомічні зміни в будові фотосинтезуючого апарату рослин ярого ячменю під впливом сумісного застосування гербіциду Гранстару і біостимулятора росту Емістима С // Зб. наук. праць Уманського ДАУ. Умань, 2006. Вип. 62. Ч. 1. С. 41–49.

307. Макрушин М. М., Макрушина Є. М., Петерсон Н. В., Мельников М. М. Фізіологія рослин; за ред. М. М. Маркушина. Вінниця: Нова Книга. 2006. 416 с.

308. Грицаєнко З. М., Притуляк Р. М. Вплив гербіцидів і регулятора росту Біолану на ростові процеси озимого тритикале // Таврійський науковий вісник: Збірник наукових праць ХДАУ. Херсон: Айлант. 2007. Вип. 52. Ч. 2. С. 16 – 21.

309. Щербань Н. Ф., Щербань С. В., Рябота О. М. та ін. Вплив вуглеамонійних солей та біологічно активних речовин Триман-1 на врожайні та якісні властивості соняшнику // Науково-технічний бюлетень Ін-ту олійних культур УААН: зб. наук. праць. Запоріжжя, 2001. Вип.6. С. 103–110.

310. Бодров В. П. Влияние Гетероауксина и Гиббереллина на физиологические процессы и урожай подсолнечника // Сб. науч. работ. Воронеж, 1973. С. 96–102.

311. Эрдели Г. С., Звягинцев В. И., Чугунова Н. Г. Физиологические особенности влияния регуляторов роста разного типа на фосфорный обмен в листьях подсолнечника // Ученые записки. Ботаника. Регуляторы роста и их действие на растения. М., 1967. Вып. 3. С. 148–157.

312. Pearce D., Reid D., Pharis R. Ethylenemediatd regulation of gibberellin content and growth in *Helianthus annuus* L. // *Plant Physiol.* 1991. Vol. 95. № 4. P. 1197–1202.

313. Грабовський М. Б Вплив густоти стояння рослин на прояв господарськоцінних ознак та продуктивність соняшнику // *Агроном.* 2012. № 1. С. 136–139.

314. Ткаліч І. Д., Дідик М. З., Коваленко О. О. Вплив строків сівби та густоти стояння рослин на фотосинтетичну діяльність гібридів соняшнику // *Бюлетень інституту зернового господарства.* 2005. № 26–27. С. 51–55.

315. Тимирязев К. А. Жизнь растения. М., 1878. 245 с.

316. Caulfield F., Bunce J. Comparative responses of photosynthesis to growth temperature in soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) cultivars // *Canad. J. Plant Sc.* 1988. Т. 68. № 2. P. 419–425.

317. Грицаєнко З. М., Грицаєнко А. О., Карпенко В. П. Гербіциди і продуктивність сільськогосподарських культур. Умань, 2005. 686 с.

318. Заболотний О. І. Вплив гербіциду Трофі 90 на чисту продуктивність фотосинтезу та врожайність кукурудзи // *Вісник аграрної науки Причорномор'я.* 2013. Вип 1. Ст. 134–140.

319. Дьяков А. Б. Физиология подсолнечника. Краснодар. ВНИИМК. 2004. 76 с.

320. Максимов Н. А. Водный режим растений // *Большая советская энциклопедия: в 30 т. 3-е изд. М.: Советская энциклопедия.* 1969–1978.

321. Красильникова Н. А. Уранова А. А. Жизнь растений. М.: Просвещение. 1974. Т. 1. 487 с.

322. Грицаєнко З. М., Карпенко В. П., Підан Л. Ф. Стан ферментної системи рослин соняшника за використання гербіциду Фюзилад Форте 150 і регулятора росту рослин Радостим // *Зб. наук. праць Уманського НУС.* Умань. 2016. Вип. 88. Ч. 1. С. 16–23.

323. Грицаєнко З. М., Карпенко В. П., Мостов'як І. І., Підан Л. Ф. Пігментний комплекс соняшника за дії гербіциду Фюзилад Форте 150 і

регулятора росту рослин Радостим // Карантин і захист рослин. 2016. № 4 (235). С. 1–3.

324. Грицаєнко З. М., Підан Л. Ф. Анатомо-морфологічні зміни у листках соняшника за комплексної дії гербіциду Фюзилад Форте 150 і регулятора росту рослин Радостим // Вісник Уманського національного університету садівництва. Умань. 2015. № 2. С. 76–79.

325. Грицаєнко З. М., Карпенко В. П., Підан Л. Ф. Стан фотосинтетичної та пігментної систем соняшника за дії гербіцидів Фюзилад Форте 150, Дуал Голд 960 та регулятора росту Радостим // Зб. наук. праць Уманського НУС. Умань. 2014. Вип. 86. Ч. 1. С. 221–228.

326. Карпенко В. П., Підан Л. Ф., Заболотний О. І. та ін. Біологізована технологія вирощування соняшника; за ред. В. П. Карпенка. Умань. 2016. 11 с.

327. Грицаєнко З. М., Підан Л. Ф. Агробіологічні заходи підвищення синтезу суми хлорофілу (a+b) в посівах соняшнику за використання гербіцидів і регулятора росту рослин // Матеріали міжнародної науково-практичної конференції. Актуальні питання сучасної аграрної науки. Умань. 2014 С. 70–72.

328. Підан Л. Ф. Динаміка листкового апарату соняшника за дії різних норм гербіцидів та способів застосування ріст регулятора // Сборник докладов международных конференций «Консолидация научных исследований» «Диверсификация научных подходов как основание повышения качества исследований». Донецк: Ниц Знание. 2013. С. 16–19.

329. Підан Л.Ф. Мікробіологічна активність ризосфери соняшника за дії гербіциду Фюзилад форте 150 та регулятора росту рослин Радостим // Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України. 2015. №7. Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nd_2015_7_13

330. Кочерга А. А. Вплив гербіцидів на продуктивність бур'янів та засміченість ґрунту // Продуктивність і якість сільськогосподарської

продукції: збірник наук. праць Полтавського СГІ. Т. 17. Полтава, 1995. С. 130–133.

331. Иващенко А. А., Бондарчук А. А. Сорняки в посевах – проблема актуальная // Сахарная свекла. 1999. № 10. С. 6–7.

332. Гаврилук Ю. В., Мельник Н. О. Однорічні бур'яни в культурценозах Північного Степу України // Рослини-бур'яни та ефективні системи захисту від них посівів сільськогосподарських культур: Всеукр. наук.–прак. конф. К.: Колобіг. 2008. С. 39–43.

333. Дудкин И. В. Биологические факторы борьбы с засоренностью посевов // Земледелие. 2004. № 3. С. 34–35.

334. Макодзеба І. О., Фісюнов О. В. Бур'яни та боротьба з ними. Дніпропетровськ: Дніпр. книж. Видав. 1962. 116 с.

335. Мельник А. В. О причинах пустозерности у подсолнечника // Сельскохозяйственная биология. 2002. № 1. С. 44–47.

336. Ушкаренко В. О., Шепель А. В. Продуктивність соняшнику залежно від агротехнічних умов його вирощування на зрошувальних землях півдня України // Таврійський науковий вісник. 1988. Вип. 8. С. 6–10.

337. Грабовський М. Б. Вплив густоти стояння рослин на прояв господарсько-цінних ознак та продуктивність соняшнику // Агроном. 2012. № 1. С. 136–139.

338. Шевченко А. О. Регулятори росту рослин у землеробстві: зб. наук. праць; за ред. А. О. Шевченка. К.: Міністерство АПК. 1998. 144 с.

339. Бодров В. П. Влияние гетероауксина и гиббереллина на физиологические процессы и урожай подсолнечника // Сб. науч. работ. Т. X. Воронеж, 1973. С. 96–102.

340. Vu Quang Sang. Nong nghiep cong nghiep thue pham // Agr. and Zood Ind. 1991. № 3. P. 121–124.

341. Сорока С. В., Сорока Л. И. Гербициды на озимых зерновых в Белоруссии // Защита и карантин растений. 2006. № 2. С. 38.

342. Анішин Л., Анішин С. Вплив біостимуляторів на врожай і якість озимої пшениці // Новини захисту рослин. 1999. № 9. С. 29–30.

343. Франк Р. И., Кищенко В. И. Биопрепараты в современном земледелии // Защита и карантин растений. 2008. № 4. С. 30–32.

344. Грицаєнко З. М., Підан Л. Ф. Забур'яненість та врожайність посівів соняшника за різних способів застосування гербіцидів Дуал Голд 960, Фюзилад Форте 150 і регулятора росту рослин Радостим // Вісник Уманського національного університету садівництва. Умань. 2014. № 1. С. 54–59.

345. Грицаєнко З. М., Підан Л. Ф. Динаміка продуктивності рослин соняшника за дії гербіциду Фюзилад Форте та ріст регулятора Радостим при різних способах застосування // Матеріали всеукраїнської наукової конференції молодих учених. Умань. 2013. Ч. 1. С. 95–97.

346. Підан Л. Ф. Вплив базового та страхового гербіцидів внесених окремо та сумісно із ріст регулятором в агроценозах вирощування соняшника // Підвищення ефективності ресурсозберігаючих технологій на зернопереробних підприємствах: тези доповідей Всеукраїнської наукової конференції. Умань. 2013. С. 48–51.

347. Грицаєнко З. М., Підан Л. Ф. Біологізація сільського господарства – сучасне і майбутнє агропромислового комплексу // Регіональна науково-практична інтернет-конференція. Моніторинг та охорона біорізноманіття агроландшафтів. Умань. 2013. С. 57–59.

348. Підан Л. Ф. Потенціал забур'яненості посівів соняшника та заходи контролю за дії гербіциду Дуал Голд 960 // Збірник наукових праць природничо-географічного факультету «Природничі науки і освіта». Умань. 2015. С. 99–103.

ДОДАТКИ

Додаток А

Таблиця А.1

Активність каталази (мкМоль розкладеного H_2O_2 /г сирової речовини за 1 хв) у листках соняшника за дії гербіцидів Дуал Голд 960 та Фюзілад Форте 150, внесених окремо та за різних способів застосування РРР Радостим (фаза три пари листків)

Варіант досліджу	2012 р.	2013 р.	2014 р.	Середнє за три роки
Без препаратів і ручних прополювань (контроль I)	97,5	98,0	99,4	98,3
Без препаратів + ручні прополювання (контроль II)	140,5	141,2	144,6	142,1
Дуал Голд 960 1,2 л/га	104,3	105,1	106,2	105,2
Дуал Голд 960 1,4 л/га	116,0	119,2	120,0	118,4
Дуал Голд 960 1,6 л/га	132,0	132,8	134,5	133,1
Радостим 20 мл/га	98,2	102,3	103,1	101,2
Фюзілад Форте 150 0,5 л/га	103,2	104,3	105,7	104,4
Фюзілад Форте 150 0,75 л/га	133,1	138,5	140,0	137,2
Фюзілад Форте 150 1,0 л/га	133,2	133,9	135,2	134,1
Фюзілад Форте 150 0,5 л/га + Радостим 20 мл/га	106,5	108,2	108,7	107,8
Фюзілад Форте 150 0,75 л/га + Радостим 20 мл/га	139,1	143,2	144,0	142,1
Фюзілад Форте 150 1,0 л/га + Радостим 20 мл/га	135,8	139,4	141,2	138,8
Радостим 250 мл/т – обробка насіння (фон)	103,2	104,7	105,6	104,5
Фон + Дуал Голд 960 1,2 л/га	108,0	109,4	110,2	109,2
Фон + Дуал Голд 960 1,4 л/га	123,7	123,7	125,5	124,3
Фон + Дуал Голд 960 1,6 л/га	143,6	146,5	147,0	145,7
Фон + Радостим 20 мл/га	105,0	109,1	110,5	108,2
Фон + Фюзілад Форте 150 0,5 л/га	110,7	111,0	112,5	111,4
Фон + Фюзілад Форте 150 0,75 л/га	144,3	147,2	148,0	146,5
Фон + Фюзілад Форте 150 1,0 л/га	138,3	142,0	143,0	141,1
Фон + Фюзілад Форте 150 0,5 л/га + Радостим 20 мл/га	113,8	119,2	120,1	117,7
Фон + Фюзілад Форте 150 0,75 л/га + Радостим 20 мл/га	150,0	151,8	152,1	151,3
Фон + Фюзілад Форте 150 1,0 л/га + Радостим 20 мл/га	143,1	147,0	148,5	146,2
<i>НІР₀₅</i>	<i>11,3</i>	<i>12,5</i>	<i>13,7</i>	

Активність пероксидази (мкМоль окисненого гваяколу/г сирої речовини за 1 хв) у листках соняшника за дії гербіцидів Дуал Голд 960 та Фюзілад Форте 150, внесених окремо та за різних способів застосування РРР Радостим (фаза три пари листків)

Варіант досліджу	2012 р.	2013 р.	2014 р.	Середнє за три роки
Без препаратів і ручних прополювань (контроль I)	172,1	173,8	176,7	174,2
Без препаратів + ручні прополювання (контроль II)	216,1	220,1	222,0	219,4
Дуал Голд 960 1,2 л/га	184,0	188,0	190,2	187,4
Дуал Голд 960 1,4 л/га	197,5	198,1	199,0	198,2
Дуал Голд 960 1,6 л/га	203,6	208,5	210,1	207,4
Радостим 20 мл/га	175,0	176,4	177,2	176,2
Фюзілад Форте 150 0,5 л/га	180,7	183,7	184,0	182,8
Фюзілад Форте 150 0,75 л/га	213,2	214,0	215,4	214,2
Фюзілад Форте 150 1,0 л/га	205,7	210,2	211,4	209,1
Фюзілад Форте 150 0,5 л/га + Радостим 20 мл/га	190,4	194,2	195,0	193,2
Фюзілад Форте 150 0,75 л/га + Радостим 20 мл/га	214,5	218,2	219,5	217,4
Фюзілад Форте 150 1,0 л/га + Радостим 20 мл/га	213,2	217,2	218,5	216,3
Радостим 250 мл/т – обробка насіння (фон)	180,1	180,5	182,4	181,0
Фон + Дуал Голд 960 1,2 л/га	187,7	192,8	193,4	191,3
Фон + Дуал Голд 960 1,4 л/га	197,5	203,4	205,1	202,0
Фон + Дуал Голд 960 1,6 л/га	205,0	213,5	215,4	211,3
Фон + Радостим 20 мл/га	182,0	182,2	185,1	183,1
Фон + Фюзілад Форте 150 0,5 л/га	193,1	197,3	198,2	196,2
Фон + Фюзілад Форте 150 0,75 л/га	219,7	225,5	228,0	224,4
Фон + Фюзілад Форте 150 1,0 л/га	218,7	222,0	223,2	221,3
Фон + Фюзілад Форте 150 0,5 л/га + Радостим 20 мл/га	200,1	205,6	207,8	204,5
Фон + Фюзілад Форте 150 0,75 л/га + Радостим 20 мл/га	233,2	236,7	237,2	235,7
Фон + Фюзілад Форте 150 1,0 л/га + Радостим 20 мл/га	224,0	237,2	238,4	233,2
<i>НІР₀₅</i>	<i>15,5</i>	<i>17,6</i>	<i>14,7</i>	

Активність поліфенолоксидази (мкМоль окисненої аскорбінової кислоти/г сирової речовини за 1 хв) у листках соняшника за дії гербіцидів Дуал Голд 960 та Фюзілад Форте 150, внесених окремо та за різних способів застосування РРР Радостим (фаза три пари листків)

Варіант досліджу	2012 р.	2013 р.	2014 р.	Середнє за три роки
Без препаратів і ручних прополювань (контроль I)	68,2	68,8	70,3	69,1
Без препаратів + ручні прополювання (контроль II)	89,2	95,1	96,2	93,5
Дуал Голд 960 1,2 л/га	71,9	73,2	74,5	73,2
Дуал Голд 960 1,4 л/га	78,4	83,5	84,7	82,2
Дуал Голд 960 1,6 л/га	86,5	91,5	92,3	90,1
Радостим 20 мл/га	68,5	72,5	73,2	71,4
Фюзілад Форте 150 0,5 л/га	69,1	73,4	75,0	72,5
Фюзілад Форте 150 0,75 л/га	90,8	92,5	93,0	92,1
Фюзілад Форте 150 1,0 л/га	86,7	90,3	91,2	89,4
Фюзілад Форте 150 0,5 л/га + Радостим 20 мл/га	69,0	73,1	74,2	72,1
Фюзілад Форте 150 0,75 л/га + Радостим 20 мл/га	91,8	93,5	94,0	93,1
Фюзілад Форте 150 1,0 л/га + Радостим 20 мл/га	92,5	92,9	93,0	92,8
Радостим 250 мл/т – обробка насіння (фон)	73,5	76,2	77,1	75,6
Фон + Дуал Голд 960 1,2 л/га	72,8	77,2	78,3	76,1
Фон + Дуал Голд 960 1,4 л/га	81,9	86,3	87,4	85,2
Фон + Дуал Голд 960 1,6 л/га	92,3	93,7	94,2	93,4
Фон + Радостим 20 мл/га	76,6	78,2	78,6	77,8
Фон + Фюзілад Форте 150 0,5 л/га	76,2	80,2	81,5	79,3
Фон + Фюзілад Форте 150 0,75 л/га	92,8	97,5	98,0	96,1
Фон + Фюзілад Форте 150 1,0 л/га	90,9	93,5	94,0	92,8
Фон + Фюзілад Форте 150 0,5 л/га + Радостим 20 мл/га	81,4	83,0	83,7	82,7
Фон + Фюзілад Форте 150 0,75 л/га + Радостим 20 мл/га	97,9	99,7	100,5	99,3
Фон + Фюзілад Форте 150 1,0 л/га + Радостим 20 мл/га	93,9	96,5	97,0	95,8
<i>НІР₀₅</i>	7,5	5,8	6,2	

Активність антиоксидантних ферментів у листках соняшника за дії гербіцидів Дуал Голд 960 та Фюзілад Форте 150, внесених окремо та за різних способів застосування РРР Радостим (фаза цвітіння, 2012 р.)

Варіант дослідження	Каталаза, мкМоль розкладеного Н ₂ О ₂ /г сирової речовини за 1 хв.	Пероксидаза, мкМоль окисненого гваяколу/г сирової речовини за 1 хв.	Поліфенол- оксидаза, мкМоль окисненої аскорбінової кислоти/г сирової речовини за 1 хв.
Без застосування препаратів (контроль I)	160,2	289,4	94,0
Без застосування препаратів + ручні прополювання (контроль II)	187,6	336,9	118,5
Дуал Голд 960 1,2 л/га	166,8	297,3	98,9
Дуал Голд 960 1,4 л/га	173,6	305,9	105,5
Дуал Голд 960 1,6 л/га	179,8	329,5	114,9
Радостим 20 мл/га	161,5	294,1	94,8
Фюзілад Форте 150 0,5 л/га	164,1	291,8	96,7
Фюзілад Форте 150 0,75 л/га	188,7	321,5	117,8
Фюзілад Форте 150 1,0 л/га	169,5	304,9	113
Фюзілад Форте 150 0,5 л/га + Радостим 20 мл/га	173,4	317,1	107,5
Фюзілад Форте 150 0,75 л/га + Радостим 20 мл/га	200,2	340,9	134,4
Фюзілад Форте 150 1,0 л/га + Радостим 20 мл/га	179,6	321,8	119,7
Радостим 250 мл/т – обробка насіння (фон)	173,3	304,2	108,9
Фон + Дуал Голд 960 1,2 л/га	176,7	313,5	107,2
Фон + Дуал Голд 960 1,4 л/га	189,1	322,1	113,1
Фон + Дуал Голд 960 1,6 л/га	204,2	332,1	123,5
Фон+Радостим 20 мл/га	162,5	297,5	96,0
Фон + Фюзілад Форте 150 0,5 л/га	171,4	309,7	112,7
Фон + Фюзілад Форте 150 0,75 л/га	206,8	337,6	137,9
Фон + Фюзілад Форте 150 1,0 л/га	185,9	325,9	127,0
Фон + Фюзілад Форте 150 0,5 л/га + Радостим 20 мл/га	187,9	313,8	120,1
Фон + Фюзілад Форте 150 0,75 л/га + Радостим 20 мл/га	221,6	350,6	148,7
Фон + Фюзілад Форте 150 1,0 л/га + Радостим 20 мл/га	195,4	339,8	135,3
<i>НІР₀₅</i>	<i>15,3</i>	<i>9,7</i>	<i>6,2</i>

Активність антиоксидантних ферментів у листках соняшника за дії гербіцидів Дуал Голд 960 та Фюзілад Форте 150, внесених окремо та за різних способів застосування РРР Радостим (фаза цвітіння, 2013 р.)

Варіант досліду	Каталаза, мкМоль розкладеного Н ₂ О ₂ /г сирі речовини за 1 хв.	Пероксидаза, мкМоль окисненого гваяколу/г сирі речовини за 1 хв.	Поліфенол- оксидаза, мкМоль окисненої аскорбінової кислоти/г сирі речовини за 1 хв.
Без застосування препаратів (контроль I)	160,1	290,6	94,6
Без застосування препаратів + ручні прополювання (контроль II)	187,9	337,8	119,1
Дуал Голд 960 1,2 л/га	167,1	298,4	99,4
Дуал Голд 960 1,4 л/га	173,9	307,6	105,7
Дуал Голд 960 1,6 л/га	180,5	330,0	115,2
Радостим 20 мл/га	161,7	294,9	95,0
Фюзілад Форте 150 0,5 л/га	164,5	292,7	97,2
Фюзілад Форте 150 0,75 л/га	189,0	322,4	119,1
Фюзілад Форте 150 1,0 л/га	169,9	305,6	113,6
Фюзілад Форте 150 0,5 л/га + Радостим 20 мл/га	173,8	317,5	108,2
Фюзілад Форте 150 0,75 л/га + Радостим 20 мл/га	201,1	341,0	135,0
Фюзілад Форте 150 1,0 л/га + Радостим 20 мл/га	180,7	323,1	121,3
Радостим 250 мл/т – обробка насіння (фон)	174,9	305,3	109,5
Фон + Дуал Голд 960 1,2 л/га	178,2	313,9	108,3
Фон + Дуал Голд 960 1,4 л/га	190,2	323,0	114,0
Фон + Дуал Голд 960 1,6 л/га	204,8	332,7	123,9
Фон+Радостим 20 мл/га	163,7	298,1	96,5
Фон + Фюзілад Форте 150 0,5 л/га	172,1	310,0	114,6
Фон + Фюзілад Форте 150 0,75 л/га	207,5	338,4	138,4
Фон + Фюзілад Форте 150 1,0 л/га	186,9	326,9	127,3
Фон + Фюзілад Форте 150 0,5 л/га + Радостим 20 мл/га	188,4	314,2	120,6
Фон + Фюзілад Форте 150 0,75 л/га + Радостим 20 мл/га	222,2	351,2	150,4
Фон + Фюзілад Форте 150 1,0 л/га + Радостим 20 мл/га	197,2	340,7	136,3
<i>НІР₀₅</i>	<i>16,0</i>	<i>10,2</i>	<i>7,3</i>

Активність антиоксидантних ферментів у листках соняшника за дії гербіцидів Дуал Голд 960 та Фюзілад Форте 150, внесених окремо та за різних способів застосування РРР Радостим (фаза цвітіння, 2014 р.)

Варіант досліду	Каталаза, мкМоль розкладеного Н ₂ О ₂ /г сирі речовини за 1 хв.	Пероксидаза, мкМоль окисненого гваяколу/г сирі речовини за 1 хв.	Поліфенол- оксидаза, мкМоль окисненої аскорбінової кислоти/г сирі речовини за 1 хв.
Без застосування препаратів (контроль I)	160,0	291,5	95,2
Без застосування препаратів + ручні прополювання (контроль II)	189,1	339,9	120,0
Дуал Голд 960 1,2 л/га	168,0	299,5	99,6
Дуал Голд 960 1,4 л/га	175,1	309,0	105,9
Дуал Голд 960 1,6 л/га	181,2	330,8	115,8
Радостим 20 мл/га	163,1	296,0	95,8
Фюзілад Форте 150 0,5 л/га	165,8	293,6	97,4
Фюзілад Форте 150 0,75 л/га	190,5	323,3	120,7
Фюзілад Форте 150 1,0 л/га	171,2	306,0	113,9
Фюзілад Форте 150 0,5 л/га + Радостим 20 мл/га	175,4	318,8	109,5
Фюзілад Форте 150 0,75 л/га + Радостим 20 мл/га	202,6	341,7	136,2
Фюзілад Форте 150 1,0 л/га + Радостим 20 мл/га	183,6	325,0	122,9
Радостим 250 мл/т – обробка насіння (фон)	177,1	306,1	110,7
Фон + Дуал Голд 960 1,2 л/га	179,7	314,9	109,1
Фон + Дуал Голд 960 1,4 л/га	191,9	324,0	116,1
Фон + Дуал Голд 960 1,6 л/га	206,6	333,6	124,0
Фон+Радостим 20 мл/га	164,9	298,7	96,7
Фон + Фюзілад Форте 150 0,5 л/га	174,3	310,9	116,2
Фон + Фюзілад Форте 150 0,75 л/га	211,8	339,2	138,3
Фон + Фюзілад Форте 150 1,0 л/га	187,6	328,5	127,9
Фон + Фюзілад Форте 150 0,5 л/га + Радостим 20 мл/га	188,3	314,9	120,8
Фон + Фюзілад Форте 150 0,75 л/га + Радостим 20 мл/га	223,1	352,1	152,7
Фон + Фюзілад Форте 150 1,0 л/га + Радостим 20 мл/га	199,0	341,3	137,0
<i>НІР₀₅</i>	<i>16,8</i>	<i>11,3</i>	<i>8,0</i>

Додаток Б

Таблиця Б.1

Інтенсивність дихання листків соняшника у фазі шість пар листків за внесення гербіцидів Дуал Голд 960, Фюзілад Форте 150 і регулятора росту рослин Радостим (виділеного CO₂/г сирої речовини за 1 годину)

Варіант досліджу	2012 р.	2013 р.	2014 р.	Середнє за три роки
Без препаратів і ручних прополовань (контроль I)	1,90	1,91	1,95	1,92
Без препаратів + ручні прополовання (контроль II)	2,20	2,24	2,25	2,23
Дуал Голд 960 1,2 л/га	2,01	2,08	2,09	2,06
Дуал Голд 960 1,4 л/га	2,08	2,13	2,15	2,12
Дуал Голд 960 1,6 л/га	2,13	2,18	2,20	2,17
Радостим 20 мл/га	2,00	2,03	2,03	2,02
Фюзілад Форте 150 0,5 л/га	2,00	2,05	2,07	2,04
Фюзілад Форте 150 0,75 л/га	2,09	2,17	2,19	2,15
Фюзілад Форте 150 1,0 л/га	1,95	2,02	2,03	2,0
Фюзілад Форте 150 0,5 л/га + Радостим 20 мл/га	2,06	2,11	2,13	2,10
Фюзілад Форте 150 0,75 л/га + Радостим 20 мл/га	2,14	2,19	2,21	2,18
Фюзілад Форте 150 1,0 л/га + Радостим 20 мл/га	2,01	2,06	2,08	2,05
Радостим 250 мл/т – обробка насіння (фон)	2,00	2,05	2,07	2,04
Фон + Дуал Голд 960 1,2 л/га	2,08	2,12	2,13	2,11
Фон + Дуал Голд 960 1,4 л/га	2,15	2,20	2,22	2,19
Фон + Дуал Голд 960 1,6 л/га	2,16	2,23	2,24	2,21
Фон + Радостим 20 мл/га	2,04	2,08	2,09	2,07
Фон + Фюзілад Форте 150 0,5 л/га	2,06	2,10	2,11	2,09
Фон + Фюзілад Форте 150 0,75 л/га	2,12	2,14	2,34	2,20
Фон + Фюзілад Форте 150 1,0 л/га	2,03	2,10	2,11	2,08
Фон + Фюзілад Форте 150 0,5 л/га + Радостим 20 мл/га	2,10	2,14	2,15	2,13
Фон + Фюзілад Форте 150 0,75 л/га + Радостим 20 мл/га	2,22	2,26	2,27	2,25
Фон + Фюзілад Форте 150 1,0 л/га + Радостим 20 мл/га	2,10	2,11	2,12	2,11
<i>НІР₀₅</i>	0,30	0,32	0,31	

**Інтенсивність дихання листків соняшника у фазі цвітіння за
внесення гербіцидів Дуал Голд 960, Фюзілад Форте 150 і регулятора
росту рослин Радостим (виділеного CO₂/грам сирової речовини за 1 годину)**

Варіант досліджу	2012 р.	2013 р.	2014 р.	Середнє за три роки
Без препаратів і ручних прополювань (контроль I)	2,29	2,40	2,42	2,37
Без препаратів + ручні прополювання (контроль II)	2,60	2,65	2,67	2,64
Дуал Голд 960 1,2 л/га	2,43	2,50	2,51	2,48
Дуал Голд 960 1,4 л/га	2,48	2,53	2,55	2,52
Дуал Голд 960 1,6 л/га	2,54	2,60	2,63	2,59
Радостим 20 мл/га	2,37	2,42	2,44	2,41
Фюзілад Форте 150 0,5 л/га	2,41	2,46	2,48	2,45
Фюзілад Форте 150 0,75 л/га	2,49	2,57	2,59	2,55
Фюзілад Форте 150 1,0 л/га	2,38	2,41	2,41	2,40
Фюзілад Форте 150 0,5 л/га + Радостим 20 мл/га	2,46	2,53	2,54	2,51
Фюзілад Форте 150 0,75 л/га + Радостим 20 мл/га	2,49	2,60	2,62	2,57
Фюзілад Форте 150 1,0 л/га + Радостим 20 мл/га	2,42	2,47	2,49	2,46
Радостим 250 мл/т – обробка насіння (фон)	2,44	2,44	2,47	2,45
Фон + Дуал Голд 960 1,2 л/га	2,50	2,52	2,57	2,53
Фон + Дуал Голд 960 1,4 л/га	2,54	2,60	2,63	2,59
Фон + Дуал Голд 960 1,6 л/га	2,54	2,64	2,65	2,61
Фон + Радостим 20 мл/га	2,46	2,50	2,51	2,49
Фон + Фюзілад Форте 150 0,5 л/га	2,50	2,51	2,55	2,52
Фон + Фюзілад Форте 150 0,75 л/га	2,52	2,63	2,65	2,60
Фон + Фюзілад Форте 150 1,0 л/га	2,41	2,52	2,54	2,49
Фон + Фюзілад Форте 150 0,5 л/га + Радостим 20 мл/га	2,47	2,58	2,60	2,55
Фон + Фюзілад Форте 150 0,75 л/га + Радостим 20 мл/га	2,59	2,67	2,69	2,65
Фон + Фюзілад Форте 150 1,0 л/га + Радостим 20 мл/га	2,50	2,50	2,53	2,51
<i>НІР₀₅</i>	0,28	0,26	0,24	

Додаток В

Таблиця В.1

Основні показники продуктивності та якості насіння соняшника за дії гербіцидів Дуал Голд 960, Фюзілад Форте 150 та регулятора росту рослин Радостим

Варіант досліджу	Діаметр кошика, см				Кількість насіння з кошика, шт./рослину			
	2012 р.	2013 р.	2014 р.	Середнє за три роки	2012 р.	2013 р.	2014 р.	Середнє за три роки
Без препаратів і ручних прополювань (контроль I)	11,8	12,2	12,3	12,1	840,6	842,5	843,8	842,3
Без препаратів + ручні прополювання (контроль II)	20,1	20,8	21,2	20,7	1039,1	1039,5	1040,2	1039,6
Дуал Голд 960 1,2 л/га	12,7	13,4	13,5	13,2	954,7	955,5	955,7	955,3
Дуал Голд 960 1,4 л/га	14,6	15,2	15,5	15,1	1056,9	1057,4	1057,6	1057,3
Дуал Голд 960 1,6 л/га	15,3	15,7	16,4	15,8	1056,3	1056,5	1057,0	1056,6
Радостим 20 мл/га	12,1	12,6	13,1	12,6	886,8	887,1	888,0	887,3
Фюзілад Форте 150 0,5 л/га	12,4	12,9	13,1	12,8	954,7	955,1	955,2	955,0
Фюзілад Форте 150 0,75 л/га	14,9	15,5	15,8	15,4	1144,0	1144,5	1145,3	1144,6
Фюзілад Форте 150 1,0 л/га	14,7	15,1	15,2	15,0	1149,8	1150,2	1150,9	1150,3
Фюзілад Форте 150 0,5 л/га + Радостим 20 мл/га	14,1	14,9	15,1	14,7	1010,1	1010,7	1011,0	1010,6
Фюзілад Форте 150 0,75 л/га + Радостим 20 мл/га	16,4	17,0	17,3	16,9	1202,3	1202,7	1202,8	1202,6
Фюзілад Форте 150 1,0 л/га + Радостим 20 мл/га	15,9	16,5	16,8	16,4	1214,0	1214,6	1215,2	1214,6
Радостим 250 мл/т – обробка насіння (фон)	13,6	14,4	14,6	14,2	919,7	920,0	920,3	920,0
Фон + Дуал Голд 960 1,2 л/га	14,2	14,9	15,3	14,8	1067,8	1067,8	1068,4	1068,0
Фон + Дуал Голд 960 1,4 л/га	16,1	16,5	16,6	16,4	1112,9	1113,5	1113,5	1113,3
Фон + Дуал Голд 960 1,6 л/га	16,8	17,3	17,5	17,2	1145,2	1145,9	1146,9	1146,0
Фон + Радостим 20 мл/га	14,9	15,4	15,6	15,3	956,1	956,8	956,9	956,6
Фон + Фюзілад Форте 150 0,5 л/га	14,7	15,1	15,8	15,2	1008,3	1008,6	1008,9	1008,6
Фон + Фюзілад Форте 150 0,75 л/га	16,4	17,1	17,8	17,1	1173,4	1173,6	1173,8	1173,6
Фон + Фюзілад Форте 150 1,0 л/га	16,1	16,8	17,8	16,9	1130,9	1131,2	1131,8	1131,3
Фон + Фюзілад Форте 150 0,5 л/га + Радостим 20 мл/га	17,2	18,0	18,2	17,8	1134,7	1134,9	1135,4	1135,0
Фон + Фюзілад Форте 150 0,75 л/га + Радостим 20 мл/га	20,3	21,0	21,1	20,8	1209,5	1209,6	1209,7	1209,6
Фон + Фюзілад Форте 150 1,0 л/га + Радостим 20 мл/га	18,9	19,7	20,5	19,7	1215,9	1216,4	1216,6	1216,3
<i>НІР₀₅</i>	2,5	2,8	1,9		110	115	123	

Основні показники продуктивності та якості насіння соняшника за дії гербіцидів Дуал Голд 960, Фюзілад Форте 150 та регулятора росту рослин Радостим

Варіант досліджу	Маса 1000 насінин, г				Натура г/л			
	2012 р.	2013 р.	2014 р.	Середнє за три роки	2012 р.	2013 р.	2014 р.	Середнє за три роки
Без препаратів і ручних прополювань (контроль І)	51,7	52,4	52,8	52,3	436,5	441,3	442,5	440,1
Без препаратів + ручні прополювання (контроль ІІ)	62,3	62,7	62,8	62,6	485,2	492,1	494,5	490,6
Дуал Голд 960 1,2 л/га	54,2	54,5	55,1	54,6	460,2	463,0	463,7	462,3
Дуал Голд 960 1,4 л/га	56,8	57,1	57,1	57,0	481,9	487,0	488,2	485,7
Дуал Голд 960 1,6 л/га	59,6	60,0	60,4	60,0	483,2	490,0	491,1	488,1
Радостим 20 мл/га	53,3	53,7	53,8	53,6	451,3	455,0	457,2	454,5
Фюзілад Форте 150 0,5 л/га	53,9	53,9	54,2	54,0	457,5	458,4	459,0	458,3
Фюзілад Форте 150 0,75 л/га	56,4	56,7	56,7	56,6	469,5	474,5	475,0	473,0
Фюзілад Форте 150 1,0 л/га	55,1	55,5	56,2	55,6	466,6	472,0	473,2	470,6
Фюзілад Форте 150 0,5 л/га + Радостим 20 мл/га	55,0	55,7	58,2	56,3	483,5	488,0	490,1	487,2
Фюзілад Форте 150 0,75 л/га + Радостим 20 мл/га	57,2	59,5	60,3	59,0	492,0	495,2	496,3	494,5
Фюзілад Форте 150 1,0 л/га + Радостим 20 мл/га	55,5	58,2	59,1	57,6	487,1	491,0	492,5	490,2
Радостим 250 мл/т – обробка насіння (фон)	53,2	55,7	56,1	55,0	466,1	469,2	470,5	468,6
Фон + Дуал Голд 960 1,2 л/га	53,4	58,2	59,4	57,0	481,3	486,2	488,1	485,2
Фон + Дуал Голд 960 1,4 л/га	55,1	60,5	62,3	59,3	497,2	499,5	500,0	498,9
Фон + Дуал Голд 960 1,6 л/га	57,3	61,7	62,8	60,6	503,9	505,5	506,2	505,2
Фон + Радостим 20 мл/га	53,6	57,2	58,1	56,3	472,2	476,1	477,0	475,1
Фон + Фюзілад Форте 150 0,5 л/га	56,6	58,0	58,2	57,6	470,4	474,2	475,3	473,3
Фон + Фюзілад Форте 150 0,75 л/га	58,1	61,3	62,4	60,6	493,2	496,2	498,0	495,8
Фон + Фюзілад Форте 150 1,0 л/га	57,3	60,1	61,4	59,6	487,5	491,3	492,4	490,4
Фон + Фюзілад Форте 150 0,5 л/га + Радостим 20 мл/га	56,7	61,7	62,5	60,3	503,0	506,3	507,2	505,5
Фон + Фюзілад Форте 150 0,75 л/га + Радостим 20 мл/га	61,6	65,3	66,0	64,3	509,8	512,5	513,7	512,0
Фон + Фюзілад Форте 150 1,0 л/га + Радостим 20 мл/га	61,4	62,5	63,0	62,3	509,5	510,8	511,2	510,5
<i>НІР₀₅</i>	2,7	2,5	5,6		11,5	13,6	15,7	

Додаток Д

Таблиця Д.1

Олійність та вихід олії з насіння соняшника за дії гербіцидів Дуал Голд 960, Фюзілад Форте 150 і РРР Радостим

Варіант досліджу	2012		2013		2014	
	Олійність, %	Вихід олії кг/га	Олійність, %	Вихід олії кг/га	Олійність, %	Вихід олії кг/га
Без препаратів і ручних прополювань (контроль I)	44,3	725,2	47,2	727,1	48,6	729,6
Без препаратів + ручні прополювання (контроль II)	48,9	1149,6	49,8	1153,3	51,9	1155,8
Дуал Голд 960 1,2 л/га	45,3	864,5	46,1	866,5	49,3	869,1
Дуал Голд 960 1,4 л/га	46,8	1010,9	47,4	1011,4	48,3	1012,2
Дуал Голд 960 1,6 л/га	47,1	1060,1	47,6	1061,5	47,8	1063,5
Радостим 20 мл/га	45,9	784,9	46,7	786,1	47,8	788,8
Фюзілад Форте 150 0,5 л/га	46,2	853,5	46,8	854,2	47,7	855,2
Фюзілад Форте 150 0,75 л/га	46,9	1092,3	47,7	1093,6	48,8	1094,9
Фюзілад Форте 150 1,0 л/га	46,5	1075,2	47,2	1075,9	49,1	1078,4
Фюзілад Форте 150 0,5 л/га + Радостим 20 мл/га	46,8	960,1	47,5	961,1	49,4	961,8
Фюзілад Форте 150 0,75 л/га + Радостим 20 мл/га	48,1	1216,4	48,9	1217,0	49,3	1217,9
Фюзілад Форте 150 1,0 л/га + Радостим 20 мл/га	47,8	1201,2	48,6	1201,6	49,4	1202,3
Радостим 250 мл/т (фон)	46,5	840,7	47,3	841,2	47,5	842,0
Фон + Дуал Голд 960 1,2 л/га	46,7	1012,4	47,4	1013,1	47,5	1014,7
Фон + Дуал Голд 960 1,4 л/га	47,1	1113,9	47,9	1114,2	48,4	1115,7
Фон + Дуал Голд 960 1,6 л/га	47,9	1180,1	48,2	1180,5	48,2	1182,1
Фон + Радостим 20 мл/га	46,9	901,9	47,6	902,6	48,0	903,9
Фон + Фюзілад Форте 150 0,5 л/га	47,2	981,5	47,8	981,8	48,7	983,0
Фон + Фюзілад Форте 150 0,75 л/га	48,1	1215,7	48,6	1216,1	48,8	1217,1
Фон + Фюзілад Форте 150 1,0 л/га	47,6	1189,4	48,4	1189,9	48,9	1191,0
Фон + Фюзілад Форте 150 0,5 л/га + Радостим 20 мл/га	47,8	1168,6	48,7	1169,1	49,0	1170,5
Фон + Фюзілад Форте 150 0,75 л/га + Радостим 20 мл/га	48,4	1348,2	49,2	1349,1	50,3	1350,3
Фон + Фюзілад Форте 150 1,0 л/га + Радостим 20 мл/га	48,2	1310,1	49,1	1310,7	49,7	1311,6

Акт
про впровадження результатів наукових досліджень
з теми кандидатської дисертації
Підан Любові Федорівни

Результати дисертаційного дослідження Підан Любові Федорівни за темою «Фізіологічне обґрунтування застосування гербіцидів і регулятора росту рослин у посівах соняшника в Правобережному Лісостепу України» пройшли виробничу перевірку в умовах польового досліду «Дочірнього підприємства» Агрофірми «Байс-Агро» товариства з обмеженою відповідальністю «Агро посівна компанія» у селі Вишнопіль, Тальнівського району, Черкаської області на площі 120 га (акт впровадження від 25 квітня 2015 року).

Директор ДП
Агрофірма «Байс-Агро»



М. П. Кобенко

Додаток Л

СПИСОК НАУКОВИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Праці, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації:

1. Грицаєнко З. М., Підан Л. Ф. Забур'яненість та врожайність посівів соняшнику за різних способів застосування гербіцидів Дуал Голд 960, Фюзилад Форте 150 і регулятора росту рослин Радостим // Вісник Уманського національного університету садівництва. Умань. 2014. № 1. С. 54–59.
2. Грицаєнко З. М., Підан Л. Ф. Анатоμο-морфологічні зміни у листках соняшника за комплексної дії гербіциду Фюзилад Форте 150 і регулятора росту рослин Радостим // Вісник Уманського національного університету садівництва. Умань. 2015. № 2. С. 76–79.
3. Грицаєнко З. М., Карпенко В. П., Підан Л. Ф. Стан ферментної системи рослин соняшника за використання гербіциду Фюзилад Форте 150 і регулятора росту рослин Радостим // Зб. наук. праць Уманського НУС. Умань. 2016. Вип. 88. Ч. 1. С. 16–23.
4. Підан Л. Ф. Мікробіологічна активність ризосфери соняшника за дії гербіциду Фюзилад форте 150 та регулятора росту рослин Радостим // Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України. 2015. №7. Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nd_2015_7_13
5. Грицаєнко З. М., Карпенко В. П., Підан Л. Ф. Стан фотосинтетичної та пігментної систем соняшника за дії гербіцидів Фюзилад Форте 150, Дуал Голд 960 та регулятора росту Радостим // Зб. наук. праць Уманського НУС. Умань. 2014. Вип. 86. Ч. 1. С. 221–228.
6. Грицаєнко З. М., Карпенко В. П., Підан Л. Ф. Пігментний комплекс соняшника за дії гербіциду Фюзилад Форте 150 і регулятора росту рослин Радостим // Карантин і захист рослин. 2016. № 4 (235). С. 1–3.

Праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:

7. Карпенко В. П., Підан Л. Ф., Заболотний О. І. та ін. Біологізована технологія вирощування соняшника; за ред. В. П. Карпенка. Умань. 2016. 11 с.
8. Підан Л. Ф., Грицаєнко З. М. Динаміка продуктивності рослин соняшника за дії гербіциду Фюзилад Форте та рістрегулятора Радостим при різних способах застосування // Матеріали Всеукраїнської наукової конференції молодих учених. Умань. 2013. Ч. 1. С. 95–97. (Форма участі – заочна).
9. Підан Л. Ф. Вплив базового та страхового гербіцидів, внесених окремо та сумісно із рістрегулятором, в агроценозах вирощування соняшника // Підвищення ефективності ресурсозберігаючих технологій на зернопереробних підприємствах: Тези доповідей Всеукраїнської наукової конференції. Умань. 2013. С. 48–51. (Форма участі – очна).
10. Підан Л. Ф., Грицаєнко З. М. Агробіологічні заходи підвищення синтезу суми хлорофілу (a+b) в посівах соняшнику за використання гербіцидів і регулятора росту рослин // Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Актуальні питання сучасної аграрної науки». Умань. 2014. С. 70–72. (Форма участі – очна).
11. Підан Л. Ф., Грицаєнко З. М. Біологізація сільського господарства – сучасне і майбутнє агропромислового комплексу // Регіональна науково-практична інтернет-конференція «Моніторинг та охорона біорізноманіття агроландшафтів». Умань. 2013. С. 57–59. (Форма участі – заочна)
12. Підан Л. Ф. Динаміка листкового апарату соняшника за дії різних норм гербіцидів та способів застосування рістрегулятора // Сборник докладов Международных конференций «Консолидация научных исследований», «Диверсификация научных подходов как основание повышения качества исследований», 12 жовтня 2013 р. Донецк: Ниц Знание, 2013. С. 16–19. (Форма участі – заочна).
13. Підан Л. Ф. Потенціал забур'яненості посівів соняшника та заходи контролю за дії гербіциду Дуал Голд 960 // Збірник наукових праць природничо-географічного факультету «Природничі науки і освіта». Умань. 2015. С. 99–103. (Форма участі – заочна).