

УДК 57.018.6:[633.35:632.954:631.811.98:631.847]

## СТАН ПІГМЕНТНОЇ СИСТЕМИ ГОРОХУ ОЗИМОГО ЗА ВИКОРИСТАННЯ ГЕРБІЦИДУ МАКСІМОКС, РЕГУЛЯТОРА РОСТУ РОСЛИН АГРІФЛЕКС АМІНО ТА МІКРОБНОГО ПРЕПАРАТУ ОПТИМАЙЗ ПУЛЬС

**Карпенко В.П.** – д.с.-г.н., професор,

Уманський національний університет садівництва

**Бойко Я.О.** – аспірант,

Уманський національний університет садівництва

У статті наведено результати досліджень вегетаційного досліду з вивчення формування пігментної системи рослин гороху озимого сорту НС Мороз в залежності від застосування різних норм гербіциду МаксиМокс, внесеного окремо і в бакових сумішах з регулятором росту рослин Агрифлекс Аміно на фоні передпосівної інокуляції насіння мікробним препаратом Оптимайз Пульс і без нього. Отримані дані засвідчили перевагу комплексного застосування досліджуваних препаратів над їх розрізненим внесенням, що проявлялося у збільшеному вмісті в прилистках гороху хлорофілів а і b, їх суми та каротиноїдів. Водночас у разі самостійного застосування гербіциду (без Агрифлекс Аміно по необробленому перед сівбою насіннєвому матеріалі Оптимайз Пульсом) у прилистках гороху простежувався знижений вміст пігментів.

**Ключові слова:** пігментна система, хлорофіл а і b, каротиноїди, гербіцид, регулятор росту рослин, мікробний препарат, горох озимий.

**Карпенко В.П., Бойко Я.О. Состояние пигментной системы гороха озимого при использовании гербицида МаксиМокс, регулятора роста растений Агрифлекс Амино и микробного препарата Оптимайз Пульс**

В статье приведены результаты исследований вегетационного опыта по изучению формирования пигментной системы растений гороха озимого сорта НС Мороз в зависимости от применения различных норм гербицида МаксиМокс, внесенного отдельно и в баковых смесях с регулятором роста растений Агрифлекс Амино на фоне предпосевной инокуляции семян микробным препаратом Оптимайз Пульс и без него. Полученные данные показали преимущество комплексного применения исследуемых препаратов над их отдельным внесением, что сопровождалось увеличением содержания в прилистниках гороха хлорофиллов а и b, их суммы и каротиноидов. В то же время в случае самостоятельного применения гербицида (без Агрифлекс Амино и Оптимайз Пульс) в прилистниках гороха наблюдалось снижение содержания пигментов.

**Ключевые слова:** пигментная система, хлорофилл а и b, каротиноиды, гербицид, регулятор роста растений, микробный препарат, горох озимый.

**Karpenko V.P., Boiko Y.O. Status of the pigment system of winter pea under the use of herbicide MaxiMox, plant growth regulator Agriflex Amino and microbial product Optimize Pulse**

The article presents the results of a vegetative experiment on the formation of the pigment system of winter pea (NS Moroz variety) depending on the application of different rates of MaxiMox herbicide, used separately and in tank mixes with Agriflex Amino plant growth regulator against the background of pre-sowing inoculation of seeds with the microbial product Optimize Pulse and without it. The obtained data showed the advantage of the complex application of the studied products over their separate applying, which was accompanied by an increase in chlorophyll a and b, their sum and carotenoids in stipules of peas. At the same time, in the case of separate application of the herbicide (without Agriflex Amino and Optimize Pulse), there was a decrease in the content of pigments in the stipules of peas.

**Key words:** pigment system, chlorophyll a and b, carotenoids, inoculation, herbicide, plant growth regulator, microbial product, winter pea.

**Постановка проблеми.** Горох озимий є відносно новою культурою для України, але, не дивлячись на це, його посівні площі з кожним роком зростають. Також зростає серед аграріїв і зацікавленість до технології його вирощування. Відомо, що жодна технологія вирощування сільськогосподарських культур нині не обходиться без використання хімічних речовин, у тому числі й гербіцидів – сполук високої фізіологічної активності. Тому при застосуванні гербіцидів у польових умовах важливо знати не тільки їх вплив на бур'яни, а й на культурні рослини, ризосферну й симбіотичну мікробіоту, які в комплексі забезпечують формування високої продуктивності посівів зернобобових культур [1]. Але гербіциди, зокрема їх залишкові кількості, ще й можуть негативно впливати на навколишнє природне середовище і безпечність вирощеної продукції. Так, культурні рослини не належать до цільових об'єктів дії гербіцидів, проте в умовах агроценозу вони можуть зазнавати фітотоксичного впливу гербіцидних сполук, який супроводжується змінами лінійного росту й розвитку рослин, проявом хлорозу, різноспрямованими порушеннями фізіологічних функцій [2] і функціонування фотосинтетичного апарату [3]. Зважаючи на це, актуального значення набуває питання інтегрованого застосування в посівах гороху гербіцидів з регуляторами росту рослин і мікробними препаратами з метою зменшення негативного впливу хімічних речовин на агрофітоценоз.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** У процесі фотосинтезу відбувається утворення органічних речовин, синтез яких неможливий без пігментів, зокрема хлорофілів [4, 5]. Вміст пігментів у структурі фотосинтетичного апарату рослин визначає їх продуктивність та інтенсивність фотосинтезу, а отже, і врожайність посівів. Пігментний комплекс рослинного організму є досить чутливим до зміни умов навколишнього середовища [6–8], тому його відносять до тих критеріїв, які визначають ступінь адаптації рослин до природних і антропогенних чинників.

В останні роки сформувались певні уявлення про залежність спрямованості й продуктивності фотосинтезу від дії низки чинників, у тому числі й від дії гербіцидів, які можуть суттєво впливати на вміст хлорофілів і їх функціональну активність [9]. Дослідженнями З.М. Грицаєнко зі співавторами [10; 11] та D. Kim et al. [12] доведено, що гербіциди виявляють вплив на накопичення хлорофілів у рослинах, але ступінь такого впливу залежить від виду препарату, норм, строків і способів їх внесення.

В.П. Карпенко зі співавторами [13] констатує, що найвищий вміст хлорофілів у листках сої простежується за обробки посівів гербіцидом Фабіан у нормах 90–110 г/га сумісно з регулятором росту рослин Регоплант 50 мл/га по фоні обробки насіння мікробним препаратом Ризобофіт 100 мл/т у суміші з Регоплантом 250 мл/т, де збільшення відносно контролю за вмістом суми хлорофілів складало 25–26%.

У досліджах З.М. Грицаєнко та О.В. Голодриги [14] з вивчення дії гербіциду Півот і регулятора росту рослин Емістим С у посівах сої встановлено, що найвищий вміст пігментів у листках рослин було зафіксовано за використання гербіциду Півот у нормі 1,0 л/га сумісно з Емістимом С – 20 мл/га, де перевищення до контролю за сумою хлорофілів складало 43,6 мг % і 5,5 мг % на сиру речовину – за каротиноїдами.

Є.Ю. Мордерер зі співавторами [15] стверджують, що за дії гербіциду Пульсар у нормі 0,75 л/га, незважаючи на високу його селективність до сої, вміст у рослинах хлорофілів *a* і *b* та каротиноїдів відносно контролю знижувався на 0,46; 0,14 і 0,07 мг/мг сирової речовини відповідно. Водночас у досліджах С.А. Оратівської [16]

показано, що за дії гербіциду Пульсар 40 у нормах 0,5, 0,75 і 1,0 л/га вміст хлорофілів  $a + b$  у фазі 7–8 прилистків гороху зростав до контролю на 2,2, 4,9, 3,4% відповідно, проте більш активний синтез зелених пігментів у прилистках гороху простежувався за дії тих же норм гербіциду у суміші з регулятором росту рослин Біолан у нормі 15 мл/га на фоні передпосівної обробки насіння мікробним препаратом Поліміксобактерин 50 мл/т, де перевищення до контролю за сумою хлорофілів складало 13–24,4%.

З вищевикладеного літературного матеріалу можна підсумувати, що стан пігментної системи бобових культур за дії біологічно активних речовин хімічного й природного походження є досить не стабільним і залежить від комбінування цих сполук у сумішах та обробки ними насіння до сівби. Проте, як свідчать більшість повідомлень, негативна дія гербіцидів на стан пігментної системи бобових культур значно послаблюється за їх комплексного використання з регуляторами росту рослин та препаратами мікробного походження. Однак, сумісна дія на пігментний комплекс рослин гороху озимого гербіцидів, регуляторів росту рослин і мікробних препаратів є вивченою недостатньо, що й визначило актуальність наших досліджень.

**Постановка завдання.** Основним завданням досліду було вивчити формування пігментного комплексу рослин гороху озимого за дії різних норм гербіциду МаксіМокс (0,8; 0,9; 1,0 та 1,1 л/га), використаного окремо і в поєднанні з регулятором росту рослин Агріфлекс Аміно (1,0 кг/га), на фоні передпосівної обробки насіння мікробним препаратом Оптімайз Пульс (3,28 л/т).

**Матеріали та методика досліджень.** Об'єктами дослідження слугували рослини гороху озимого (*Pisum sativum*) сорту НС Мороз, гербіцид МаксіМокс, регулятор росту рослин (PPP) Агріфлекс Аміно, мікробний препарат (МБП) Оптімайз Пульс.

МаксіМокс, р. к. ( діюча речовина – імазамокс 40 г / л) – гербіцид, який адсорбується корінням та надземною частиною бур'янів, пересувається по флоємі та ксилемі, накопичуючись в меристематичних ділянках. Виступає інгібітором ферменту ацетолактатсинтази. PPP Агріфлекс Аміно – антистресант, що містить комплекс з 18 типів вільних L-амінокислот (не менше 50%) рослинного походження. Вільні амінокислоти препарату є доступними для білкового біосинтезу, мають вплив на фактори росту, чим підвищують рівень фізіологічного захисту рослин. Мікробний препарат Оптімайз Пульс (штам бактерій *Rhizobium leguminosarum*, мінімум  $2 \times 10^9$  живих клітин / мл + ліпо-хітоолігосахарид  $1 \times 10^{-7}$  % у водному розчині) [17].

Дослідження виконували згідно вимог проведення вегетаційного досліду [18] за схемою: без застосування препаратів (контроль), МаксіМокс у нормах 0,8; 0,9; 1,0 та 1,1 л/га окремо і в бакових сумішах з PPP Агріфлекс Аміно у нормі 1,0 кг/га, внесений роздільно і на фоні передпосівної інокуляції насіння МБП Оптімайз Пульс у нормі 3,28 л/т. Деталізовану схему досліду наведено в таблицях.

Аналізи пігментів проводили в лабораторних умовах на 3 і 6 добу після внесення препаратів по вегетуючих рослинах у відібраних зразках прилистків. Вміст хлорофілів  $a$  і  $b$  та каротиноїдів визначали за методиками, описаними В.Ф. Гавриленко і Т.В. Жигаловою [19] з використанням спектрофотометра Leci ss 1104.

Концентрацію пігментів розраховували за рівняннями D. Wettstein для 100% го ацетону:

$$\begin{aligned} C_{\text{хл.а}} &= 9,784D_{662} - 0,990D_{644} \\ C_{\text{хл.б}} &= 21,426D_{644} - 4,650D_{622} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_{\text{хл.а} + \text{хл.б}} &= 5,134D_{662} + 20,436D_{644} \\ C_{\text{кар.}} &= 4,695D_{440,5} - 0,268C_{\text{хл.а} + \text{хл.б}} \end{aligned}$$

де  $C_{\text{хл.а}}$ ;  $C_{\text{хл.б}}$ ;  $C_{\text{хл.а} + \text{хл.б}}$  і  $C_{\text{кар.}}$  – відповідно концентрації хлорофілів  $a$ ,  $b$ , їх суми та каротиноїди, мг/л;

$D$  – експериментально одержані величини оптичної щільності за відповідних довжин хвиль.

Розрахувавши концентрацію пігментів за рівняннями, визначили їх масову частку в досліджуваному матеріалі за формулою (мг/г маси сирової речовини):

$$A = \frac{C \cdot V}{H \cdot 1000}$$

де:  $C$  – концентрація пігментів, мг/л;  $V$  – об'єм екстракту, мл;  $H$  – наважка рослинного матеріалу, г.

Статистичну обробку отриманих даних проводили згідно загальноприйнятих методик [20].

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Під час проведених досліджень встановлено зниження вмісту пігментів у прилистках гороху озимого із зростанням норм використання гербіциду (табл. 1). Так, за норм 0,8; 0,9; 1,0 та 1,1 л/га МаксіМоксу вміст хлорофілу  $a$  в прилистках гороху озимого на третю добу після внесення препарату був на 0,02; 0,1; 0,14 та 0,19 мг/г сирової речовини нижчим за його вміст у контролі, хлорофілу  $b$  – на 0,04; 0,08; 0,11 та 0,15 мг/г сирової речовини, суми хлорофілів  $a + b$  – на 0,06; 0,18; 0,25 та 0,34 мг/г сирової речовини, а вміст каротиноїдів знижувався в порівнянні на 0,07; 0,12; 0,20 та 0,23 мг/г сирової речовини відповідно.

Як повідомляють інші вчені [21], зменшений вміст пігментів у листках гороху за обробки гербіцидами може бути обумовлений розвитком у рослинах процесів вільнорадикального окислення, які активізуються на початкових етапах дії гербіциду та порушують проходження основних біохімічних реакцій. За обприскування рослин гороху МаксіМоксом у нормах 0,8–1,0 л/га в бакових сумішах з РРР Агріфлекс Аміно у нормі 1,0 кг/га вміст хлорофілів  $a$  і  $b$ , їх суми та каротиноїдів перевищував відповідні показники в контролі: на 0,12; 0,07; 0,04 мг/г сирової речовини по хлорофілу  $a$ , на 0,09; 0,06; 0,03 мг/г сирової речовини по хлорофілу  $b$ , на 0,21; 0,13; 0,07 мг/г сирової речовини для суми хлорофілів  $a+b$  та на 0,11; 0,08 та 0,04 мг/г сирової речовини по каротиноїдах.

За використання гербіциду МаксіМокс у тих же нормах на фоні передпосівної інокуляції насіння мікробним препаратом Оптімайз Пульс вміст пігментів у прилистках гороху збільшувався проти контролю на 0,09; 0,04; 0,02 мг/г сирової речовини (для хлорофілу  $a$ ), на 0,05; 0,04; 0,01 мг/г сирової речовини (для хлорофілу  $b$ ), на 0,14; 0,08; 0,03 мг/г сирової речовини (для суми хлорофілів  $a + b$ ), на 0,09; 0,07; 0,02 мг/г сирової речовини (для каротиноїдів), проте вміст зазначених пігментів відносно варіантів, де гербіцид застосовували сумісно з регулятором росту рослин, був дещо нижчим. Найвищі показники вмісту хлорофілів  $a$  і  $b$ , їх суми та каротиноїдів простежувались у дослідних варіантах із застосуванням РРР Агріфлекс Аміно 1,0 кг/га на фоні передпосівної інокуляції насіння МБП Оптімайз Пульс 3,28 л/т, де вміст хлорофілу  $a$  відносно контролю зріс на 0,36 мг/г, хлорофілу  $b$  – на 0,34 мг/г, сума хлорофілів  $a + b$  – на 0,70 мг/г, вміст каротиноїдів – на 0,24 мг/г сирової речовини відповідно. За дії МаксіМоксу в нормах 0,8; 0,9; 1,0 та 1,1 л/га сумісно з РРР Агріфлекс Аміно у нормі 1,0 кг/га на фоні передпосівної інокуляції насіння МБП Оптімайз Пульс 3,28 л/т зростання вмісту хлорофілу  $a$  відносно

Таблиця 1

**Вміст пігментів у прилистках гороху озимого за дії гербіциду МаксіМокс, РРР Агріфлекс Аміно та МБП Оптімайз Пульс (третя доба після обприскування, мг/г сирової речовини)**

Варіант досліджу	Хлорофіл <i>a</i>	Хлорофіл <i>b</i>	Сума хлорофілів <i>a + b</i>	Кароти- ноїди
Без застосування препаратів (контроль)	1,21	0,29	1,50	1,01
МаксіМокс 0,8 л/га	1,19	0,25	1,44	0,94
МаксіМокс 0,9 л/га	1,11	0,21	1,32	0,89
МаксіМокс 1,0 л/га	1,07	0,18	1,25	0,81
МаксіМокс 1,1 л/га	1,02	0,14	1,16	0,78
Агріфлекс Аміно 1,0 кг/га	1,55	0,57	2,12	1,23
МаксіМокс 0,8 л/га + Агріфлекс Аміно 1 кг/га	1,33	0,38	1,71	1,12
МаксіМокс 0,9 л/га + Агріфлекс Аміно 1,0 кг/га	1,28	0,35	1,63	1,09
МаксіМокс 1,0 л/га + Агріфлекс Аміно 1,0 кг/га	1,25	0,32	1,57	1,05
МаксіМокс 1,1 л/га + Агріфлекс Аміно 1,0 кг/га	1,19	0,27	1,46	0,97
Оптімайз Пульс 3,28 л/т – Фон	1,49	0,52	2,01	1,19
Фон + МаксіМокс 0,8 л/га	1,30	0,34	1,64	1,10
Фон + МаксіМокс 0,9 л/га	1,25	0,33	1,58	1,08
Фон + МаксіМокс 1,0 л/га	1,23	0,30	1,53	1,03
Фон + МаксіМокс 1,1 л/га	1,14	0,25	1,39	0,94
Фон + Агріфлекс Аміно 1,0 кг/га	1,57	0,63	2,20	1,25
Фон + МаксіМокс 0,8 л/га + Агріфлекс Аміно 1,0 кг/га	1,48	0,51	1,99	1,17
Фон + МаксіМокс 0,9 л/га + Агріфлекс Аміно 1,0 кг/га	1,43	0,48	1,91	1,13
Фон + МаксіМокс 1,0 л/га + Агріфлекс Аміно 1,0 кг/га	1,39	0,43	1,82	1,08
Фон + МаксіМокс 1,1 л/га + Агріфлекс Аміно 1,0 кг/га	1,35	0,38	1,73	1,03
НІР <sub>01</sub>	0,012	0,003	0,016	0,010

контролю складало 0,27; 0,22; 0,18 та 0,14 мг/г , хлорофілу *b* – 0,22; 0,19; 0,14 та 0,09 мг/г , суми хлорофілів *a + b* – 0,49; 0,41; 0,32 та 0,23 мг/г , вмісту каротиноїдів – 0,16; 0,12; 0,07 та 0,02 мг/г сирової речовини відповідно. Найнижчі показники вмісту хлорофілів та каротиноїдів виявлено у варіантах, де МаксіМокс застосовували у найбільшій нормі 1,1 л/га як самостійно, так і в баковій суміші з РРР Агріфлекс Аміно, а також за використання цієї ж норми гербіциду з цим же РРР на фоні передпосівної інюкуляції насіння МБП Оптімайз Пульс. Це може свідчити про негативну дію підвищених норм гербіциду як безпосередньо на пігментну систему рослин гороху, так і на проходження обмінних процесів, які за вищих норм ксенобіотика можуть пригнічуватися [22].

Вивчення пігментної системи рослин гороху озимого на шосту добу (табл. 2) після внесення препаратів показало значне загальне зростання вмісту фотосинтезуючих пігментів у рослинах в порівнянні до третьої доби визначення, однак за самостійного використання гербіциду МаксіМокс виявлено негативну тенденцію стосовно вмісту хлорофілів і каротиноїдів, що й на попередньому етапі їх дослідження. Так, за норм МаксіМоксу 0,8; 0,9; 1,0 та 1,1 л/га вміст хлорофілу *a* в прилистках гороху у відношенні до контролю знижувався на 0,02; 0,04; 0,08 та 0,11 мг/г, хлорофілу *b* – на 0,05; 0,07; 0,10 та 0,12 мг/г, суми хлорофілів *a + b* – на 0,07; 0,11; 0,18 та 0,23 мг/г, каротиноїдів – на 0,07; 0,09; 0,14 та 0,19 мг/г сирової речовини відповідно. Обробка рослин PPP Агріфлекс Аміно в нормі 1,0 кг/га

Таблиця 2

**Вміст пігментів у прилистках гороху озимого за дії гербіциду МаксіМокс, PPP Агріфлекс Аміно та МБП Оптімайз Пульс (шоста доба після обприскування, мг/г сирової речовини)**

Варіант досліджу	Хлорофіл <i>a</i>	Хлорофіл <i>b</i>	Сума хлорофілів <i>a + b</i>	Каротиноїди
Без застосування препаратів (контроль)	1,29	0,35	1,64	1,08
МаксіМокс 0,8 л/га	1,27	0,30	1,57	1,01
МаксіМокс 0,9 л/га	1,25	0,28	1,53	0,99
МаксіМокс 1,0 л/га	1,21	0,25	1,46	0,94
МаксіМокс 1,1 л/га	1,18	0,23	1,41	0,89
Агріфлекс Аміно 1,0 кг/га	1,61	0,64	2,25	1,30
МаксіМокс 0,8 л/га + Агріфлекс Аміно 1,0 кг/га	1,37	0,41	1,78	1,17
МаксіМокс 0,9 л/га + Агріфлекс Аміно 1,0 кг/га	1,34	0,39	1,73	1,14
МаксіМокс 1,0 л/га + Агріфлекс Аміно 1,0 кг/га	1,32	0,37	1,69	1,11
МаксіМокс 1,1 л/га + Агріфлекс Аміно 1,0 кг/га	1,27	0,31	1,58	1,05
Оптімайз Пульс 3,28 л/т – Фон	1,53	0,55	2,08	1,25
Фон + МаксіМокс 0,8 л/га	1,35	0,40	1,75	1,17
Фон + МаксіМокс 0,9 л/га	1,32	0,37	1,69	1,13
Фон + МаксіМокс 1,0 л/га	1,30	0,36	1,66	1,09
Фон + МаксіМокс 1,1 л/га	1,22	0,28	1,50	1,04
Фон + Агріфлекс Аміно 1,0 кг/га	1,64	0,66	2,30	1,29
Фон + МаксіМокс 0,8 л/га + Агріфлекс Аміно 1,0 кг/га	1,51	0,55	2,06	1,23
Фон + МаксіМокс 0,9 л/га + Агріфлекс Аміно 1,0 кг/га	1,47	0,50	1,97	1,16
Фон + МаксіМокс 1,0 л/га + Агріфлекс Аміно 1,0 кг/га	1,43	0,47	1,90	1,13
Фон + МаксіМокс 1,1 л/га + Агріфлекс Аміно 1,0 кг/га	1,39	0,41	1,80	1,10
НІР <sub>01</sub>	0,013	0,004	0,017	0,011

сприяла зростанню вмісту хлорофілу *a* відносно контролю на 0,32 мг/г, хлорофілу *b* – на 0,29 мг/г, суми хлорофілів *a + b* – на 0,61 мг/г, каротиноїдів – на 0,22 мг/г сирової речовини відповідно.

Застосування МаксіМоксу у нормах 0,8–1,0 л/га у баковій суміші з РРР Агріфлекс Аміно 1,0 кг/га забезпечило зростання вмісту хлорофілу *a* до контролю на 0,08; 0,05; 0,03 мг/г, хлорофілу *b* – на 0,06; 0,04; 0,02 мг/г, суми хлорофілів *a + b* – на 0,14; 0,09; 0,05 мг/г, каротиноїдів – на 0,09; 0,06; 0,03 мг/г сирової речовини відповідно. Обробка рослин МаксіМоксом у нормах 0,8–1,0 л/га на фоні передпосівної інокуляції насіння гороху МБП Оптімайз Пульс 3,28 л/т сприяла підвищенню вмісту пігментів у листках гороху, але їх вміст відносно варіантів, де МаксіМокс використовувався у баковій суміші з РРР Агріфлекс Аміно, був нижчим. Найвищі показники вмісту хлорофілів та каротиноїдів у прилистках гороху були отримані у варіантах застосування РРР Агріфлекс Аміно у нормі 1,0 кг/га на фоні передпосівної інокуляції насіння МБП Оптімайз Пульс 3,28 л/т, де вміст хлорофілу *a* відносно контролю зростав на 0,24 мг/г, хлорофілу *b* – на 0,20 мг/г, суми хлорофілів *a + b* – 0,44 мг/г, каротиноїдів – 0,17 мг/г сирової речовини відповідно. Варіанти із внесенням МаксіМоксу сумісно з РРР Агріфлекс Аміно на фоні обробки насіння перед сівбою МБП Оптімайз Пульс забезпечили підвищення вмісту фотосинтезуючих пігментів до контролю, але були дещо нижчими ніж у варіанті, де РРР Агріфлекс Аміно застосовували на фоні передпосівної інокуляції МБП Оптімайз Пульс. Очевидно, це можна пояснити повною відсутністю у баковій суміші токсиканта, про що в своїх дослідженнях повідомляють й інші вчені [23].

За обробки рослин МаксіМоксом у нормах 0,8; 0,9; 1,0 та 1,1 л/га з РРР Агріфлекс Аміно в нормі 1,0 кг/га на фоні інокуляції насіння гороху МБП Оптімайз Пульс 3,28 л/т вміст хлорофілів і каротиноїдів відносно контролю зростав: 0,22; 0,18; 0,14 та 0,10 мг/г (для хлорофілу *a*), 0,20; 0,15; 0,12 та 0,06 мг/г (для хлорофілу *b*), 0,42; 0,33; 0,26 та 0,16 мг/г (для суми хлорофілів *a + b*), 0,15; 0,08; 0,05 та 0,02 мг/г сирової речовини відповідно для каротиноїдів. Зниження вмісту хлорофілів і каротиноїдів простежувалось у варіантах самостійної дії МаксіМоксу в нормі 1,1 л/га як окремо, так і в суміші з РРР Агріфлекс Аміно, а також за роздільного й сумісного використання препаратів на фоні інокуляції насіння МБП Оптімайз Пульс, що може свідчити про тривалу токсичну дію високої норми гербіциду МаксіМокс, про що вказують у своїх дослідженнях й інші вчені [22].

**Висновки і пропозиції.** З отриманих даних вмісту пігментів у рослинах гороху озимого можна зробити висновок, що комплексне застосування гербіциду МаксіМокс у нормах 0,8–1,0 л/га з РРР Агріфлекс Аміно 1,0 кг/га на фоні передпосівної інокуляції насіння МБП Оптімайз Пульс у нормі 3,28 л/т знижує негативний вплив хімічного агента на рослини гороху та демонструє зростання показників вмісту фотосинтезуючих пігментів, а саме хлорофілу *a* в середньому на 14–18%, хлорофілу *b* – 45–63 %, суми хлорофілів *a + b* – 20–27%, каротиноїдів – 9–11%, що відбувається за рахунок інтенсифікації проходження у рослинах гороху обмінних процесів і як результат більш активного синтезу пігментів.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Петриченко В.Ф. Виробництво та використання сої в Україні. *Вісник аграрної науки*. 2008. № 3. С. 24–27.
2. Спиридонов Ю.Я., Жемчужин С.Г. Современные проблемы изучения гербицидов (2006–2008) *Агрехимия*. 2010. № 7. С. 73–91.

3. Kopsell D.A., Armel G.R., Abney K.R., Vargas J.J. Leaf tissue pigments and chlorophyll fluorescence parameters vary among sweet corn genotypes of differential herbicide sensitivity. *Pes. Biochem. and Physiol.* 2011. Vol. 99. № 2. P. 194–199.
4. Рожков А.О., Пузік В.К., Каленська С.М., Пузік Л.М., Бобро М.А., Чигрин О.В. Антал Т.В. Управління продуктивністю посівів пшениці твердої ярої в Лівобережному та Північному Лісостепу України. Харків : Майдан, 2015. 432 с.
5. Sims D.A., Gramon I.A. Relationships between leaf pigment content and spectral reflectance across a wide range of species. Leaf structures and developmental stages. *Remote Sensing of Environment*. 2002. Vol. 81. P. 337–354.
6. Каленська С.М. Плакса В.М. Вплив норм висіву, мінеральних та водорозчинних добрив на ріст і розвиток тритикале ярого. *Науковий вісник НУБіП України*. 2009. (№ 141). С. 123–129.
7. Franzen D.W. Fertilizing hard red spring Wheat and durum. *NDSU extension service*. 2014. 8 p. URL: <https://www.ag.ndsu.edu/pubs/plantsci/soilfert/sf712.pdf>.
8. Thomas H. Chlorophyll: a symptom and a regulator of plastid development. *New Phytologist*. 1997. Vol. 136. P. 163–181.
9. 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.
10. 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*: тези доповідей III Міжнародної конференції, (м. Львів, 4–6 жовтня 2007 р.). Львів, 2007. С. 125–126.
11. 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.
12. Kim D., Brain P., Marshall E. Effects of sub-lethal doses of metsulfuron-methyl on crop weed competition in two varieties of winter wheat. *Brighton Crop Prot. Conf. "Weed"* : Proc. Int. Conf. Brit. Crop Prot. Coune., Brighton. 17–20 Nov., 1997. Vol. 2. Farnham, P. 669–670.
13. Карпенко В.П., Івасюк Ю.І., Притуляк Р.М., Чернега А.О. Формування листової поверхні рослин сої і суми хлорофілів за інтегрованої дії гербіциду та біологічних препаратів. *Агробіологія*. 2018. № 1. С. 43–50.
14. Грицаєнко З.М., Голодрига О.В. Вплив комплексного застосування Півоту і Емістиму С на формування площі асиміляційного апарату та синтез хлорофілу у рослинах сої. *Зб. наук. праць Уманського НУС*. 2012. С. 47–54.
15. Мордерер Є.Ю., Сорокіна С.І., Паланиця М.П., Сичук А.М., Родзевич О.П. Стан peroоксидантно-антиоксидантної рівноваги у сої за дії синергічної суміші гербіцидів Пульсар і Хармоні. *Біологічні студії*. 2011. № 2. С. 105–112.
16. Оратівська С.А. Вплив гербіциду Пульсар 40 і біологічних препаратів різних способів застосування на вміст хлорофілів в рослинах гороху. *Інноваційні технології та інтенсифікація розвитку національного виробництва*: матеріали II міжнар. наук.-практ. Інтернет-конф. 20–21 жовтня 2015 р. Тернопіль : Крок, 2015. С. 92–94.
17. Перелік пестицидів та агрохімікатів, дозволених до використання в Україні. 2018. К. : Юнівест медіа, 2018. 1040 с.
18. Журбицкий З.И. Теория и практика вегетационного метода. М. : Наука. 1986. 268 с.
19. Гавриленко В.Ф., Жигалова Т.В. Большой практикум по фотосинтезу. М. : Академия. 2003. 256 с.
20. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической об-



работки результатов исследований). 5-е изд., доп. и перераб. М. : Агропромиздат, 1985. С. 223–228.

21. Трач В.В., Сонько Р.В., Гуральчук Ж.З., Лопатько К.Г., Щербакова О.М., Гончар Л.М., Гринюк С.О. Вплив хітозану та колоїдного розчину заліза на фітотоксичність гербіциду піроксуламу. *Вісник Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна*. 2014. Вип. 23. С. 144–152.

22. Грицаєнко З.М., Карпенко В.П., Мостов'як І.І., Підан Л.Ф. Пігментний комплекс соняшнику за дії гербіциду Фюзилад Форте 150 і регулятора росту рослин Радостим. *Карантин і захист рослин*. 2016. № 4. С. 1–2.

23. Карпенко В.П., Павлишин С.В. Пігментна система пшениці полби звичайної за використання гербіциду Пріма Форте 195 і регулятора росту рослин Вуксал Біо Vita. *Вісник Уманського НУС*. 2018. № 1. С. 100–103.