

simulation approaches, as a rule, includes an analytical description of an object, blocks of expert evaluations, simulation and processing of the results of the computational experiment.

Methods – prediction of bio-productivity of the fields of sugar beet crop rotation using the methods of a system analysis as a tool of mathematical modeling.

Results and discussions – researches of the interconnections which have an effect on the features that are formed during sugar beet growth and development are presented in the form of correlative series. Each point of a series shows the strength of a concrete correlative link between studied features and other factors which either influence or are connected with it.

A close correlation link is recorded between field emergence and plant density after full germination ( $r=0.42$ ), between field emergence and leaf mass on July 1 ( $r=0.37$ ), and reversed connection between field emergence and yield capacity –  $r = -0.37$ . A close correlation link was recorded between yield capacity of sugar beets and plant density before harvesting ( $r=0.69$ ); such factors as leaf mass ( $r=0.41-0.42$ ), sum of active temperatures ( $r= 0.34$ ), precipitation ( $r= -0.33$ ), particularly recorded on August 1 and September 1, also had an impact on yield capacity formation, an average correlation link was found between them.

The following factors influenced sugar content in sugar beets: plant density before harvesting ( $r=0.42$ ), root crop mass before harvesting ( $r=0.33$ ), yield capacity ( $r=0.34$ ), precipitation on July 1 ( $r=0.46$ ), НТС (hydro-thermal coefficient) on July ( $r=0.44$ ), i.e., an average positive correlation was recorded between these studied features. Strong positive correlation links were found between sugar yield, yield capacity, plant density before harvesting and sugar content of root crops, ( $r=0.95$ ), ( $r=0.68$ ) and ( $r=0.60$ ), respectively.

**Key words:** sugar beets, system analysis, simulation approach, descriptive models, correlative series, bio-productivity.

Надійшла 10.04.2018 р.

УДК 633.34:632.954:631.811.98

КАРПЕНКО В.П., д-р с.-г. наук

ІВАСЮК Ю.І., ПРИТУЛЯК Р.М., ЧЕРНЕГА А.О., кандидати с.-г. наук

Уманський національний університет садівництва

### ФОРМУВАННЯ ЛИСТКОВОЇ ПОВЕРХНІ РОСЛИН СОЇ І СУМИ ХЛОРОФІЛІВ ЗА ІНТЕГРОВАНОЇ ДІЇ ГЕРБІЦИДУ ТА БІОЛОГІЧНИХ ПРЕПАРАТІВ

Підвищення врожайності сільськогосподарських культур відбувається за рахунок поліпшення умов інтенсивності та ефективності фотосинтезу, в якому першочергове значення відіграє наростання площі листкової поверхні та забезпеченість її продуктами фотосинтезу, які є основним джерелом для повноцінного функціонування рослинного організму.

Наводяться результати досліджень із вивчення впливу різних норм гербіциду Фабіан, внесеного окремо та сумісно із регулятором росту рослин Регоплант на фоні передпосівної обробки насіння Регоплантом і мікробним препаратом Ризобофит, на формування площі листкової поверхні рослин сої та вмісту в листках суми хлорофілів *a* і *b*. Проведеними дослідженнями доведено, що формування оптимального за площею листкового апарату є результатом оптимізації функціонування симбіотичної азотфіксувальної системи *Glycine max* (L.) Merr. – *Bradyrhizobium japonicum* на фоні знищення в посівах сеgetальної рослинності.

Застосування оптимальної композиції препаратів забезпечує зростання вмісту суми хлорофілів *a* і *b* у листках сої, чим створює більш сприятливі умови для проходження в рослинах фізіолого-біохімічних процесів, у тому числі й фотосинтетичних. Встановлено, що найбільша площа листкової поверхні сої з найвищим вмістом суми хлорофілів *a* і *b* (у досліджуваній фазі розвитку рослин сої) формуються за обробки посівів гербіцидом Фабіан (90 г/га) у баковій суміші з регулятором росту рослин Регоплант (50 мл/га) на фоні передпосівної обробки насіння Регоплантом (250 мл/т) і Ризобофітом (100 мл/т).

**Ключові слова:** соя, гербіцид, регулятор росту рослин, мікробний препарат, площа листкової поверхні (ПЛП), сума хлорофілів (Хл *a+b*).

**Постановка проблеми.** Інтегроване застосування гербіцидів і біологічних препаратів потребує подальшого всебічного вивчення. Зокрема, необхідно підвищити рівень теоретичних знань про вплив даних сумішей на рослинний організм, глибше дослідити природу і механізм їх дії на фізіолого-біохімічні, морфологічні та анатомічні зміни в культурних рослинах. Значну увагу слід приділити питанням впливу симбіотичної азотфіксації на фізіологічні зміни у рослинах, дослідженню шляхів сприйняття рослиною екзогенних та ендогенних сигналів, а також їх трансформації у відповідні фізіологічні реакції, які лежать в основі життєдіяльності рослин, формуванні високої продуктивності посівів і якості врожаю [1].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Активність симбіотичної системи бобових культур залежить від ефективності роботи фотосинтетичного апарату рослин, тобто забезпеченості

її продуктами фотосинтезу, які є для неї джерелом енергії. У свою чергу рослини трансформують продукти азотфіксації, які використовуються рослиною-господарем, для формування надземної маси [2, 3], водночас дефіцит азоту зумовлює формування неповноцінного фотосинтетичного апарату з низькою інтенсивністю фотосинтезу [4–6].

В останні роки сформувались чіткі уявлення про залежність, спрямованість і продуктивність фотосинтезу від низки факторів, у тому числі й гербіцидів [7, 8], після застосування яких зменшується рівень забур'яненості посівів та покращується забезпеченість рослин низкою життєво необхідних чинників [9]. Фотосинтез відбувається за безпосередньої участі азотовмісних пігментів – хлорофілів *a* і *b*. Вченими встановлено, що гербіциди різних класів, внесених як окремо, так і сумісно з біопрепаратами, суттєво впливають на вміст основних фотосинтетичних пігментів у листках сільськогосподарських культур [10–13], проте для інтенсифікації фотосинтетичної активності можуть використовуватись і біопрепарати, які виявляють позитивний вплив на вміст хлорофілів у листках [14].

**Мета дослідження** – встановити вплив різних норм гербіциду, регулятора росту рослин і мікробного препарату на формування площі листків сої та вмісту в них суми хлорофілів *a* і *b*.

**Матеріал і методика досліджень.** Досліди закладали в умовах дослідного поля Уманського НУС у триразовому повторенні систематичним методом упродовж 2013–2015 рр. У посівах сої сорту Романтика вивчали дію гербіциду Фабіан WG (імазетапір, 450 г/кг + хлорімурон-етил, 150 г/кг), обприскування яким проводили у фазу 2–3-х справжніх листків культури у нормах 90, 100 та 110 г/га окремо і в сумішах з регулятором росту рослин Регоплант (збалансована композиція біологічно активних сполук: амінокислот, аналогів фітогормонів, олігосахаридів, жирних кислот, хелатних і біогенних мікроелементів) у нормі 50 мл/га. Цей же регулятор використовували для передпосівної обробки насіння в нормі 250 мл/т. Ризобіфіт (бактеріальна суспензія для інокуляції насіння сої *Bradyrhizobium japonicum* штам М8 титр  $3 \times 10^9$  життєздатних бактерій на г препарату) застосовували для обробки насіння перед сівбою в нормі 100 мл на гектарну норму насіння. Детальну схему досліду, норми застосування та способи внесення препаратів наведено у таблицях.

Площу листової поверхні визначали з використанням висічок [15], вміст у листках хлорофілів та їх співвідношення визначали спектрофотометричним методом з наступним перерахунком за допомогою формул [16].

**Основні результати дослідження.** Підвищення врожайності сільськогосподарських культур відбувається за рахунок поліпшення умов інтенсивності та ефективності фотосинтезу [17–19], в якому першочергове значення відіграє наростання площі листової поверхні та накопичення нею органічної речовини [20–22]. Регулювання площі листового апарату рослин може бути досягнуто створенням оптимальної структури посівів. Водночас фотосинтетичний апарат рослин досить чутливий до дії різних чинників, тому сумісне застосування хімічних і біологічних препаратів може мати істотний вплив на формування його розмірів [23, 24]. Зважаючи на це, доцільним було встановити вплив інтегрованого застосування препаратів різної фізіологічної дії на формування площі листової поверхні рослин сої.

У результаті виконаних досліджень встановлено, що площа листків посівів сої у роки проведення досліджень змінювалась залежно від виду, норм та способів внесення препаратів (табл. 1). Так, у фазу бутонізації у контролі I (без застосування препаратів і ручних прополювань) загальна ПЛП становила 11,8 тис. м<sup>2</sup>/га. Застосування ручних прополювань упродовж вегетаційного періоду (контроль II) забезпечило збільшення ПЛП відносно контролю I на 13 %. Посходове застосування регулятора росту рослин Регоплант у нормі 50 мл/га сприяло незначному зростанню ПЛП (на 0,4 тис. м<sup>2</sup>/га), що обумовлювалось значною присутністю в посівах сегетальної рослинності.

За обробки рослин сої гербіцидом Фабіан 90, 100 та 110 г/га ПЛП зростала відносно контролю I на 5; 3 та 1 % відповідно. За сумісного застосування гербіциду Фабіан 90–110 г/га з Регоплантом 50 мл/га наростання ПЛП відносно контрольного варіанта (I) становило 25–20 %. За передпосівної обробки насіння сумішно мікробного препарату Ризобіфіт 100 мл з регулятором росту рослин Регоплант 250 мл/т показник ПЛП зростав проти контрольного варіанта (I) на 4,6 тис. м<sup>2</sup>/га за НР<sub>05</sub> 0,12 тис. м<sup>2</sup>/га. За посходового внесення гербіциду Фабіан 90–110 г/га по фоні найбільша ПЛП формувалась за норми 90 г/га, що перевищувало контроль I відповідно у

фазу бутонізації на 29–22 %, за сумісного застосування тих же норм гербіциду Фабіан з Регоплантом 50 мл/га по фоні Ризобофіт 100 мл з Регоплантом 250 мл/га – на 39–34 % відповідно.

Таблиця 1 – Формування площі листкової поверхні рослин сої залежно від дії гербіциду Фабіан, регулятора росту рослин Регоплант і мікробного препарату Ризобофіт (середнє за три роки)

Варіант досліджу	Фаза		
	бутонізація	початок цвітіння	завершення цвітіння – початок утворення бобів
Без застосування препаратів (контроль I)	11,8	26,0	21,2
Ручні прополювання упродовж вегетаційного періоду (контроль II)	13,3	28,1	22,2
Регоплант 50 мл/га	12,2	30,0	24,2
Фабіан 90 г/га	12,4	29,6	24,1
Фабіан 100 г/га	12,1	29,2	23,9
Фабіан 110 г/га	11,9	29,0	23,4
Фабіан 90 г/га + Регоплант 50 мл/га	14,8	33,4	26,0
Фабіан 100 г/га + Регоплант 50 мл/га	14,5	32,6	25,7
Фабіан 110 г/га + Регоплант 50 мл/га	14,2	32,4	25,5
Ризобофіт 100 мл + Регоплант 250 мл/т (фон)	15,0	35,4	27,1
Фон + Регоплант 50 мл/га	15,7	36,2	28,1
Фон + Фабіан 90 г/га	15,2	37,2	29,3
Фон + Фабіан 100 г/га	14,7	36,5	28,7
Фон + Фабіан 110 г/га	14,4	36,1	28,5
Фон + Фабіан 90 г/га + Регоплант 50 мл/га	16,4	39,7	31,6
Фон + Фабіан 100 г/га + Регоплант 50 мл/га	16,3	39,2	31,2
Фон + Фабіан 100 г/га + Регоплант 50 мл/га	15,8	38,7	30,1
<i>НІР<sub>05</sub></i>	<i>0,12</i>	<i>0,18</i>	<i>0,56</i>

Формування найбільшої ПЛП у цих варіантах досліджу узгоджується із зменшенням рівня забур'яненості посівів, за рахунок усунення конкурентних відносин між компонентами агроценозу [25, 26].

У фазу початку цвітіння сої спостерігалось найінтенсивніше наростання ПЛП, що пов'язано з загальною активізацією ростових процесів рослин сої у цю фазу розвитку. Водночас, у порівнянні з фазою початок цвітіння, у фазу завершення цвітіння – початок утворення бобів відбувалось незначне зменшення ПЛП, що пов'язано з поступовим відмиранням листків у нижніх ярусах. Посходове внесення регулятора росту рослин Регоплант 50 мл/га сприяло наростанню ПЛП до контролю I на 15 % у фазу початок цвітіння та на 14 % – у фазу завершення цвітіння – початок утворення бобів. Із збільшенням норми гербіциду Фабіан з 90 до 110 г/га спостерігалось зменшення ПЛП на 14–10 % відносно контролю I. Сумісне застосування Фабіану 90–110 г/га з Регоплантом 50 мл/га забезпечувало наростання ПЛП відносно контрольного варіанта (I) у фазу початок цвітіння на 29–24 % та – 26–29 % – у фазу завершення цвітіння – початок утворення бобів.

За використання передпосівної обробки насіння сумішню мікробного препарату Ризобофіт 100 мл з регулятором росту рослин Регоплант 250 мл/т наростання ПЛП у фазу початок цвітіння перевищувало контроль на 36 %, у фазу завершення цвітіння – початок утворення бобів – на 28 %. ПЛП, яка сформувалась за внесення Регопланту 50 мл/га по фоні передпосівної обробки насіння була на рівні внесення гербіциду Фабіан 100 г/га і перевищувала показники контрольного варіанта (I) на 39 і 33 % відповідно до фаз розвитку.

Внесення гербіциду Фабіан у нормах 90–110 г/га по фоні передпосівної обробки насіння мікробним препаратом Ризобофіт 100 мл з регулятором росту рослин Регоплант 250 мл/т забезпечувало зростання ПЛП відносно контрольного варіанта (I) на 43–39 % у фазу початок цвітіння та 38–34 % – у фазу завершення цвітіння – початок утворення бобів.

Найінтенсивніше ПЛП рослин сої формувалась у фазах початок цвітіння та завершення цвітіння – початок утворення бобів у варіанті сумісного внесення гербіциду Фабіан 90–110 г/га з Регоплантом 50 мл/га на фоні передпосівної обробки насіння сумішню Ризобофіту 100 мл й Регопланту 250 мл/т, що перевищувало показники контролю I на 53–49 % та 49–42 % відповідно.

Фотосинтез відбувається за безпосередньої участі азотовмісних пігментів – хлорофілів *a* і *b* [27, 28]. Вченими встановлено, що гербіциди різних класів, внесені як окремо, так і сумісно з

біопрепаратами, суттєво впливають на вміст основних фотосинтетичних пігментів у листках сільськогосподарських культур [29, 30].

Аналізуючи вміст Хл  $a+b$  у листках сої у фазу бутонізації (табл. 2), можна зазначити, що за використання для обробки насіння перед сівбою мікробного препарату Ризобофіт 100 мл з регулятором росту рослин Регоплант 250 мл/т він перевищував показники контролю I на 8 %.

Таблиця 2 – Вміст суми хлорофілів  $a$  і  $b$  у листках сої за дії гербіциду Фабіант, регулятора росту рослин Регоплант і мікробного препарату Ризобофіт (середнє за три роки, мг/г сирової маси)

Варіант досліджу	Фаза		
	бутонізація	початок цвітіння	завершення цвітіння – початок утворення бобів
Без застосування препаратів (контроль I)	1,089	2,267	1,664
Ручні прополвання упродовж вегетаційного періоду (контроль II)	1,105	2,275	1,691
Регоплант 50 мл/га	1,115	2,287	1,731
Фабіан 90 г/га	1,123	2,270	1,770
Фабіан 100 г/га	1,117	2,267	1,771
Фабіан 110 г/га	1,112	2,262	1,768
Фабіан 90 г/га + Регоплант 50 мл/га	1,147	2,292	1,820
Фабіан 100 г/га + Регоплант 50 мл/га	1,143	2,288	1,810
Фабіан 110 г/га + Регоплант 50 мл/га	1,138	2,279	1,801
Ризобофіт 100 мл + Регоплант 250 мл/т (фон)	1,163	2,618	1,979
Фон + Регоплант 50 мл/га	1,176	2,631	2,024
Фон + Фабіан 90 г/га	1,178	2,625	2,070
Фон + Фабіан 100 г/га	1,177	2,622	2,066
Фон + Фабіан 110 г/га	1,175	2,617	2,051
Фон + Фабіан 90 г/га + Регоплант 50 мл/га	1,192	2,645	2,108
Фон + Фабіан 100 г/га + Регоплант 50 мл/га	1,187	2,643	2,094
Фон + Фабіан 110 г/га + Регоплант 50 мл/га	1,185	2,639	2,084

Внесення Фабіану у нормах 90–110 г/га по фоні використання біологічних препаратів забезпечило зростання досліджуваного показника на 8–7 % відповідно проти контрольного варіанта I.

Водночас найвищий вміст Хл  $a+b$  у листках сої відмічено за використання для передпосівної обробки насіння суміші Ризобофіту (100 мл) із Регоплантом (250 мл/т) за наступного обприскування посівів Фабіаном (90 г/га) з Регоплантом (50 мл/га), що на 9 % перевищувало показники контролю I. Аналіз одержаних даних із вмісту Хл  $a+b$  в листках сої продемонстрував подібну залежність впливу досліджуваних норм гербіциду Фабіан і біологічних препаратів Ризобофіт й Регоплант і у фазу початок цвітіння рослин. Так, у середньому за роки досліджень за дії Фабіану 90–110 г/га вміст Хл  $a+b$  у листках сої відносно контролю I майже не змінювався. Водночас за комплексного використання Фабіану 90–110 г/га з Регоплантом 50 мл/га перевищення за вмістом Хл  $a+b$  відносно контролю I складало 0,025–0,012 мг/г сирової маси. У середньому за три роки експериментальних досліджень найвищі показники вмісту Хл  $a+b$  у пігментному колексі формувалися у варіантах комбінованої обробки насіння сумішшю препаратів Ризобофіт 100 мл і Регоплант 250 мл/т за наступної обробки посівів сумішшю Фабіану 90 г/га й Регопланту 50 мл/га, де перевищення контрольного варіанта (I) складало 17 % відповідно.

Дослідження накопичення хлорофілів  $a$  і  $b$  в листках рослин сої у фазу завершення цвітіння – початок утворення бобів показало зниження вмісту хлорофілів у порівнянні з попередньою фазою за одночасного їх зростання відносно контрольного варіанта (I). Так, за використання Фабіану 90–110 г/га вміст суми хлорофілів  $a+b$  зростав відносно контрольного варіанта (I) на 9–8 %. За сумісного застосування Фабіану 90–110 г/га з Регоплантом 50 мл/га вміст суми хлорофілів із наростанням норми внесення гербіциду знижувався, проте перевищення відносно контролю I також коливалось у межах 9–8 %.

Використання Ризобофіту 100 мл з Регоплантом 250 мл/т для обробки насіння з наступною обробкою посівів Регоплантом 50 мл/га забезпечило дещо вищі показники вмісту суми хлорофілів у листках сої відносно комплексного застосування мікробного препарату і регулятора росту рослин для передпосівної обробки насіння, де сума хлорофілів зростала відносно контрольного варіанта (I) на 19 %.

Найвищі показники зі вмісту хлорофілів простежувались у листках сої за використання Фабіану 90–110 г/га сумісно з Регоплантом 50 мл/га по фоні Ризобофіт 100 мл з Регоплантом 250 мл/т, де перевищення відносно контролю І суми хлорофілів складало 26–25 %.

**Висновки.** 1. Встановлено, що за використання композиції Ризобофіт (100 мл) з Регоплантом (250 мл/т) + Фабіан (90 г/га) з Регоплантом (50 мл/га) відбувається формування оптимального за площею листового апарату, що є результатом оптимізації функціонування симбіотичної азотфіксувальної системи *Glycine max* (L.) Merr. – *Bradyrhizobium japonicum* на фоні зниження в посівах сегетальної рослинності.

2. Сумісне використання Ризобофіту з Регоплантом для обробки насіння перед сівбою та сумісне внесення по даному фоні Фабіану з Регоплантом забезпечує зростання вмісту суми хлорофілів *a* і *b* в листках сої, чим створює більш сприятливі умови для проходження в рослинах фізіолого-біохімічних процесів, у тому числі й фотосинтетичних.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Грицаєнко З. М., Карпенко В. П. Фізіолого-біохімічні та анатомо-морфологічні механізми формування високої продуктивності ячменю ярого за комплексної дії гербіцидів різних класів і рістрегулюючих препаратів. Основи біологічного рослинництва в сучасному землеробстві: зб. наук. пр. УНУС. Умань, 2011. С. 25–38.
2. Мельничук Т. Н., Шерстобоев Н. К., Пархоменко Т. Ю. Отбор и изучение ассоциативных микроорганизмов. Современное состояние и перспективы развития микробиологии и биотехнологии: мат. междунар. конф. (Минск–Раков, 1–2 июня 2006 г.). Минск–Раков, 2006. С. 61–63.
3. Soybean Physiology and Biochemistry / edited by H.A. El-Shemy InTech, 2011. 498 p.
4. Soil Microbiology, Ecology and Biochemistry: 4th Edition / edited by E.A. Paul Academic Press, 2015. 538 p.
5. Ted M., DeJong, D. A. Phillips Nitrogen stress and apparent photosynthesis in symbiotically grown *Pisum sativum* L. Plant Physiology. 1981, no. 68, P. 309–313.
6. Stress Responses in Plants: Mechanisms of Toxicity and Tolerance / edited by B.N. Tripathi, M. Müller Springer, 2015. 293 p.
7. Карпенко В. П., Притуляк Р. М. Вплив гербіциду Град та його бакових сумішей з регулятором росту рослин Радостим на фотосинтетичні показники рослин тритикале озимого. Актуальные научные исследования в современном мире: сб. науч. тр. Переяслав-Хмельницкий, 2015. Вып. 2. С. 120–122.
8. Plant Chemical Biology / edited by D. Audenaert, P. Overvoorde Wiley, 2014. 321 p.
9. Андрианова Ю. Е., Тарчевский И. А. Хлорофиллы и продуктивность растений. М.: Наука, 2000. 135 с.
10. Chlorophyll / edited by E. Jacob-Lopes, L.Q. Zepka, M.I. Queiroz. ExLi4EvA, 2017. 130 p.
11. Applied Photosynthesis / edited by M.M. Najafpour. New Progress. InTech, 2016. 228 p.
12. Plant Image Analysis. Fundamentals and Applications / edited by S.D. Gupta, Y. Ibaraki. CRC Press, 2015. 410 p.
13. Грицаєнко З. М., Заболотний О. І. Вплив сумісного застосування гербіциду Базис із Зеастимуліном і Рексоліном на фізіологічні процеси в рослинах кукурудзи. Карантин і захист рослин. Київ, 2006. №5. С. 18–19.
14. Пономаренко С. Біостимуляція в рослинництві – український прорив. Аграрний тиждень. Київ, 2010. №16. С. 13.
15. Грицаєнко З. М., Грицаєнко А. О., Карпенко В. П. Методи біологічних та агрохімічних досліджень рослин і ґрунтів. К.: Нічлава. 2003. 320 с.
16. Фізіологія рослин / О. В. Войцехівська та ін.; за заг. ред. Т. В. Паршикової. Луцьк: Терен, 2010. 420 с.
17. Дідова В. Г. Фотосинтетична активність і продуктивність льону-довгунця залежно від позакореневого підживлення. Вісник аграрної науки. Київ, 2010. Вып. 2. С. 240–245.
18. Photosynthesis / edited by Z. Dubinsky. ExLi4EvA, Croatia, 2013. 379 p.
19. Photosynthesis: Structures, Mechanisms, and Applications / edited by H.J.M. Hou, M.M. Najafpour, G.F. Moore, S.I. Allakhverdiev. Springer International Publishing AG, 2017. 424 p.
20. Дерев'янський В. П. Біологізація живлення та захисту сої від хвороб. Карантин і захист рослин. Київ, 2012. № 2. С. 6–8.
21. Handbook of Analysis of Active Compounds in Functional Foods / edited by L.M.L. Nollet, F. Toldra. CRC Press Taylor & Francis Group, 2012. 924 p.
22. OMICS: Applications in Biomedical, Agricultural, and Environmental Sciences / edited by D. Barh, V. Zambare, V. Azevedo. Taylor & Francis Group, 2013. 695 p.
23. Дробітько О. М. Продуктивність фотосинтезу і урожайність сої залежно від просторового і кількісного розміщення рослин в агроценозі. Вісник аграрної науки Причорномор'я. Миколаїв, 2007. Вып. 2. С. 240–245.
24. Jahns P., Holzwarth A.R. The role of the xanthophyll cycle and of lutein in photoprotection of photosystem II. Biochimica et Biophysica Acta. 2012, Vol. 1817, Is. 1, P. 182–193
25. Біологічні основи інтегрованої дії гербіцидів і регуляторів росту рослин / Карпенко В. П. та ін.; за ред. В.П. Карпенка. Умань: Видавель «Сочінський», 2012. 357 с.
26. Cobb A. H., Reade J.P.H. Herbicides and Plant Physiology. Second edition. Wiley-Blackwell, 2010. 286 p.
27. Грицаєнко З. М., Карпенко В. П. Вплив бакових сумішей АГАТУ–25К з Літуром на вміст фотосинтетичних пігментів у листках ярого ячменю. Биологические препараты в растениеводстве: мат. межд. конф. «Modern concepts in agriculture» (Киев, 10–13 июня 2008 г.). Киев, 2008. С. 82–83.
28. Plant Growth / edited by E.C. Rigobelo. InTech, 2016. 230 p.
29. Amarjit Basra. Plant Growth Regulators in Agriculture and Horticulture: Their Role and Commercial Uses. CRC Press, 2000. 264 p.

30. Shimizu Kazuyuki. *Metabolic Regulation and Metabolic Engineering for Biofuel and Biochemical Production*. CRC Press, 2017. 408 p.

## REFERENCES

1. Grycajenko, Z.M., Karpenko, V.P. (2011). Fiziologo-biohimichni ta anatomo-morfologichni mehanizmy formuvannja vysokoi' produktyvnosti jachmenju jarogo za koleksnoi' dii' gerbicydiv riznyh klasiv i ristreguljujuchyh preparativ [Physiological and biochemical and anatomic-morphological mechanisms of formation of high productivity of barley for the collecting action of herbicides of various classes and of the riggers]. Zbirnyk naukovih prac' Umans'kogo NUS: «Osnovy biologichnogo roslinnyctva v suchasnomu zemlerobstvi» [Collection of scientific works of UNUS: "Bases of biological plant growing in modern agriculture"], pp. 25–38.
2. Mel'nichuk, T.N., Sherstoboev, N.K., Parhomenko, T.Ju. (2006). Selection and study of associative microorganisms. Sovremennoe sostojanie i perspektivy razvitija mikrobiologii i biotekhnologii: Mat. Mezhdunarodnoj konferencii, Minsk – Rakov. [Mat. Int. Conference "Current state and prospects for the development of microbiology and biotechnology"]. Minsk-Rakov, pp.61–63.
3. El-Shemy, H.A. (Ed.). (2011). *Soybean Physiology and Biochemistry*. InTech, 498 p.
4. Paul, E.A. (2015). *Soil Microbiology, Ecology and Biochemistry*. 4th Edition. Academic Press, 538 p.
5. Ted, M., DeJong, D.A. Phillips Nitrogen stress and apparent photosynthesis in symbiotically grown *Pisum sativum* L. *Plant Physiol.* 1981, no. 68, pp. 309–313.
6. Tripathi, B.N., Müller, M. (2015). *Stress Responses in Plants: Mechanisms of Toxicity and Tolerance*. Springer, 293 p.
7. Karpenko, V.P., Prituljak, R.M. (2015). Vpliv gerbicide Grad ta jogo bakovih sumishej z reguljatorom rostu roslin Radostim na fotosintetichni pokazniki roslin tritikale ozimogo [Effect of herbicide Grad and its tank mixes with plant growth regulator Joy on photosynthetic indices of plants of winter triticale]. Sb. nauch. tr. – Perejaslav-Hmel'nickij [Collection of scientific works of Perejaslav-Hmel'nickij], Issue 2, pp. 120–122.
8. Audenaert, D., Overvoorde, P. (2014). *Plant Chemical Biology*. Wiley, 321 p.
9. Andrianova, Ju. E., Tarchevskij, I. A. (2000). Hlorofill i produktivnost' rastenij [Chlorophyll and plant productivity]. Moscow, Science, 135 p.
10. Jacob-Lopes, E., Zepka, L.Q., Queiroz, M.I. (Eds.). (2017). *Chlorophyll*. ExLi4EvA, 130 p.
11. Najafpour, M.M. (2016). *Applied Photosynthesis – New Progress*. InTech, 228 p.
12. Gupta, S.D., Ibaraki, Y. (2015). *Plant Image Analysis. Fundamentals and Applications*. CRC Press, 410 p.
13. Gricajenko, Z.M., Zabolotnij, O.I. Vpliv sumisnogo zastosuvannja gerbicide Bazis iz Zeastimulinom i Reksolinom na fiziologichni procesi v roslinah kukurudzi [Effect of Co-administration of Herbicide Basis with Zeastimulin and Rexolin on Physiological Processes in Corn Plants]. Karantin i zahist roslin [Quarantine and plant protection], 2006, no 5, pp. 18–19.
14. Ponomarenko, S. Biostimuljacija v roslinnyctvi – ukrai'ns'kij proriv [Biostimulation in plant growing - Ukrainian breakthrough]. Agrarnij tizhden' [Agrarian week], 2010, no. 16. pp. 13.
15. Gricajenko, Z.M., Gricajenko, A.O., Karpenko, V.P. (2003). Metodi biologichnih ta agrohimičnih doslidzen' roslin i hruntiv [Methods of biological and agrochemical studies of plants and soils]. Kyiv, Nichlava, 320 p.
16. Vojcehiv'ska, O.V., Kapustjan, A.V., Kosik, O.I., Parshikova, T.V. (2010). Fiziologija roslin [Plant physiology]. Luc'k, Teren, 420 p.
17. Didova, V.G. Fotosintetichna aktivnist' i produktivnist' l'onu dovguncja zalezno vid pozakorenevo pidzhivlennja [Photosynthetic activity and productivity of flaxen flax depending on foliar fertilization]. Visnik. agr. nauki [Bulletin. agr. science], 2010, Issue 2, pp. 240–245.
18. Dubinsky, Z. (2013). *Photosynthesis*. ExLi4EvA, Croatia, 379 p.
19. Hou, H.J.M., Najafpour, M.M., Moore, G.F., Allakhverdiev, S.I. (2017). *Photosynthesis: Structures, Mechanisms, and Applications*. Springer International Publishing AG, 424 p.
20. Derev'jans'kij, V.P. Biologizacija zhivlennja ta zahistu soi' vid hvorob [Biologization of nutrition and protection of soybeans from diseases]. Karantin i zahist roslin [Quarantine and plant protection], 2012, no 2, pp. 6–8.
21. Nollet, L.M.L., Toldra, F. (2012). *Handbook of Analysis of Active Compounds in Functional Foods*. CRC Press Taylor & Francis Group, 924 p.
22. Barh, D., Zambare, V., Azevedo, V. (2013). *OMICS: Applications in Biomedical, Agricultural, and Environmental Sciences*. Taylor & Francis Group, 695 p.
23. Drobit'ko, O.M. Produktivnist' fotosintezu i urozhajnist' soi' zalezno vid prostorovogo i kil'kisnogo rozmishhennja roslin v agrocenozi [Productivity of photosynthesis and yield of soybeans depending on the spatial and quantitative placement of plants in agrocenosis]. Visnik agr. nauki Prichornomor'ja [Bulletin of agr. science of the Black Sea region]. 2007. Issue 2, pp. 240–245.
24. Jahns, P., Holzwarth, A.R. The role of the xanthophyll cycle and of lutein in photoprotection of photosystem II. *Biochimica et Biophysica Acta* 2012, no 1817, Issue 1, pp. 182–193
25. Karpenko, V.P., Gricajenko, Z.M., Prituljak, R.M., Karpenko, V.P. (2012). Biologichni osnovi integrovanoi dii gerbicydiv i reguljatoriv rostu roslin [Biological bases of integrated action of herbicides and plant growth regulators]. Uman', Vidavec' «Sochyn'skij», 357 p.
26. Cobb, A.H., Reade, J.P.H. (2010). *Herbicides and Plant Physiology*. Second edition. Wiley-Blackwell, 286 p.
27. Gricajenko, Z.M., Karpenko, V.P. Vpliv bakovih sumishej AGATU–25K z Linturom na vmist fotosintetichnih pigmentiv u listkah jarogo jachmenju [Effect of tank mixes by AGAT-25K with Lintur on the content of photosynthetic pigments in leaves of spring barley]. Biologicheskie preparaty v rastenievodstve: Mat. mezhd. konf. «Modern concepts in agriculture» [Biological preparations in plant growing: Mat. intern conf. "Modern concepts in agriculture"]. Kyiv, 2008. pp. 82–83.
28. Rigobelo, E.C. (2016). *Plant Growth*. InTech, 230 p.

29. Amarjit, Basra. (2000). Plant Growth Regulators in Agriculture and Horticulture: Their Role and Commercial Uses. CRC Press. 264 p.

30. Shimizu, Kazuyuki. (2017). Metabolic Regulation and Metabolic Engineering for Biofuel and Biochemical Production. CRC Press, 408 p.

**Формирование листовой поверхности растений сои и суммы хлорофиллов при интегрированном действии гербицидов и биологических препаратов**

**В.П. Карпенко, Ю.И. Ивасюк, Р.М. Пригуляк, А.О. Чернега**

Повышение урожайности сельскохозяйственных культур происходит за счет улучшения условий интенсивности и эффективности фотосинтеза, в котором первостепенное значение играет нарастание площади листовой поверхности и обеспеченность ее продуктами фотосинтеза, которые являются основным источником для полноценного функционирования растительного организма.

Приводятся результаты исследований по изучению влияния различных норм гербицида Фабиан, внесенного отдельно и совместно с регулятором роста растений Регоплант на фоне предпосевной обработки семян Регоплантом и микробным препаратом Ризобофит, на формирование площади листовой поверхности растений сои и содержания в листьях суммы хлорофиллов *a* и *b*. Проведенными исследованиями доказано, что формирование оптимального по площади листового аппарата является следствием оптимизации функционирования симбиотической азотфиксирующей системы *Glycine max* (L.) Merr. – *Bradyrhizobium japonicum* на фоне уничтожения в посевах сеgetальной растительности.

Применение оптимальной композиции препаратов обеспечивает рост содержания суммы хлорофиллов *a* и *b* в листьях сои, чем создает более благоприятные условия для прохождения в растениях физиолого-биохимических процессов, в том числе и фотосинтетических. Установлено, что наибольшая площадь листовой поверхности сои с высоким содержанием суммы хлорофиллов *a* и *b* (в исследуемые фазы развития растений сои) формируются при обработке посевов гербицидом Фабиан (90 г/га) в баковой смеси с регулятором роста растений Регоплант (50 мл/га) на фоне предпосевной обработки семян Регоплантом (250 мл/т) и Ризобофитом (100 мл/т).

**Ключевые слова:** соя, гербицид, регулятор роста растений, микробный препарат, площадь листовой поверхности (ПЛП), сумма хлорофиллов (Хл *a+b*).

**Formation of soybean plant leaf surface and chlorophyll amount under integrated herbicide and biological products influence**

**V. Karpenko, Yu. Ivasiuk, R. Prytuliak, A. Chernega**

Integrated application of herbicides and biological products requires further thorough study. In particular, it is necessary to raise the level of theoretical knowledge about the influence of these mixtures on the plant organism, to deeply explore the nature and mechanism of their action on physiological and biochemical, morphological and anatomical changes in cultivated plants. Considerable attention should be paid to the effects of symbiotic nitrogen fixation on physiological changes in plants, to the study of ways of perception by the plant of exogenous and endogenous signals and their transformation into the corresponding physiological reactions that underlie the life of plants, the formation of high productivity of crops and the quality of the crop.

The increase in crop yields is due to the improvement of the conditions of intensity and effectiveness of photosynthesis, in which the growth of the area of the leaf surface and the provision of its photosynthesis products, which are the main source for the proper functioning of the plant organism, is of primary importance. In recent years, clear ideas have been formed on the dependence, direction and productivity of photosynthesis on a number of factors, including herbicides, which reduce the level of perennial crops and improve the supply of plants by a number of vital factors. Photosynthesis occurs with the direct participation of nitrogen containing pigments – chlorophylls *a* and *b*. It has been established that herbicides of different classes, introduced separately and in combination with biological products, significantly affect the content of the main photosynthetic pigments in crop leaves, but biologics that can positively influence the content of chlorophylls in the leaves can also be used to intensify photosynthetic activity.

The purpose of this study is to determine the influence of various standards of herbicide Fabian made for the backdrop of the microbiological product Risobophyt, for various ways of using the plant growth regulator Regoplant to form the area of soybean leaves and the amount of chlorophyll *a* and *b* in them.

The experiments were laid in the experimental field of the Uman NUH in a three-time repetition by a systematic method during 2013-2015. In Romantyka soybean herbs, the Fabian WG herbicides were studied in the norms of 90, 100 and 110 g/ha and the plant growth regulator Regoplant – 50 ml/ha. The same regulator was used for pre-sowing seed treatment at a rate of 250 ml/t. Risobofit was used to treat seeds before sowing in the normal range of 100 ml per hectare of seed.

The article presents the results of the research on the effects of different rates of herbicide Fabian, introduced separately and in conjunction with plant growth regulators Rehoplant for the background pre-treatment of seeds Rehoplantom and microbial preparations Ryzobofit, the formation of leaf surface of the soybean plants, and content in the leaves of the amount of chlorophyll *a* and *b*. Conducted studies have shown that the formation of leaf optimal system is the result of optimization of symbiotic systems nitrogen fixing *Glycine max* (L.) Merr. – *Bradyrhizobium japonicum* for the background of the destruction of seedlings vegetation.

As a result of the conducted studies, it was established that the area of leaves of soybean crops during the years of the research varied depending on the type, norms and methods of input of products. It is established that during the use of Risobofit (100 ml) with Régoplant (250 ml/t) + Fabian (90 g/ha) with Régoplant (50 ml/ha) composition, the optimal area of the leaf apparatus is formed, which results from the optimization of the functioning of the symbiotic nitrogen fixation *Glycine max* (L.) Merr system. – *Bradyrhizobium japonicum* for the background of the destruction of seedlings vegetation. The highest indices of the area of the leaf surface were formed in the phases, the beginning of flowering and the end of flowering

– the beginning of the formation of beans in the option of coexistence of a herbicide Fabian 90-110 g/ha with a regoplant 50 ml/ha on the background of pre-seed treatment with 100 ml Risbofite mixture and 250 mg/t, which exceeded the control indicators by 53-49 % and 49-42 %, respectively.

The consistent use of Risbofite with Régoplant for seed treatment before sowing and the consistent application of this background Fabian with Régoplant provides an increase in the content of chlorophyll *a* and *b* in soybean leaves, which creates more favorable conditions for the passage of physiological and biochemical processes, including photosynthetic, in plants. The highest levels of chlorophyll content were observed in soybean leaves for using Fabian 90-110 g/ha in combination with a regoplant of 50 ml/ha in the background of Risbofit 100 ml with a regoplant of 250 ml/t, where the excess over control and the sum of chlorophylls was 26-25 %.

Application of the optimal composition of preparations provides an increase in the area of the leaf surface of soybean plants with an optimal content of the amount of chlorophylls *a* and *b*, which creates more favorable conditions for the passage of physiological and biochemical processes, including photosynthetic, in plants.

**Key words:** soybean, herbicide, plant growth regulator, microbial product, leaf area (LA), chlorophyll content (Chl *a* + *b*).

Надійшла 10.04.2018 р.

УДК 573.6:581.143.6:635

СТОРОЖИК Л.І., д-р с.-г. наук

ВОЙТОВСЬКА В.І., канд. с.-г. наук

Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України

## СТВОРЕННЯ ТА ЗБЕРЕЖЕННЯ КОЛЕКЦІЇ ВІВСА ЗА ВИКОРИСТАННЯ БІОТЕХНОЛОГІЧНОГО МЕТОДУ

Розроблено та проаналізовано процес депонування колекції вівса *in vitro*, залежно від генотипу, низьких позитивних температур і складу живильного середовища.

Експериментальним шляхом відпрацьовано процес депонування вівса *in vitro*. Доведено, що доцільно використовувати модифіковане живильне середовище за прописом Гамборга і Евелєга (GB) для депонування активної колекції вівса з додаванням БАП – 0,3 мг/л, цукрози – 50,0 г/л. Визначено вплив цитокінінів і вуглеводів та підібрано їх оптимальні концентрації у складі живильного середовища. Дослідженнями встановлено, що недоцільно використовувати для вівса кінетин незалежно від концентрацій, тому, що він забезпечує утворення додаткових пагонів, що не бажано в даному процесі. Експериментально доведено, що за концентрації цукрози 70–80 г/л у складі живильного середовища, культуральні рослини вівса мають висоту 16–25 см та кількість пагонів досягає 12–15 шт., але під час довготривалого зберігання, понад 6 місяців, вони стають більш пригніченими та спостерігається вищий відсоток уражених некрозом рослин. Визначено, що в складі живильного середовища найефективнішими були концентрації цукрози 40 і 50 г/л, які дозволяють отримати меншу кількість пагонів від 5 до 7 штук та висоту культуральних рослин вівса від 7 до 9 см.

Встановлено, що для зберігання вихідного матеріалу вівса упродовж 12 місяців найоптимальнішою позитивною температурою є +10 °С, яка забезпечує виживання рослин до 69,5 %.

**Ключові слова:** живильне середовище, температурний режим, концентрації, цитокініни, вуглеводи, тривалість зберігання.

**Постановка проблеми.** У світі стрімко зріс інтерес до вівса і його площі на сьогодні займають уже п'яте місце після таких цінних культур як пшениця, кукурудза, рис, ячмінь [1]. Для створення сортів вівса з комплексом господарсько цінних ознак важлива системи знань про мінливість і закономірності спадкування кожної ознаки, їх генетичну природу, кореляційні зв'язки та відпрацювання селекційних процесів для отримання як генетично-ідентичних так і змінених форм рослинних матеріалів. Тому, для отримання цінного матеріалу усе частіше використовують біотехнологічні методи, які дозволяють прискорювати процеси отримання вихідного матеріалу, а також забезпечують їх довготривале збереження. На сьогодні селекціонери для отримання цінного матеріалу культур усе частіше застосовують біотехнологічні методи, які прискорюють процеси отримання вихідного матеріалу.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** У селекції вівса ярого розрізняють чотири основні напрями використання: кормове зернове, харчове зернове, кормове укісне і пасовишне. Овес посівний поділяється на пливчасті та голозерні форми. Сорти вівса, що знаходяться в реєстрі сортів рослин України, належать до двох різновидів (*mutica* і *aurea*) [2].

Овес ярий посівний належить до основних культур, що вирощуються на зернофуражні, кормові цілі та для виробництва продуктів харчування. Оптимальне поєднання в зерні вівса білків