

11. Identification of new Iranian sour cherry genotypes with enhanced fruit quality parameters and high antioxidant properties / R. Najafzadeh et al. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*. 2014. 42(4). P. 275–287. doi:10.1080/01140671.2014.918044.

12. Найченко В.М. Практикум з технології зберігання і переробки плодів та овочів. Київ : Школяр, 2001. 211 с.

13. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта с основами статистической обработки исследований. Москва : Колос, 1979. 416 с.

14. Статистичний аналіз даних з пакетом STATISTICA / Т.І. Мамчич та ін. Дрогобич : Відродження, 2006. 204 с.

УДК 581.144.4:631.8:633.34

ВМІСТ ХЛОРОФІЛУ В ЛИСТКАХ РОСЛИН ТА УРОЖАЙНІСТЬ СОЇ ЗА ВНЕСЕННЯ ХЕЛАТНИХ МІКРОДОБРИВ

Гадзовський Г.Л. – аспірант,

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Новицька Н.В. – к.с.-г.н., доцент кафедри рослинництва,

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Мартинів О.М. – м.н.с. відділу науково-технічної інформації,

Український інститут експертизи сортів рослин

У статті висвітлені результати досліджень впливу інокуляції і позакореневого підживлення багатокомпонентними хелатними мікродобривами на біосинтез хлорофілу та формування врожайності сої в умовах західного Полісся України. Встановлено, що вищий вміст суми хлорофілів (a+v) накопичувався у листках рослин сої за інокуляції бактеріальним препаратом *Легум Фікс* та позакореневого підживлення у фазу бутонізації комплексним хелатним мікродобривом *Вуксал Ойл Сід* і досягав 119,4 мг/100 г у сорту *Ментор* та 101,2 мг/100 г листя у сорту *Кассіди*. Інокуляція насіння *Легум Фікс* дає додаткові 2–3 ц/га прибавки врожаю. Застосування позакореневого підживлення дозволяє збільшити врожайність посівів сої до 15%, а інокуляція препаратом *Легум Фікс* – додатково отримати 0,15–0,23 т/га зерна. За сумісного використання в технології вирощування сої інокулянту *Легум Фікс* та хелатного мікродобрива *Вуксал Ойл Сід* урожайність сорту *Ментор* становила 2,94 т/га, сорту *Кассіди* – 2,87 т/га.

Ключові слова: соя, сорт, хелатні мікродобрива, позакореневе підживлення, інокуляція, хлорофіл, врожайність.

Гадзовский Г.Л., Новицька Н.В., Мартынов О.М. Содержание хлорофилла в листьях растений и урожайность сои при внесении хелатных микроудобрений

В статье представлены результаты исследований влияния инокуляции и внекорневой подкормки многокомпонентными хелатными микроудобрениями на биосинтез хлорофилла и формирование урожайности сои в условиях западного Полесья Украины. Установлено, что более высокое содержание суммы хлорофиллов (a+v) накапливалось в листьях растений сои при инокуляции бактерияльным препаратом *Легум Фикс* и внекорневой подкормки в фазу бутонизации комплексным хелатным микроудобрением *Вуксал Ойл Сид*, достигая 119,4 мг/100 г у сорта *Ментор* и 101,2 мг/100 г листьев у сорта *Кассиди*. Инокуляция семян *Легум Фикс* дает дополнительные 2–3 ц/га прибавки урожая. Применение внекорневой подкормки позволяет увеличить урожайность посевов сои до 15%, а инокуляция препаратом *Легум Фикс* – дополнительно получить 0,15–0,23 т/га зерна. При совместном использовании в технологии выращивания сои инокулянта *Легум Фикс* и хелатного микроудобрения *Вуксал Ойл Сид* урожайность сорта *Ментор* составила 2,94 т/га, сорта *Кассиди* – 2,87 т/га.

Ключевые слова: соя, сорт, хелатные микроудобрения, внекорневая подкормка, инокуляция, хлорофилл, урожайность.

Hadzovskiy H.L., Novytska N.V., Martynov O.M. Chlorophyll content in the leaves of plants and the yield of soybeans with the introduction of chelated micronutrients

The article presents the results of studies of the influence of inoculation and foliar feeding with multicomponent chelated micronutrients on chlorophyll biosynthesis and formation of soybean yields under the conditions of western Polissia of Ukraine. It was established that a higher content of chlorophylls (a+b) was accumulated in the leaves of soybean plants when inoculated with the bacterial preparation Legum Fix and under foliar top dressing in the budding phase with the complex chelate micronutrient Vuxal Oil Sid. It reached 119.4 mg/100 g in Mentor and 101.2 mg/100 g in leaves of Cassidy variety. Inoculation of seeds with Legum Fix gives additional 2–3 centners per hectare of yield increase. The use of foliar nutrition can increase the yield of soybean crops by up to 15 %, and inoculation with the drug Legum Fix allows receiving additional 0.15–0.23 t/ha of grain. When Legum Fix and chelated micronutrient fertilizer Vuxal Oil Sid were used together in the soybean inoculant technology, the yield of the Mentor variety was 2.94 t/ha, the Cassidy variety – 2.87 t/ha.

Key words: soybean, variety, chelated micronutrient fertilizers, foliar feeding, inoculation, chlorophyll, yield.

Постановка проблеми. Життя рослини – це постійний обмін речовин, хімічних реакцій та фізіологічних процесів. Завдяки збалансованому застосуванню добрив, що містять мікроелементи, можливо отримати максимальний урожай належної якості, що генетично закладений у насінні сільськогосподарських культур. Нестача мікроелементів у доступній формі в ґрунті призводить до зниження швидкості протікання процесів, що відповідають за розвиток рослин. У кінцевому результаті це провокує втрату урожаю, його класності та незадовільні органолептичні властивості. Для нормального розвитку рослин необхідні не тільки азот, фосфор і калій, але й мікро- та мезоелементи: залізо (Fe), мідь (Cu), молібден (Mo), марганець (Mn), цинк (Zn), бор (B), сірка (S) та інші, що беруть участь у всіх фізіологічних процесах розвитку рослин, підвищують ефективність багатьох ферментів у рослинному організмі та покращують засвоєння рослинами елементів живлення із ґрунту. Більшість мікроелементів є активними каталізаторами, що прискорюють біохімічні реакції та впливають на їх направленість. Саме тому мікроелементи неможливо замінити ніякими іншими речовинами, і їх нестача може негативно вплинути на ріст та розвиток рослин. Найефективніший метод внесення мікроелементів – позакореневе живлення впродовж вегетації шляхом обприскування рослин у критичні фази розвитку [1; 2].

Позакореневі підживлення мікродобривами, до складу яких входять мікроелементи в біологічно активній формі (хелатній), слід проводити для підтримання та стимулювання фізіологічних процесів розвитку сої в ті фази вегетації рослин, коли вони особливо чутливі до нестачі елементів живлення. Найбільш критичними фазами розвитку сої є фаза 4–6 листків, бутонізації та формування бобів. Проблему повного забезпечення рослин доступними формами макро- і мікроелементів у процесі вегетації можна вирішити шляхом застосування в системі удобрення сої багатокомпонентних хелатних позакорневих добрив типу Поліфід, Кристалон, Реаком, Вуксал, Квантум, Плантафол тощо, які характеризуються досить високим коефіцієнтом засвоєння елементів живлення. Внесення мікродобрив можна поєднувати з невеликою кількістю карбаміду (5–10 кг у фізичній масі), це стимулює ріст рослин без порушення фіксації азоту [3; 4].

За позакореневого підживлення комплексними добривами на хелатній основі ефективність макро- і мікроелементів підвищується у зв'язку зі швидким проникненням їх у тканини. Застосування цих добрив підвищує толерантність рослин сої до стресових факторів, що виникають унаслідок дії пестицидів, несприятливих погодних умов (посухи, різких перепадів температур повітря), грибних та бактері-

альних хвороб тощо. Позакореневий спосіб внесення добрив – один з екологічно безпечних заходів щодо забезпечення потреб рослин у макро- та мікроелементах [5; 6].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Наукова література містить вагомий відомості про хлорофіли як носії адаптивних властивостей фотосинтезуючих структур рослин за несприятливих умов довкілля. Існує більш тісна кореляція врожаю із вмістом суми пігментів, ніж з поверхнею надземних органів рослин. Продуктивність фотосинтетичного апарату визначається вмістом пігментів у фотосинтетичних органах [7].

Головною характеристикою адаптації фотосинтетичного апарату до умов довкілля є вміст хлорофілу у фотосинтезуючих тканинах рослин. Об'єктивніше уявлення про ефективність поглинання сонячної енергії фотосинтетичною поверхнею і роль хлорофілу в адаптивному, а тому й у продукційному процесі дає показник відношення маси пігменту до площі або одиниці площі органа, що його містить. Він визначає ефективність поглинання сонячної енергії фотосинтезуючою поверхнею і характеризує роль хлорофілу в продукційному процесі [8, 9].

Постановка завдання. Мета дослідження – визначення впливу інокуляції та позакореневого підживлення багатокомпонентними хелатними мікродобривами на біосинтез хлорофілу та формування врожайності сої в умовах західного Полісся України.

У дослідженнях вивчали вплив інокуляції насіння бактеріальним препаратом Легум Фікс, комплексних хелатних мікродобрив Вуксал Оіл Сід та Квантум-Олійні на біосинтез хлорофілу та формування врожайності середньоранніх сортів сої Ментор (оригінація сорту: Євраліс Семанс, Франція) та Кассіди (оригінація сорту: Семанс Прогрейн, Канада).

Польові дослідження проводили у 2017–2018 рр. на базі стаціонарної сівозміни СТОВ «Васюти» Ковельського району Волинської області, що відносять до зони західного Полісся. Польовий дослід закладали за трифакторною схемою, повторність чотирикратна. Площа облікової ділянки становила 25 м², загальної – 50 м² [10]. Попередником сої в досліді була озима пшениця. Система удобрення включала внесення аміачної селітри (NPK 16:16:16) 150 кг/га, сульфату амонію – 110 кг/га. Обробку насіння інокулянтном Легум Фікс проводили в день сівби з нормою 2,5 кг препарату на 1 т насіння сої. Сівбу проводили за прогрівання ґрунту у верхньому шарі до 12 °С. Сою висівали з шириною міжрядь 12,5 см та нормою висіву 650 тис. схожих насінин/га. Проведення позакореневих підживлень проводилося у фазу бутонізації препаратами хелатних мікродобрив Вуксал Оіл Сід та Квантум-Олійні в нормі 1 л/га. Система захисту включала застосування інсектицидів та фунгіцидів за перевищення ЕПШ. Уміст хлорофілу «а» та «в» у листках рослин сої визначали методом біохімічного аналізу з використаного спектрофотометра з подальшим розрахунком концентрації пігментів за рівнянням Ветштейна і Хольма. Збирання та облік урожаю проводився за повної стиглості культури (ВВСН-99), а отримані результати подавались за базисної вологості. Результати досліджень були оброблені математичними та статистичними методами. Критерії суттєвості варіантів визначали за допомогою багатофакторного дисперсійного аналізу (ANOVA) на 5% рівні значущості.

Виклад основного матеріалу дослідження. Встановлено, що вміст хлорофілу в листках рослин сої тісно залежить від проведення передпосівної інокуляції, а також від позакореневого підживлення хелатними мікродобривами. Інокуляція насіння сприяє підвищенню вмісту хлорофілу в листках рослин сої та врожай-

ності культури в цілому. Виявлено, що вміст хлорофілу *a* у всіх досліджуваних сортів сої завжди вищий, порівняно із вмістом хлорофілу *b*, приблизно в 3,5 рази, незалежно від зміни досліджуваних факторів (табл. 1).

Таблиця 1

**Вміст хлорофілу в листках рослин у фазі цвітіння
та врожайність сої залежно від підживлення та інокуляції насіння,
(середнє за 2017–2018 рр.)**

Варіант досліджу	Проведення інокуляції насіння						Урожайність, т/га	
	Без інокуляції			Легум Фікс			без інокуляції	Легум Фікс
	хлорофіл, мг/100 г			хлорофіл, мг/100 г				
	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>a+b</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>a+b</i>		
Ментор								
Без підживлень	71,8	17,8	89,6	77,7	18,0	95,7	2,49	2,64
Квантум-Олійні	79,6	18,1	97,7	94,1	20,4	114,5	2,67	2,90
Вуксал Оіл Сід	88,1	19,8	107,9	97,0	22,4	119,4	2,77	2,94
Кассіді								
Без підживлень	69,9	15,5	85,4	74,0	18,1	92,1	2,37	2,56
Квантум-Олійні	71,1	19,8	90,9	82,9	16,5	99,4	2,60	2,81
Вуксал Оіл Сід	74,2	20,4	94,6	83,0	18,2	101,2	2,69	2,87
НІР _{0,5}	хлорофіл <i>a</i> – 1,8		хлорофіл <i>b</i> – 1,1		хлорофіл <i>a+b</i> – 2,4		0,11	0,14

У середньому за роки досліджень вищий вміст суми хлорофілів (*a+b*) накопичувався в листках рослин досліджуваних сортів сої Ментор та Кассіді за передпосівної інокуляції бактеріальним препаратом Легум Фікс та позакореневого підживлення хелатними мікродобривами у фазу бутонізації. Даний показник досягав 119,4 мг/100 г у сорту Ментор та 101,2 мг/100 г листя у сорту Кассіді, що на 33,2 та 18,5 % перевищує показник на абсолютному контролі, тобто без інокуляції насіння та підживлення.

Вищий вміст суми пігментів (*a+b*) накопичувався у листках рослин досліджуваних сортів сої Ментор та Кассіді за інокуляції бактеріальним препаратом Легум Фікс та позакореневого підживлення комплексним мікродобривом Вуксао Оіл Сід у фазу бутонізації. Внесення по вегетації рослин сої сорту Кассіді комплексного мікродобрива Квантум-Олійні підвищувало вміст суми хлорофілів (*a+b*) до 90,9 мг/100 г листя без інокуляції та до 99,4 мг/100 г листя за інокуляції насіння Легум Фікс, що на 18,6% перевищує показник на абсолютному контролі, а також на 7,3 мг/100 г перевищує суму пігментів на цьому ж варіанті досліджу без інокуляції насіння. У сорту сої Ментор на варіанті досліджу із застосуванням мікродобрива Квантум-Олійні вміст суми пігментів (*a+b*) сягав значення 97,7 мг/100 г листя без інокуляції та 114,5 мг/100 г листя за інокуляції насіння. Біосинтез хлорофілу в рослинах сої на варіанті досліджу із внесенням Вуксал Оіл Сід у фазу бутонізації відбувався більш інтенсивно, і сума пігментів (*a+b*) становила: у сорту Ментор 107,9 мг/100 г листя без інокуляції та 119,4 мг/100 г листя за інокуляції насіння та 94,6 мг/100 г листя без інокуляції та 101,2 мг/100 г листя за інокуляції насіння у сорту Кассіді.

Відмічено, що інокуляція насіння Легум Фікс дає додаткові 2–3 ц/га прибавки врожаю сої. У даних умовах сорт Ментор формував урожайність 2,49–2,91 т/га залежно від варіанту досліду, а сорт Кассіді – 2,37–2,87 т/га. На контрольних варіантах (без інокуляції та підживлення) обидва сорти формували найнижчу врожайність. Позакореневе підживлення мінеральними мікродобривами сприяло збільшенню врожайності на 10–15%. Застосування позакореневого підживлення хелатними мікродобривами дозволило отримати прибавку врожайності до 15% на окремих варіантах, проте в абсолютних значеннях вона не перевищувала 3 ц/га. Застосування препарату Квантум-Олійні на посівах сорту Ментор дозволило отримати прибавку в 0,18–0,26 т/га, істотне збільшення ефективності спостерігалось за інокуляції насіння, а на варіантах із підживленням Вуксалом прибавка становила 0,27–0,3 т/га. На посівах сорту Кассіді прибавка від застосування Квантум-Олійні становила 0,23–0,25 т/га залежно від інокуляції насіння, а від Вуксалу – 0,31–0,32 т/га. Загалом, сорт Ментор формував вищу врожайність у роки проведення досліджень.

Висновки і пропозиції. Інокуляція насіння та позакореневе підживлення комплексними хелатними мікродобривами в умовах західного Полісся України є ефективним засобом впливу на біосинтез хлорофілу в рослинах сої, що у свою чергу позитивно впливає на урожайність культури. Застосування позакореневого підживлення дозволяє збільшити врожайність посівів сої до 15%, а інокуляція препаратом Легум Фікс – додатково отримати 0,15–0,23 т/га зерна. За сумісного застосування в технології вирощування сої інокулянту Легум Фікс та хелатного мікродобрива Вуксал Оіл Сід урожайність сорту Ментор становила 2,94 т/га, сорту Кассіді – 2,87 т/га.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Коць С.Я., Петерсон Н.В. Мінеральні елементи і добрива в живленні рослин. Київ : Логос, 2009. 182 с.
2. Булыгин С.Ю., Демишев Л.Ф., Доронин В.А. Микроэлементы в сельском хозяйстве. Днепропетровск : Сич, 2007. 100 с.
3. Участие микроэлементов в обмене веществ растений: Биологическая роль микроэлементов / П.А. Власюк и др. Москва : Наука, 1983. 38 с.
4. Соколовська-Сергієнко О.Г., Прядкіна Г.О., Капітанська О.С. Активність фотосинтетичного апарату та продуктивність озимої пшениці за обробки хелатованим мікродобривом і стимулятором росту. *Физиология растений и генетика*. Киев : Логос, 2015. Т. 47. № 4. С. 321–329.
5. Новицкая Н.В. Оптимизация минерального питания сои в условиях Украины. *Приёмы повышения плодородия почв и эффективности удобрений* : сборник научных трудов по результатам Международной научно-практической конференции, посвящённой 100-летию со дня рождения Брагина А.М. 7–8 октября, 2009, УО «БГСХА», г. Горки, Могилевская обл., Беларусь. С. 141–145.
6. Посівні якості насіння зернобобових культур за впливу наночасток металів, мікродобрив та імунomodуляторів. *Зрошуване землеробство : міжвідомчий тематичний науковий збірник* / С.М. Каленська та ін. Херсон : ОЛДІ-ПЛЮС, 2018. Вип. 70. С. 17–21.
7. Таран Н.Ю. Каротиноїди фотосинтетичних тканин в умовах посухи. *Физиология и биохимия культурных растений*. 1999. № 6. С. 414–422.
8. *Фізіологія рослин* / М.М. Макрушин та ін. Вінниця : Нова книга, 2006. 413 с.
9. Третьяков Н.Н., Карнаухов Т.В., Паничкин Л.А. Практикум по физиологии растений. Москва : Агропромиздат, 1990. 271 с.
10. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (С основами статистической обработки результатов исследований). Москва : Агропромиздат, 1985. 351 с.