

# ФІЗІОЛОГО-ГЕНЕТИЧНІ ТА БІОХІМІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ

УДК 633.171;631.527;631.521

## ВПЛИВ МІКРОЕЛЕМЕНТІВ НА ПРОЦЕСИ ФОРМУВАННЯ ХЛОРОФІЛІВ У ЛИСТКАХ РОСЛИН ПРОСА ПОСІВНОГО

О. І. Рудник-Іващенко

Національна академія аграрних наук України

Вивчено вплив кристаліну коричневого на вміст хлорофілів а і b у листках рослин проса посівного, визначено кореляційну їх залежність з ознаками продуктивності, а також роль сортів проса у підвищенні продуктивності цієї культури.

*Сорт, просо, хлорофіли а і b, дослідження, Кристалон коричневий, продуктивність*

Постановка проблеми. Вивчення адаптивної стратегії та реакції рослин проса посівного на основні фактори росту та розвитку дають можливість краще використовувати та застосовувати їх для вирощування високих і сталих урожаїв зерна. Важливим фактором впливу на продукційні процеси у рослин культури є оптимальне забезпечення їх мінеральним живленням [1, 2]. Крім наявності достатньої кількості доступних сполук макроелементів (азоту, фосфору, калію, кальцію, сірки та ін.) важливе значення мають також мікроелементи, які впливають, в першу чергу, на формування білків-ферментів, що забезпечують каталітичні функції у процесах проходження фотосинтезу рослин проса, що в свою чергу безпосередньо проявляється на їх біологічній продуктивності.

Живлення рослин і фотосинтез – взаємообумовлені процеси. Однак механізми їх взаєморегуляції залишаються ще не до кінця з'ясованими. Механізм дії різних типів добрив вивчають, досліджуючи основні показники фізіологічних процесів рослин, в першу чергу, вміст пігментів і характеристики хлорофілів, які впливають не тільки на інтенсивність фотосинтезу, але й на загальний рівень метаболізму рослин [3].

Хоча у складі чорноземів є широкий набір мікроелементів, проте, часто вони є недоступними для засвоєння культур, що вирощують. Доповнення традиційних мінеральних добрив мікроелементами дає позитивний ефект, проте він є не зовсім раціональним, оскільки доступність їх

---

© О. І. Рудник-Іващенко, 2011.

ISSN 0582-5075. Селекція і насінництво. 2011. Випуск 100.

сполук мікроелементів для рослин швидко знижується, тому що сполуки мікроелементів зв'язуються ґрунтовим поглинальним комплексом і стають важко доступними для рослин. Альтернативним шляхом забезпечення культурних рослин мікроелементами, у тому числі і проса посівного, є застосування способу нанесення водних розчинів сполук мікроелементів на надземні частини рослин [4, 5]. Для такого способу нанесення найбільш ефективним є використання хімічних сполук комплексонів або хелатів, що містять у собі мікроелементи. Такі сполуки дифундують у зелені тканини рослин із водних розчинів на 80% і більше. Оскільки рослини проса посівного відзначаються високопродуктивним фотосинтезом типу С<sub>4</sub>, то для ефективного функціонування асиміляційного апарату рослини потребують відповідну кількість сполук: Mg, що є складовим елементом хлорофілу; Fe, що забезпечує роботу ферментів у процесі фотосинтезу; Zn, який відповідає за розвиток і життєздатність пилку рослин проса посівного; S, що входить до складу більшості білків; Mn, що забезпечує процеси енергетичного обміну та інші.

**Метою досліджень** було встановити параметри впливу різних рівнів забезпечення рослин культури мікроелементами на вміст хлорофілів *a* і *b* у листках рослин проса посівного зі встановленням кореляційних залежностей з ознаками продуктивності.

**Умови і методика проведення досліджень.** Польові дослідипроводили впродовж 2006-2010 рр. на Веселоподільській дослідно-селекційній станції Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН. У досліді використовували сорт проса Омріяне селекції Інституту землеробства УААН (нині ННЦ «Інститут землеробства НААН» та Олітан селекції Веселоподільської ДСС. Площа посівної ділянки 5м<sup>2</sup>, облікової – 3м<sup>2</sup>, повторність варіантів семиразова, розміщення ділянок – регулярне в три яруси. Для обліків відбирали по 40 рослин з кожного повторення по варіантах. Схема досліду: без Кристалону; Кристалон коричневий 0,5 кг/га; Кристалон коричневий 1 кг/га; Кристалон коричневий 1,5 кг/га; Кристалон коричневий 2 кг/га; Кристалон коричневий 2,5 кг/га.

Дослідження проводили в міжфазний період рослин культури виходу в трубку – дозрівання. Для дослідів рослини проса зрізували нижче другого міжвузля, поміщали між листками зволожений фільтрувальний папір у целофанових пакетах, щоб запобігти в'яненню і перевозили оперативно до лабораторії для аналізів. Для аналізу визначення вмісту зелених пігментів у тканинах використовували прапорцевий листок рослини проса. Визначення вмісту хлорофілів *a* і *b* проводили в ацетоновому екстракті спектрофотометричним методом за різної довжини хвиль: 662 нм (хлорофіл *a*), 644 нм (хлорофіл *b*) [5, 6]. Для екстракції хлорофілів використовували суміш бензину та спирту (градієнт концентрації від 0,2 до 1,2%). Оптичну щільність екстрактів вимірювали на спектрофотометрі Spectrumlab SS2107 за 640-66- нм.

На підставі власних попередніх досліджень щодо впливу різних форм мікродобрив на посівах проса посівного [7], був зроблений висновок про доцільність проведення більш глибокої оцінки впливу поширеного на сьогодні у практиці виробництва мікродобрива Кристалону коричневого, оскільки він містить у своєму хімічному складі достатній набір хелатних форм мікроелементів: N – 3%, P – 11%, K – 38%, Mg – 4%, S – 11%, Fe – 0,07%, Mn – 0,04%, Zn – 0,025%, Cu – 0,01%, B – 0,025%, Mo – 0,004%.

Відомо, що на більшість фізіологічних параметрів рослин значний вплив має взаємодія факторів агротехніки, тому для аналізу отриманих результатів був використаний метод нелінійної регресії, описаний Коданьовим І.М. [8].

Регресійний аналіз показників проводили окремо для кожного сорту.

**Результати та обговорення.** Результати дослідів показали, що вміст хлорофілів *a* і *b* у листках рослин проса та індекс листової поверхні досліджуваних варіантів у фазу виходу в трубку – дозрівання досить різнилися. Площа асиміляційної поверхні посівів у більшому ступені змінювалася під дією факторів мікродобрив, ніж сумарний вміст хлорофілів *a* і *b* у листках рослин проса.

Вплив доз мікродобрив на кількість хлорофілу у листках проса в динаміці за повний період вегетації рослин культури за роками досліджень представлений на рис. 1.

Позитивний вплив мікроелементів на вміст хлорофілу та індекс листової поверхні проявлявся в обох сортів, починаючи з найменшої їх концентрації. Різниця за вмістом хлорофілів *a* і *b* у листках між варіантом з мінімальним внесенням мікродобрив – 0,5 кг/га до контролю у сорту Олітан становила від 0,3 (у 2007 році) до 0,18 мг/дм<sup>2</sup> (у 2009 р.); індексу листової поверхні у ці роки збільшувався відповідно на 0,12 та 0,18. У сорту Омріяне вміст хлорофілів *a* і *b* у листках збільшувався від 0,16 (у 2010 р.) до 0,52 мг/дм<sup>2</sup> (у 2008 р.); індексу листової поверхні у ці роки збільшувався відповідно на 0,16 та 0,11.

Найбільший вплив як на індекс листової поверхні, так і на вміст хлорофілів *a* і *b* в обох сортів проса мала норма позакореневого підживлення проса посівного Кристалонем коричневим 2,0 кг/га (рис. 1). Подальше збільшення норми мікродобрив до 2,5 кг/га вже не мало позитивного впливу як на вміст пігментів, так і на індекс листової поверхні. У сорту Олітан індекс листової поверхні проявляє позитивну й тісну кореляційну залежність з вмістом у листках суми хлорофілів – коефіцієнт кореляції становить  $r = 0,90$  (рис. 2).

Ця залежність апроксимується рівнянням поліноміальної регресії  $y = 1,38 + 2,44x - 0,25x^2$ , яке в межах досліджуваної вибірки діє у 81% випадків ( $R^2 = 0,81$ ). Точність проведених досліджень висока – вище 1% ( $p = 0000$ ).

На 5%-вому рівні значущості для сорту Олітан найбільш типовим індексом листової поверхні є 3,3 – 4,3; цьому діапазону листової поверхні відповідає концентрація суми хлорофілів *a* і *b* у межах 6,8-7,3 мг /дм<sup>2</sup> зелених листків.

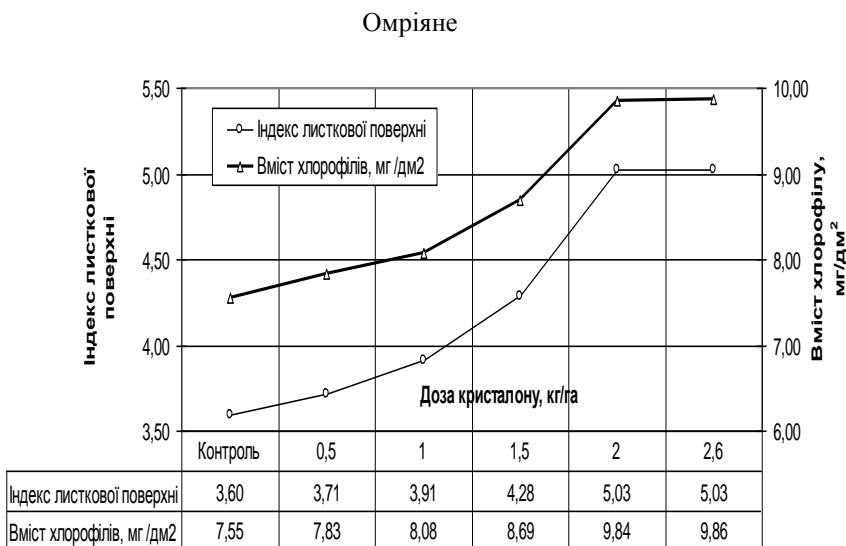
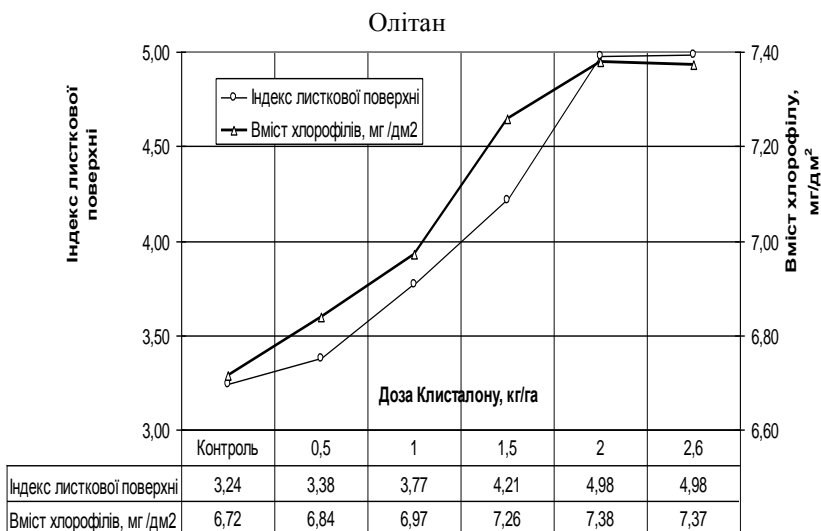


Рис. 1. Вплив доз Кристалону коричневого на величину індексу листкової поверхні та вміст хлорофілу в листках сортів проса

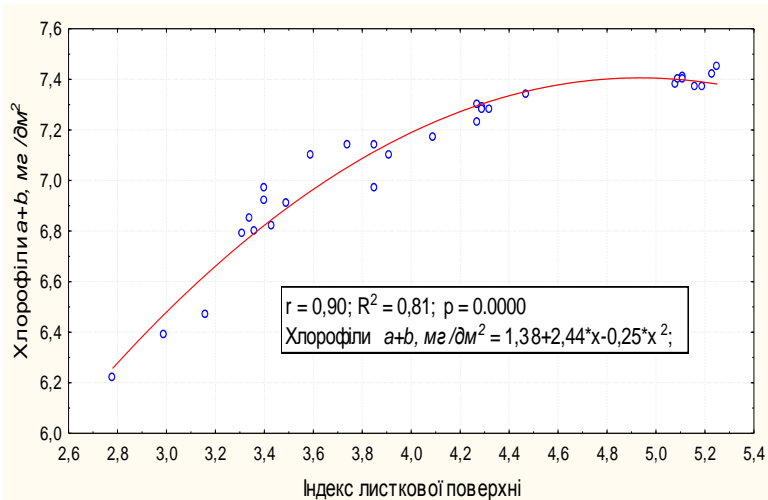


Рис. 2. Залежність між індексом листкової поверхні і вмістом хлорофілів  $a + b$  у сорту проса Олітан

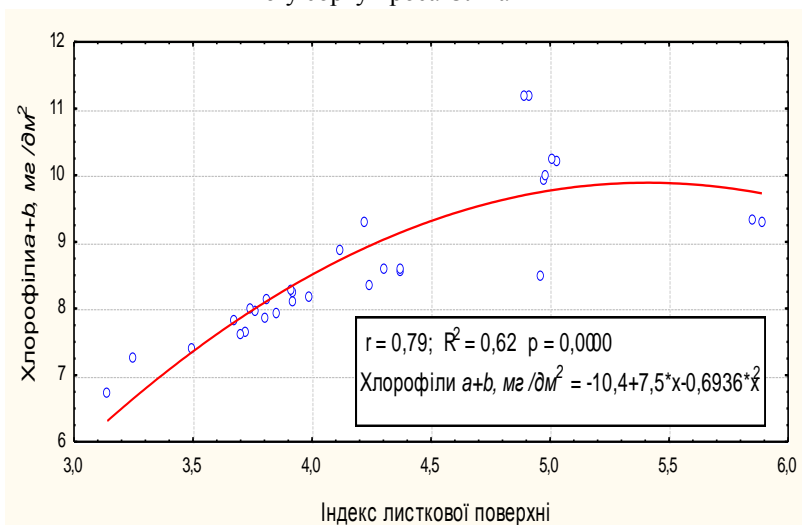


Рис. 3. Залежність між індексом листкової поверхні і вмістом хлорофілів  $a + b$  у сорту проса Омріяне

Сорт Омріяне має дещо інші статистичні характеристики залежності між індексом листкової поверхні та вмістом суми хлорофілів у листках. Між цими елементами теж існує позитивна й тісна кореляційна залежність ( $r = 0,79$ ) (рис. 3). Вона також апроксимується рівнянням поліноміа-

льної регресії  $y = -10,4 + 7,50x - 0,69x^2$ , яке в межах досліджуваної вибірки діє у 62% випадків ( $R^2 = 0,62$ ). Точність проведених досліджень висока – вище 1% ( $p = 0000$ ).

На 5%-вому рівні значущості для сорту Омріяне типовий індекс листової поверхні вищий, ніж у сорту Олітан – 3,8-4,5; цьому діапазону листової поверхні концентрація суми хлорофілів  $a$  і  $b$  відповідає рівню 6,8-7,3 мг /дм<sup>2</sup> зелених листків.

Роки вирощування мали досить значний вплив як на вміст хлорофілів  $a$  і  $b$ , так і на приріст листової поверхні рослин культури. Найбільш сприятливі умови для накопичення хлорофілу в листках проса посівного та їх фотосинтетичної діяльності склалися у 2008 році, коли сума ефективних температур вище 10<sup>0</sup>С впродовж всього вегетаційного періоду перевищувала норму і на період фази викидання у рослин волоті становила 590-805<sup>0</sup>С за норми 575<sup>0</sup>С. У цей період рослини проса мали задовільний стан у порівнянні з 2007 і 2009 роками, які відзначалися не зовсім сприятливими умовами для їх росту й розвитку.

Найбільш сприятливим роком для формування листової площі у сорту Олітан був 2008, коли його рослини на фоні внесення Кристалону коричневого нормою 2,0 кг/га мали найвищий індекс листової поверхні – 5,25; в цьому ж варіанті був і найвищий вміст хлорофілів  $a$  і  $b$  - 7,45 мг/дм<sup>2</sup>. Сорт Омріяне мав найвищі індекс листової поверхні та вміст хлорофілів  $a$  і  $b$  у 2007 році у варіанті із внесенням мікродобрів нормою 2,5 кг/га – відповідно 5,89 і 11,20 мг/дм<sup>2</sup>.

Це свідчить про те, що на вміст суми хлорофілів у листках та індекс листової поверхні проса залежить як від дози мікродобрів і біологічних особливостей сортів, так і погодних умов у рік вирощування культури.

Порівняно з контролем без внесення Кристалону коричневого, суттєву прибавку врожайності зерна проса забезпечили усі варіанти норм внесення (табл. 1).

Таблиця 1.

Урожайність зерна сортів Олітан і Омріяне залежно від дози Кристалону коричневого, т/га (середнє за 2006-2010 рр.)

Сорт	Доза Кристалону коричневого, кг/га						Середнє	± до Олітан	
	конт-роль	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5		± т/га	± %
Олітан	2,49	2,62	2,71	2,87	3,06	3,01	2,79		
Омріяне	2,71	2,90	3,01	3,14	3,33	3,28	3,06	0,27	9,6
Середнє	2,60	2,76	2,86	3,00	3,20	3,14			
± т/га		0,16	0,26	0,40	0,60	0,54			
± %		6,2	10,0	15,6	22,9	20,9			

НІР<sub>05</sub> = сорту 0,08; Кристалону коричневого 0,14

Результати дисперсійного аналізу чітко відображають вплив Кристалону коричневого в позакореневому підживленні за варіантами внесення на врожайність сортів проса посівного (табл. 2).

Таблиця 2.

Дисперсійний аналіз факторіального дослідження:  
 “Вплив Кристалону коричневого в позакореневому підживленні  
 на врожайність сортів проса посівного”

<i>La</i>	<i>Lb</i>	<i>P</i>	<i>N</i>					
Варіанти		Роки					Сума	Середнє
<i>La</i>	<i>Lb</i>	2006	2007	2008	2009	2010		
1	1	2,30	2,66	2,45	2,61	2,43	12,5	2,49
	2	2,46	2,64	2,62	2,79	2,60	13,1	2,62
	3	2,55	2,70	2,72	2,90	2,70	13,6	2,71
	4	2,67	2,90	2,84	3,03	2,89	14,3	2,87
	5	2,83	3,25	3,01	3,21	2,99	15,3	3,06
	6	2,78	3,19	2,96	3,16	2,94	15,0	3,01
2	1	2,38	3,22	2,62	2,73	2,6	13,6	2,71
	2	2,59	3,51	2,86	2,98	2,83	14,8	2,90
	3	2,69	3,64	2,96	3,08	2,94	15,3	3,01
	4	2,86	3,86	3,14	3,28	3,12	16,3	3,14
	5	3,21	4,35	3,54	3,69	3,51	18,3	3,33
	6	3,07	4,15	3,38	3,52	3,35	17,5	3,28
Сума		32,4	40,1	35,1	37,0	34,9	179,5	2,99

Результати дисперсійного аналізу

Дисперсія	Сума квадратів	Ступінь волі	Середній квадрат	Відношення дисперсій	
				$F_{\Phi}$	$F_{05}$
Загальна Су	10,46	59			
Повторень Ср	2,70	4			
Варіантів Cv	6,69	11	0,61	25,13	2,02
Сорту Ca	2,35	1	2,35	<b>97,11</b>	<b>4,24</b>
Кристалону	4,12	5	0,82	<b>34,04</b>	<b>2,46</b>
Взаємодії	0,22	5	0,04	1,81	2,46
Помилки	1,06	44	0,02		

$HP_{05}$  загальна 0,20; сорту 0,08;  
 підживлення Кристалонем коричневим 0,14

Оптимальною дозою Кристалону коричневого для позакореневого підживлення проса виявилася 2,0 кг/га – прибавка врожайності за сортами порівняно до контролю становила відповідно 0,57 і 0,62 т/га або 22,8 і 23,0%. Наступне підвищення дози Кристалону коричневого до 2,5 кг/га забезпечувало лише тенденцію підвищення врожайності. Порівняно до контролю без мікродобрив істотну прибавку врожайності забезпечували усі варіанти доз Кристалону коричневого. Сорт Омріяне за врожайністю істотно переважав Олітан.

З досліджуваних факторів найбільший вплив на формування надвишку врожайності зерна проса мало позакореневе підживлення Кристалом коричневим – 40%; вплив сорту становив 22%, погодних умов року 26%, інших факторів 12% (рис. 4).

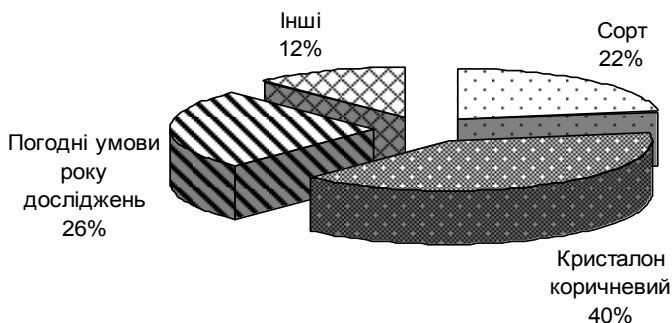


Рис. 4. Частка дії факторів, що формують надвишок врожайності проса посівного

**Висновки.1.** У сорту Олітан індекс листкової поверхні має позитивну й тісну кореляційну залежність з вмістом суми хлорофілів у листках – коефіцієнт кореляції становить  $r = 0,90$ ; ця залежність апроксимується рівнянням поліноміальної регресії  $y = 1,38 + 2,44x - 0,25x^2$ , яке в межах досліджуваної вибірки діє у 81% випадків ( $R^2 = 0,81$ ). У сорту Омріяне ці показники становлять  $r = 0,79$ ,  $y = -10,4 + 7,50x - 0,69x^2$ , яке в межах досліджуваної вибірки діє у 62% випадків ( $R^2 = 0,62$ ).

2. Співвідношення за вмістом хлорофілів  $a$  і  $b$  у листках рослин сортів Олітан та Омріяне за роками досліджень було на користь сорту Омріяне відповідно у 1,2-1,6 і 0,9-1,2 рази. За умов достатнього забезпечення рослин проса мікроелементами збільшення кількості хлорофілу  $b$  порівняно з хлорофілом  $a$  зростає, тобто співвідношення хлорофілів  $a/b$  стає  $< 3$  – вміст хлорофілу  $b$  в межах сортів Олітан і Омріяне коливався відповідно від  $2,00 \pm 0,05$  до  $2,33 \pm 0,22$  мг /дм<sup>2</sup>. За вмістом хлорофілів переваги теж були за сортом Омріяне. Так, вміст хлорофілу  $a$  в листках рослин сорту



Омріяне становив у середньому 5,20 мг /дм<sup>2</sup>, що на 0,49 мг /дм<sup>2</sup> більше, ніж у сорту Олітан.

3. Оптимальною дозою для позакореневого внесення Кристалону коричневого у фазу виходу в трубку є 2,0 кг/га; порівняно до контролю з врожайністю сортів Олітан і Омріяне відповідно 2,49 і 2,71 т/га надвишок становив відповідно 0,57 і 0,62 т/га. Найбільший вплив на формування надвишку врожайності зерна проса посівного мало позакореневе підживлення Кристалоном коричневим – 40%; вплив сорту становив 22%.

#### Список використаних джерел

1. Ягодин Б.А. Агрохимия / Б.А. Ягодин. -М.: Агропромиздат, 1989. - 639 с.
2. Рудник-Іващенко О.І. Вплив мінерального живлення на фотосинтез проса посівного (*Panicum miliaceum* L. / О.І. Рудник-Іващенко. – Харків: Зб. вісника центру наукового забезпечення АПВ Харківської області, вип. №8, 2010. – С. 138-147.
3. Никитин Д.Б. К вопросу о специфике воздействия форм минерального азота на фотосинтез листьев кукурузы и пшеницы / Д.Б. Никитин, Н.М. Тищенко, И.М. Магометов /Физиология растений. – 1991. – 38, №1. – С.77-85.
4. Третьяков Н.Н. Физиология и биохимия с. - х. растений / Н.Н. Третьяков. - М.: Колос, 1998. -640 с.
5. Коданев И.М. Агротехника и качество зерна / И.М. Коданев. - М.: Колос, 1970 - 232 с.
6. Хлорофилл / Под ред. А.А. Шлыка. – Минск: Наука и техника, 1974. – 400 с.
7. Починок Х.Н. Методы биохимического анализа растений / Х.Н. Починок. – К.: Наукова думка, 1976. – 335 с.
8. Рудник-Іващенко О.І. Вплив мінерального живлення на фотосинтез проса посівного / О.І. Рудник-Іващенко. Вісник аграрної науки, №2. –К., 2010. – С. 27-31.
9. Коданев И.М. Агротехника и качество зерна / И.М. Коданев. - М.: Колос, 1970 - 232 с.

Изучено влияние Кристалона коричневого на содержание хлорофиллов а и б в листьях растений проса посевного, определено корреляционную их зависимость с признаками продуктивности, а также роль сортов проса в повышении продуктивности этой культуры.

An influence of the Kristalon brown of maintenance chlorophylls a and b in leaves of plants millet sowing, are set correlation to characteristics of productivity and roll varieties millet in the increase productivity this crop.