

УДК 633.654.79.631.5.

О.М. Бунчак, кандидат сільськогосподарських наук
**ПОДІЛЬСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ТЕХНІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

ВПЛИВ СУЧАСНИХ ОРГАНІЧНИХ ДОБРИВ НА ФОТОСИНТЕТИЧНУ ПРОДУКТИВНІСТЬ ВІВСА

Постановка проблеми. Збільшення виробництва зерна та розширення асортименту продуктів дієтичного харчування, поліпшення кормової бази в галузі тваринництва та птахівництва – важливе завдання агропромислового комплексу України. Серед зернових культур чільне місце у розв’язанні цієї проблеми займає овес. Білки вівса, що легко засвоюються, їх амінокислотний склад, значна кількість харчових волокон давно зробили його незамінною складовою дієтичних раціонів. Питома вага вівса у загальному обсязі виробництва зернових в Україні в останні роки не перевищує 2-2,5 %. І врожайність низька – 16-19 ц/га. Тоді як у провідних виробників світу – у Франції – 45, у Великобританії – 69 ц/га [1,2].

Однією з причин низької врожайності вівса є відсутність науково обґрунтованої технології його вирощування з урахуванням біологічних особливостей культури. Ничипорович А. А. вважає, що високу врожайність вівса та інших зернових культур можна отримати при формуванні оптимальної площі листків рослин, адже майже 95 % сухих речовин нагромаджується за унаслідок фотосинтезу [3]. На фотосинтетичну діяльність рослин впливає і низка зовнішніх факторів, які є відносно постійними (освітлення, температура, уміст вуглекислоти в атмосфері та ін.) та кліматичні умови. Серед інших факторів – уміст мінеральних та органічних речовин у ґрунті, повітряний і водний режим його є факторами, на які можна безпосередньо впливати та їх контролювати. Тому в період вегетації культури необхідно створювати найсприятливіші умови для росту й розвитку рослин, які впливають на формування оптимальної площі листкового апарату та ефективної фотосинтетичної діяльності агроценозу[3,4].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Серед факторів, які впливають на збільшення продуктивності сільськогосподарських тварин важливе значення має повноцінний збалансований раціон кормів, зокрема, за макро- та мікроелементами (в останні роки й тривалентного хрому) [5,6].

Відомо, що хром тривалентний у невеликій кількості міститься в усіх живих організмах і є життєво необхідним для їх нормального існування. Він є важливим елементом харчування і пов’язаний з фактором глюкозної толерантності, необхідний

для підтримання нормального вуглеводного обміну в організмі людини та тварин. Наявність хрому тривалентного сприяє покращанню глюкозної стійкості у людей, які хворіють цукровим діабетом, впливає на активність інсуліну. Актуальнішим стає вивчення умісту хрому в рослинах та його зв'язок у ланцюгу життєдіяльності тварина-людина.

Грунт – основне джерело надходження хрому до організму рослин. Рівень умісту його в ґрунті визначається концентрацією цього елемента в ґрунтоутвірній породі. Кислі магматичні породи бідні на хром (4-25 мг/кг). В осадових породах уміст хрому сягає 160 мг/кг. До найбагатших на уміст хрому належать ультраосновні породи, в яких його кількість сягає 450-600 мг/кг. Уміст хрому в ґрунті в середньому складає $1,9 \times 10^{-2}$ %.

Як правило, найменші показники умісту цього елемента характерні для репродуктивних частин рослин (насіння), а найбільші – для кореневої системи. Концентрація цього елемента у бік зменшення має такий вигляд: коріння, листки, стебла, плоди [7,8,10].

В США, Західній Європі та інших країнах, а в останні роки й в Україні все більшого значення надають тривалентному хрому в раціонах годівлі тварин і птиці, споживані продуктів із його умістом для дієтичного (лікувального споживання людьми) [6,7].

Але для того, щоб організм людей і тварин отримав необхідну кількість цього мікроелемента, рослинні продукти повинні бути вирощені на ґрунтах з умістом необхідної кількості Cr^{+3} , а тварини і птиці повинні споживати корми, збагаченні цим мікроелементом.

З цією метою нами в співдружності із вченими асоціації «Біоконверсія» уперше в Україні розроблено, запатентовано і впроваджено технологію виробництва органічного добрива «Біопроферм» із збалансованим умістом тривалентного хрому із відходів шкіряного виробництва і осаду стічних вод – методом біологічної ферментації та рідкого органічного добрива «Біохром» методом кавітації. Вони цінні для використання у сільському господарстві, зокрема, й для дослідження їх впливу на фотосинтетичну діяльність посівів вівса в умовах західного Лісостепу.

Мета дослідження – вивчити вплив різних доз органічних добрив, виготовлених за новітніми технологіями із збалансованим умістом тривалентного хрому, на фотосинтетичну діяльність агроценозу вівса сорту Аркан в умовах Західного Лісостепу.

Матеріал і методика дослідження. Польові і лабораторні дослідження виконували упродовж 2013-2016 рр. на дослідному полі Подільського державного аграрно-технічного університету. Грунт дослідної ділянки – чорнозем типовий важкосуглинкового гранулометричного складу, характеризується такими агрохімічними показниками: рН – 6,5-6,8, уміст гумусу (за Тюрнім) –

4,12-4,34 %, забезпечення азотом, що легко гідролізується (за Корнфільдом) – 116-124 мг/кг рухомого фосфору (за Чиріковим) – 86-91 мг/кг, обмінного калію (за Чиріковим) – 127-168 мг/кг ґрунту. Вивчали вплив органічного добрива “Біопроферм” (уміст Cr^{+3} 540 мг/кг) та регулятора росту рослин “Біохром” (уміст Cr^{+3} 5,4 мг/л), отриманих за розробленими і запатентованими нами технологіями [28], на продуктивність фотосинтезу вівса сорту Аркан.

Органічні добрива “Біопроферм” і “Біоактив” та мінеральні добрива – $\text{N}_{120}\text{P}_{80}\text{K}_{80}$, вносили під основний обробіток ґрунту, “Біохром” – під час вегетації вівса сорту Аркан у фазу кущіння. Агротехніка вирощування вівса – загальноприйнята для умов західного Лісостепу України. Супутні дослідження і спостереження виконано за загальноприйнятими методиками.

У процесі дослідження використано такі методи: польові, лабораторні, аналізу і синтезу, розрахунково-конструктивний [13].

Результати досліджень. Фотосинтез є основним джерелом формування біомаси рослин. Він також забезпечує енергією усі процеси росту й обміну в рослині. Для оптимального перебігу процесу фотосинтезу агроценоз повинен мати певну площу листкової поверхні, перебувати у тепловому і водному балансі біосфери. Оптимальна площа листкової поверхні культури має припадати на період активної вегетації рослин, від початку генеративного періоду до наливу зерна, молочної стиглості.

За роки дослідження виявили пряму залежність між процесами формування листкової поверхні вівса сорту Аркан і застосуванням мінеральних та органічних добрив (табл. 1).

Таблиця 1 - Формування асиміляційної площі листків вівса сорту Аркан залежно від застосування добрив (2013-2016 рр.), тис.м²/га

| № з/п | Варіант | Фази росту й розвитку рослин | | | |
|-------|--|------------------------------|----------------|------------------|---------------------------|
| | | кущіння | вихід у трубку | викидання волоті | молочно-воскова стиглість |
| 1 | Без добрив – контроль | 15,9 | 17,4 | 28,1 | 14,2 |
| 2 | Внесення $\text{N}_{120}\text{P}_{80}\text{K}_{80}$ | 18,7 | 22,9 | 40,2 | 18,7 |
| 3 | Внесення $\text{N}_{120}\text{P}_{80}\text{K}_{80}$ + «Біохром» – 5 л/га | 19,0 | 23,1 | 40,7 | 19,4 |
| 4 | Внесення «Біоактив» – 10 т/га | 19,4 | 23,8 | 43,6 | 19,3 |
| 5 | Внесення «Біоактив» – 10 т/га + «Біохром» – 5 л/га | 20,1 | 24,3 | 45,0 | 19,6 |
| 6 | Внесення «Біопроферм» – 10 т/га | 19,8 | 26,2 | 44,8 | 19,8 |
| 7 | Внесення «Біопроферм» – 10 т/га + «Біохром» – 5 л/га | 20,6 | 26,7 | 45,2 | 20,1 |

Встановлено, що площа листків у варіанті № 7 за внесення органічних добрив «Біопрoferм» і «Біохром» у фазу куцїння становила 20,6 тис.м²/га, а на контролі 15,9 тис.м²/га, або збільшилась на 22,9%.

У міру росту й розвитку рослин вівса відбувалось швидке збільшення площі листової поверхні і максимального значення вона досягла у фазу викидання волоті в усіх варіантах досліджу.

Так, у варіанті внесення 10 т/га органічного добрива «Біопрoferм» під основний обробіток ґрунту та обприскування рослин вівса рідким органічним добривом «Біохром» у дозі по 5 л/га у фазу куцїння культури призвело до формування у фазі викидання волотей найбільшої площі листків – 45,2 тис.м²/га, що на 16,5 тис.м²/га більше порівняно до контролю. У фазу молочно-воскової стиглості вівса унаслідок відмирання листків на рослинах площа листової поверхні стрімко зменшувалась.

Дослідженнями різних авторів встановлено, що нагромадження сухих речовин рослинами є однією з важливих умов повнішого використання рослинами води, поживних речовин і вуглекислоти повітря у процесі акумуляції сонячної енергії. Тому нагромадження їх за однакових умов навколишнього природного середовища повинно бути специфічним для кожного виду та сорту рослин. Уміст сухих речовин в рослинах значною мірою залежить від рівня їх мінерального живлення. На фоні удобрення сільськогосподарських культур нагромадження сухих речовин значно підсилюється в усі фази їх росту й розвитку [1, 2].

Встановлено, що у міру росту й розвитку рослин вівса сорту Аркан відбувалось збільшення умісту сухих речовин в усіх варіантах внесення органічних і мінеральних добрив, проте нерівномірно (табл. 2).

Таблиця 2 - Нагромадження сухих речовин агроценозом вівса сорту Аркан залежно від удобрення (2013-2016 рр.), г/м²

| Варіант | Фаза росту й розвитку рослин | | | |
|--|------------------------------|----------------|------------------|---------------------------|
| | куцїння | вихід у трубку | викидання волоті | молочно-воскова стиглість |
| Без добрив – контроль | 55,0 | 169,5 | 687,3 | 418,4 |
| Внесення N ₁₂₀ P ₃₀ K ₃₀ | 72,3 | 217,6 | 874,5 | 521,0 |
| Внесення N ₁₂₀ P ₃₀ K ₃₀ + «Біохром» – 5 л/га | 71,2 | 218,2 | 872,8 | 580,3 |
| Внесення «Біоактив» – 10 т/га | 78,4 | 223,1 | 892,4 | 568,2 |
| Внесення «Біоактив» – 10 т/га + «Біохром» – 5 л/га | 80,3 | 241,8 | 970,6 | 612,5 |
| Внесення «Біопрoferм» – 10 т/га | 79,2 | 234,3 | 932,8 | 582,3 |
| Внесення «Біопрoferм» – 10 т/га + «Біохром» – 5 л/га | 81,4 | 248,1 | 992,6 | 644,7 |

Встановлено, що до настання фази куцїння рослини ростуть дуже повільно, однак вплив добрив було виявлено уже на початку росту й розвитку рослин – у фазу куцїння. Вихід сухих речовин у даний період, як і у наступні фази розвитку культури, зростав залежно від внесення органічних добрив. Така тенденція простежувалась упродовж усіх років дослідження. Даний показник варіював від 55,0 г/м² сухих речовин у фазу куцїння (у варіанті без застосування добрив) до 81,4 г/м² сухих речовин (у варіантах застосування «Біопрoferм + Біохром»). У цьому варіанті у фазі викидання волоті нагромадження сухих речовин становило 992,6 г/м², що на 305,3 г/м² більше порівняно до контролю.

Позитивний вплив тривалентного хрому (на відміну від шестивалентного хрому) у біохімічних процесах функціонування рослин висвітлено у працях багатьох іноземних авторів [6,7,8]. Зокрема, у працях А. Хенінга (1976) відзначено важливу роль тривалентного хрому в покращенні фотосинтезу рослин льону, пшениці, рису, вівса, кукурудзи, квасолі і збільшенні їх врожайності. Ці дані підтверджено і нашими дослідженнями.

Висновки і перспективи подальших досліджень. Установлено, що найбільшу площу листків (45,2 тис.м²/га) формували посіви вівса сорту Аркан за внесення під основний обробіток ґрунту 10 т/га органічного добрива «Біопрoferм» із збалансованим умістом тривалентного хрому (виготовлені методом біологічної ферментації) та обприскування рослин вівса у фазу куцїння рідким органічним добривом «Біохром» у дозі 5 л/га (виготовленого методом кавітації). У цьому варіанті інтенсивніше відбувалось нагромадження сухих речовин в усі фази росту й розвитку рослин вівса.

Нами продовжено дослідження з метою вивчення післядії цих добрив на ріст й розвиток наступних культур сівозміни.

1. Марухняк А.Я. Марухняк Г.І., Дацько А.О. *Нові сорти вівса. Селекція і насінництво.* Харків. 2004, Вип. 89, С. 80-191.

2. Андрианов С.Н. *Роль удобрений в формировании урожайности и качества зерна овса на дерново-подзолистых почвах.* Ж. *Зерновые культуры.* 2000, № 3, С. 23-24.

3. Ничипорович А.А. *Фотосинтез и теория получения высоких урожаев.* Москва.: изд-во АН СССР. 1956, 330 с.

4. Гарбар А.А., Холодничейко Р.М., Шевчук В.В. *Вплив елементів технології на формування асиміляційного апарату посівами вівса.* Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: Агрономія. 2013, Вип. 183(2), С. 79-82.

5. Бамберг К.К. *Содержание микроэлементов в растениях и пути повышения эффективности микроэлементных удобрений. Микроэлементы в сельском хозяйстве и медицине.* Рига: АН Латв. ССР. 1967, С. 67-80.

6. — Anderson K.A. *Nutritional role of chromium*. *Sci. Total Environ.* 1981, № 17, P. 13-29.

7. Воробьева Л.А., Коробейникова П.Г. Валентное состояние хрома в почве. *Вестник МГУ. Сер. 17. Почвоведение.* 1990, 30 с.

8. — Das M., Sarkunan V., Misra A., Najar P. *Chromium oxidation in soils* *Indian Soc. Soil Sci.* 1990, V. 38. № 1, 16 p.

9. Ягодин Б.А., Виноградова С.Б., Говорина В.В. Накопление кобальта и хрома в основных сельскохозяйственных культурах в учхозе „Михайловское“. *МО Известия ТСХА*, 1994. № 3, С. 12-20.

10. — Хенинг А. Минеральные вещества, витамины, био-стимуляторы в кормление сельскохозяйственных животных. М.: Колос. 1976, 360 с.

11. — Mertz W. *Chromium occurrence and function in biological systems // Physiol. Rev.*, 1969. № 49. P. 163-239.

12. — Samantary S., Rout G.R., Das P. *Role of chromium on plant growth and metabolism // Acta Physiol. Plantarum*, 1998. V. 20. № 2. P. 201-212.

13. — Доспехов Б.А. *Методика полевого опыта*. М. Колос. 1980, 207 с.

1. — Marukhniak A.Ya. Marukhniak H.I., Datsko A.O. (2004). *Novi sorty vivsa – Seleksiya i nasinnytstvo [New varieties of oats - Breeding and seed production]* Kharkiv, 89, 80-191.

2. — Andrianov S.N. (2000). *Rol udobrenii v formirovanie urozhainosti i kachesva zerna ovsa na dernovo-podzolistykh pochvakh. [The role of fertilizers in the formation of yield and grain yield of oats on soddy podzolic soils]* Zh. Zernovye kultury, 3, 23-24.

3. — Nichiporovich A.A. (1956). *Fotosintez i teoriia polucheniiia vysokikh urozhav. [Photosynthesis and the theory of obtaining high yields]* Moskva.: izd-vo AN SSSR.

4. — Harbar A.A., Kholodnycheiko R.M. & Shevchuk V.V. (2013). *plyv elementiv tekhnologii na formuvannia asymiliatsiinoho aparatu posivamy vivsa. [The Influence of Technology Elements on the Formation of the Assimilation Apparatus by Oats]* Naukovyi visnyk Natsionalnoho universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannia Ukrainy. Seriya: Ahronomiia, 183(2), 79-82.

5. — Bamberg K.K. (1967). *Soderzhanie mikroelementov v rasteniiakh i puti povysheniia effektivnosti mikroelementnykh udobrenii. [Microelement content in plants and ways to increase the efficiency of microelement fertilizers]* Mikroelementy v selskom khoziaistve i meditsine. Riga: AN Latv. SSR, 67-80.

6. — Anderson K.A. (1981). *Nutritional role of chromium [Nutritional role of chromium]* *Sci. Total Environ*, 17, 13-29.

7. — Vorobeva L.A. & Korobeinikova P.G. (1990). *Valentnoe sostoianie khroma v pochve. [Valence state of chromium in soil]* *Vestn. MHU. Ser. 17. Pochvovedeniye*.

8. — Das M., Sarkunan V., Misra A.K. & Najar P.K. (1990). *Chromium oxidation in soils [Accumulation of cobalt and chromium in the main crops at the «Mikhailovskoye» school of medical science]* *Indian Soc. Soil Sci*, 38, 1, 16.

9. Iagodin B.A., Vinogradova S.B. & Govorina V.V. (1994). *Nakoplenie kobalta i khroma v osnovnykh selskokhoziaistvennykh kulturakh v uchkhoze „Mikhailovskoe”* [Chromium oxidation in soil] *MO Izvestiia T SKhA*, 3, 12-20.

10. Khening A. (1976). *Mineralnye veshchestva, vitaminy, biostimulyatory v kormlenie selskokhoziaistvennykh zhivotnykh.* [Minerals, vitamins, biostimulants for feeding farm animals. M.: Kolos.

11. Mertz W. (1969). *Chromium occurrence and function in biological systems* [Chromium occurrence and function in biological systems]. *Physiol. Rev.*, 49, 163-239.

12. Samantary S., Rout G.R. & Das P. (1998). *Role of chromium on plant growth and matabolism* [Chromium occurrence and function in biological systems] *Acta Physiol. Plantarum*, 20, 2, 201-212.

13. Dospekhov B.A. (1980) *Metodika polevogo opyta* [Method of field experiment] M. Kolos.

Мета дослідження – вивчити вплив різних доз органічних добрив, виготовлених за новітніми технологіями із збалансованим вмістом тривалентного хрому, на фотосинтетичну продуктивність агроценозу вієса сорту Аркан в умовах Західного Лісостепу.

Польові і лабораторні дослідження виконано упродовж 2013-2016 рр. на дослідному полі Подільського державного аграрно-технічного університету. Грунт дослідної ділянки – чорнозем типовий важкосуглинкового гранулометричного складу.

У процесі дослідження використано такі методи: польові, лабораторні, аналізу і синтезу, розрахунково-конструктивний.

Узагальнено результати дослідження з вивчення впливу органічних добрив «Біоактив» та «Біоферм», внесених під основний обробіток ґрунту, та рідкого органічного добрива «Біохром», внесеного під час вегетації рослин, на формування фотосинтетичної продуктивності агроценозу вієса сорту Аркан в умовах дослідного поля Подільського державного аграрно-технічного університету.

На основі дослідження упродовж 2013-2016 рр. встановлено, що найбільшу площу листків (45,2 тис. м²/га) формували посіви вієса у варіанті №7 за внесення органічного добрива «Біоферм» 10 т/га та органічного рідкого добрива «Біохром» 5 л/га. У цьому варіанті відбувалось найінтенсивніше нагромадження сухих речовин.

Встановлено, що до настання фази куціння рослини ростуть дуже повільно, однак вплив добрив було виявлено уже на початку росту й розвитку рослин – у фазу куціння. Вихід сухих речовин у даний період, як і у наступні фази розвитку культури, зростає залежно від внесення органічних добрив. Така тенденція простежувалась упродовж усіх років дослідження. Даний показник варіював від 55,0 г/м² сухих речовин у фазу

кущіння (у варіанті без застосування добрив) до $81,4 \text{ г/м}^2$ сухих речовин (у варіантах застосування «Біоферм + Біохром»). У цьому варіанті у фазі викидання волоті нагромадження сухих речовин становило $992,6 \text{ г/м}^2$, що на $305,3 \text{ г/м}^2$ більше порівняно до контролю.

Ключові слова: овес, органічні добрива «Біоферм», «Біоактив», «Біохром», фотосинтетична продуктивність.

Цель исследования - изучить влияние различных доз органических удобрений, изготовленных по новейшим технологиям со сбалансированным содержанием трехвалентного хрома, на фотосинтетическую продуктивность агроценоза овса сорта Аркан в условиях Западной Лесостепи.

Полевые и лабораторные исследования выполнены в течение 2013-2016 гг. на опытном поле Подольского государственного аграрно-технического университета. Почва опытного участка - чернозем типичный тяжелосуглинистый, гранулометрического состава.

В процессе исследования использованы следующие методы: полевые, лабораторные, анализа и синтеза, расчетно-конструктивный.

Обобщены результаты исследования по изучению влияния органических удобрений «Биоактив» и «Биоферм, внесенных под основную обработку почвы, и жидкого органического удобрения «Биохром», внесенного во время вегетации растений, на формирование фотосинтетической продуктивности агроценоза овса сорта Аркан в условиях опытного поля Подольского государственного аграрно-технического университета.

На основе исследования на протяжении 2013-2016 гг. установлено, что наибольшую площадь листьев ($45,2 \text{ тыс. м}^2/\text{га}$) формировали посеvy овса в варианте за внесение органического удобрения «Биоферм» 10 т/га и органического жидкого удобрения «Биохром» 5 л/га . В этом варианте происходило интенсивное накопление сухих веществ.

Установлено, что до наступления фазы кущения, растения растут очень медленно, однако влияние удобрений было обнаружено уже в начале роста и развития растений - в фазу кущения. Выход сухих веществ в данный период, как и в последующие фазы развития культуры, рос в зависимости от внесения органических удобрений. Такая тенденция прослеживалась на протяжении всех лет исследования. Данный показатель варьировал от $55,0 \text{ г/м}^2$ сухих веществ в фазу кущения (в варианте без применения удобрений) до $81,4 \text{ г/м}^2$ сухих веществ (в вариантах применения «Биоферм + Биохром»). В этом варианте, в фазе выбрасывания метелки, накопления сухих веществ составило $992,6 \text{ г/м}^2$, что на $305,3 \text{ г/м}^2$ больше, по сравнению с контролем.

Ключевые слова: овес, органические удобрения «Биоферм», «Биоактив», «Биохром», фотосинтетическая продуктивность.

The purpose of the study is to investigate the effects of various doses of organic fertilizers produced on the basis of the latest technologies with a balanced content of trivalent chromium, on the photosynthetic activity of the okra-agcensis of the Arkan variety in the conditions of the Western Forest-Steppe.

Field and laboratory research was carried out during 2013-2016 at the experimental field of Podilsky State Agrarian and Technical University. The soil of the experimental site - black earth is a typical heavy-granular granulometric composition.

In the process of research, the following methods are used: field, laboratory, analysis and synthesis, calculation-constructive.

The results of the study on the influence of organic fertilizers «Bioactive» and «Biofuels introduced for basic cultivation of the soil and liquid organic fertilizer» Biochrom «introduced during the vegetation of plants on the formation of the photosynthetic productivity of agrocoenosis of oats of the Arkan variety in the conditions of the experimental field of the Podilsky state agrarian area-technical university.

On the basis of the research during 2013-2016, it was established that the largest area of leaves (45.2 thousand m²/ha) formed crops of oats in variant № 7 for the introduction of organic fertilizers «Bioproperments» 10 t/ha and organic liquid fertilizer «Biochrom» 5 l/ha. In this variant, the most intense accumulation of dry matter occurred.

It was established that before the onset of the planting phase, the plants grow very slowly, but the effect of fertilizers was detected already at the beginning of the growth and development of plants - in the planting phase. The yield of dry matter in this period, as in the subsequent phases of the development of culture, grew depending on the introduction of organic fertilizers. This trend has been traced throughout all years of research. This indicator ranged from 55.0 g/m² of dry matter to the planting phase (optionally without fertilizer application) to 81.4 g/m² of dry matter (in Biomedical + Bioharm applications). In this embodiment, in the phase of throwing, the accumulated solids accumulated 992.6 g/m², which is 305.3 g/m² more compared to the control.

Key words: oats, organic fertilizers «Bioproperty», «Bioactive», «Biochrome», photosynthetic productivity.

Рецензенти:

Кривенко І.С. – д-р біол. наук

Дегодюк С.Е. – канд.с.-г.наук

Стаття надійшла до редакції 07.03.2018 р.