3. Терехов А.И. Интенсификация и снижение себестоимости производства зернобобовых культур /А.И. Терехов /Бюллетень НТИ ВНИИЗ и КК. – 1981. –Т.29.-С.3-8.
4. Медведовський О.К.. Енергетичний аналіз інтенсивних технологій в сільськогосподарському виробництві /О.К. Медведовський, П.І. Іваненко – К.: Урожай, 1988. – 208 с.
5. Єщенко В.О. Основи наукових досліджень в агрономії /В.О. Єщенко, П.Г. Копитко, В.П. Опришко, П.В. Костогриз; За ред.. В.О. Єщенка. – К.: Дія. – 2005. – 288 с.
6. Тараріко Ю.О., Несмашна О.Є, Глущенко Л.Д. Енергетична оцінка систем землеробства і технологій вирощування сільськогосподарських культур. Методичні рекомендації. – К.: Нора-прінт, 2001. – 60 с.
7. Бахмат О. М. Енерго-економічна ефективність вирощування сої в умовах південної частини західного Лісостепу України /О. М. Бахмат, Ю. В. Гойсюк //Корми і кормовиробництво: міжвід. темат. наук. зб. – Вінниця, 2005. – Вип. 55. – С. 42–48.
8. Голунова Л.А. Регуляція продукційного процесу і симбіотичної азотфіксації сої за допомогою ретардантів: автореф. дис. … канд. біол. наук: 03.00.12 /Голунова Людмила Андріївна; В.о. Ін-т фізіології і генетики НАН України. – К.: Б.в., 2013. – 20 с.

УДК 633.171

ОЦІНКА ФОТОСИНТЕТИЧНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ПРОСА В УМОВАХ ПІВДЕННОГО СТЕПУ УКРАЇНИ

Шевель В.І. *– аспірант, Миколаївський національний аграрний університет*

Викладено результати досліджень з вивчення фотосинтетичної діяльності посівів проса посівного при вирощуванні його в незрошуваних умовах Степу України залежно від прийомів агротехніки. Встановлено, що найкращі умови для фотосинтезу рослин створювалися за сівби у перший, ранній строк та внесення розрахункової дози мінерального добрива. Коефіцієнт ЧПФ найвищим був по сортах Таврійське та Константинівське – 3,63-5,23 та 3,13-4,97 г/м^2 за добу, тоді як по сорту Східне він був меншим на 3-23 % залежно від строку сівби та фону мінерального живлення.

Ключові слова: *просо, сорт, строк сівби, фон живлення, фотосинтетичний потенціал, чиста продуктивність фотосинтезу.*

Шевель В.И. Оценка фотосинтетической деятельности проса в условиях южной степи Украины

Изложены результаты исследований по изучению фотосинтетической деятельности посевов проса посевного при выращивании его в неорошаемых условиях Степи Украины в зависимости от приемов агротехники. Установлено, что лучшие условия для фотосинтеза растений создавались при посеве в первый, ранний срок и внесении расчетной дозы минерального удобрения. Коэффициент ЧПФ высоким был по сортам Таврийское и Константиновское – 3,63-5,23 и 3,13-4,97 г/м^2 в сутки, тогда как по сорту Восточное он был меньше на 3-23% в зависимости от срока сева и фона минерального питания.

Ключевые слова: *просо, сорт, срок посева, фон питания, фотосинтетический потенциал, чистая продуктивность фотосинтеза.*

Shevel V.I. Evaluation of photosynthetic activity of millet under the conditions of the Southern Steppe of Ukraine

The paper presents the results of research on photosynthetic activity of millet crops under rainfed conditions of the Steppe of Ukraine depending on agricultural practices. It shows that the best conditions for plant photosynthesis were created after early seeding and application of mineral fertilizers at estimated rates. Net productivity of photosyntesis was high for varietes Tavriyskoe and Konstantinovskoe – 3.63-5.23 and 3.13-4.97 g/m^2 per day, whereas in Vostochnoe variety it was 3-23% lower depending on sowing dates and mineral nutrition background.

Keywords: *millet, varietes, sowing date, nutrition background, photosyntetic potential, net productivity of photosyntesis.*

Постановка проблеми. Швидкість фотосинтезу визначає рівень формування врожаю. У зв'язку з цим, стимулювання процесу фотосинтезу рослин служить реальною основою у вирішенні проблеми підвищення врожайності культур [1, с. 35; 2, с. 5]. Найвищі та найкращі за якістю врожаї проса можна отримати тільки в посівах, які мають оптимальну за розмірами площу листя і оптимальним ходом її формування, що буде забезпечуватись раціональним використанням елементів мінерального живлення, кращими строками сівби культури, адаптивними сортами. Із появою нових сортів проса виникла потреба встановити, як змінюються показники фотосинтетичної діяльності у посівах в залежності від прийомів агротехніки, адже між цими величинами та врожайністю рослин існує тісна пряма та зворотна кореляційна залежність. В умовах південного Степу України це питання вивчено недостатньо.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Основна фізіологічна властивість у рослин проса полягає в тому, що фотосинтез у його рослин здійснюється за типом C_4 (подібно до рослин сорго і кукурудзи та інших рослин тропічного кліматичного поясу), тоді як у більшості культур помірної кліматичної зони – за типом C_3. Дослідниками [3, с. 73] встановлено, що головною відмітністю між ними є те, що рослини типу C_4 менш вимогливі до насичення повітря CO_2 (насичення наближене до природної концентрації - 0,03%), і досить високе його засвоєння відбувається за рахунок низького виділення під час фотодихання.

За даними А.Г. Просвіркіної [4, с. 37], кількість листків у різних сортів проса варіює від 8 до 12, а індекс листкової поверхні в період максимального розвитку (викидання волоті). У дослідженнях А.В. Соловьева максимальна площа листя в середньому за чотири роки по сорту-стандарту становила 35,0 тис. м^2/га, а по сортах Саратовское 3, Саратовское 6, Саратовское 8, Волгоградское 4, Ильиновское, Камышинское 95, Саратовское 10, Камышинское 98 и Золотистое вона була вищою відповідно на 0,9; 1,1; 4,1; 4,4; 6,1; 1,8; 3,7; 1,3 і 1,1 тис. м^2/га [5, с. 15]. Максимальна площа була сформована до фази викидання волоті і «працювала» на урожай в середньому 23 дні.

Так як максимальна площа листя характеризує стан посіву за короткий період життя рослин, для оцінки продуктивності посівів необхідно визначити сумарну роботу площі листів протягом усього вегетаційного періоду, застосувавши при цьому показник фотосинтетичного потенціалу (ФП). На думку вчених-фізіологів, ФП повинен складати не менше 2 млн. м^2/га на добу в розраху-

нку на кожні 100 діб фактичної вегетації. У дослідженнях В.Ф. Камінського [6, с. 83] найбільшим абсолютним значенням ФП характеризувався сорт Омріяне – (1,91 млн. $м^2$/га за добу), яке забезпечив варіант внесенням $N_{60}K_{90}$. У сорту проса Чабанівське відмічено найбільший показник ФП за внесення $N_{60}K_{30}$ (1,67 млн $м^2$/га за добу).

Одним із важливих показників, що характеризують динаміку формування врожаю, є чиста продуктивність фотосинтезу (ЧПФ). Цей показник характеризує процес утворення кількості сухої органічної речовини одним квадратним метром площі асиміляційної поверхні за добу. Формування врожаю проходить при складній взаємодії рослинного організму з навколишнім середовищем та ґрунтом. Значення оптимізації умов живлення та вологозабезпечення полягає, перш за все, у тому, що воно збільшує фотосинтетичну продуктивність рослин, тобто підвищує кількість органічних речовин, утворених при фотосинтезі і направляє їх на перетворення в запасні речовини до тих органів, що дають урожай. Задовільними є показники чистої продуктивності фотосинтезу, які мають значення в межах 3-4 г/$м^2$ за добу, хороші – 4-6, дуже хороші – понад 6 г сухої речовини на 1 $м^2$ площі листків за добу [7, с. 261].

Результати досліджень О.І. Рудник-Іващенко [1, с. 38] показали, що більшість листків рослин проса, як і інші органи, незалежно від сортів і групи стиглості, довго зберігають фотосинтетичну здатність у 2-й половині вегетації. Це свідчить про те, що налив зерна в проса добре забезпечений роботою асиміляційного апарату.

Постановка завдання. Оцінити фотосинтетичну активність рослин проса залежно від сортів, строків сівби та фонів удобрення. Дослідження проводили на базі НВА «Землеробець» Жовтневого району Миколаївської області упродовж 2008-2010 рр. за наступною схемою: фактор А – сорт: Константинівське, Таврійське, Східне; фактор В – строк сівби: І декада травня, ІІ декада травня, ІІІ декада травня; фактор С – фон живлення: без добрив, $N_{40}P_{30}$, розрахункова доза добрив на врожайність 4 т/га. Ґрунт дослідної ділянки – чорнозем південний малогумусний. Площа посівної ділянки 75 $м^2$, облікової – 50 $м^2$, повторність чотириразова. Агротехніка в досліді була загальноприйнятою для південного Степу України, крім тих елементів, що досліджувалися. Площу листкової поверхні визначали методом «висічок» [8, с. 152] у такі фази вегетації – кущіння, вихід у трубку, викидання волоті, достигання зерна, накопичення сухої речовини – методом висушування проб до постійної маси при температурі 105 ºС. Фотосинтетичний потенціал та чисту продуктивність фотосинтезу посівів обраховували за відповідними формулами [8, с. 153].

Виклад основного матеріалу дослідження. Результати наших досліджень показали, що площа листової поверхні проса варіює в широких межах і залежить від фази розвитку, сорту, строку сівби і фону живлення. Своєї максимальної величини фотосинтезуюча поверхня проса досягає у фазу цвітіння – 21,6-25,8 тис. $м^2$/га, тобто в порівнянні з фазою кущіння площа асиміляційної поверхні проса збільшується у 1,8 разів, причому ріст площі листя відбувався як за рахунок збільшення розмірів листових пластинок, так і їхньої кількості. Надалі цей показник зменшується внаслідок усихання листків і формування генеративних органів.

Максимальна площа листя у середньому по сортах спостерігалася за сівби у перший строк – 19,5 тис. $м^2$/га. За сівби у другий строк цей показник зменшувався на 1,6 тис. $м^2$/га або 9 %, за сівби у третій строк – на 3,2 тис. $м^2$/га або 20 % порівняно з першим.

Реалізація потенційної продуктивності сортів висуває вимоги до формування оптимальної площі листя як основного органу фотосинтезу, при якій рослини проявляють свою максимальну здатність вловлювати вуглекислоту з повітря і фотосинтетичний активну радіацію (ФАР). Аналіз результатів наших досліджень показав, що середня площа листя за вегетацію змінювалася як у часі, так і у розрізі сортів. В середньому за 2008-2010 рр. в середня площа листя у сорту Східне становила 15,4 тис. $м^2$/га, що було нижче, ніж у сорту Константинівське на 2,1 тис. $м^2$/га, та порівняно з сортом Таврійське на 5,5 тис. $м^2$/га.

Наші спостереження показали, що при поліпшенні умов мінерального живлення спостерігався більш інтенсивний розвиток листової поверхні рослин проса. У середньому по періодах вегетації внесення дози добрив $N_{40}P_{30}$ збільшувало площу асиміляційної поверхні по сорту Константинівське в залежності від строку сівби на 4,0-4,6 тис. $м^2$/га у порівнянні з неудобреним варіантом, внесення ж розрахункової дози добрив сприяло підвищенню цього показника на 9,6-10,1 тис. $м^2$/га.

По сорту Східне відзначали аналогічну закономірність: внесення $N_{40}P_{30}$ збільшувало площу листків на 3,6-5,1 тис. $м^2$/га у порівнянні з неудобреним контролем, а внесення розрахункової дози добрив сприяло підвищенню цього показника на 7,3-9,5 тис. $м^2$/га. По сорту Таврійське удобрення $N_{40}P_{30}$ збільшувало площу листків на 4,5-5,3 тис. $м^2$/га у порівнянні з неудобреним контролем, а внесення розрахункової дози добрив на запланований врожай 4 т/га сприяло підвищенню цього показника на 12,8-15,2 тис. $м^2$/га.

Фотосинтетичний потенціал є інтегральним показником фотосинтезу рослин та важливою ознакою, пов’язаною із врожаєм. Нами було встановлено, що у початкові періоди росту і розвитку рослин проса (*кущіння-вихід в трубку*) ФП невисокий і коливається від 0,11 до 0,47 млн. $м^2$ у добу/га залежно від варіанту досліду. У наступні ж міжфазні періоди цей показник зростав, досягаючи максимальної величини у період *викидання волоті–достигання зерна* – 0,67-0,78 млн. $м^2$ у добу/га (середнє по сортах та фонах живлення).

Збільшення асиміляційної поверхні у сорту Таврійське в порівнянні з сортами Костантинівське та Східне сприяло і підвищенню ФП посівів даного сорту – на 0,17-0,26 млн. $м^2$ у добу/га або 23-39 % у період *викидання волоті–достигання зерна* (середнє по фонах живлення і строках сівби). В інші міжфазні періоди спостерігали аналогічну закономірність.

При внесенні добрив показник ФП також зростав. Максимальну величину ФП спостерігали саме в період *викидання волоті-достигання* – у варіанті з внесенням розрахункової дози добрив він склав 1,02 млн. $м^2$ за добу/га (середнє по сортах та строках сівби), в тому числі у посівах сорту Костантинівське 0,97 млн. $м^2$ за добу/га, у посівах сорту Східне – 0,83 млн. $м^2$ за добу/га, у посівах сорту Таврійське – 1,26 млн. $м^2$ за добу/га.

Максимальний рівень фотосинтетичного потенціалу формувався у посівах проса за сівби у перший строк – 0,82 млн. $м^2$ за добу/га по сорту Костанти-

нівське, 0,76 млн. м^2 за добу/га по сорту Східне, 1,02 млн. м^2 за добу/га по сорту Таврійське в період *викидання волоті-достигання* (середнє по фонам живлення). Сівба проса у пізніші строки призводила до зниження даного показника на 11-29 % порівняно із першим строком.

ЧПФ — дуже пластичний показник, який змінюється під впливом багатьох факторів, але є специфічним для різних сортів. Найвищі показники чистої продуктивності фотосинтезу посіви проса формували у період *виходу у трубку-викидання волоті* – від 3,92 до 4,56 г/м^2 за добу у середньому за строками сівби та фонами живлення залежно від сорту. За періоди вегетації *кущіння-вихід у трубку*, коли площа листкової поверхні була меншою, коефіцієнт ЧПФ не міг бути високим, тому цілком логічно, що він становив від 2,49 до 3,35 г/м^2 за добу у середньому за строками сівби та фонами живлення залежно від сорту.

Коефіцієнт ЧПФ найвищим був по сортах Таврійське та Константинівське – 3,63-5,23 та 3,13-4,97 г/м^2 за добу у періоди *виходу у трубку-викидання волоті*, тоді як по сорту Східне він був меншим на 3-23 % залежно від строку сівби та фону мінерального живлення.

Нашими дослідженнями було встановлено, що чиста продуктивність фотосинтезу залежить від внесених добрив. Застосування мінеральних добрив дозволило сформувати більшу площу листкової поверхні у проса, що позитивно вплинуло на продуктивність роботи фотосинтезуючого апарату рослин. Найкращі умови для фотосинтезу рослин створюються у варіанті, де передбачали внесення розрахункової дози мінерального добрива: у період *кущіння-вихід у трубку* – 3,12 г/м^2 за добу, *виходу у трубку-викидання волоті* – 4,59 г/м^2 за добу, *викидання волоті-дозрівання* – 3,26 г/м^2 за добу (середнє по сортах та фонах живлення). Близькі за значеннями ці показники були зафіксовані на фоні $N_{30}P_{40}$: у період *кущіння-вихід у трубку* – 2,90 г/м^2 за добу, *виходу у трубку-викидання волоті* – 4,30 г/м^2 за добу, *викидання волоті-дозрівання* – 2,93 г/м^2 за добу. Найнижчими показники ЧПФ спостерігалися у неудобрених варіантах: у період *кущіння-вихід у трубку* вони становили у середньому 2,64 г/м^2 за добу, *виходу у трубку-викидання волоті* – 3,69 г/м^2 за добу, *викидання волоті-дозрівання* – 2,69 г/м^2 за добу.

Встановлено, що при запізненні зі строками сівби знижувалася не тільки площа листя та фотосинтетичний потенціал посівів проса – показники чистої продуктивності фотосинтезу також знижувались. За оптимального строку сівби проса складаються більш сприятливі умови зволоження, живлення та освітлення, що сприяє підвищенню даного показника на 11-27 %. Найбільші показники ЧПФ спостерігалися за сівби культури у перший строк: у період *кущіння-вихід у трубку* – 321 г/м^2 за добу, *виходу у трубку-викидання волоті* – 4,67 г/м^2 за добу, *викидання волоті-дозрівання* – 3,37 г/м^2 за добу (середнє по сортах та фонах живлення).

Висновки. У рослин проса посівного фотосинтезуюча поверхня досягає своєї максимальної величини проса у фазу цвітіння – 21,6-25,8 тис. м^2/га в залежності від строку сівби в середньому по сортам і фонам живлення. Запізнення із сівбою на 10-20 днів призводить до зменшення цього показника на 1,6-3,2 тис. м^2/га або 9-20 %. В середньому за вегетацію найбільш потужний листковий апарат формували рослини сорту Таврійське у варіанті з внесенням розрахункової дози мінерального добрива за сівби культури у перший, ранній

строк – 42,7 тис. $м^2$/га у фазу цвітіння.

Максимальна величина фотосинтетичного потенціалу спостерігається у період *викидання волоті-достигання*, у варіанті з внесенням розрахункової дози добрив він був найвищим – 1,02 млн. $м^2$ за добу/га (середнє по сортах та строках сівби). Найбільшим рівень фотосинтетичного потенціалу формувався у посівах проса за сівби у перший строк – 0,82 млн. $м^2$ за добу/га по сорту Костантинівське, 0,76 млн. $м^2$ за добу/га по сорту Східне, 1,02 млн. $м^2$ за добу/га по сорту Таврійське.

Найвищі показники чистої продуктивності фотосинтезу посіви проса формували у період *виходу у трубку-викидання волоті* – від 3,92 до 4,56 г/$м^2$ за добу у середньому за строками сівби та фонами живлення залежно від сорту. Максимальні величини ЧПФ спостерігалися за сівби сорту Таврійське у перший, ранній строк на фоні розрахункової дози удобрення – 5,23 г/$м^2$ за добу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Рудник-Іващенко О.І. Особливості фотосинтезу рослин проса посівного / О.І. Рудник-Іващенко, Л.В. Григоращенко // Вісник аграрної науки. – 2010. - № 7. - С. 35-38.
2. Ничипорович А.А. О путях повышения продуктивности фотосинтеза растений в посевах / А.А. Ничипорович // Фотосинтез и вопросы продуктивности растений. – М.: Изд-во АН СССР, 1963. – С. 5-35.
3. Bidwell N.G.S. Plant physiology / Queen's Univ. Kingston, Ontario. N.Y., Macmillan Publ. Co., 1974. - 206 p.
4. Просвиркина А.Г. Агрометеорологические условия и продуктивность проса. – Л.: Гидрометеоиздат, 1987. – С. 31-37.
5. Соловьев А.В. Площадь листьев и фотосинтетический потенциал проса / Соловьев А.В, Каюмов М.К. // Зерновое хозяйство. – 2004. - №7. – С. 14-16.
6. Камінський В.Ф. Площа листкового апарату та фотосинтетична продуктивність посівів проса за різних рівнів мінерального живлення / В.Ф. Камінський, О.В. Глієва // Збірник наукових праць ННЦ “Інститут землеробства НААН”. – 2014. - № 3. - С. 79-84.
7. Добрунов Л.Г. Продуктивность фотосинтеза различных растений в связи с условиями возделывания растений / Л.Г. Добрунов // Проблемы фотосинтеза. Изд-во АН СССР, 1959. – С. 261-263.
8. Практикум по физиологии растений: Учеб. пособие / Под редакцией Н.Н. Третьякова. – М.: Агропромиздат, 1990. – 271 с.