

УДК 633.494:631.526.3:631.56
DOI: 10.37128/2707-5826-2020-3-7
**ФОТОСИНТЕТИЧНА
ПРОДУКТИВНІСТЬ
ОДНОВИДОВИХ ТА
СУМІСНИХ ПОСІВІВ
ЦУКРОВОГО СОРГО ІЗ СОЄЮ**

В. Г. ЛИПОВИЙ, канд. с.-г. наук,
доцент,
Вінницький національний аграрний
університет
О. А. ШЕВЧУК, канд. біол. наук,
доцент
О. В. КНЯЗЮК, канд. с.-г. наук,
доцент, Вінницький державний
педагогічний університет імені
Михайла Коцюбинського

У статті наведено результати досліджень з оцінки впливу технологічних прийомів на продуктивність одновидових та сумісних посівів цукрового сорго із соєю, а зокрема способи їх сівби та удобрення.

Листок є основним органом рослини, що має найвищу інтенсивність фотосинтезу та поглинає найбільше енергії сонця.

Застосування мінеральних добрив позитивно впливало на загальну величину листкової поверхні. В роки досліджень при вивчаючих способах сівби і строках визначення площі листків на ділянках, де вносились мінеральні добрива вона була більшою ніж на ділянках без добрив. Так, в середньому за 2018-2019 рр. в фазі викидання волотей на ділянках, де сорго цукрове висівали сумісно із соєю за схемою один рядок сорго + один рядок сої при внесенні $N_{120}P_{90}K_{120}$ площа листкової поверхні склала 30,1 тис.м²/га на ділянках без добрив – 21,0 тис. м²/га.

Встановлено, що найбільша площа асиміляційної поверхні листків в середньому за два роки (41,3 тис.м²/га) була в фазі молочної стиглості зерна при сівбі два рядка сорго + один рядок сої і внесенні $N_{120}P_{90}K_{120}$.

Для ефективного використання сонячної енергії велике значення має не тільки розмір площі поверхні листків, але й тривалість її активної роботи. Для характеристики фотосинтетичної роботи посіву за період вегетації використовують показник – фотосинтетичний потенціал.

Максимальна ж величина фотосинтетичного потенціалу рослин сорго в середньому за роки досліджень одержана в кінці вегетації (2,81 млн.м²дн./га) на ділянках де його висівали сумісно із соєю при способі сівби два рядка сорго + один рядок сої та внесенні доз $N_{120}P_{90}K_{120}$.

Ключові слова: площа листкової поверхні, фотосинтетичний потенціал, сорго цукрове, спосіб сівби, удобрення.

Табл. 2. Літ. 7.

Постановка проблеми. Розширення посівних площ найбільш цінних культур, заміна малопродуктивних сортів і гібридів більш урожайними є суттєвим резервом закріплення кормової бази і покращення її якості.

Сорго відноситься до групи важливих хлібних, кормових і технічних рослин і займає 45 місце за площею посіву у світі. Це досить посухостійка культура. Добре переносить повітряну і ґрунтову посухи, здатна впадати у анабіоз, не гине, а при надходженні нормальних умов знову продовжує період вегетації [1].

Великою перевагою даної культури є її універсальність у використанні, адже вона дає практично всі види кормів – зерно, зерносінаж, зелений корм, силос, сіно, гранули і брикети. Тому реалізація агробіологічного та виробничого потенціалу соргових культур, їх інтродукції, виробництва, споживання та використання в умовах сучасного аграрного виробництва України набуває надзвичайної перспективи.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Актуальною проблемою рослинництва є підвищення фотосинтетичної продуктивності рослин. Відомо, що від потенційної роботи фотосинтетичного апарату залежить урожайність усіх сільськогосподарських рослин, і зокрема сорго цукрового. Причому, в процесі фотосинтезу утворюється 90 – 95% всієї сухої маси врожаю. Відомо, що енергія сонячної радіації є рушійною силою процесу фотосинтезу. Даний процес використовує не весь спектр сонячної радіації, а лише ту частину, яка надходить в інтервалі довжини хвиль від 0,38 до 0,71 мкм – фотосинтетично-активною радіацією (ФАР). Показники фотосинтетичної діяльності рослин широко застосовують у практиці програмування врожаю сільськогосподарських культур. Тому головною проблемою рослинництва є визначення оптимальних умов для фотосинтетичної продуктивності та підвищення коефіцієнту [2].

У роботах вітчизняних вчених вказується, що фотосинтетична продуктивність рослин залежить від площі асиміляційної поверхні [3, 4], інтенсивності фотосинтезу, добового приросту біомаси, коефіцієнта використання сонячної енергії і ін. [5, 6]. У рослин із більшою площею листової поверхні інтенсивніше відбувається накопичення органічної речовини рослинами сорго, що у кінцевому результаті призводить до підвищення урожайності культури.

Відомо, що існує певна кореляційна залежність між розміром листової поверхні та рівнем врожаю. При застосуванні добрив можна збільшити як розмір, так і продуктивність асиміляційної поверхні рослин. Збільшення норми внесення добрив призводить до відповідного збільшення площі листової поверхні і фотосинтетичного потенціалу посівів [7].

Формування цілей статті полягає в встановленні впливу способів сівби та удобрення на фотосинтетичну продуктивність одновидових та сумісних посівів сорго цукрового із соєю.

Виклад основного матеріалу. Листок, як відомо це орган рослинного організму, який здатний поглинати найбільше енергії сонця, на відмінну від інших органів, і має найвищу інтенсивність фотосинтезу. Інтенсивність

накопичення сухої речовини рослини залежить від розвитку листкової поверхні. Рослини ж, що мають досить високу інтенсивність асиміляції кожного окремого листка, але з незначною листковою поверхнею, характеризуються слабким ростом і накопичують обмежену кількість органічних речовин [2]. Визначення сумарної площі листя має самостійне наукове значення при виявленні кореляції між нею та продуктивністю культури, тому виникає необхідність визначення цього показника.

Наші дослідження свідчать, що розміри і темпи наростання асиміляційної поверхні рослин сорго цукрового в одновидових та його сумісних посівах із соєю значно змінювалися в залежності від умов вологозабезпечення вегетаційного періоду конкретного року і вона формувалась в роки проведення досліджень до закінчення фази молочної стиглості зерна (Табл. 1).

Таблиця 1

Площа листкової поверхні рослин цукрового сорго в одновидових і сумісних посівах із соєю залежно від удобрення, тис. м²/га (середнє за 2018-2019 рр.)

Способи сівби	Фази росту та розвитку			
	кущення	викидання волотей	молочна стиглість	молочно-воскова стиглість
Без добрив				
Сорго – одновидовий посів	6,28	19,9	29,6	27,2
Один рядок сорго + один рядок сої	6,34	21,0	30,2	28,1
Два рядка сорго + один рядок сої	6,94	22,5	31,6	29,6
N ₆₀ P ₄₅ K ₆₀				
Сорго – одновидовий посів	6,95	23,1	33,6	29,8
Один рядок сорго + один рядок сої	7,04	24,8	34,7	32,2
Два рядка сорго + один рядок сої	7,81	28,1	37,1	36,2
N ₁₂₀ P ₉₀ K ₁₂₀				
Сорго – одновидовий посів	7,51	28,4	37,8	35,3
Один рядок сорго + один рядок сої	7,63	30,1	39,2	37,1
Два рядка сорго + один рядок сої	7,81	31,3	41,3	39,2

Джерело сформовано на основі результатів досліджень

В середньому за 2018–2019 рр. в фазі молочно стиглість при сівбі за схемою сівби один рядок сорго + один рядок сої та внесенні N₆₀P₄₅K₆₀ площа асиміляційної поверхні становила 34,7 тис. м²/га, а на ділянках за схемою сівби

два рядка сорго + один рядок сої – 37,1 тис.м²/га, а в фазі молочно-воскова стиглість відповідно 32,2 та 36,2 тис. м²/га. Така ж тенденція спостерігалась і на ділянках без внесення добрив, так і при внесенні N₁₂₀P₉₀K₁₂₀.

Застосування мінеральних добрив позитивно впливало на загальну величину листової поверхні. В роки досліджень при вивчаючих способах сівби і строках визначення площі листків на ділянках, де вносились мінеральні добрива вона була більшою ніж на ділянках без добрив. Так, в середньому за 2018-2019 рр. в фазі викидання волотей на ділянках, де сорго цукрове висівали сумісно із соєю за схемою один рядок сорго + один рядок сої при внесенні N₁₂₀P₉₀K₁₂₀ площа листової поверхні склала 30,1 тис.м²/га на ділянках без добрив – 21,0 тис. м²/га. Така ж тенденція спостерігалась на інших варіантах.

Аналізуючи динаміку наростання асиміляційної поверхні сорго цукрового в онтогенезі рослин слід відмітити, що такий фактор, як спосіб сівби також впливав на неї. Так, в середньому за два роки максимальна площа листків (41,3 тис.м²/га) була в фазі молочної стиглості зерна при сівбі два рядка сорго цукрового + один рядок сої і внесенні N₁₂₀P₉₀K₁₂₀. Яка була більшою на 3,1 тис.м²/га порівняно з одновидовим посівом сорго цукровим і на – 1,7 тис.м²/га при посіві за схемою один рядок сорго + один рядок сої.

Таким чином найбільш сприятливі умови для формування площі листової поверхні створюються при сівбі за схемою два рядка сорго + один рядок сої на ділянках із внесенням мінеральних добрив.

Крім розміру асиміляційної поверхні рослин сорго цукрового важливе значення має її активність роботи. Для її характеристики посіву використовують такий показник, як фотосинтетичний потенціал (ФП). Він характеризує сумарну площу листової поверхні за весь вегетаційний період, формування асиміляційної поверхні сорго цукрового в зв'язку з умовами які впливають на її розвиток. Фотосинтетичний потенціал повніше ніж площа листової поверхні характеризує реальні можливості синтезу органічної речовини в по посіві. Якщо ФП посіву досягає оптимальної величини то тоді забезпечується висока продуктивність посіву. На кожні 100 днів вегетації рослин фотосинтетичний потенціал повинен складати не менше як два млн.м²/га.[2].

Фотосинтетичний потенціал рослин сорго цукрового в наших дослідженнях збільшувався на протязі всього вегетаційного періоду при вивчаючих технологічних прийомах. Так, в період повні сходи – кушіння на ділянках не залежно від удобрення фотосинтетична активність посіву зростала в незначних розмірах і складала – 0,112-0,139 млн. м²дн./га, . Проте з часом ця різниця збільшувалась і в кінці вегетаційного періоду досягла максимальної величини (2,15-2,81млн. м²дн./га) (Табл. 2).

Таблиця 2

Вплив удобрення на фотосинтетичний потенціал одновидових і сумісних посівів сорго цукрового із соєю, млн. м²дн./га (середнє за 2018-2019 рр.)

Способи сівби	Фази росту та розвитку			
	повні сходи – кущіння	кущіння – викидання волотей	викидання волотей - цвітіння	цвітіння – молочна стиглість
Без добрив				
Сорго – одновидовий посів	0,112	1,15	1,41	2,15
Один рядок сорго + один рядок сої	0,119	1,26	1,51	2,26
Два рядка сорго + один рядок сої	0,121	1,42	1,58	2,35
N ₆₀ P ₄₅ K ₆₀				
Сорго – одновидовий посів	0,121	1,36	1,66	2,39
Один рядок сорго + один рядок сої	0,128	1,47	1,74	2,49
Два рядка сорго + один рядок сої	0,130	1,63	1,82	2,58
N ₁₂₀ P ₉₀ K ₁₂₀				
Сорго – одновидовий посів	0,129	1,56	1,90	2,63
Один рядок сорго + один рядок сої	0,137	1,67	1,97	2,71
Два рядка сорго + один рядок сої	0,147	1,84	2,05	2,81

Джерело сформовано на основі результатів досліджень

Нами встановлено, що внесення мінеральних добрив сприяло збільшенню фотосинтетичного потенціалу. Причому найбільші його показники були у сорго цукрового, як в одновидовому посіві так і сумісно із соєю, яку вирощували при внесенні N₁₂P₉₀K₁₂₀. Так, до кінця вегетаційного періоду (період від цвітіння до молочної стиглості зерна) фотосинтетичний потенціал при внесенні N₁₂₀P₉₀K₁₂₀ складав 2,63 – 2,81 млн.м².дн./га, на ділянках без добрив він був меншим на 0,28 – 0,66 млн. м².дн./га, порівняно із удобреними ділянками.

Крім умов мінерального живлення, на фотосинтетичний потенціал рослин сорго цукрового впливали також способи сівби його сумісно із соєю. Так, при висіві їх (два рядка сорго + один рядок сої) в період викидання волотей – цвітіння і внесенні N₁₂₀P₉₀K₁₂₀ він складав 2,05 млн.м²/га, що на 0,08 млн.м²/га більше порівняно з варіантами де сорго сумісно із соєю висівали через рядок і на 0,15 млн.м²/га порівняно із одновидовим посівом сорго.

Максимальна ж величина фотосинтетичного потенціалу рослин сорго в середньому за два роки досліджень (2018-2019 рр.) одержана в кінці вегетації

(2,81 млн.м²дн./га) на ділянках де його висівали сумісно із соєю при способі сівби два рядка сорго + один рядок сої та внесенні доз N₁₂₀P₉₀K₁₂₀.

Таким чином, у всі фази визначення мінеральні добрива істотно впливають на формування у рослин цукрового сорго більшої площі листової поверхні та фотосинтетичного потенціалу порівняно з неудобреними ділянками. Найкращими ці показники були у варіантах із застосуванням оптимальних в досліді мінеральних норм добрив N₁₂₀P₉₀K₁₂₀.

Висновки і перспективи подальших досліджень. Фотосинтетична продуктивність рослин сорго цукрового, як в одновидових, так і в сумісних посівах із соєю залежала від величини і тривалості роботи асиміляційної поверхні. Найбільша площа листової поверхні (41,3 тис.м²/га) формувалась при внесенні N₁₂₀P₉₀K₁₂₀, за способом сівби два рядка сорго + один рядок сої в фазі молочної стиглості зерна. Максимальна величина фотосинтетичного потенціалу рослин (2,81 млн. м²дн./га) в середньому за два роки досліджень одержана в кінці вегетації (період цвітіння – молочна стиглість) при внесенні N₁₂₀P₉₀K₁₂₀ та способі сівби два рядка сорго + один рядок сої.

Список використаної літератури

1. Бритвин В. В., Болдырева Л. Л. Сахарное сорго – универсальная культура. *Сельскохозяйственные науки: научный сборник*. Симферополь: ЮФ «КАТУ» НАУ. 2007. № 104. С. 259-263.
2. Шадчина Т. М., Гуляев Б. І., Кірізій Д. А., Стасик О. О., Прядкіна Г. О., Стороженко В. О. Регуляція фотосинтезу і продуктивність рослин: фізіологічні та екологічні аспекти. К.: Фітосоціоцентр. 2006. 384 с.
3. Липовий В. Г., Шевчук О. А., Гуцол Г. В. та ін. Особливості формування продуктивності різних сортів топінамбура. *Збірник наукових праць ВНАУ. Сільське господарство та лісівництво*. 2019. № 4. С. 79-87.
4. Князюк О. В., Шевчук О. А., Липовий В. Г., О. В. Ватаманюк Ріст, розвиток та насіннева продуктивність розторопші плямистої залежно від застосування ретардантів, строків та способу посіву. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. 2019. № 2. С. 60-64.
5. Князюк О. В., Липовий В. Г., Підпалій І. Ф. Вплив технологічних прийомів вирощування на фотосинтетичну продуктивність гібридів кукурудзи. *Агробіологія. Зб. наук. праць БДАУ*. 2012. № 1. С 116-120.
6. Липовий В. Г., Князюк О. В., Шевчук О. А. Продуктивність сумісних посівів кукурудзи з бобовими культурами на силос залежно від елементів технології вирощування та регуляторів росту. *Збірник наукових праць ВНАУ. Сільське господарство та лісівництво*. 2018. № 10. С. 74-83.
7. Князюк О. А., Шевчук О. А., Липовий В. Г. Продуктивність сумісних посівів кукурудзи з сорго цукровим на силос залежно від елементів технології вирощування. *Збірник наукових праць ВНАУ. Сільське господарство та лісівництво*. 2018. № 11. С. 106-113.

Список використаної літератури у транслітерації / References

1. Britvin V. V., Boldyireva L. L. (2007). Saharnoe sorgo – universalnaya kultura [*Sugar sorghum is a versatile crop.*]. Selskohozyaystvennyie nauki: nauchnyiy sbornik Simferopol: YuF «KATU» NAU. № 104. 259-263. [in Ukrainian].
2. Shadchyna T. M., Huliaiev B. I., Kirizii D. A., Stasyk O. O., Priadkina H. O., Storozhenko V. O. (2006). Rehuliatsiia fotosyntezy i produktyvnist roslin: fiziologichni ta ekolohichni aspekty [*Regulation of photosynthesis and plant productivity: physiological and ecological aspects*]. K.: Fitosotsiotsentr. [in Ukrainian].
3. Lypovyi V. H., Shevchuk O. A., Hutsol H. V. ta in. (2019). Osoblyvosti formuvannya produktyvnosti riznykh sortiv topinambura [*Features of the formation of productivity of various varieties of Jerusalem artichoke.*]. Zbirnyk naukovykh prats VNAU. Silske hospodarstvo ta lisivnytstvo – *Collection of scientific works of VNAU. Agriculture and forestry.* № 4. 79-87. [in Ukrainian].
4. Kniaziuk O. V., Shevchuk O. A., Lypovyi V. H., O. V. Vatamaniuk. (2019). Rist, rozvytok ta nasinnieva produktyvnist roztoropshi pliamystoi zalezno vid zastosuvannya retardantiv, strokiv ta sposobu posivu [*Growth, development and seed productivity of milk thistle, depending on the use of retardants, timing and method of sowing*]. *Visnyk Umanskoho natsionalnoho universytetu sadivnytstva – Bulletin of Uman National University of Horticulture.* № 2. 60-64. [in Ukrainian].
5. Kniaziuk O. V., Lypovyi V. H., Pidpalyi I. F. (2012). Vplyv tekhnolohichnykh pryiomiv vyroshchuvannya na fotosyntetychnu produktyvnist hibrydiv kukurudzy [*Influence of technological methods of cultivation on photosynthetic productivity of maize hybrids*]. *Ahrobiolohiia – Agrobiology.* Zb. nauk. prats BDAU. № 1. 116-120. [in Ukrainian].
6. Lypovyi V. H., Kniaziuk O. V., Shevchuk O. A. (2018). Produktyvnist sumisnykh posiviv kukurudzy z bobovymy kulturamy na sylos zalezno vid elementiv tekhnolohii vyroshchuvannya ta rehulatoriv rostu [*Productivity of compatible crops of corn with legumes for silage depending on the elements of cultivation technology and growth regulators*]. *Zbirnyk naukovykh prats VNAU. Silske hospodarstvo ta lisivnytstvo – Collection of scientific works of VNAU. Agriculture and forestry.* № 10. 74-83. [in Ukrainian].
7. Kniaziuk O. A., Shevchuk O. A., Lypovyi V. H. (2018). Produktyvnist sumisnykh posiviv kukurudzy z sorho tsukrovym na sylos zalezno vid elementiv tekhnolohii vyroshchuvannya [*Productivity of compatible crops of corn with sugar sorghum on silage depending on elements of technology of cultivation*]. *Zbirnyk naukovykh prats VNAU. Silske hospodarstvo ta lisivnytstvo – Collection of scientific works of VNAU. Agriculture and forestry.* № 11. 106-113. [in Ukrainian].

АННОТАЦИЯ

ФОТОСИНТЕТИЧЕСКАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ ОДНОВИДОВЫХ И СОВМЕСНЫХ ПОСЕВОВ САХАРНОГО СОРГО С СОЕЙ

В статье приведены результаты исследований по оценке влияния технологических приемов на продуктивность одновидовых и совместных посевов сахарного сорго с соей, а в частности способы их посева и удобрения.

Лист есть основным органом растения, который, поглощает больше энергии солнца и имеет самую высокую интенсивность фотосинтеза, .

Применение минеральных удобрений положительно влияло на общую величину листовой поверхности. В годы исследований при изучающих способах сева и сроках определения площади листьев на участках, где вносились минеральные удобрения, она была больше чем на участках без удобрений. Так, в среднем за 2018-2019 гг. в фазе выбрасывания метелок на участках, где сорго сахарное высевали совместно с соей по схеме один ряд сорго + один ряд сои при внесении $N_{120}P_{90}K_{120}$ площадь листовой поверхности составила 30,1 тыс. $m^2/га$ на участках без удобрений – 21,0 тыс. $m^2/га$.

Установлено, что наибольшая площадь ассимиляционной поверхности листьев в среднем за два года (41,3 тыс $m^2/га$) была в фазе молочной спелости зерна при посеве два ряда сорго + один ряд сои и внесении $N_{120}P_{90}K_{120}$.

Для эффективного использования солнечной энергии большое значение имеет не только размер площади поверхности листьев, но и продолжительность ее активной работы. Для характеристики фотосинтетической работы посева за период вегетации используют показатель – фотосинтетический потенциал.

Максимальная же величина фотосинтетического потенциала растений сорго сахарного в среднем за два года исследований (2018-2019 гг.) получена в конце вегетации (2,81 млн. $m^2/дн./га$) на участках, где его высевали совместно с соей при способе сева два ряда сорго + один ряд сои и внесении доз $N_{120}P_{90}K_{120}$.

Ключевые слова: *площадь листовой поверхности, фотосинтетический потенциал, сорго сахарное, способ посева, удобрения.*

Табл. 2. Лит. 7.

ANNOTATION

PHOTOSYNTHETIC PRODUCTIVITY OF SINGLE-SPECIES AND COMPATIBLE CROPS OF SUGAR SORGHUM WITH SOYBEANS

The article presents the results of research to assess the impact of technological methods on the productivity of single and compatible crops of sugar sorghum with soybeans, and in particular the methods of sowing and fertilizing.

The main organ of the plant that absorbs the most solar energy and has the highest intensity of photosynthesis is the leaf.

The use of mineral fertilizers had a positive effect on the total leaf surface. During years of the research with the study methods of sowing and the timing for

determination of total leaf surface in areas under mineral fertilizers were applied, it was greater than in areas without fertilizers. Thus, on average for 2018-2019 in the phase of ejection of panicles in areas where sugar sorghum was sown together with soybeans according to the scheme one row of sorghum + one row of soybeans under applying $N_{120}P_{90}K_{120}$ leaf surface was 30.1 thousand m^2/ha , and in areas without fertilizers - 21.0 thousand m^2/ha

It was found that the largest area of assimilation surface of leaves on average for two years (41.3 thousand m^2 / ha) was in the phase of milk ripeness of grain under sowing two rows of sorghum + one row of soybeans and $N_{120}P_{90}K_{120}$ consumption.

For the efficient use of solar energy is important not only the size of the leaf surface area but also the duration of its active work. Photosynthetic potential is used as an indicator for characterizing of the photosynthetic work of crops during the growing season.

The maximum value of the photosynthetic potential of sorghum plants on average for two years of research (2018-2019) was obtained at the end of the growing season (2.81 million m^2 days/ha) in areas where it was sown together with soybeans in the method of sowing two rows of sorghum + one-row soybeans and under application of $N_{120}P_{90}K_{120}$ doses.

Keywords: Leaf surface area, photosynthetic potential, sugar sorghum, method of sowing, fertilizer.

Tabl. 2. Lit. 7.

Інформація про авторів

Липовий Василь Григорович – кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри рослинництва, селекції та біоенергетичних культур Вінницького національного університету (21008, м. Вінниця, вул. Сонячна, 3).

Шевчук Оксана Анатоліївна – кандидат біологічних наук, доцент кафедри біології Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського (21001, м. Вінниця, вул. Острозького, 32. e-mail: shevchukoksana8@gmail.com).

Князюк Олег Вікторович – кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри біології Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського (21100, м. Вінниця, вул. Острозького, 32).

Липовий Василь Григорьевич – кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри рослинництва, селекції та біоенергетичних культур Вінницького національного аграрного університету (21008, г. Вінниця, ул. Солнечная 3).

Шевчук Оксана Анатольевна – кандидат біологічних наук, доцент кафедри біології Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського (21008, г. Вінниця, ул. Острозького, 32.)

Князюк Олег Викторович – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры биологии Винницкого государственного педагогического университета имени Михаила Коцюбинского (21100, г. Винница, ул. Островского, 32)

Lipovy Vasyl Grigorovich – PhD of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of plant production, selection and bioenergetic cultures of the Vinnytsia National Agrarian University (21008, Vinnytsya, Soniachna Str. 3).

Shevchuk Oksana Anatoliyvna – PhD of Biological Sciences, Associate Professor of department of of Biology, Vinnytsia State Pedagogical University named after Mikhail Kotsyubinsky (21001, Vinnitsa, Ostrozkogo St. 32)

Knyazyuk Oleg Viktorovich – PhD of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Biology, Vinnitsa State Pedagogical University named after Mikhail Kotsiubynsky (21100, Vinnitsa, Ostrozky St., 32)