

**original article** | UDC 633.179(477.4-292.485) 633.179(477.4-292.485) | doi: 10.31210/visnyk2022.02.06**FORMATION OF PHOTOSYNTHETIC PARAMETERS OF PLANTING AND BIOLOGICAL YIELD OF MILLET VARIETIES DEPENDING ON METHODS OF SOWING AND INTERCROPPING***M. Kostenko*ORCID  [0000-0002-6454-0191](https://orcid.org/0000-0002-6454-0191)Poltava State Agrarian Academy, 1/3 Skovorody str., Poltava, 36003, Ukraine
E-mail: maksym.kostenko@pdaa.edu.ua

How to Cite

Kostenko, M. (2022). Formation of photosynthetic parameters of planting and biological yield of millet varieties depending on methods of sowing and intercropping. Bulletin of Poltava State Agrarian Academy, (2), 57–65. doi: 10.31210/visnyk2022.02.06

During the experiment, the influence of predecessors, sowing methods, and sowing rates on the productivity of millet was studied. The study aimed to estimate the impact of varieties, sowing methods, and precursors on the formation of photosynthetic indicators and the biological yield of millet. The leaf surface area was calculated by the method of cutouts. The accumulation of organic matter in plants was calculated by the weight method after drying the cuttings in a thermostat. After obtaining the relevant data, the photosynthetic potential and net photosynthetic productivity were calculated using formulas. The best results were observed in plants sown in a row method in soil free from crops. The Bila Altanka variety, sown in a row method in soil free from crops, had the best results in almost all indicators: leaf area – 57.4 m²/ha in the tuber phase and 58.3 m²/ha in the panicle ejection phase; photosynthetic potential – 579.07 thousand m²/ha; net productivity of photosynthesis – 8.8 g per day/m²; dry mass gain – 36.92 g per day/m²; plant weight – 723 g/m²; biological yield – 2.3 t/ha of grain and 4.8 t/ha of straw. The maximum foliage was also in the Bila Altanka variety, sown in a row method, but the predecessor was winter wheat. Foliage in this version was 47 %. The dependence between photosynthetic indicators and yield is observed. The greater the leaf area, the photosynthetic potential of the crop, net photosynthetic productivity, and dry weight gain, the better the yield. The Zolushka variety, sown in a row after predecessors such as peas and winter wheat, showed a high result compared to other options. Thus, the biological yield of Zolushka, sown by the row method after peas, was 1.6 t/ha of grain and 2.2 t/ha of straw, and after winter wheat – 1.3 t/ha of grain and 2.2 t/ha of straw. Most of the other indicators in these options are high. The worst results were in varieties sown after perennial grasses. Moreover, it was the Zolushka variety that showed the lowest results, even though they were high after other predecessors. Thus, the Zolushka variety, sown after perennial grasses in a row method had a yield of 0.4 t/ha of grain and 0.5 t/ha of straw, and in a wide-row method – 0.3 t/ha of grain and 0.4 t/ha of straw. We recommend the Zolushka variety for cultivation, sown in rows after peas.

Key words: millet, leaf surface area, photosynthetic potential, net photosynthetic productivity, dry matter, biological yield.

ФОРМУВАННЯ ФОТОСИНТЕТИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ПОСІВІВ ТА БІОЛОГІЧНОЇ ВРОЖАЙНОСТІ СОРТІВ ПРОСА ЗАЛЕЖНО ВІД СПОСОБІВ СІВБИ ТА ПОПЕРЕДНИКІВ*М. П. Костенко*

Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава, Україна

У досліді вивчали вплив попередників, способів сівби та норми висіву на продуктивність проса звичайного. Метою цього дослідження було з'ясувати, який вплив сорти, способу сівби та попередники мають на формування фотосинтетичних показників та біологічної урожайності проса. Площу

листяної поверхні визначали методом «висічок». Накопичення органічної речовини у рослин визначали ваговим методом після висушування в термостаті висічок. Після отримання відповідних даних за допомогою формул був розрахований фотосинтетичний потенціал та чиста продуктивність фотосинтезу. Найкращі результати спостерігали в рослин, висіяних по пару рядковим способом. Сорт Біла альтанка, висіяний рядковим способом по пару, мав найкращі результати майже за всіма показниками: площа листків – 57,4 тис. м²/га у фазі трубкування і 58,3 тис. м²/га у фазі викидання волоті; фотосинтетичний потенціал – 579,07 тис. м² діб/га; чиста продуктивність фотосинтезу – 8,8 г за добу/м²; приріст сухої маси – 36,92 г за добу/м²; маса рослин – 723 г/м²; біологічна врожайність – 2,3 т/га зерна і 4,8 т/га соломи. Максимальна облиственість була також у сорту Біла альтанка, висіяного рядковим способом, але попередником була пшениця озима. Облиственість у цьому варіанті становила 47%. Спостерігається залежність між фотосинтетичними показниками та врожайністю. Чим більша площа листків, фотосинтетичний потенціал посіву, чиста продуктивність фотосинтезу та приріст сухої маси, тим краща врожайність. Сорт Золушка, висіяний рядковим способом після таких попередників, як горох та пшениця озима, показав високий результат порівняно з іншими варіантами. Зокрема, біологічна врожайність Золушки, висіяної рядковим способом після гороху становила 1,6 т/га зерна і 2,2 т/га соломи, а після пшениці озимої – 1,3 т/га зерна і 2,2 т/га соломи. Також більшість інших показників у цих варіантах високі. Найгірші результати були у сортів, висіяних після багаторічних трав. Причому саме сорт Золушка показав найнижчі результати, незважаючи на те, що після інших попередників вони були високі. Так, сорт Золушка, висіяний після багаторічних трав рядковим способом, мав урожайність – 0,4 т/га зерна і 0,5 т/га соломи, а широкорядним способом – 0,3 т/га зерна і 0,4 т/га соломи. Рекомендуємо для вирощування сорт Золушка, висіяний рядковим способом після гороху.

Ключові слова: просо, площа листкової поверхні, фотосинтетичний потенціал, чиста продуктивність фотосинтезу, суха речовина, біологічний урожай.

Вступ

Просо – це круп'яна культура, яка характеризується безвідходним використанням продуктів переробки у промисловій, фармацевтичній, мікробіологічній, кормовій та харчовій галузях промисловості [1]. Для України просо – це основна нішева культура [2]. Просо служить для виробництва пшона, а також має високі кормові властивості, тому з нього виходить гарна зелена маса й зернофураж, а солома проса є гарним кормом для тварин [3, 4]. За харчовими показниками та смаковими якостями просо перебуває в перших рядах серед круп'яних культур [5]. Навіть у посушливі роки просо дає вищий врожай, ніж інші зернові культури та може застосовуватися як страхова культура [6]. Збільшення валового збору і врожайності зерна проса є важливим завданням в усьому світі [7].

Формування врожаю залежить від інтенсивності фотосинтезу. Тому, щоб отримати високий врожай, потрібно стимулювати фотосинтез рослин. Найкращий урожай можна отримати при оптимальній площі листя [8]. Від площі листкової поверхні залежить інтенсивність приросту сухої речовини. Це залежить від режиму живлення рослин. Важливий чинник продуктивності фотосинтезу – це тривалість роботи і потужність асиміляційного апарату [9]. Фотосинтез тісно пов'язаний із живленням рослин [10].

Завдяки тому, що у виробництво впроваджуються нові високопродуктивні сорти проса, удосконалюються елементи агротехнології, серед яких важливе значення має норма висіву насіння. У кожного сорту свої індивідуальні біологічні особливості, які впливають на розмір волоті та ступінь її галузнення, швидкість росту, енергію кушіння, площу фотосинтетичного апарату і стійкості рослин до вилягання. Усі ці показники впливають на врожай [11]. Фермери, які вирощують просо кожен рік на великих площах і мають високі врожаї, отримують значний прибуток завдяки продажу зерна проса [12, 13].

Мета дослідження: встановити вплив сорту, способу сівби та попередників на формування фотосинтетичних показників і біологічної урожайності проса.

Для досягнення поставленої мети передбачено розв'язати такі завдання:

- провести фенологічні спостереження;
- визначити площу листкової поверхні проса;
- визначити ФП та ЧПФ проса;
- визначити приріст сухої маси;
- визначити масу вегетативної частини рослин та облиственість проса;
- визначити біологічну врожайність проса.

Матеріали і методи досліджень

Досліди закладали в с. Бричківка на дослідному полі Полтавського державного аграрного університету впродовж 2020–2021 рр. Об'єктом дослідження були сорти проса ультраскоростиглої групи: Біла альтанка, Золушка і Полтавське золотисте. Систематичний метод розміщення використовувався для проведення досліду. Повторність триразова. Норма висіву становила 3,4–4 млн насінин на га. Саме така норма висіву рекомендована для Лісостепової зони [14]. Сівбу проводили звичайним рядковим способом з нормою висіву – 22 кг/га і широкорядним з нормою висіву – 18 кг/га. Дослід закладався після 4-х попередників: пшениця озима, горох, багаторічні трави і чорний пар – контроль.

Ґрунт поля, де проводили дослідження, темно-сірий опідзолений, а механічний склад ґрунту пілувато-важкосуглинистий. Показники ґрунту: pH сольової витяжки 5,8–6; вміст гумусу 3,77–3,93 %; насиченість основами (Ca + Mg) – 77 %; гідролітична кислотність – 5,5–6,4 мг/100 г ґрунту.

Площу листової поверхні визначали методом «висічок». З кожної ділянки відбирали по 10 рослин, обривали листя і зважували його. Потім з 50-ти листків металевою трубкою певного діаметру робили висічки. Знаючи площу однієї висічки, масу висічок, їх число і загальну кількість листків визначали за формулою: $S = P \cdot S_1 \cdot n / P_m$, де S – площа листової поверхні з 10 рослин, cm^2 ; S_1 – площа однієї висічки, cm^2 ; P – загальна маса листків, г; P_m – маса висічок, г; n – кількість висічок, шт.

Для визначення фотосинтетичного потенціалу обчислювали спершу середню площу листової поверхні міжфазних періодів вегетації, тобто середню площу листової поверхні множили на кількість днів, упродовж яких тривав міжфазний період.

Накопичення органічної речовини визначали ваговим методом після висушування в термостаті.

Чисту продуктивність фотосинтезу розраховували за формулою: $ЧПФ = (M_2 - M_1) / [0,5 \cdot (П_1 + П_2) \cdot Д]$, де M_1, M_2 – маса рослин на одиниці площі на початку в кінці певного періоду, г; $П_1, П_2$ – площа листового апарату в ці самі періоди визначення, cm^2 ; $Д$ – тривалість періоду, діб.

Результати досліджень та їх обговорення

Загалом максимальна площа листків була у рослин, висіяних по пару, а мінімальна – у сортів, де попередником були багаторічні трави. Найбільша площа листя проса за умови рядкового способу сівби була в сорту Біла альтанка, висіяного по пару, – 57,4 тис. $m^2/га$ у фазі трубкування і 58,3 тис. $m^2/га$ у фазі викидання волоті, а найменша – в сорту Золушка, висіяного після багаторічних трав, – 2,5 тис. $m^2/га$ у фазі трубкування і 4,1 тис. $m^2/га$ у фазі викидання волоті. За умови широкорядного способу сівби найбільша площа листя була також в сорту Біла альтанка, висіяного по пару, – 45 тис. $m^2/га$ у фазі трубкування і 45,7 тис. $m^2/га$ у фазі викидання волоті, а найменша – в сорту Золушка, висіяного після багаторічних трав, – 1,6 тис. $m^2/га$ у фазі трубкування і 3,4 тис. $m^2/га$ у фазі викидання волоті (рис. 1–2).

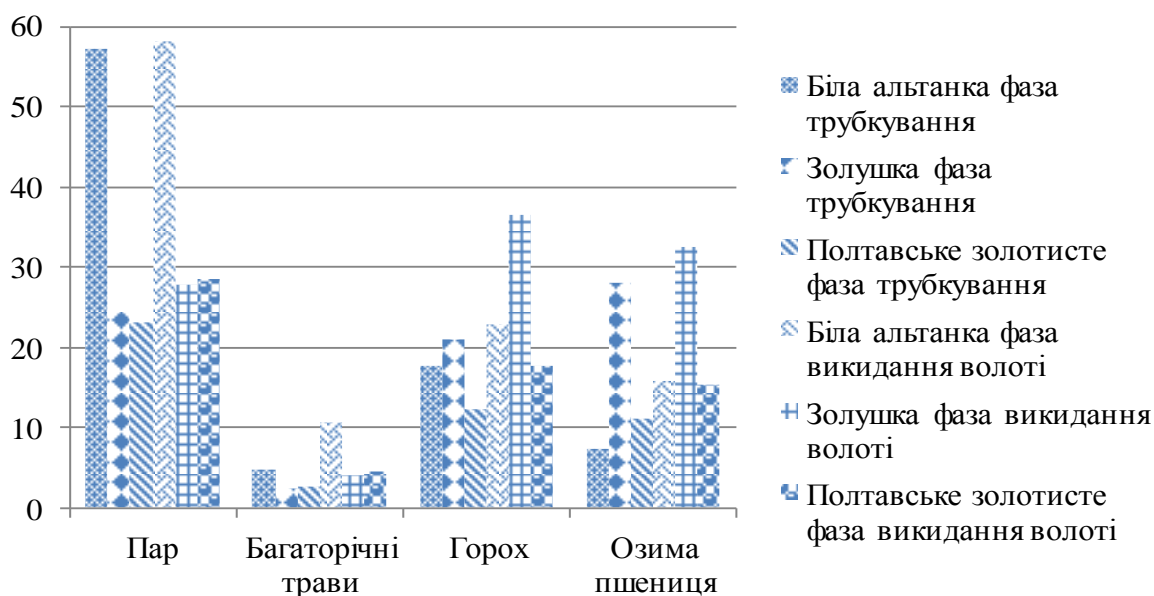


Рис. 1. Площа листової поверхні сортів проса в посівах рядкового способу сівби залежно від попередників, тис. $m^2/га$

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

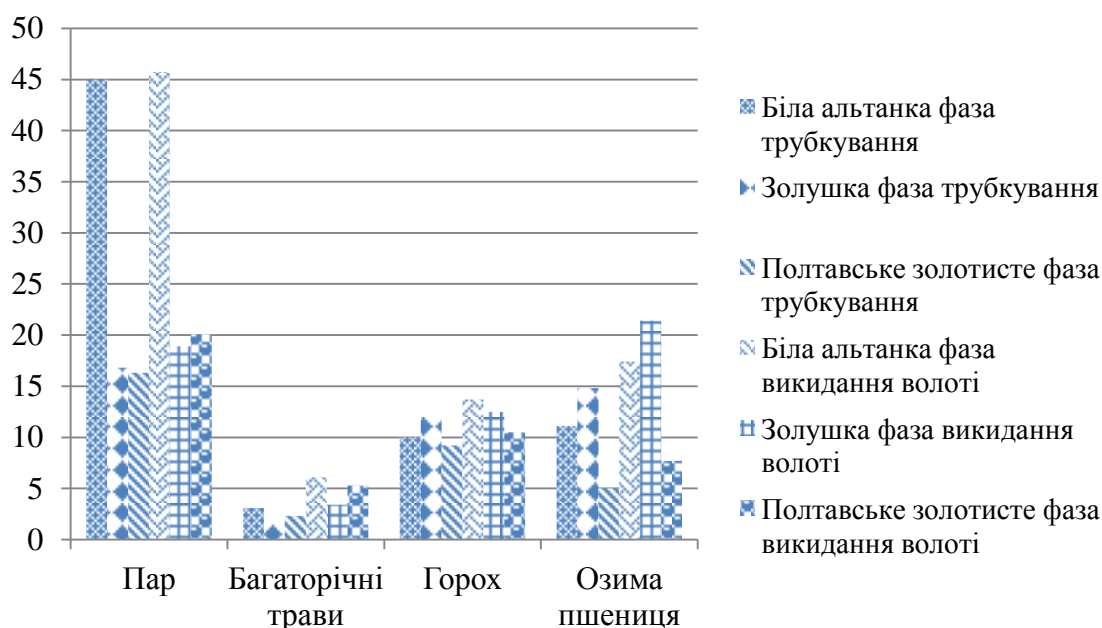


Рис. 2. Площа листкової поверхні сортів проса в посівах широкорядного способу сівби залежно від попередників, тис. м²/га

Фотосинтетичний потенціал посіву проса залежить від площі листків, тому відповідно максимальний фотосинтетичний потенціал за умови рядкового способу сівби був у сорту Біла альтанка, висіяного по пару, – 579,07 тис. м² діб/га й мінімальний – у сорту Золушка, висіяного після багаторічних трав, – 33,6 тис. м² діб/га. За умови широкорядного способу сівби найвищий показник також був у сорту Біла альтанка, висіяного по пару, – 453,93 тис. м² діб/га й найнижчий – у сорту Золушка, висіяного після багаторічних трав, – 25,41 тис. м² діб/га.

Чиста продуктивність фотосинтезу прямо залежить від урожайності [15]. Чиста продуктивність фотосинтезу посівів проса за умови рядкового способу сівби була максимальна у сорту Біла альтанка, висіяного по пару, – 8,8 г за добу/м², а мінімальна – у сорту Золушка, також висіяного по пару, – 0,44 г за добу/м². За умови широкорядного способу сівби максимальний показник також був у сорту Біла альтанка, висіяного по пару, – 6,15 г за добу/м², а мінімальний – у сорту Золушка, висіяного після гороху, – 0,12 г за добу/м² (табл. 1).

1. Фотосинтетичний потенціал та чиста продуктивність фотосинтезу посівів проса залежно від агротехнічних факторів

Попередник	Спосіб сівби	Сорти	ФП тис. м ² діб/га	ЧПФ г за добу/м ²
Пар	Рядковий	Біла альтанка	579,07	8,8
		Золушка	263,76	0,44
		Полтавське золотисте	260,31	1,1
	Широкорядний	Біла альтанка	453,93	6,15
		Золушка	178,67	0,34
		Полтавське золотисте	182,36	0,91
Багаторічні трави	Рядковий	Біла альтанка	79,47	3,17
		Золушка	33,6	0,84
		Полтавське золотисте	36,48	1,19
	Широкорядний	Біла альтанка	46,37	1,25
		Золушка	25,41	0,94
		Полтавське золотисте	38,4	0,88
Горох	Рядковий	Біла альтанка	204,65	2
		Золушка	288,82	3,24
		Полтавське золотисте	151,55	3,37

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

Пшениця	Широкорядний	Біла альтанка	119,06	0,42
		Золушка	122,73	0,12
		Полтавське золотисте	98,87	1,01
	Рядковий	Біла альтанка	117,82	2,95
		Золушка	304,64	0,81
		Полтавське золотисте	135	2,25
	Широкорядний	Біла альтанка	142,78	1,7
		Золушка	181,04	2,05
		Полтавське золотисте	63,75	1,07
НІР ₀₅			7,3	0,12

Найбільший приріст сухої маси спостерігається саме у сівозміні [16]. У сорту Полтавське золотисте, висіяного широкорядним способом, спостерігається більш-менш однаковий приріст сухої маси незалежно від попередника. Найбільший приріст сухої маси за умови рядкового способу сівби був у сорту Біла альтанка, висіяного по пару, – 36,92 г за добу/м², а найменший – у сорту Золушка, також висіяного по пару, – 1,52 г за добу/м². За умови широкорядного способу сівби максимальний приріст сухої маси був у сорту Біла альтанка, висіяного по пару, – 27,94 г за добу/м², а мінімальний – був у сорту Золушка, висіяного після гороху, – 0,43 г за добу/м² (рис. 3).

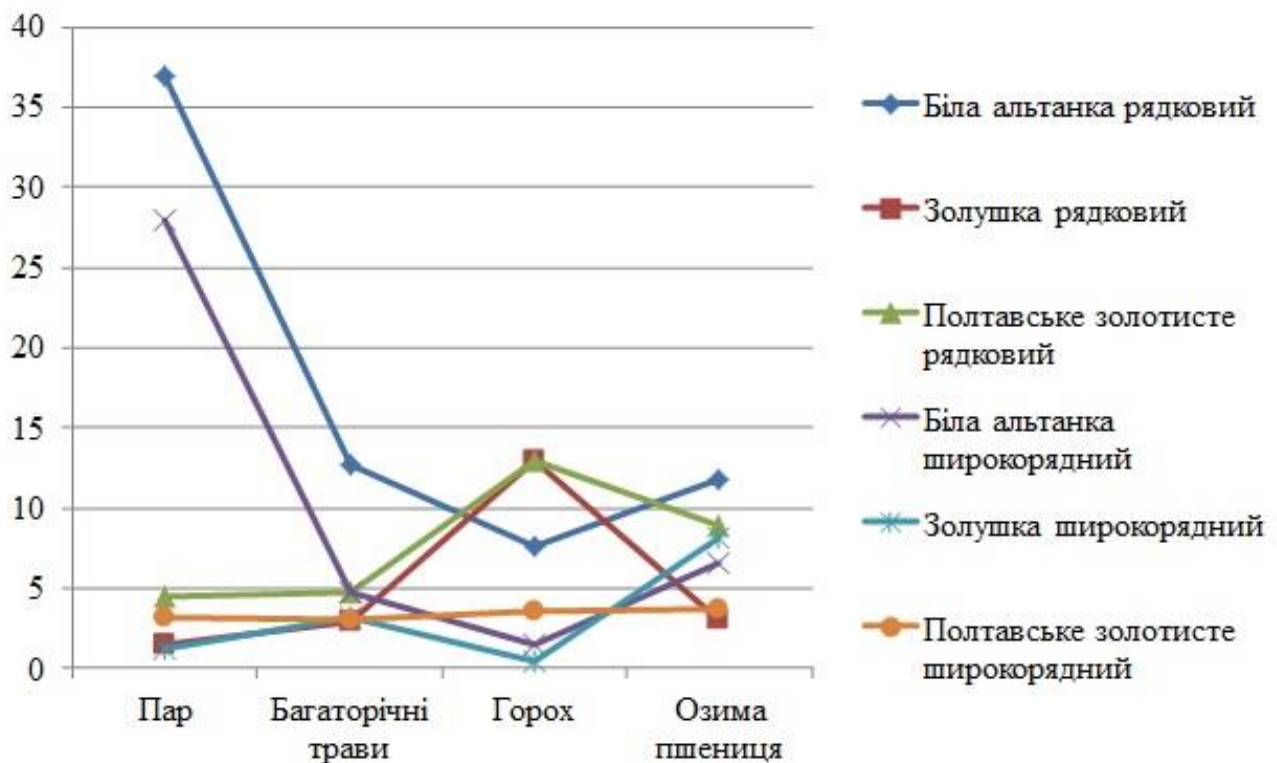


Рис. 3. Приріст сухої маси, г за добу/м²

Біомаса рослин в основному формується завдяки фотосинтезу [17]. Загалом найбільша маса рослин була у сортів, де попередником був пар, а найменша маса рослин була після багаторічних трав. Середня маса рослин за умови рядкового способу сівби була найбільша в сорту Біла альтанка, висіяного по пару, – 723 г/м², а найменша – у сорту Золушка, висіяного після багаторічних трав, – 94 г/м². За умови широкорядного способу сівби найбільша маса була також у сорту Біла альтанка, висіяного по пару, – 595 г/м² і найменша – у сорту Золушка, висіяного після багаторічних трав, – 70 г/м².

Відомо, що розміри листкової поверхні рослин, тривалість її роботи, є визначальними факторами продуктивності фотосинтезу і розміру врожайності [18].

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

Найбільш облистненим сортом виявився Біла альтанка. Сорти, які були висіяні рядковим способом, більш облистнені, ніж сорти, висіяні широкорядно. Рослини, у яких попередником були горох і пшениця озима, виявилися найбільш облистненими. Найбільший відсоток облистненості мав сорт Біла альтанка, висіяний рядковим способом після пшениці озимої – 47 %, а найменшу облистненість мав сорт Золушка, висіяний широкорядним способом після багаторічних трав, – 23 % (табл. 2).

2. Маса вегетативної частини рослин та їх облистненість

Попередник	Спосіб сівби	Сорти	Маса снопа, г/м ²	Облистненість, %
Пар	Рядковий	Біла альтанка	723	37
		Золушка	541	29
		Полтавське золотисте	412	31
	Широкорядний	Біла альтанка	595	35
		Золушка	311	30
		Полтавське золотисте	330	27
Багаторічні трави	Рядковий	Біла альтанка	190	35
		Золушка	94	29
		Полтавське золотисте	110	30
	Широкорядний	Біла альтанка	161	33
		Золушка	70	23
		Полтавське золотисте	90	36
Горох	Рядковий	Біла альтанка	210	46
		Золушка	388	34
		Полтавське золотисте	174	33
	Широкорядний	Біла альтанка	184	38
		Золушка	161	40
		Полтавське золотисте	120	32
Озима пшениця	Рядковий	Біла альтанка	295	47
		Золушка	355	44
		Полтавське золотисте	218	30
	Широкорядний	Біла альтанка	253	45
		Золушка	194	28
		Полтавське золотисте	185	26
НІР ₀₅			12,4	1,5

Найкраща врожайність була в сортів, висіяних по пару, а найгірша, – де попередником були багаторічні трави. В усіх варіантах найбільша врожайність була в сорту Біла альтанка, але сорт Золушка, висіяний рядковим способом після гороху та пшениці озимої, значно перевищує за врожайністю в даних варіантах дослідів. Максимальна біологічна врожайність за умови рядкового способу сівби становить – 2,3 т/га зерна і 4,8 т/га соломи в сорту Біла альтанка, висіяного по пару, а мінімальна – в сорту Золушка, висіяного після багаторічних трав, – 0,4 т/га зерна і 0,5 т/га соломи. За умови широкорядного способу сівби максимальний показник також був у сорту Біла альтанка, висіяного по пару, – 2 т/га зерна і 3,9 т/га соломи, а мінімальний показник був у сорту Золушка, висіяного після багаторічних трав, – 0,3 т/га зерна і 0,4 т/га соломи. Цей самий сорт, висіяний рядковим способом після таких попередників, як горох та пшениця озима, показав високу врожайність порівняно з іншими варіантами. Отже, врожайність Золушки, висіяної рядковим способом після гороху, становила 1,6 т/га зерна і 2,2 т/га соломи, а після озимої пшениці врожайність була 1,3 т/га зерна і 2,2 т/га соломи (табл. 3).

СІЛЬСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО. РОСЛИННИЦТВО

3. Біологічна врожайність проса залежно від агротехнічних факторів

Попередник	Спосіб сівби	Сорти	Біологічна врожайність, т/га	
			зерна	соломи
Пар	Рядковий	Біла альтанка	2,3	4,8
		Золушка	1,8	3,5
		Полтавське золотисте	1,1	3
	Ширококорядний	Біла альтанка	2	3,9
		Золушка	0,9	2,1
		Полтавське золотисте	0,9	2,4
Багаторічні трави	Рядковий	Біла альтанка	0,8	1
		Золушка	0,4	0,5
		Полтавське золотисте	0,5	0,7
	Ширококорядний	Біла альтанка	0,6	0,9
		Золушка	0,3	0,4
		Полтавське золотисте	0,4	0,5
Горох	Рядковий	Біла альтанка	0,8	1,2
		Золушка	1,6	2,2
		Полтавське золотисте	0,8	0,9
	Ширококорядний	Біла альтанка	0,8	1
		Золушка	0,7	1
		Полтавське золотисте	0,5	0,7
Озима пшениця	Рядковий	Біла альтанка	0,8	2,1
		Золушка	1,3	2,2
		Полтавське золотисте	0,9	1,2
	Ширококорядний	Біла альтанка	0,9	1,5
		Золушка	0,8	1
		Полтавське золотисте	0,8	1
НІР ₀₅			0,04	0,1

Оптимальний ріст та формування фотосинтетичних параметрів посівів залежать від обґрунтованості технології вирощування, яка забезпечує тривалішу роботу листкового апарату та сприятливі умови для реалізації продуктивного потенціалу сорту [19].

Залежно від попередника в технології вирощування кожної сільськогосподарської культури планують систему основного обробітку ґрунту, що має істотний вплив на забур'яненість поля [20, 21]. Тому підбір певного попередника для проса передбачає також розробку подальших елементів технології вирощування залежно від цього попередника.

Висновки

Максимальна площа листкової поверхні проса була в сорту Біла альтанка, висіяного по пару, – 57,4 тис. м²/га у фазі трубкування і 58,3 тис. м²/га у фазі викидання волоті за умови рядкового способу сівби й відповідно інші показники також найбільші в цьому варіанті: фотосинтетичний потенціал – 579,07 тис. м²діб/га; чиста продуктивність фотосинтезу – 8,8 г за добу/м²; приріст сухої маси – 36,92 г за добу/м²; маса рослин – 723 г/м²; біологічна врожайність – 2,3 т/га зерна і 4,8 т/га соломи. Найбільш облистненим був сорт Біла альтанка, висіяний рядковим способом після пшениці озимої, – 47 %. Мінімальна площа фотосинтетичної поверхні проса була в сорту Золушка, висіяного ширококорядним способом після багаторічних трав, – 1,6 тис. м²/га у фазі трубкування і 3,4 тис. м²/га у фазі викидання волоті та також найменшими показниками в цьому варіанті були: фотосинтетичний потенціал – 25,41 тис. м²діб/га; маса рослин – 70 г/м²; облистненість – 23 %; біологічна врожайність – 0,3 т/га зерна і 0,4 т/га соломи. Найменша чиста продуктивність фотосинтезу була у сорту Золушка, висіяного після гороху, – 0,12 г за добу/м². Мінімальний приріст сухої маси також був у сорту Золушка, висіяного після гороху, – 0,43 г за добу/м². Для післязливної сівби рекомендується сорт Золушка, висіяний після гороху рядковим способом.

Перспективи подальших досліджень полягають в удосконаленні технології вирощування проса у післязливних посівах.

References

1. Stoliar, S. H., & Vitiuk, I. I. (2019). Spozhyvchi vlastyvoli prosa posivnoho, *Trofolohiia (vchennia pro zakonirnosti zhyvlennia bioty ta pravynoho kharchuvannia liudei) – novitnii mizhdystsyplinarnyi napriam v Ukraini* : materialy I Vseukrainskoi naukovo-osvitno-praktychnoi konferentsii. Zhytomyr: Zhytomyrskiy natsionalnyi ahroekolohichniy universytet [In Ukrainian].
2. Kharchenko, Yu. V., Kholod, S. M., & Kholod, S. H. (2018). Henetychni resursy prosa kolektsii ustymivskoi doslidnoi stantsii ta yikh znachennia dlia selektsiinoi praktyky. *Selektsiia i Nasinnytstvo*, 113, 168–178. doi: 10.30835/2413-7510.2018.134370 [In Ukrainian].
3. Kobyzieva, L. N., Horbachova, S. M., & Biriukova, O. V. (2013). Proso-kultura universalnoho napriamu vykorystannia. *Visnyk Tsentru Naukovoho Zabezpechennia APV Kharkivskoi Oblasti*, 14, 68–75. [In Ukrainian].
4. Bilonozhko, M. A. (2001). Zernovi kultury: Proso. In: O. I. Zinchenko (Red.), *Roslynnnytstvo: Pidruchnyk* (290–297). Kyiv: Ahrarna osvita [In Ukrainian].
5. Antonova, S. A. (2018). Optimizaciya systemy udobreniya prosa s ispolzovaniem solomy na chernozeme tipichnom v usloviyah lesostepi Srednego Povolzhya. *Candidate's thesis*. Ulyanovskiy gosudarstvennyy agrarnyy universitet imeni P.A. Stolypina, Ulyanov [In Ukrainian].
6. Averchev, O. V., & Nikitenko, M. P. (2021). *Formuvannia novoi paradyhmy rozvytku ahropromyslovoho sektoru v XXI stolitti: kolektyvna monohrafiia*: Ch. 2. Lviv-Torun: Liha-Pres [In Ukrainian].
7. Bieliienikhina, A. V. (2012). Vrozhainist suchasnykh sortiv prosa pry vzaiemodii adaptyvnykh faktoriv. *Biuletyn Instytutu Silskoho Hospodarstva Stepovoi Zony NAAN Ukrainy*, 3, 120–123. [In Ukrainian].
8. Shevel, V. (2016). Otsinka fotosyntetychnoi diialnosti prosa v umovakh Pivdennoho Stepu Ukrainy. *Tavriiskiyi Naukoviyi Visnyk. Silskohospodarski Nauky*, 96, 129–134. [In Ukrainian].
9. Kaminskyi, V. F., & Hliieva, O. V. (2014). Ploshcha lystkovoho aparatu ta fotosyntetychna produktyvnist posiviv prosa za riznykh rivniv mineralnoho zhyvlennia. *Zbirnyk Naukovykh Prats NNTs «Instytut zemlerobstva NAAN»*, 3, 79–84. [In Ukrainian].
10. Rudnyk-Ivashchenko, O. I. (2011). Vplyv mikroelementiv na protsesy formuvannia khlorofiliv u lystkakh roslyn prosa posivnoho. *Selektsiia i Nasinnytstvo*, 100, 216–224. [In Ukrainian].
11. Drahan, M. I., & Hryshchenko, R. Ye. (2007). Urozhainist krupianykh kultur ta analiz naukovo roboty doslidnykh ustanov lisostepu i polissia. *Visnyk Poltavskoi Derzhavnoi Ahrarnoi Akademii*, 1, 188–193. [In Ukrainian].
12. Ushkarenko, V. O., & Averchev, O. V. (2007). *Proso na pivdni Ukrainy: monohrafiia*. Kherson: Oldi plius [In Ukrainian].
13. Poltoretskyi, S. P., & Poltoretska, N. M. (2015). The dependence of yield and quality indicators of seeds of millet, depending on the time and method of sowing. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 4, 29–31. doi: 10.31210/visnyk2015.04.06
14. Tyshchenko, V. M., Batashova, M. Ye., Dinets, O. M., & Dryzhenko, L. M. (2013). *Sorty silskohospodarskykh kultur selektsii Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii: metodychni rekomendatsii*. Poltava: RVV [In Ukrainian].
15. Siryak, N. V. (2010). Dinamika fotosinteticheskoy produktyvnosti kultury prosa. *Ukrayinskij Gidrometeorologichnij Zhurnal*, 6, 172–179. [In Ukrainian].
16. Ahmedov, S. H., Rzayev, M. Y., Mammadova, P. M., & Abdullayeva, Z. M. (2020). Plant growth and dynamics of green mass and dry matter accumulation in crop rotations and monocrops on irrigation. *Plant Breeding and Seed Production*, 117, 158–163. doi: 10.30835/2413-7510.2020.207158
17. Zinchenko, O. I., Korotieiev, A. V., & Kalenska, S. M. (2008). *Roslynnnytstvo: praktykum*. Vinnytsia [In Ukrainian].
18. Milenko, O. H. (2015). Formuvannia fotosyntetychnoho aparatu soi zalezho vid sortu, norm vysivu nasinnia ta sposobiv dohliadu za posivamy. *Tavriiskiyi Naukoviyi Visnyk*, 91, 49–55. [In Ukrainian].
19. Milenko, O. H., Antonets, M. O., Kopan, D. V., Dobrovolskyi, S. O., & Lukina, A. R. (2021). Yield capacity of early-maturing soybean varieties depending on seeding rate. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 4, 103–111. doi: 10.31210/visnyk2021.04.13
20. Milenko, O. H., Horiachun, K. V., Zviahol'sky, V. V., Kozynko, R. A., & Karpinska, S. O. (2020). Effectiveness of soil herbicides application in grain corn areas. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 2, 72–78. doi: 10.31210/visnyk2020.02.09

21. Milenko, O. H., Solod, I. S., Mohylat, P. H., Hryn, M. E., & Veherenko, V. S. (2020). Effectiveness of post-emergence herbicides application on areas of corn grown for grain. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 4, 86–92. doi: 10.31210/visnyk2020.04.10

Стаття надійшла до редакції: 22.03.2022 р.

Бібліографічний опис для цитування:

Костенко М. П. Формування фотосинтетичних параметрів посівів та біологічної врожайності сортів проса залежно від способів сівби та попередників. *Вісник ПДАА*. 2022. № 2. С. 57–65.

© Костенко Максим Петрович, 2022