

## УРОЖАЙНІСТЬ НАСІННЯ ПРОСА ПРУТОПОДІБНОГО ЗАЛЕЖНО ВІД ЕЛЕМЕНТІВ СОРТОВОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ

РОЖКО І.І. – асистент  
[orcid.org/0000-0002-0646-4004](https://orcid.org/0000-0002-0646-4004)  
КУЛИК М.І. – доктор сільськогосподарських наук  
[orcid.org/0000-0003-0241-6408](https://orcid.org/0000-0003-0241-6408)  
Полтавська державна аграрна академія

**Постановка проблеми.** Отримання додаткового прибутку завжди було й залишається актуальним для сільськогосподарських агровиробників. Не менш важливим є питання задоволення потреб людства в енергії, що визначаються трьома основними факторами: зростанням населення, економічним розвитком суспільства та науково-технічним рівнем виробничих процесів [1]. Особливо важливим є питання вирощування нішевих культур. До таких культур можна зарахувати й «енергетичні», які вирощують задля отримання біомаси на маргінальних землях, тобто тих, які не задіяні для вирощування сільськогосподарських культур. До найбільш вивчених енергетичних культур науковці уналежують [2]: міскантус гігантський (*Miscanthus x giganteus* J.M. Greef & Deuter ex Hodkinson & Renvoize), вербу прутувидну (*Salix viminalis* L.) і просо прутуподібне (*Panicum virgatum* L.). Остання культура є більш адаптованою до умов вирощування, розмножується через насіння, обсяги якого необхідно збільшувати у зв'язку з потребами виробництва для закладки нових енергоплантацій.

За вирощування проса прутуподібного задля отримання якісного насіннєвого матеріалу важливе місце мають елементи агротехнології. При цьому сортові особливості культури на тлі умов вирощування мають відповідні реакції за застосовувані чинників, особливо цинотичних, які впливають на формування насіннєвої продуктивності [3; 4]. За сучасних умов вагоме наукове й практичне значення має розробка елементів біологізації агротехнологій вирощування проса прутуподібного, що передбачають застосування своєчасного і якісного обробітку ґрунту, строків сівби, обґрунтованих норм висіву насіння, внесення збалансованих доз добрив та ін.

Отож, вивчення шляхів удосконалення елементів сортової технології та їх ефективності застосування є актуальним щодо збільшення врожайності насіння проса прутуподібного. Це є також важливим для отримання якісного насіннєвого матеріалу та закладки високопродуктивних енергоплантацій. Це дозволить отримати поновлювану енергоємну рослинну сировину з енергетичних культур для виробництва біопалива та сприятиме зменшенню енергетичної залежності населення територіальних громад.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** У роботах М.В. Роїка [5], Д.Б. Рахметова [6], В.Л. Курила [7], В.А. Дороніна [8], М.Я. Гументика

[9], та інших учених України [10–11] започатковано розв'язання проблеми вдосконалення технології вирощування багаторічних злакових енергетичних культур.

Визначено, що для закладки енергопосівів проса прутуподібного необхідно ретельно підготувати поле заздалегідь [12], що передбачає проведення комплексу технологічних заходів із ретельного обробітку ґрунту як у літньо-осінній, так і у весняний періоди.

Відомо, що для проса прутуподібного необхідно проводити агрономічне управління енергопосівами протягом перших 2–3 років. При цьому встановлено, що найбільша врожайність біомаси досягається через 3–4 роки від часу сівби культури зі стабільним щорічним збільшенням тренду продуктивності [13]. Визначено, що рослини проса прутуподібного здатні забезпечувати насіннєву продуктивність із першого року вегетації [14].

Проведені комплексні дослідження в умовах України засвідчують необхідність урахування адаптивних властивостей сортів проса прутуподібного, елементів структури врожаю та екологічних чинників під час планування агротехнології вирощування культури [15–17].

Визначено, що найбільш оптимальні умови для проса прутуподібного створюють різними агротехнічними заходами до й після сівби, підбором відповідних сортів, сільськогосподарських знарядь й оптимальних строків сівби. При цьому необхідно враховувати агробіологічні особливості регіону й погодні умови року та ін. [18–20]. З огляду на це, вивчення особливостей формування насіннєвої врожайності сортименту проса прутуподібного залежно від елементів продуктивності має вагоме значення.

**Метою статті** є вдосконалення елементів сортової технології вирощування проса прутуподібного для збільшення насіннєвої врожайності в умовах центрального Лісостепу України.

**Матеріал і методи досліджень.** Польові дослідження проведені в умовах 2018–2020 років на чорноземах звичайних середньогумусних. Структура орного шару ґрунту – пилувато-грудкувата, підорного – грудкувато-зерниста.

Експеримент закладено та проведено у польовому двофакторному досліді. В схему досліді були включені такі чинники: фактор А: варіант 1 – контроль (сівба необробленим насінням), варіант 2 – застосування запропонованого способу допосівної

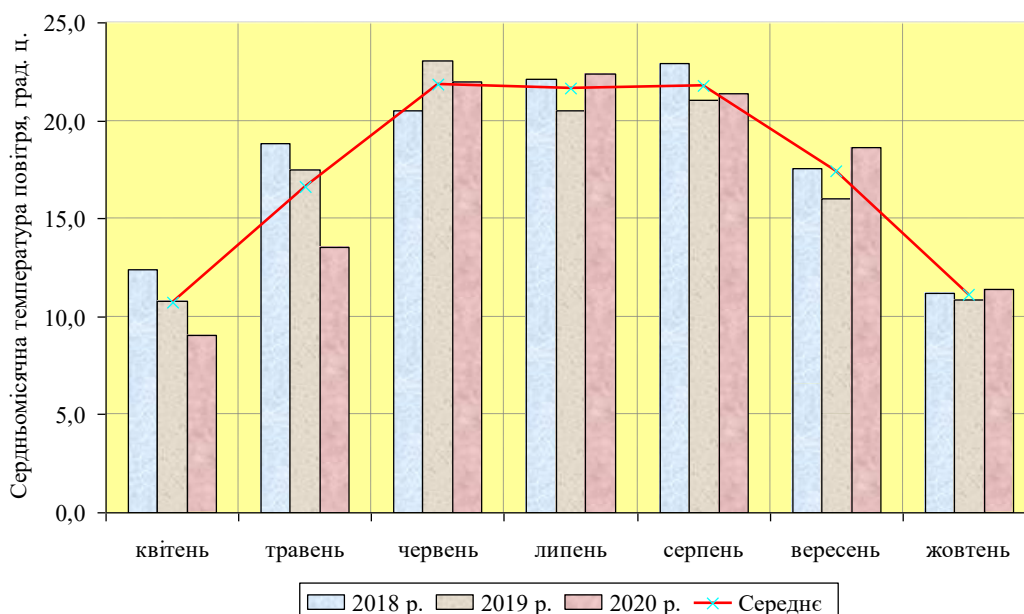
підготовки насіння (обробка насіння препаратом Гуміам), та фактор Б: ширина міжряддя: 30 см, 45 см, 60 см і 75 см.

Технологія вирощування проса прутоподібного на насіння поєднувала: основний обробіток ґрунту за типом напівпару (після збирання попередника здійснювали дискування стерні у два сліди дисковими боронами), на початку вересня проводили оранку ґрунту з подальшими трьома культивуваннями залежно від проростання бур'янів протягом осіннього періоду. Навесні, за настання фізичної стиглості ґрунту, здійснювали закриття вологи (боронування легкими боронами), за проростання бур'янів проводили культивування, яку повторювали через тиждень для створення умов для рівномірної заробки насіння. Сівбу здійснювали розрахунковою нормою висіву насіння з урахуванням заходів передпосівної підготовки насіння

(варіант 1 – без обробки насіння (контроль), варіант 2 – обробка насіння препаратом Гуміам за різної ширини міжряддя становила 30 см, 45 см (контроль), 60 і 75 см. До і після сівби проводили коткування ґрунту. У разі появи сходів проса прутоподібного здійснювали міжрядні обробітки фрезерними культиваторами, які повторювали залежно від з'явлення бур'янів. Облік насінневого врожаю обраховували зі снопових зразків, що відбирали у 4-кратній повторності з кожної ділянки з подальшим перерахунком на 1 га.

Експеримент закладено і проведено відповідно до методики дослідної справи в агрономії [21] та з урахуванням методичних рекомендацій [22–23].

Погодні умови (за температурою повітря) були близькими до середньомісячних показників, а кількість опадів була досить мінливим показником за період вегетації проса прутоподібного (рис. 1, 2).



**Рис. 1. Погодні умови (середньомісячна температура повітря, °С) за період вегетації проса прутоподібного, 2018–2020 рр.**

У 2018 році у весняний період температура повітря перевищувала середньорічні значення з подальшою стабілізацією показника у літній період (із незначним збільшенням у серпні). У 2019 році температура повітря квітня була на рівні середніх значень із подальшим збільшенням цього показника у травні й червні. У липні, серпні і вересні спостерігалось зниження температур повітря порівняно з нормою.

Зменшення температури повітря (порівняно із середньобогаторічними показниками у 2020 році) виявлено у квітні й травні. Майже на рівні норми температура була протягом усього літнього періоду зі значним збільшенням у вересні.

Надмірна кількість опадів відмічена у травні й червні 2020 року, липні й вересні 2018 року. Умови зволоження 2019 року були нижчими за середньобогаторічні показники.

Результати досліджень обраховано з використанням математичної статистики з урахуванням  $HP_{05}$  та рівня значущості менше 5,0%.

**Результати досліджень.** Проведення досліджень протягом 2018–2020 рр. дало можливість установити різну реакцію сортів проса прутоподібного за врожайністю насіння на елементи технології вирощування (табл. 1–4).

На контрольних варіантах найбільшу насіннєву врожайність (0,68 т/га) фіксували за вирощування проса прутоподібного сорту Зоряне за ширини міжряддя 60 см. На однаковому рівні цей показник був за ширини міжрядь 45 і 75 см (0,66 т/га), найменше – за ширини міжряддя 30 см (0,52 т/га).

Застосування запропонованого способу допосівної підготовки насіння (обробка насіння препаратом Гуміам) порівняно з контролем (за різної ширини міжряддя) дозволяє збільшити врожайності насіння

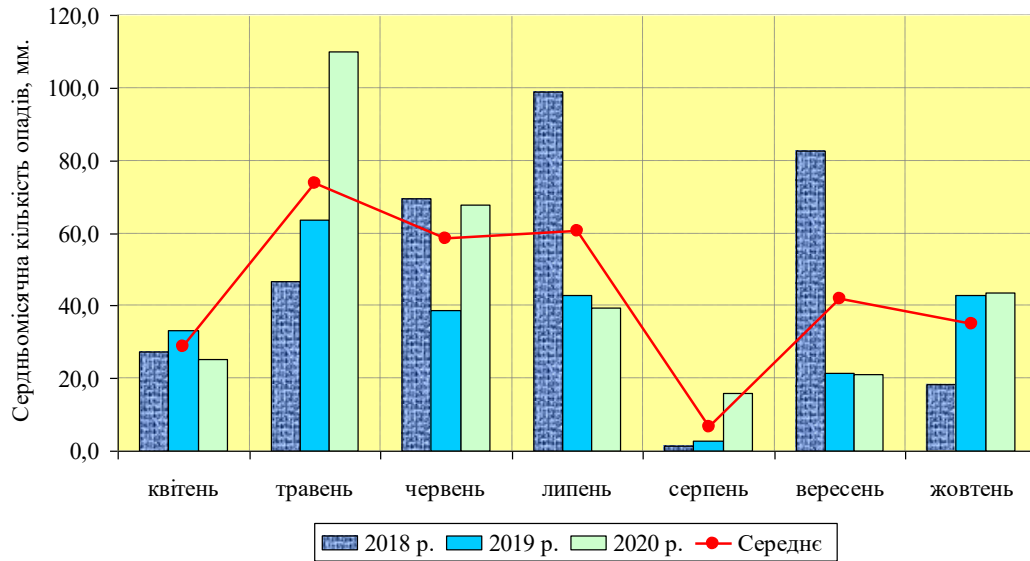


Рис. 2. Погодні умови (середньомісячна кількість опадів, мм) за період вегетації проса прутоподібного, 2018–2020 рр.

Таблиця 1 – Урожайність насіння (т/га) проса прутоподібного сорту Зоряне залежно від елементів технології вирощування, 2018–2020 рр.

Передпосівна підготовка насіння (фактор А)	Ширина міжряддя, см (фактор Б)	Рік вегетації			Середнє за варіантами
		1 рік	2 рік	3 рік	
варіант 1 (контр.)	ШМ 30	0,39	0,57	0,60	0,52
	ШМ 45	0,41	0,69	0,89	0,66
	ШМ 60	0,43	0,71	0,91	0,68
	ШМ 75	0,42	0,68	0,88	0,66
варіант 2	ШМ 30	0,39	0,70	0,90	0,66
	ШМ 45	0,41	0,73	0,92	0,69
	ШМ 60	0,44	0,75	0,94	0,71
	ШМ 75	0,41	0,73	0,92	0,69
Середнє за роки		0,41	0,71	0,91	0,68
НІР <sub>05</sub> (фактор А)		0,02	0,04	0,03	0,08
НІР <sub>05</sub> (фактор Б)		0,01	0,02	0,02	0,04
НІР <sub>05</sub> (фактор А і Б)		0,03	0,03	0,04	0,07

\* Примітка: варіант 1 – без передпосівної підготовки насіння (контроль), варіант 2 – запропонований спосіб передпосівної підготовки насіння; ШМ 30 – ширина міжряддя 30 см, ШМ 45 – ширина міжряддя 45 см, ШМ 60 – ширина міжряддя 60 см, ШМ 75 – ширина міжряддя 75 см

сорту Зоряне на 0,01–0,03 т/га (до 0,66–0,71 т/га). Найбільш оптимальною шириною міжряддя виявилось вирощування рослин проса прутоподібного за ширини міжряддя 60 см.

На контрольних варіантах ширина міжряддя не мала суттєвого впливу на врожайність насіння сортозразка Кейв-ін-рок (0,35–0,38 т/га) за НІР<sub>05</sub> 0,05. На варіантах застосування запропонованого способу допосівної підготовки насіння (обробка насіння препаратом Гуміам) порівняно із варіантом 1 (за різної ширини міжряддя) дозволяє збільшити врожайності насіння сорту Кейв-ін-рок на 0,07 т/га (до 0,38–0,45 т/га). Найбільшу насіннєву врожайність проса прутоподібного сорту Кейв-ін-рок фіксували за вирощування рослин за ширини міжряддя 60 см (0,45 т/га), найменше – за ширини міжряддя 30 см (0,39 т/га).

Динаміка врожайності насіння проса прутоподібного сорту Морозко за роки дослідження варіювала від 0,12 до 0,33 т/га на варіанті 1 та від 0,20 до 0,42 т/га на варіанті 2. На варіанті 1 (контроль) найбільшу насіннєву врожайність фіксували за вирощування проса прутоподібного сорту Морозко за умов 30 і 75 см. Під час застосування допосівної обробки насіння препаратом Гуміам за ширини міжряддя 60 і 75 см спостерігається збільшення врожайності насіння сорту Морозко до 0,30 і 0,33 т/га відповідно.

На контрольних варіантах найбільшу насіннєву врожайність фіксували за вирощування проса прутоподібного сортозразка Лінія 1307 за ширини міжряддя 60 см (0,63 т/га у середньому за досліджуваними вегетаційними роками). Цей показник був на одному рівні за ширини міжряддя 30; 45 і 75 см. Застосування обробки насіння препаратом Гуміам

**Таблиця 2 – Урожайність насіння (т/га) проса прутьоподібного сорту Кейв-ін-рок залежно від елементів технології вирощування, 2018 – 2020 рр.**

Передпосівна підготовка насіння (фактор А)	Ширина міжряддя, см (фактор Б)	Рік вегетації			Середнє за варіантами
		1 рік	2 рік	3 рік	
варіант 1 (контр.)	ШМ 30	0,21	0,34	0,46	0,34
	ШМ 45	0,23	0,35	0,47	0,35
	ШМ 60	0,26	0,38	0,48	0,38
	ШМ 75	0,24	0,36	0,48	0,36
варіант 2	ШМ 30	0,26	0,41	0,51	0,39
	ШМ 45	0,28	0,43	0,53	0,41
	ШМ 60	0,31	0,47	0,57	0,45
	ШМ 75	0,27	0,45	0,54	0,42
Середнє за роки		0,26	0,40	0,51	0,39
НІР <sub>05</sub> (фактор А)		0,02	0,03	0,03	0,04
НІР <sub>05</sub> (фактор Б)		0,02	0,03	0,05	0,05
НІР <sub>05</sub> (фактор А і Б)		0,04	0,06	0,06	0,09

\* Примітка: варіант 1 – без передпосівної підготовки насіння (контроль), варіант 2 – запропонований спосіб передпосівної підготовки насіння; ШМ 30 – ширина міжряддя 30 см, ШМ 45 – ширина міжряддя 45 см, ШМ 60 – ширина міжряддя 60 см, ШМ 75 – ширина міжряддя 75 см

**Таблиця 3 – Урожайність насіння (т/га) проса прутьоподібного сорту Морозко залежно від елементів технології вирощування, 2018–2020 рр.**

Передпосівна підготовка насіння (фактор А)	Ширина міжряддя, см (фактор Б)	Рік вегетації			Середнє за варіантами
		1 рік	2 рік	3 рік	
варіант 1 (контр.)	ШМ 30	0,12	0,25	0,44	0,27
	ШМ 45	0,14	0,20	0,29	0,20
	ШМ 60	0,17	0,23	0,30	0,22
	ШМ 75	0,14	0,26	0,33	0,25
варіант 2	ШМ 30	0,20	0,23	0,31	0,23
	ШМ 45	0,21	0,28	0,38	0,29
	ШМ 60	0,24	0,29	0,41	0,30
	ШМ 75	0,22	0,32	0,42	0,33
Середнє за роки		0,18	0,26	0,36	0,27
НІР <sub>05</sub> (фактор А)		0,02	0,08	0,07	0,04
НІР <sub>05</sub> (фактор Б)		0,03	0,06	0,05	0,06
НІР <sub>05</sub> (фактор А і Б)		0,04	0,07	0,08	0,08

\* Примітка: варіант 1 – без передпосівної підготовки насіння (контроль), варіант 2 – запропонований спосіб передпосівної підготовки насіння; ШМ 30 – ширина міжряддя 30 см, ШМ 45 – ширина міжряддя 45 см, ШМ 60 – ширина міжряддя 60 см, ШМ 75 – ширина міжряддя 75 см

**Таблиця 4 – Урожайність насіння (т/га) проса прутьоподібного Лінії 1307 залежно від елементів технології вирощування, 2018–2020 рр.**

Передпосівна підготовка насіння (фактор А)	Ширина міжряддя, см (фактор Б)	Рік вегетації			Середнє за варіантами
		1 рік	2 рік	3 рік	
варіант 1 (контр.)	ШМ 30	0,43	0,58	0,71	0,57
	ШМ 45	0,46	0,60	0,73	0,60
	ШМ 60	0,49	0,63	0,76	0,63
	ШМ 75	0,47	0,61	0,75	0,61
варіант 2	ШМ 30	0,48	0,63	0,80	0,64
	ШМ 45	0,51	0,65	0,82	0,66
	ШМ 60	0,54	0,67	0,85	0,69
	ШМ 75	0,51	0,65	0,83	0,66
Середнє за роки		0,49	0,63	0,78	0,63
НІР <sub>05</sub> (фактор А)		0,03	0,04	0,03	0,07
НІР <sub>05</sub> (фактор Б)		0,05	0,03	0,04	0,04
НІР <sub>05</sub> (фактор А і Б)		0,06	0,09	0,07	0,10

\* Примітка: варіант 1 – без передпосівної підготовки насіння (контроль), варіант 2 – запропонований спосіб передпосівної підготовки насіння; ШМ 30 – ширина міжряддя 30 см, ШМ 45 – ширина міжряддя 45 см, ШМ 60 – ширина міжряддя 60 см, ШМ 75 – ширина міжряддя 75 см

порівняно з контролем (за різної ширини міжряддя) дозволяє збільшити врожайність насіння сортозразка Лінія 1307 на 0,06 т/га (до 0,63–0,69 т/га). Аналізуючи урожайність залежно від елементів технології вирощування, визначили, що оптимальною шириною міжряддя було вирощування за умов 60 см.

Отже, застосування комплексу агрозаходів за оптимізованої технології вирощування проса прутоподібного (порівняно зі звичайною технологією) у середньому за три роки досліджень дозволяє суттєво збільшити врожайність насіння сорту Зоряне до 0,71 т/га, Кейв-ін-рок – до 0,45 т/га, Морозко – до 0,33 т/га, і Лінії 1307 – до 0,69 т/га (рис. 3).

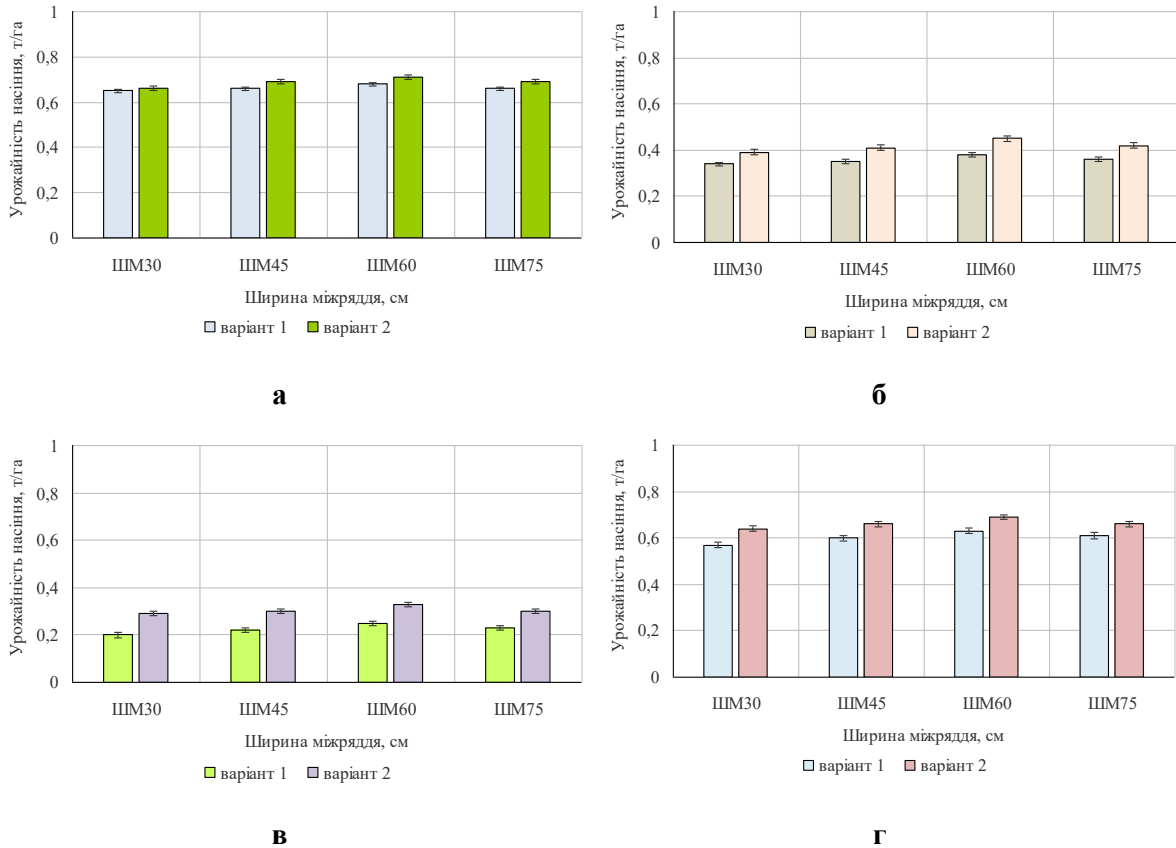


Рис. 3. Урожайність насіння проса прутоподібного залежно від елементів технології вирощування за сортовим складом: а – Зоряне, б – Кейв-ін-рок, в – Морозко, г – Лінія 1307, середнє за 2018 – 2020 рр.

Примітка: варіант 1 – без передпосівної підготовки насіння (контроль), варіант 2 – запропонований спосіб передпосівної підготовки насіння

Із-поміж досліджуваного сортименту найменший рівень врожайності насіння формує сорт Морозко, а найбільший – сорт Зоряне і Лінія 1307, сорт Кейв-ін-рок – мав середнє значення. За насіннєвою врожайністю відмічена щорічна динаміка збільшення цього показника, що була характерною для всіх сортів проса прутоподібного (рис. 4).

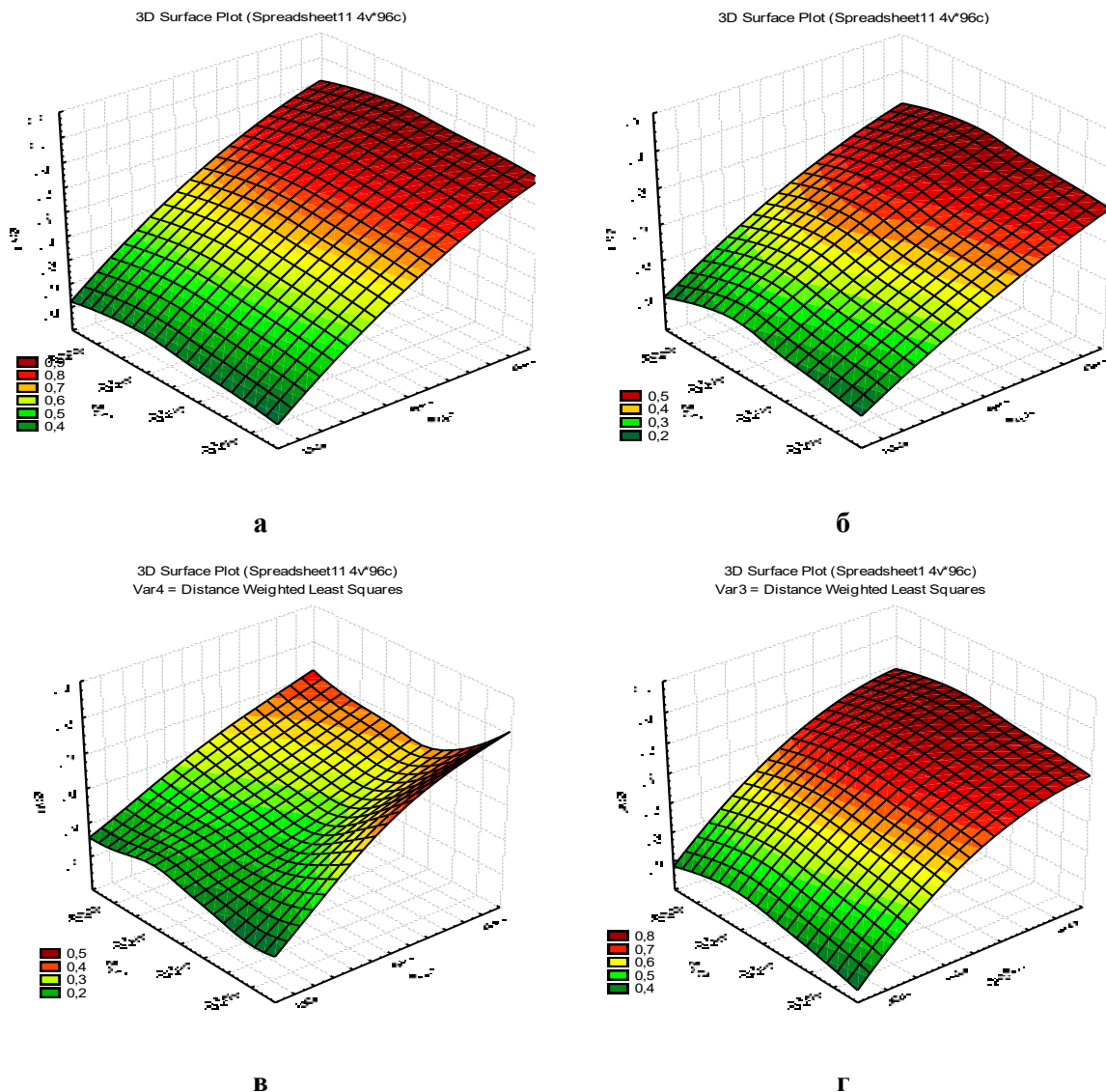
Статистичні залежності між досліджуваними чинниками свідчать про суттєвий вплив умов року, сорту й ширини міжряддя на врожайність насіння проса прутоподібного (рис. 5).

Установлення часток впливу досліджуваних чинників на врожайність насіння проса прутоподібного дозволило виявити, що найбільший вплив на цей показник мають умови року (25,3%), сортові особливості (28,1%) й ширина міжряддя (25,7%), менше впливають: заходи передпосівної підготовки насіння (1,6%), взаємодія року і ширини між-

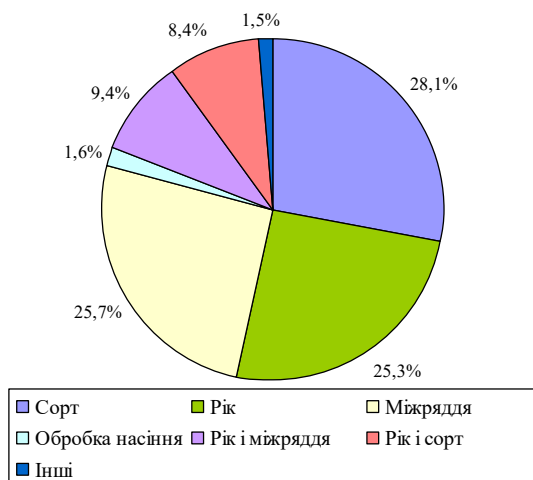
ряддя (9,4%), взаємодія року і сорту (8,4%) та інші чинники (1,5%).

**Висновки.** За результатами дослідження визначена тенденція збільшення насіннєвої врожайності сортименту проса прутоподібного з кожним роком вегетації (від першого до третього). З-поміж досліджуваного сортименту найбільшу врожайність насіння формував сорт Зоряне та Лінія 1307, а найменшу – сорт Морозко, сорт Кейв-ін-рок – мав середнє значення.

Установлено, що найбільш оптимальною шириною міжряддя для проса прутоподібного сортів Кейв-ін-рок і Зоряне та Лінії 1307 була ширина міжряддя 60 см, а для сорту Морозко – 75 см. Установлено, що ширина міжряддя на тлі допосівної обробки насіння препаратом Гуміам, дозволяє суттєво збільшити врожайність насіння сорту Зоряне до 0,71 т/га, Кейв-ін-рок – до 0,45 т/га, Морозко – до



**Рис. 4.** Динаміка врожайності насіння проса прутоподібного в розрізі років залежно від ширини міжряддя: а – Зоряне, б – Кейв-ін-рок, в – Морозко, г – Лінія 1307, 2018 – 2020 рр.



**Рис. 5.** Частки впливу між досліджуваними чинниками та врожайністю насіння проса прутоподібного, середнє за 2018–2020 рр.

0,33 т/га, і Лінії 1307 – до 0,69 т/га, що підтверджено частками впливу досліджуваних чинників на врожайність насіння проса прутоподібного.

Визначено, що найбільший вплив на врожайність насіння мають умови року (25,3%), сортові особливості (28,1%) й ширина міжряддя (25,7%). Меншою мірою на цей показник впливають: заходи передпосівної підготовки насіння (1,6%), взаємодія року і ширини міжряддя (9,4%), взаємодія року і сорту (8,4%) та інші чинники (1,5%).

**СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:**

1. Pryhliak N., Tokarchuk D. (2020) Socio-economic and environmental benefits of biofuel production development from agricultural waste in Ukraine. *Environmental and socio-economic studies*, Vol. 8, 1: 18 27. <https://doi.org/10.2478/enviro-2020-0003>
2. Курило В.Л., Рахметов Д.Б., Кулик М.І. Біологічні особливості та потенціал урожайності енергетичних культур родини тонконогових в умовах України. *Вісник*



Полтавської державної аграрної академії. Вип. 1 (88), 2018. С. 11–17.

3. Кулик М.І., Рожко І.І. Урожайні властивості та посівні якості насіння проса прутоподібного залежно від умов вирощування. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. Вип. 2 (89), 2018. С. 78–84.

4. Кулик М.І., Рожко І.І. Закономірності формування урожайності насіння проса прутоподібного в умовах Лісостепу України. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. Вип. 4 (91), 2018. С. 85–99.

5. Роїк М.В., Ганженко О.М., Фучило Я.Д., Квак В.М. Економічні аспекти вирощування багаторічних енергетичних культур. *Біоенергетика*. Вип. 1, 2019. С. 4–7.

6. Курило В.Л., Рахметов Д.Б., Кулик М.І. Біологічні особливості та потенціал урожайності енергетичних культур родини тонконогових в умовах України. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. Вип. 1 (88), 2018. С. 11–17.

7. Курило В.Л., Гончарук Г.С., Гументик М.Я. Удосконалення елементів технології вирощування проса прутоподібного «*Panicum virgatum* L.» в умовах лісостепу України. *Біоенергетика*. Вип. 2, 2014. С. 29–32.

8. Доронін В.А., Кравченко Ю.А., Бусол М.В., Доронін В.В. Способи підвищення якості насіння світчграсу. *Біоенергетика*. 2014. Вип. 2. С. 22–24.

9. Гументик М.Я. Розробка елементів технології вирощування проса прутоподібного «*Panicum virgatum* L.» в умовах Лісостепу України. *Збірник наукових праць Львівського національного аграрного університету*. URL: <http://www.lnau.lviv.ua/lnau/attachments/1967>

10. Kulyk M., Kurylo V., Pryshliak, N., Pryshliak, V. (2020). Efficiency of Optimized Technology of Switchgrass Biomass Production for Biofuel Processing. *Journal of Environmental Management and Tourism*, [S.l.], v. 11, n. 1, p. 173 – 185, apr. 2020. ISSN 2068-7729. doi: [https://doi.org/10.14505/jemt.v11.1\(41\).20](https://doi.org/10.14505/jemt.v11.1(41).20)

11. Мандровська С.М., Балан В.М. Продуктивність проса прутоподібного (*Panicum virgatum* L.) залежно від норми висіву та сортових особливостей. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. 2015. Вип. 23. С. 44–49.

12. Elbersen H. W., Kulyk M., Poppens R., at all. Switchgrass Ukraine : overview of switchgrass research and guidelines Wageningen : Wageningen UR. Food & Biobased Research. 2013. 26 p. URL: <https://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/444615>

13. Кулик М.І., Рожко І.І. Вплив погодних умов вегетаційного періоду на елементи продуктивності та урожайності проса прутоподібного. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. Вип. 4 (87), 2017. С. 12–14.

14. Кулик М.І., Рожко І.І., Погребняк В.Р. Динаміка росту і розвитку рослин та особливості формування урожайності енергетичних культур. Збірник статей тринадцятої всеукраїнської практично-пізнавальної конференції: *Наукова думка сучасності і майбутнього*. Дніпро, 2017. С. 62–66.

15. Kulyk Maksym, Rozhko Ilona, Kurylo Vasyl, at all. Impact of the soil and climate conditions on the formation of the crop yield and germinating power of the switchgrass (*Panicum virgatum* L.) seeds. *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering*. 2018, Vol. 63(4): 101–105. URL: [http://www.pimr.poznan.pl/biul/2018\\_4\\_KRK.pdf](http://www.pimr.poznan.pl/biul/2018_4_KRK.pdf)

16. Kulyk Maksym and Shokalo Natalia. Impact of plant biometric characteristics on seed productivity of castor-oil plant and switchgrass depending upon weather conditions of the vegetation period in the forest-steppe of Ukraine: *Relevant issues of development and modernization of the modern science: the experience of countries of Eastern Europe and prospects of Ukraine*: monograph; edited by authors. Riga, Latvia: «Baltija Publishing», 2018: 182–204.

17. Maroš Korenko, Volodymyr Bulgakov, Vasyl Kurylo, Maksym Kulyk, Alexander Kalinichanko, Yevhen Ihnatiev, Eva Matušeková. Formation of Crop Yields of Energy Crops Depending on the Soil and Weather Conditions. *Acta Technologica Agriculturae*, 24 (1) : 41–47. DOI: <https://doi.org/10.2478/ata-2021-0007>

18. Brejda J. J., Brown J. R., Wyman G. W., Schumacher W. K. Management of switchgrass for forage and seed production. *J. Range Manage*, 1994. Vol. 47: 22–27.

19. Kulyk M. Impact of row spacing on formation of switchgrass varieties crop capacity. *Herald of Poltava State Agrarian Academy*. 2015. V. 3 (78) : 62–65.

20. Мазур В.А., Браніцький Ю.Ю., Мазур О.В. Економічна ефективність технологічних прийомів вирощування проса лозовидного. Збірник наукових праць ВНАУ. *Сільське господарство та лісівництво*. 2020. № 16. С. 5–12.

21. Рожков А.О., Пузік В.К., Каленська С.М. та ін. Дослідна справа в агрономії: навч. посіб.: у 2 кн. – Кн. 1. *Теоретичні аспекти дослідної справи*; за ред. А.О. Рожкова. Харків: Майдан, 2016. 316 с.

22. Курило В.Л., Гументик М.Я., Гончарук Г.С. Смірних В.М. Горобець А.М. Каськів В.В. Максименко О.В. Мандровська С.М. Методичні рекомендації з проведення основного та передпосівного обробітків ґрунту і сівби проса лозовидного Київ : *ІБКЦБ*, 2012. 28 с.

23. Кулик М.І., Рахметов Д.Б., Курило В.Л. Методика проведення польових та лабораторних досліджень з просом прутоподібним (*Panicum virgatum* L.). Полтава: *РВВ ПДАА*, 2017. 24 с.

#### REFERENCES:

1. Pryshliak N., Tokarchuk D. (2020) Socio-economic and environmental benefits of biofuel production development from agricultural waste in Ukraine. *Environmental and socio-economic studies*, Vol. 8, 1: 18–27. <https://doi.org/10.2478/enviro-2020-0003> [in English].

2. Kurylo V. L., Rakhmetov D. B., Kulyk M. I. (2018). Biologichni osoblyvosti ta potentsial urozhainosti enerhetychnykh kultur rodyny tonkonohovykh v umovakh Ukrainy [Biological features and yield potential of energy crops of the thin-legged family in the conditions of Ukraine] *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii*. 1 (88), 11–17 [in Ukrainian].

3. Kulyk M. I., Rozhko I. I. (2018). Urozhaini vlastyvoli ta posivni yakosti nasinnia prosa prutopodibnoho zalezho vid umov vyroshchuvannia [Yield properties and sowing qualities of millet seeds, depending on growing conditions] *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii*. 2 (89), 78–84 [in Ukrainian].

4. Kulyk M. I., Rozhko I. I. (2018). Zakonomirnosti formuvannia urozhainosti nasinnia prosa prutopodibnoho v umovakh Lisostepu Ukrainy [Regularities of formation of

seed yield of millet in the conditions of the Forest-Steppe of Ukraine]. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii*, 4 (91), 85–99 [in Ukrainian].

5. Roik M. V., Hanzhenko O. M., Fuchylo Ya. D., Kvak V. M. (2019). Ekonomichni aspekty vyroshchuvannya bahatorichnykh enerhetychnykh kultur [Economic aspects of growing perennial energy crops]. *Bioenerhetyka*, 1, 4–7 [in Ukrainian].

6. Kurylo V. L., Rakhmetov D. B., Kulyk M. I. (2018). Biologichni osoblyvosti ta potentsial urozhainosti enerhetychnykh kultur rodyny tonkonohovykh v umovakh Ukrainy [Biological features and yield potential of energy crops of the thin-legged family in the conditions of Ukraine]. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii*, 1 (88), 11–17 [in Ukrainian].

7. Kurylo V. L., Honcharuk H. S., Humentyk M. Ya. (2014). Udoskonalennia elementiv tekhnolohii vyroshchuvannya prosa prutopodibnoho «*Panicum virgatum* L.» v umovakh lisostepu Ukrainy [Improvement of elements of technology of cultivation of millet of a rod-shaped "*Panicum virgatum* L." in the conditions of forest-steppe of Ukraine]. *Bioenerhetyka*, 2, 29–32 [in Ukrainian].

8. Doronin V. A., Kravchenko Yu. A., Busol M. V., Doronin V. V. (2014). Sposoby pidvyshchennia yakosti nasinnia svitchhrasu [Ways to improve the quality of switchgrass seeds]. *Bioenerhetyka*, 2, 22–24 [in Ukrainian].

9. Humentyk M. Ya. Rozrobka elementiv tekhnolohii vyroshchuvannya prosa prutopodibnoho «*Panicum virgatum* L.» v umovakh Lisostepu Ukrainy [Development of elements of technology for growing millet rod "*Panicum virgatum* L." in the conditions of the Forest-Steppe of Ukraine]. *Zbirnyk naukovykh prats Lvivskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu*. Rezhym dostupu: <http://www.lnau.lviv.ua/lnau/attachments/1967> [in Ukrainian]

10. Kulyk M., Kurulo V., Pryshliak N., Pryshliak V. (2020). Efficiency of Optimized Technology of Switchgrass Biomass Production for Biofuel Processing. *Journal of Environmental Management and Tourism*, [S.I.], v. 11, n. 1, p. 173–185, apr. 2020. ISSN 2068-7729. doi: [https://doi.org/10.14505/jemt.v11.1\(41\).20](https://doi.org/10.14505/jemt.v11.1(41).20) [in English].

11. Mandrovska S. M., Balan V. M. (2015). Produktynist prosa prutopodibnoho (*Panicum virgatum* L.) zalezho vid normy vysivu ta sortovykh osoblyvostei [Productivity of millet (*Panicum virgatum* L.) depending on sowing rate and varietal characteristics]. *Naukovi pratsi Instytutu bioenerhetychnykh kultur i tsukrovykh buriakiv*, 23, 44–49. [in Ukrainian].

12. Elbersen H. W., Kulyk M., Poppens R., at all. *Switchgrass Ukraine: overview of switchgrass research and guidelines* Wageningen: Wageningen UR. Food & Biobased Research., 2013, 26 p. Access mode: <https://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/444615> [in English].

13. Kulyk M. I., Rozhko I. I. (2017). Vplyv pohodnykh umov vechetatsiinoho periodu na elementy produktyvnosti ta urozhainist prosa prutopodibnoho [Influence of weather conditions of the vegetation period on elements of productivity and productivity of millet]. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii*, 4 (87), 12–14 [in Ukrainian]

14. Kulyk M. I., Rozhko I. I., Pohrebniak V. R. (2017). Dynamika rostu i rozvytku roslyn ta osoblyvosti formuvannya urozhainosti enerhetychnykh kultur [Dynamics of

growth and development of plants and features of formation of productivity of energy cultures]. *Zbirnyk statei tryndatsiatoi vseukrainskoi praktychno-piznavalnoi konferentsii: Naukova dumka suchasnosti i maibutnoho*. Dni-pro, 62–66 [in Ukrainian].

15. Kulyk Maksym, Rozhko Ilona, Kurylo Vasyl, at all. (2018). Impact of the soil and climate conditions on the formation of the crop yield and germinating power of the switchgrass (*Panicum virgatum* L.) seeds. *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering*, Vol. 63 (4): 10–105. URL: [http://www.pimr.poznan.pl/biul/2018\\_4\\_KRK.pdf](http://www.pimr.poznan.pl/biul/2018_4_KRK.pdf) [in English].

16. Kulyk Maksym and Shokalo Natalia. (2018). Impact of plant biometric characteristics on seed productivity of castor-oil plant and switchgrass depending on weather conditions of the vegetation period in the forest-steppe of Ukraine: Relevant issues of development and modernization of the modern science: the experience of Eastern European countries and prospects of Ukraine: monograph; edited by authors. Riga, Latvia: «Baltija Publishing», 182–204 [in English].

17. Marosh Korenko, Volodymyr Bulgakov, Vasyl Kurylo, Maksym Kulyk, Alexander Kalinichanko, Yevhen Ihnatiev, Eva Matusheková. (2021). Formation of Crop Yields of Energy Crops Depending on the Soil and Weather Conditions. *Acta Technologica Agriculturae*, 24 (1) : 41–47. DOI: <https://doi.org/10.2478/ata-2021-0007> [in English].

18. Brejda J. J., Brown J. R., Wyman G. W., Schumacher W. K. (1994). Management of switchgrass for forage and seed production. *J. Range Manage*, Vol. 47: 22–27 [in English].

19. Kulyk M. (2015). Impact of row spacing on formation of switchgrass varieties crop capacity. *Herald of Poltava State Agrarian Academy*. V. 3 (78): 62–65 [in English].

20. Mazur V. A., Branitskyi Yu. Yu., Mazur O. V. (2020). Ekonomichna efektyvnist tekhnolohichnykh pryiomiv vyroshchuvannya prosa lozovydnoho [Economic efficiency of technological methods of growing vine millet]. *Zbirnyk naukovykh prats VNAU. Silske hospodarstvo ta lisivnytstvo*, 16, 5–12 [in Ukrainian].

21. Rozhkov A. O., Puzik V. K., Kalenska S. M. ta in. (2016). *Doslidna sprava v ahronomii: navch. posib.: u 2 kn. – Kn. 1. Teoretychni aspekty doslidnoi spravy ; za red. A. O. Rozhkova* [Research in agronomy: textbook. aid.: in 2 books. – Book. 1. Theoretical aspects of research; for order. AO Rozhkova]. Kharkiv: Maidan, 316 s. [in Ukrainian].

22. Kurylo V. L., Humentyk M. Ya., Honcharuk H. S. Smirnykh V. M. Horobets A. M. Kaskiv V. V. Maksymenko O. V. Mandrovska S. M. *Metodychni rekomendatsii z provedennia osnovnoho ta peredposivnoho obrobitkiv gruntu i sivby prosa lozovydnoho* [Methodical recommendations for the main and pre-sowing tillage and sowing of vine millet] K. : IBKiTsB, 2012, 28 s. [in Ukrainian].

23. Kulyk M. I., Rakhmetov D. B., Kurylo V. L. *Metodyka provedennia polovykh ta laboratornykh doslidzhen z prosom prutopodibnym (*Panicum virgatum* L.)* [Methods of field and laboratory studies with millet (*Panicum virgatum* L.)]. Poltava: RVV PDAA, 2017, 24 s. [in Ukrainian].