



Рослинництво, кормовиробництво

УДК 631.5:631.1

© 2020

СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ТРИТИКАЛЕ ОЗИМОГО В ПРАВОБЕРЕЖНОМУ ЛІСОСТЕПУ

Т.В. Єзупова¹, П.В. Романюк²

^{1, 2}кандидати сільськогосподарських наук

ННЦ «Інститут землеробства НААН»

вул. Машинобудівників, 2б, смт Чабани Києво-Святошинського р-ну

Київської обл., 08162, Україна

e-mail: naan@ukr.net

ORCID: ¹0000-0003-4096-9222, ²0000-0001-5247-9613

Надійшла 29.04.2020

Мета. Встановити оптимальні адаптивні моделі технологій вирощування тритикале озимого, які дають можливість повніше реалізувати потенціал культури за конкретних погодних і ґрунтово-кліматичних умов у Правобережному Лісостепу України. **Методи.** Польовий, аналітичний, математичної статистики з використанням основних і спеціальних статистичних показників та критеріїв. **Результати.** Наведено результати 9-річних урожайних даних (2011 – 2019 рр.) за різних технологій вирощування тритикале озимого та їхньої залежності від погодних умов. Найвищу врожайність за роки досліджень спостерігали у 2015 р. – 7,02 т/га, низький рівень було зафіксовано в стресові за погодними умовами 2011 та 2019 рр. – 4,14 і 4,09 т/га відповідно. За інтенсивних технологій вирощування забезпечено врожайність 6,64 – 6,92 т/га, за ресурсозберігаючої – 5,36 т/га, за спрощеної – 3,65 т/га. Аналіз статистичних параметрів показав, що найбільший коефіцієнт пластичності встановлено за інтенсивної ($b_i=1,29$) і високоінтенсивної ($b_i=1,08$) технологій вирощування. Із досліджуваних технологій найбільш стабільним було вирощування тритикале озимого за ресурсощадною технологією ($Sd^2=0,06$). **Висновки.** Для одержання високих валових зборів зерна у господарствах з інтенсивним землеробством оптимальною є інтенсивна технологія вирощування тритикале озимого, яка забезпечила врожайність 5,26 – 9,35 т/га зерна за високих показників пластичності та стабільності. Найвищі показники в 2011 – 2019 рр. відзначено за ресурсозберігаючої технології – врожайність тритикале озимого становила 4,15 – 7,08 т/га. За цих умов вирощування культура тритикале здатна успішно адаптуватися до лімітувальних факторів життєзабезпечення і стресових явищ,

забезпечуючи при цьому високу врожайність, а в разі несприятливих умов середовища — середню.

Ключові слова: адаптивна здатність, індекс оточуючого середовища, пластичність, стабільність, урожайність.

DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202007-04>

Останніми роками у технологіях виробництва сільськогосподарської продукції відбуваються кардинальні зміни. Інноваційна концепція розвитку агротехнологій полягає у зниженні енерго-, ресурсомісткості технологічних операцій, біологізації землеробства, оптимізації термінів виконання усього комплексу операцій, забезпеченні екологічності виробництва [1].

За останні 25–30 років середня температура повітря на території України збільшилася на 1,5°C (темпи потепління становлять 0,6°C за 10 років). Глобальні зміни клімату та погоди прогнозовано матимуть значний негативний вплив на якість врожаю. Це потребує розроблення нових сортів і гібридів та адаптивних технологій їх вирощування, які були б максимально толерантними щодо таких змін і гарантували стале виробництво зерна [2–5].

В основі теорії формування урожаю на всіх його етапах лежить здатність рослин пристосовуватися до змінних факторів зовнішнього середовища. Тому технологія вирощування культури має забезпечити пристосування до цих змін, тобто бути адаптивною. Її елементи диференціюють відповідно до конкретних ґрунтово-кліматичних, господарських і економічних умов та стану агрофітоценозу [6].

Адаптація технологій вирощування сільськогосподарських культур дасть можливість не лише якнайповніше задовольнити потреби життєдіяльності рослин, а й більш раціонально використовувати ресурси, одержуючи при цьому стабільні врожаї рослинницької продукції і найвищий економічний ефект [7].

Селекція на високу адаптивність є одним з ефективних засобів мінімізації наслідків глобальних змін клімату. Одна з придатних до цього культур — це тритикале, яке відрізняється з-поміж інших зернових крупним зерном, унікальним

поєднанням кращих господарсько-біологічних ознак пшениці та жита. Високий потенціал урожайності зерна та зеленої маси, підвищені адаптивні властивості до несприятливих умов (зимо-, посухостійкість, невибагливість до ґрунтів, стійкість до грибкових захворювань) і висока якість зерна забезпечили визнання цієї культури в світі як продовольчої та кормової.

Мета досліджень — установити оптимальні адаптивні моделі технологій вирощування тритикале озимого, які дають можливість повніше реалізувати потенціал культури за конкретних погодних і ґрунтово-кліматичних умов у Правобережному Лісостепу України.

Умови та методика досліджень. Дослідження проводили протягом 2011–2019 рр. у довготривалому стаціонарному досліді відділу адаптивних інтенсивних технологій зернових колосових культур і кукурудзи ННЦ «Інститут землеробства НААН».

У досліді вивчали моделі технологій вирощування, які відрізнялися дозами внесення мінеральних добрив і застосуванням побічної продукції попередника. Фосфорні та калійні добрива вносили під основний обробіток ґрунту, азотні — в підживлення відповідно до схеми удобрення, наведеної у табл. 1. Система захисту, крім протруювання насіння, передбачала комплекс заходів проти бур'янів, хвороб і шкідників із урахуванням економічних порогів шкідливості факторів. Агротехніка вирощування озимих зернових культур — загальноприйнята для зони Лісостепу. Ґрунт ділянки — темно-сірий опідзолений крупнопилувато-легкосуглинковий в орному шарі з умістом гумусу 1,42–2,01%, $\text{pH}_{\text{сол}}$ — 5,5, низьким умістом легкогідролізованого азоту (6,1–8,9 мг/100 г), високим — доступного фосфору (11,3–21,8 мг/100 г за Чиріковим) і підвищеним умістом обмінного калію (10,3–21,3 мг/100 г за Чиріковим).

Предметом досліджень було тритикале озиме. Попередник — льон олійний. Дослідження проводили з урахуванням вимог методики дослідної справи [8]. Розмір посівної ділянки — 36, облікової — 28 м². Повторність досліду — 4-разова.

Статистичний аналіз здійснювали й коефіцієнт варіації (V) визначали за методикою Б.О. Доспехова [8]. За показник індексу умов середовища приймали різницю між середньою врожайністю усіх досліджуваних сортів конкретного року і середньою врожайністю за всіма варіантами за весь дослідний період. Показники екологічної пластичності (bi) та стабільності (Sd²) визначали за методикою С.Г. Еберхарта і В.Г. Рассела [9], коефіцієнт агрономічної стабільності (As) — за методикою В.В. Хангільдіна [10], розмах урожайності (d) — за В.А. Зікіним [11].

Результати досліджень. Тритикале озиме є інтенсивною культурою з досить високою ресурсоемістю технології, яка в умовах достатнього зволоження і забезпечення елементами живлення формує високий рівень урожайності. Культура характеризується помірною стійкістю до несприятливих факторів навколишнього середовища, тому потребує порівняно значних виробничих витрат на захист рослин, особливо в агроценозах з високою урожайністю.

Вибір тієї чи іншої технології залежить від багатьох чинників, зокрема від економічного стану господарства. Економічно міцні холдинги, як правило, вирощують озимі культури за інтенсивними або навіть високоінтенсивними технологіями, які передбачають забезпечення оптимальних параметрів росту та розвитку рослин на всіх етапах їх розвитку. Це високозатратні технології, за яких середньобагаторічна врожайність тритикале становить 6,64–6,92 т/га.

Господарства з нижчим рівнем економічного розвитку в основному застосовують менш затратні ресурсозберігаючі технології з необхідним забезпеченням рослин для формування відповідних параметрів росту та розвитку. Урожайність тритикале озимого в середньому за роки досліджень була 5,36 т/га.

Ще одна група — це спрощені технології вирощування озимих зернових культур. Їх ефективність напряму залежить від лімітуючих погодних умов, що забезпечує невисокий рівень продуктивності культур. Тритикале озиме в наших дослідах формувало врожайність за цих умов вирощування на рівні 3,65 т/га, що на 20% більше за контроль.

Результати досліджень показали, що врожайність тритикале озимого формується переважно нестабільно і буває досить

1. Схема внесення добрив під тритикале озиме за різних технологій вирощування

	Система удобрення, кг/га д. р.					Система захисту	
	Основне		Підживлення N за етапами органогенезу			мінімальна	інтегрована
	P ₂ O ₅	K ₂ O	II	IV	VIII		
Без добрив (контроль)	0	0	0	0	0	Протруєння насіння + гербіцид	–
Спрощена*	0	0	0	0	0	Протруєння насіння + гербіцид	–
Ресурсозберігаюча*	45	45	30	30	0	Протруєння насіння + гербіцид	–
Інтенсивна*	90	90	30	60	30	–	Комплекс заходів за ЕПШ**
Високоінтенсивна*	135	135	60	75	45	–	Комплекс заходів за ЕПШ**

*На фоні побічної продукції попередника; **ЕПШ — економічний поріг шкодочинності.

2. Врожайність тритикале озимого за різних технологій вирощування (2011 – 2019 рр.)

Рік	Урожайність, т/га						Індекс оточуючого середовища, Ij
	Технологія вирощування						
	без добрив (контроль)	спрощена	ресурсозберігаюча	інтенсивна	високоінтенсивна	середня	
2011	2,10	2,66	4,56	5,26	6,10	4,14	-1,00
2012	3,42	3,88	6,11	6,79	7,14	5,47	0,34
2013	2,19	2,80	4,29	6,13	6,71	4,42	-0,71
2014	3,32	3,84	5,12	5,89	5,29	4,69	-0,44
2015	4,48	5,25	7,08	9,35	8,92	7,02	1,88
2016	2,86	3,51	5,83	7,42	8,14	5,55	0,42
2017	4,20	4,53	5,88	6,73	7,12	5,69	0,56
2018	2,52	3,44	5,49	6,87	7,25	5,11	-0,02
2019	2,35	2,97	4,15	5,34	5,62	4,09	-1,05
Середнє за роками	3,05	3,65	5,39	6,64	6,92	5,13	-
Коефіцієнт варіації (V), %	26,8	21,7	16,7	17,7	15,8	-	-

непередбачуваною, оскільки важко встановити універсальну технологію, яка забезпечувала б високі врожаї культури за будь-яких умов. Тому першорядним завданням є підбір адаптивної високоефективної технології вирощування для культури.

У табл. 2 наведено урожайні дані 9-річних експериментальних досліджень у зоні Правобережного Лісостепу за різних моделей технологій вирощування тритикале озимого та залежність показників від погодних умов. Значення індексу оточуючого середовища відображало сприятливі та несприятливі для урожайності умови. Роки з високим значенням цього показника були більш придатними для формування високих урожаїв, ніж роки з низьким його значенням. Згідно з нашими дослідженнями, найбільш несприятливі умови для росту і розвитку рослин склалися у 2011 р. ($I_j = -1,00$) та 2019 р. ($I_j = -1,05$), коли середня урожайність тритикале озимого становила 4,14 і 4,09 т/га відповідно. Найсприятливіші умови були в 2015 р. ($I_j = 1,88$), коли середня врожайність за варіантами була на рівні 7,02 т/га.

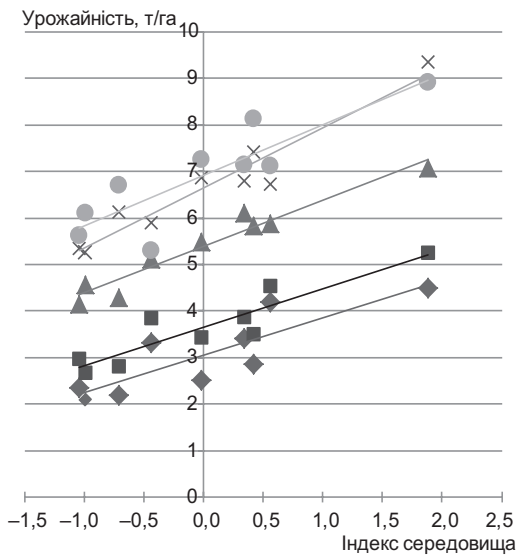
Для визначення тенденції залежності врожайності від погодних умов протягом

року застосовували рівняння лінії тренда. Найвищу кореляцію врожайності та її варіативності за роками відзначено за ресурсозберігаючих ($V=16,7\%$, $R^2=0,94$) та інтенсивних технологій ($V=17,7\%$, $R^2=0,93$). За екстенсивних умов вирощування тритикале озимого без добрив та за спрощеної технології спостерігали найбільше варіювання врожайності за роками залежно від погодних умов ($V=26,8$ і $21,7$ відповідно) та найбільші відхилення урожайності від середньобогаторічних, що вказує на високу залежність від умов оточуючого середовища. Вирощування тритикале озимого за високоінтенсивної технології сприяло отриманню найвищих урожаїв культури в 2011–2019 рр. (6,92 т/га), проте за найсприятливіших умов вона не забезпечувала максимального рівня урожайності в досліді (рисунок).

Визначення коефіцієнта регресії дало змогу виявити реакцію тритикале озимого на поліпшення умов середовища за різних технологій вирощування. Найбільш пластичним ($b_i > 1$), тобто здатними значно підвищувати врожайність за сприятливих умов було вирощування тритикале за інтенсивної ($b_i = 1,29$) та високоінтенсивної ($b_i = 1,08$) технологій. За цих умов культура має високий

3. Параметри адаптивності технологій вирощування тритикале озимого (2011 – 2019 рр.)

Технологія	Урожайність, т/га				Пластичність, b_1	Стабільність, Sd^2	Розмах урожайності $d, \%$	Агрономічна стабільність, $A_s \%$
	середня	min	max	(min + max)/2				
Без добрив (контроль)	3,05	2,10	4,48	3,29	0,80	0,22	53,13	73,16
Спрощена	3,65	2,66	5,25	3,96	0,83	0,13	49,33	78,31
Ресурсозберігаюча	5,39	4,15	7,08	5,62	1,00	0,06	41,38	83,26
Інтенсивна	6,64	5,26	9,35	7,31	1,29	0,13	43,74	82,29
Високоінтенсивна	6,92	5,29	8,92	7,11	1,08	0,38	40,70	84,21



Лінії регресії урожайності тритикале озимого за різних технологій вирощування: ◆ — без добрив (контроль), $y=0,802x+3,0489$, $R^2=0,74$; ■ — спрощена, $y=0,8286x+3,6533$, $R^2=0,8422$; ▲ — ресурсозберігаюча, $y=0,9958x+5,39$, $R^2=0,9383$; × — інтенсивна, $y=1,2916x+6,6422$, $R^2=0,9288$; ● — високоінтенсивна, $y=1,0821x+6,9211$, $R^2=0,7553$

потенціал урожайності та здатність максимально реалізувати його у сприятливих умовах. Але виробництво зерна тритикале за високоінтенсивною технологією було найменш стабільним ($Sd^2=0,38$). Це свідчить про те, що в деякі роки вирощування тритикале озимого за такою технологією не

мало переваги над іншими. Відомо, що чим менше квадратичне відхилення фактичних показників урожайності від теоретично очікуваних (Sd^2), тим стабільніший показник. Із досліджуваних технологій найстабільнішим було вирощування тритикале озимого за ресурсощадною технологією ($Sd^2=0,06$), що забезпечувало високу врожайність, а в разі несприятливих умов середовища — середню (табл. 3).

Розмах урожайності (d) показує співвідношення різниці між максимальною і мінімальною урожайністю культури за різних технологій до максимальної врожайності, вираженої у відсотках. Чим нижче показник, тим стабільніше врожайність об'єкта в конкретних умовах. Доповнює цей показник коефіцієнт агрономічної стабільності. У наших умовах мінімальне значення розмаху врожайності відзначено при вирощуванні тритикале озимого за високоінтенсивною ($d=40,7\%$, $A_s=84,2\%$) та ресурсозберігаючою ($d=41,38\%$, $A_s=83,26\%$) технологіями. Величина $(Y_{min}+Y_{max}/2)$ відображає середню урожайність сортів у контрастних (сприятливих і несприятливих) умовах. Високі значення цього показника вказують на високий ступінь залежності умов вирощування культури і факторів середовища. Високі рівні розмаху варіювання і коефіцієнтів варіації урожайності не можуть вважатися його позитивною характеристикою, проте середній рівень урожайності за деякі роки виявляється досить високим за рахунок високих абсолютних значень.

Висновки

Для отримання високих валових збоїв зерна у господарствах з інтенсивним землеробством оптимальною є інтенсивна технологія вирощування тритикале озимого, яка забезпечила урожайність 5,26–9,35 т/га зерна за високих показників пластичності та стабільності.

У наших дослідженнях найвищі показники стабільності вирощування тритикале

озимого в 2011–2019 рр. відзначено за ресурсозберігаючої технології, яка забезпечила врожайність 4,15–7,08 т/га. За цих умов вирощування культура тритикале здатна успішно адаптуватися до лімітуючих факторів життєзабезпечення і стресових явищ, забезпечуючи при цьому високу врожайність, а в разі несприятливих умов середовища — середню.

Yehupova T.¹, Romaniuk P.²

NSC «Institute of Agriculture of NAAS», 2b Mashynobudivnykiv Str., Chabany, Kyiv-Sviatoshyn region, Kyiv oblast, Ukraine, 08162; e-mail: naan@ukr.net; ORCID: ¹0000-0003-4096-9222, ²0000-0001-5247-9613

Modern technologies of cultivation of winter triticale in the Right-Bank Forest-Steppe

Goal. To establish the optimal adaptive model of technologies of cultivation of winter triticale, which gives the opportunity to more fully realize the potential of culture under specific weather and soil-climate terms in the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine. **Methods.** Field, analytical, mathematical statistics with the use of basic and special statistical indicators and criteria. **Results.** The results of 9-years harvest data (2011–2019) at different technologies of cultivation of winter triticale and their dependence on weather conditions. The highest yield for the years of study was observed in 2015 (7.02 t/ha), the lowest level was recorded in stressful weather conditions 2011 and 2019 (4.14 and 4.09 t/ha, respectively). Intensive technologies of cultivation provided a yield of 6.64–6.92 t/ha,

resource-saving — 5.36 t/ha, and simplified — 3.65 t/ha. Analysis of statistical parameters showed that the highest ratio of the plasticity was fixed for the intensive (bi=1,29) and the high-intensive (bi=1.08) technologies of cultivation. Of the tested technologies the most stable one was the cultivation of winter triticale in resource-saving technology (Sd²=0.06). **Conclusions.** To obtain a high gross yield of grain in the farms with intensive farming it is optimal to use intensive technology of cultivation of winter triticale, which provided a yield of 5.26–9.35 t/ha of grain with high levels of plasticity and stability. The highest indices in 2011–2019 were fixed for the resource-saving technology — the yield of winter triticale was 4.15–7.08 t/ha. Under these cultivation conditions, the culture of triticale may successfully be adapted to limiting factors of life support and stress events, while providing a high yield, and in the case of adverse environmental conditions — the average.

Key words: adaptive capacity, index of the environment, plasticity, stability, yield.

DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202007-04>

Бібліографія

1. Юла В.М., Єзупова Т.В., Блажевич Л.Ю. та ін. Ефективність технологій вирощування озимих зернових культур у Правобережному Лісостепу Зб. наук. праць Національного наукового центру «Інститут землеробства НААН». 2015. Вип. 2. С. 98–106.

2. Каленська С.М., Єременко О.А., Таран В.Г. та ін. Адаптивність польових культур за змінних умов. Наукові праці інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків. 2017. Вип. 25. С. 48–57.

3. Петриченко В.Ф., Корнійчук О.В. Фактори стабілізації виробництва зерна пшениці озимої в Лісостепу Правобережному. Вісник аграрної

науки. 2018. № 2 (779). С. 17–23. doi: 10.31073/agrovisnyk201802-03

4. Адаменко Т. Зміна агрокліматичних умов та їх вплив на зернове господарство. Агронорм. 2006. № 3. С. 12–15.

5. Іващенко О.О., Рудник-Іващенко О.І. Напрями адаптації аграрного виробництва до змін клімату. Вісник аграрної науки. 2011. № 8. С. 10–12.

6. Юла В.М. Адаптивні технології вирощування зернових культур в Лісостепу. Адаптивні системи землеробства і сучасні агротехнології — основа раціонального землекористування, збереження і відтворення

родючості ґрунтів; за ред. В.Ф. Камінського. Київ: ВП «Едельвейс», 2013. С. 255–267.

7. Камінський В.Ф., Сайко В.Ф., Душко М.В. та ін. Наукові основи ефективності використання виробничих ресурсів у різних моделях технологій вирощування зернових культур: монографія. Київ: ВД «Вінниченко», 2017. 575 с.

8. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. Москва: Агропромиздат, 1985. 350 с.

9. Eberhart S.A., Russel W.Q. Stability parameters for comparing varieties. *Crop Sci.* 1966. V. 6.

Iss. 1. P. 36–40.

10. Хангильдин В.В., Бирюков С.В. Проблема гомеостаза в генетико-селекционных исследованиях. *Генетико-цитологические аспекты в селекции с.-х. растений.* 1984. № 1. С. 67–76.

11. Зыкин В.А., Мешков В.В., Сапега В.А. Параметры экологической пластичности сельскохозяйственных растений, их расчет и анализ: методические рекомендации. Новосибирск: Сиб. отделение ВАСХНИЛ, 1984. С. 1–24.