

ТРИВАЛІСТЬ ВЕГЕТАЦІЙНОГО ПЕРІОДУ ТА ВИСОТА РОСЛИН ПШЕНИЦІ ТВЕРДОЇ ОЗИМОЇ ЗА РІЗНОГО УДОБРЕННЯ В ПОЛЬОВІЙ СІВОЗМІНІ

Г. М. ГОСПОДАРЕНКО¹, доктор сільськогосподарських наук

В. В. ЛЮБИЧ¹, доктор сільськогосподарських наук

Ю. В. НОВАК¹, кандидат сільськогосподарських наук

В. О. КАЛАНТИР¹, доктор філософії

С. М. ХОЛОД², в. о. завідувача лабораторії зернових культур

О. Г. ІЛЛІЧОВ², молодший науковий співробітник

¹ Уманський національний університет

² Устимівська дослідна станція рослинництва

На тривалість вегетаційного періоду впливають погодні умови. Так, у менш сприятливому 2019–2020 с.-г. р. він становить 177 діб, а в сприятливіших умовах – 243–244 доби. Перед збиранням урожаю рослини пшениці твердої озимої заввишки 69–87 см залежно від умов року проведення досліджень та удобрення. Незначну різницю у висоті рослин можна пояснити генетичними особливостями сорту. Так, не удобрених ділянках рослини мають висоту 69–75 см, тоді як на тлі внесення $N_{150}P_{60}K_{80}$ – 77–87 см, тобто різниця становить 12–16 %.

Ключові слова: пшениця тверда озима, системи удобрення, вегетаційний період, висота рослин, стійкість до полягання, погодні умови.

Постановка проблеми. Нині адаптація до зміни клімату стала важливим викликом для виробництва сільськогосподарських культур. Правильно підібрана агротехнологія, особливо такі елементи, як сівозмінна та удобрення, є ключовим фактором, що впливає на врожайність сільськогосподарських культур [1]. У цьому контексті екологічні умови, такі як коливання температури та вологості, можуть викликати значні морфологічні та фізіологічні зміни в рослинах, тим самим впливаючи на їхню стабільність врожайності та реакцію на агрономічні заходи [2].

Вчені [3, 4] підтверджують гіпотезу про те, що вплив зміни агрономічної практики може компенсувати негативний вплив зміни клімату. Дослідження систем землеробства та агрономічної практики часто зосереджуються на врожайності сільськогосподарських культур без урахування часової стабільності врожайності. Щоб забезпечити продовольчу безпеку зростаючого населення, адаптуватися до зміни клімату та відповідати вимогам сталого сільського господарства, необхідно також звертати увагу на стабільність врожайності.

Стабільність врожайності, як її зазвичай розуміють, – це сталість сільськогосподарської продукції, особливо врожайності, протягом тривалих періодів часу або в різних просторових середовищах [5]. У контексті сільського господарства поняття стабільності здебільшого використовується як критерій

для вимірювання часової або просторової незмінності певних ознак [6]. Стабільність врожайності також є важливою характеристикою, яку слід враховувати при оцінці цінності системи вирощування культур порівняно з іншими [7].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Найпопулярнішою темою досліджень у цій галузі є оцінка стабільності генотипів у різних середовищах. Дослідники [8] наголошують, що методи визначення сортової стабільності також можна використовувати для порівняння різних агрономічних обробок, серед яких сорти є лише одним прикладом.

Вчені [9] стверджують, що для вирішення питання стабільності врожайності необхідно враховувати кілька агрономічних факторів, а саме: генетичний фон сортів, сівозміна та ведення сільського господарства (наприклад, дата/щільність посіву, мінеральні/органічні добрива та застосування пестицидів). У літературі досі набагато менше повідомлень про те, які агрономічні методи впливають на стабільність врожайності сільськогосподарських культур і якою мірою.

Сівозміна має велике значення для досягнення високих і стабільних рівнів урожайності. Вона є фундаментальним компонентом стійкості та довгострокової прибутковості, не вимагаючи додаткових фінансових вкладень. Розробка стабільних систем вирощування культур, які краще адаптовані до змін клімату, має вирішальне значення для сталого сільськогосподарського виробництва [10]. Низка авторів [11, 12] наголошують, що правильно спланована сівозміна зменшує використання засобів захисту рослин, зменшує зараженість бур'янами, шкідниками та хворобами, а також покращує фізичні властивості ґрунту, родючість ґрунту та біологічне життя. За даними [13], жодна кількість хімічних добрив чи пестицидів не може повністю компенсувати вплив сівозміни.

Сівозміни, в яких переважають зернові, демонструють вищий ризик втрати врожаю через підвищений тиск хвороб і бур'янів [14]. Автори [15] зазначили, що в монокультурі середня врожайність пшениці протягом 10 років може бути на 30 % нижчою, ніж в інтегрованій системі з правильною сівозміною. Введення бобових культур у сівозміну позитивно впливає на властивості ґрунту та доступність поживних речовин. Дослідження показують, що введення 3–4-річної багаторічної культури люцерни в сівозміну має значний вплив у цьому відношенні, доповнюючи ґрунт азотом та сприяючи його покращенню [10]. Включення лучної конюшини або люцерни в сівозміну покращує агрегатну стабільність порівняно з безперервним вирощуванням кукурудзи [16].

Норфолкська сівозміна – це класична, біологічно задокументована схема послідовності рослин з найбільш значним ефектом підвищення врожайності [17]. Вчені [18] спостерігали, що включення конюшини лучної до посівів ячменю (*Hordeum vulgare* L.) збільшувало вміст органічного вуглецю в ґрунті, а додавання конюшини лучної до пшениці озимої збільшувало швидкість мінералізації вуглецю порівняно з беззмінними посівами пшениці озимої. Збільшення вмісту органічного вуглецю вказує на роль різноманітності культур та конюшини лучної в покращенні накопичення вуглецю в ґрунті та потенційно здоров'я ґрунту.

Мета. Встановити формування тривалості вегетаційного періоду та висоти рослин пшениці твердої озимої за різних доз добрив і їх поєднання в польовій сівозміні.

Методика досліджень. Експериментальну частину досліджень проведено в умовах Правобережного Лісостепу України у стаціонарному польовому досліді з географічними координатами за Гринвічем $48^{\circ} 46'$ північної широти і $30^{\circ} 14'$ східної довготи, закладеному у 2011 році на дослідному полі УНУ упродовж 2020–2022 рр. Дослід одночасно розгорнутий на чотирьох полях, що дає змогу щорічно отримувати дані врожайності всіх культур сівозміни (пшениця озима, кукурудза, ячмінь ярий, соя). Повторення дослідів триразове. Площа облікової ділянки 25 м^2 . Ґрунт дослідної ділянки – чорнозем опідзолений важкосуглинковий на лесі з вмістом гумусу 3,8 %, вміст азоту легкогідролізованих сполук – низький, рухомих сполук фосфору та калію – підвищений, $\text{pH}_{\text{KCl}} = 5,7$.

У варіанті дослідів виробничого контролю ($\text{N}_{150}\text{P}_{60}\text{K}_{80}$) доза добрив розрахована за господарським винесенням основних елементів живлення культурами сівозміни. Схему дослідів складено так, щоб за результатами проведених дослідів можна було визначити можливість зниження доз окремих видів мінеральних добрив і визначити оптимальне їх поєднання як у сівозміні, так і під окремі культури. Схема застосування добрив у польовій сівозміні під пшеницю тверду озиму (сорт Андромеда) включала такі варіанти: без добрив (контроль), N_{75} , N_{150} , $\text{P}_{60}\text{K}_{80}$, $\text{N}_{150}\text{K}_{80}$, $\text{N}_{150}\text{P}_{60}$, $\text{N}_{75}\text{P}_{30}\text{K}_{40}$, $\text{N}_{150}\text{P}_{60}\text{K}_{80}$, $\text{N}_{150}\text{P}_{30}\text{K}_{40}$, $\text{N}_{150}\text{P}_{60}\text{K}_{40}$, $\text{N}_{150}\text{P}_{30}\text{K}_{80}$. Відповідно до схеми дослідів фосфорні та калійні добрива вносяться під зяблевий обробіток ґрунту, азотні – під передпосівну культивуацію та в підживлення. Нетоварна частина врожаю культур сівозміни (солома, стебелиння) залишається на полі на добриво.

Статистичне оброблення цифрового матеріалу здійснювали методом польового однофакторного дисперсійного аналізу польового дослідів. Оброблення даних також проводили за використання спеціалізованого програмного забезпечення Microsoft Excel 2016 (Microsoft Corporation, USA).

Результати дослідів. Потепління клімату спричиняє зміни температурного режиму та інших складових погоди, що в свою чергу впливало на особливості й тривалість вегетаційного періоду пшениці твердої озимої. Як видно з даних табл. 1, погодні умови і вологозабезпеченість у роки проведення дослідів значно впливали на строки сівби пшениці озимої – від 27 вересня до 30 жовтня, тобто різниця більше місяця. Це відповідно впливало на морфогенез рослин в осінній період вегетації, який найбільше залежав від температури. Відомо, що вегетація рослин в умовах короткого світлового дня за низьких температур сприяє накопиченню сухих речовин і підвищенню зимо- та морозостійкості посівів пшениці озимої.

Встановлено, що тривалість осінньої вегетації рослин пшениці озимої змінювалась у роки проведення дослідів, а сходи з'являлись тривалий період часу. Поява сходів була досить різною – від 20 жовтня до 25 січня наступного року. Найбільша тривалість періоду «сівба–сходи» була у 2019–2020 с.-г. році. Умови 2021–2022 с.-г. року виявилися сприятливішими.

Табл. 1. Тривалість вегетаційного періоду пшениці твердої озимої

Рік урожаю	Строк сівби, збирання врожаю та початок фаз росту й розвитку рослин						
	Сівба	ВВСН 10	ВВСН 20	ВВСН 30	ВВСН 50	ВВСН 73	Збирання врожаю
Календарні дати							
2020	17.10.19	25.01	25.02	01.05	05.06	20.06	15.07
2021	30.10.20	20.11	13.04	10.05	06.06	20.06	22.07
2022	27.09.21	20.10	25.02	27.04	27.05	15.06	20.07
Тривалість стадії, діб							
2020	—	31 ¹	65	36	14	31	177 ²
2021	—	144	27	27	14	32	244
2022	—	98	60	30	19	36	243

Примітка. 1 – тривалість стадії «сходи–кущіння»; 2 – тривалість вегетаційного періоду, діб.

Сходи вдалося отримати раніше, ніж у попередньо осінь. До їх появи пшениці озимій потребувалось менше часу. Осіння вегетація до стадії ВВСН 10 тривала до 20 жовтня 2021–2022 с.-г. року і до 25 січня у 2019–2020 с.-г. році. За цей період у рослин повністю сформувалися два листки і почав з'являтися третій, а також почали закладатися бруньки бічних пагонів.

Стадія ВВСН 20 у пшениці озимої у 2021 році порівняно з іншими роками проведення досліджень наступила на 48 діб пізніше, проте колосіння почалося 6 червня, тобто так, як і в попередньому році. Молочна стиглість зерна (стадія ВВСН 73) наставала в період з 15 по 20 червня залежно від року проведення дослідження, тобто практично в один час. Упродовж одного тижня також проводилося збирання врожаю.

Розрахунки показують, що тривалість міжстадійних періодів розвитку рослин пшениці озимої залежала від строків сівби і погодних умов. Так, період «сходи–кущіння» тривав залежно від погодних умов року проведення досліджень 31–144 доби, «кущіння–вихід у трубку» – 27–65 діб. Інші міжстадійні періоди були майже однаковими і різнилися на 5–7 діб. Вегетаційний період пшениці твердої озимої тривав 35 тижнів, за виключенням 2019–2020 с.-г. року. Це пояснюється пізніми сходами рослин за порівняно теплих умов осінньо-зимового періоду. Вплив погодних умов на проходження етапів органогенезу пшениці твердої озимої змінювало умови формування їх продуктивності.

Поживний режим ґрунту, що формувався під впливом удобрення та погодних умов, а також температура довкілля та вологозабезпеченість впливали на формування висоти рослин пшениці озимої (табл. 2). Як видно з даних табл. 2, на стадії кущіння та виходу в трубку рослин значної різниці між варіантами дослідів і роками проведення досліджень за деякими виключеннями, не було відмічено. Так, у фазу кущіння найнижчими рослини були у 2020–2021 с.-г. році – 4,6–4,8 см, тоді як у 2021–2022 с.-г. році висота рослин була 5,4–5,5 см. Достовірно нижчими були рослини у 2021–2022 с.-г. році у варіанті дослідів з внесенням високих доз мінеральних добрив (N₁₅₀P₆₀K₈₀) – 4,6 см порівняно з варіантом N₁₅₀P₆₀ – 4,8 см.

Табл. 2. Динаміка висоти рослин пшениці твердої залежно від удобрення, см

Варіант досліджу	Фаза росту рослин			
	Кущіння	Вихід у трубку	Колосіння	Повна стиглість зерна
2020 р.				
Без добрив (контроль)	5,1	19	40	75
N ₇₅	5,1	19	44	80
N ₁₅₀	5,1	20	49	83
P ₆₀ K ₈₀	5,1	19	40	76
N ₁₅₀ K ₈₀	5,1	20	49	83
N ₁₅₀ P ₆₀	5,1	20	50	83
N ₇₅ P ₃₀ K ₄₀	5,1	19	45	81
N ₁₅₀ P ₆₀ K ₈₀	5,1	20	49	84
N ₁₅₀ P ₃₀ K ₄₀	5,1	20	50	83
N ₁₅₀ P ₆₀ K ₄₀	5,1	20	50	84
N ₁₅₀ P ₃₀ K ₈₀	5,1	20	50	84
<i>HIP₀₅</i>	0,1	1	2	4
2021 р.				
Без добрив (контроль)	4,7	21	43	76
N ₇₅	4,7	22	46	83
N ₁₅₀	4,7	23	51	85
P ₆₀ K ₈₀	4,7	21	43	78
N ₁₅₀ K ₈₀	4,7	23	51	85
N ₁₅₀ P ₆₀	4,8	23	51	85
N ₇₅ P ₃₀ K ₄₀	4,7	23	47	84
N ₁₅₀ P ₆₀ K ₈₀	4,6	23	52	87
N ₁₅₀ P ₃₀ K ₄₀	4,8	23	51	85
N ₁₅₀ P ₆₀ K ₄₀	4,7	23	51	86
N ₁₅₀ P ₃₀ K ₈₀	4,7	23	52	85
<i>HIP₀₅</i>	0,1	1	2	4
2022 р.				
Без добрив (контроль)	5,5	23	51	69
N ₇₅	5,5	23	52	74
N ₁₅₀	5,5	24	58	76
P ₆₀ K ₈₀	5,4	23	51	70
N ₁₅₀ K ₈₀	5,5	24	58	76
N ₁₅₀ P ₆₀	5,4	24	59	76
N ₇₅ P ₃₀ K ₄₀	5,4	23	54	75
N ₁₅₀ P ₆₀ K ₈₀	5,5	24	59	77
N ₁₅₀ P ₃₀ K ₄₀	5,5	24	59	76
N ₁₅₀ P ₆₀ K ₄₀	5,5	24	59	77
N ₁₅₀ P ₃₀ K ₈₀	5,5	24	59	77
<i>HIP₀₅</i>	0,1	1	2	3

У фазу виходу в трубку рослини були заввишки 19–24 см і їх висота більше залежала від умов року проведення досліджень, ніж удобрення. Найбільше за висотою рослини пшениці озимої різнилися у фазі колосіння та повної стиглості зерна. Так, під час колосіння висота рослин змінювалася від 40 до 59 см. При цьому удобрення в усі роки проведення досліджень сприяло ліпшому росту рослин у висоту. Особливо ефективно впливало поліпшення азотного живлення рослин, тоді як вплив фосфорних і калійних добрив на цей показник був незначним.

Перед збиранням урожаю рослини пшениці твердої озимої були заввишки 69–87 см залежно від умов року проведення досліджень та удобрення. Незначну різницю у висоті рослин можна пояснити генетичними особливостями сорту. Так, не удобрених ділянках рослини мали висоту 69–75 см, тоді як на тлі внесення $N_{150}P_{60}K_{80}$ – 77–87 см, тобто різниця становила 12–16 %.

Отже, пшениця тверда озима сорту Андромеда генетично досить стабільна за показником висоти рослин щодо погодних умов і удобрення.

Висновки. На тривалість вегетаційного періоду впливають погодні умови. Так, у менш сприятливому 2019–2020 с.-г. р. він становить 177 діб, а в сприятливіших умовах – 243–244 доби. Перед збиранням урожаю рослини пшениці твердої озимої заввишки 69–87 см залежно від умов року проведення досліджень та удобрення. Незначну різницю у висоті рослин можна пояснити генетичними особливостями сорту. Так, не удобрених ділянках рослини мають висоту 69–75 см, тоді як на тлі внесення $N_{150}P_{60}K_{80}$ – 77–87 см, тобто різниця становить 12–16 %.

Література:

1. Wijata M., Suwara I., Studnicki M., Perzanowska A., Ghafoor A.Z., Leszczyńska R. Yield and Yield Components Stability of Winter Wheat and Spring Barley in Long-Term Experiment in Poland. *Sustainability*. 2025. Vol. 17. 4577.
2. Любич В. В. Продуктивність сортів і ліній пшениць залежно від абіотичних і біотичних чинників. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2017. Вип. 95. С. 146–161.
3. Chahal I., Hooker D.C., Deen B., Janovicek K., Van Eerd L.L. Long-Term Effects of Crop Rotation Tillage and Fertilizer Nitrogen on Soil Health Indicators and Crop Productivity in a Temperate Climate. *Soil Tillage Res.* 2021. Vol. 213. 105121.
4. Господаренко Г.М., Любич В.В., Баян Я.В. Економічне, агрохімічне та енергетичне оцінювання ефективності застосування добрив під пшеницю тверду озиму. *Збірник наукових праць Уманського НУС*. 2024. Вип. 104. С. 201–209.
5. Urruty N., Tailliez-Lefebvre D., Huyghe C. Stability Robustness Vulnerability and Resilience of Agricultural Systems. A Review. *Agron. Sustain. Dev.* 2016. Vol. 36. 15.
6. Reckling M., Ahrends H., Chen T.-W., Eugster W., Hadasch S., Knapp S., Laidig F., Linstädter A., Macholdt J., Piepho H.-P., et al. Methods of Yield Stability Analysis in Long-Term Field Experiments. A Review. *Agron. Sustain. Dev.* 2021. Vol. 41. 27.
7. Любич В. В. Вплив абіотичних та біотичних чинників на продуктивність сортів і ліній пшениці спельти. *Вісник Полтавської ДАА*. 2017. №3. С. 18–24.

8. Любич В. В. Селекційна цінність нових сортів тритикале ярого. *Збірник наукових праць Уманського НУС*. 2021. Вип. 97. С. 3–11.
9. Macholdt J., Piepho H.-P., Honermeier B. Does Fertilization Impact Production Risk and Yield Stability across an Entire Crop Rotation? Insights from a Long-Term Experiment. *Field Crops Res.* 2019. Vol. 238. P. 82–92.
10. Olesen J. E., Trnka M., Kersebaum K. C., Skjelvåg A. O., Seguin B., Peltonen-Sainio P., Rossi F., Kozyra J., Micale F. Impacts and Adaptation of European Crop Production Systems to Climate Change. *Eur. J. Agron.* 2011. Vol. 34. P. 96–112.
11. Grzebisz W., Diatta J., Barłóg P., Biber M., Potarzycki J., Łukowiak R., Przygocka-Cyna K., Szczepaniak W. Soil Fertility Clock–Crop Rotation as a Paradigm in Nitrogen Fertilizer Productivity Control. *Plants*. 2022. Vol. 11. 2841.
12. Любич В. В. Ураження пшениці м'якої озимої кореневими гнилями за різних доз добрив. *Збірник наукових праць Уманського НУС*. 2022. Вип. 101. Ч. 1. С. 129–144.
13. Любич В. В. Технологічні параметри виробництва зерна тритикале ярого, вирощеного за різних доз азотних добрив. *Вісник Уманського НУС*. 2023. №2. С. 74–82.
14. Wankhede M., Dakhli R., Manna M.C., Sirothia P., Mahmudur Rahman M., Ghosh A., Bhattacharyya P., Singh M., Jha S., Patra A. K. Long-term Manure Application for Crop Yield Stability and Carbon Sequestration in Subtropical Region. *Soil Use Manag.* 2021. Vol. 37. P. 264–276.
15. Kuś J., Jończyk K., Kawalec A. Czynniki ograniczające plonowanie pszenicy ozimej w różnych systemach gospodarowania. *Acta Agrophys.* 2007. Vol. 10. P. 407–417.
16. Raimbault B. A., Vyn T. J. Crop Rotation and Tillage Effects on Corn Growth and Soil Structural Stability. *Agron. J.* 1991. Vol. 83. P. 979–985.
17. Господаренко Г. М., Любич В. В., Гавриленко В. С., Приходько В. О., Крикун С. П., Худолій Л. В., Товстенко Я. Ю. Технологічні параметри формування якості зерна ячменю ярого голозерного. *Збірник наукових праць Уманського НУС*. 2024. Вип. 104. С. 315–324.
18. McKenna P., Cannon N., Conway J., Dooley J. The Use of Red Clover (*Trifolium pratense*) in Soil Fertility-Building: A Review. *Field Crops Res.* 2018. Vol. 221. P. 38–49.

References:

1. Wijata, M., Suwara, I., Studnicki, M., Perzanowska, A., Ghafoor, A. Z., Leszczyńska, R. (2025). Yield and yield components stability of winter wheat and spring barley in long-term experiment in Poland. *Sustainability*, 17, 4577.
2. Liubych, V. V. (2017). Productivity of wheat cultivars and lines depending on abiotic and biotic factors. *Bulletin of Agrarian Science of the Black Sea Region*, 95, 146–161. [in Ukrainian].
3. Chahal, I., Hooker, D. C., Deen, B., Janovicek, K., Van Eerd, L. L. (2021). Long-term effects of crop rotation, tillage and fertilizer nitrogen on soil health indicators and crop productivity in a temperate climate. *Soil and Tillage Research*, 213, 105121.
4. Hospodarenko, H. M., Liubych, V. V., Balian, Ya. V. (2024). Economic, agrochemical and energy evaluation of fertilizer efficiency for durum winter wheat.

Collection of Scientific Works of Uman National University of Horticulture, 104, 201–209. [in Ukrainian].

5. Urruty, N., Tailliez-Lefebvre, D., Huyghe, C. (2016). Stability, robustness, vulnerability and resilience of agricultural systems: A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 36, 15.

6. Reckling, M., Ahrends, H., Chen, T.-W., Eugster, W., Hadasch, S., Knapp, S., Laidig, F., Linstädter, A., Macholdt, J., Piepho, H.-P., (2021). Methods of yield stability analysis in long-term field experiments: A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 41, 27.

7. Liubych, V. V. (2017). Influence of abiotic and biotic factors on productivity of spelt wheat cultivars and lines. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 3, 18–24. [in Ukrainian].

8. Liubych, V. V. (2021). Breeding value of new spring triticale varieties. *Collection of Scientific Works of Uman National University of Horticulture*, 97, 3–11. [in Ukrainian].

9. Macholdt, J., Piepho, H.-P., Honermeier, B. (2019). Does fertilization impact production risk and yield stability across an entire crop rotation? Insights from a long-term experiment. *Field Crops Research*, 238, 82–92.

10. Olesen, J. E., Trnka, M., Kersebaum, K. C., Skjelvåg, A. O., Seguin, B., Peltonen-Sainio, P., Rossi, F., Kozyra, J., Micale, F. (2011). Impacts and adaptation of European crop production systems to climate change. *European Journal of Agronomy*, 34, 96–112.

11. Grzebisz, W., Diatta, J., Barłóg, P., Biber, M., Potarzycki, J., Łukowiak, R., Przygocka-Cyna, K., Szczepaniak, W. (2022). Soil fertility clock – crop rotation as a paradigm in nitrogen fertilizer productivity control. *Plants*, 11, 2841.

12. Liubych, V. V. (2022). Infection of winter bread wheat with root rots under different fertilizer rates. *Collection of Scientific Works of Uman National University of Horticulture*, 101(1), 129–144. [in Ukrainian].

13. Liubych, V. V. (2023). Technological parameters of spring triticale grain production under different nitrogen fertilizer doses. *Bulletin of Uman National University of Horticulture*, 2, 74–82. [in Ukrainian].

14. Wankhede, M., Dakhli, R., Manna, M.C., Sirothia, P., Mahmudur Rahman, M., Ghosh, A., Bhattacharyya, P., Singh, M., Jha, S., Patra, A. K. (2021). Long-term manure application for crop yield stability and carbon sequestration in a subtropical region. *Soil Use and Management*, 37, 264–276.

15. Kuś, J., Jończyk, K., Kawalec, A. (2007). Factors limiting winter wheat yielding in different farming systems. *Acta Agrophysica*, 10, 407–417.

16. Raimbault, B. A., Vyn, T. J. (1991). Crop rotation and tillage effects on corn growth and soil structural stability. *Agronomy Journal*, 83, 979–985.

17. Hospodarenko, H. M., Liubych, V. V., Havrylenko, V. S., Prykhodko, V. O., Krykun, S. P., Khudolii, L. V., Tovstenko, Ya. Yu. (2024). Technological parameters of quality formation in hull-less spring barley grain. *Collection of Scientific Works of Uman National University of Horticulture*, 104, 315–324. [in Ukrainian].

18. McKenna, P., Cannon, N., Conway, J., Dooley, J. (2018). The use of red clover (*Trifolium pratense*) in soil fertility-building: A review. *Field Crops Research*, 221, 38–49.

Annotation

Hospodarenko H. M., Liubych V. V., Novak Yu. V., Kalantyr V. O., Kholod S. M., Illiichov O. H.

Duration of the Vegetation Period and Plant Height of Winter Durum Wheat under Different Fertilization in a Field Crop Rotation

Purpose. To determine the duration of the vegetation period and plant height of winter durum wheat under different fertilizer rates and their combinations in a field crop rotation.

Methods. Field, measurement, calculation-comparative, analytical, and statistical methods.

Results. Calculations show that the duration of interstage development periods of winter wheat plants depended on sowing dates and weather conditions. Thus, the “emergence–tillering” period lasted 31–144 days depending on the weather of the research year, while “tillering–stem elongation” lasted 27–65 days. Other interstage periods were nearly the same and differed by only 5–7 days. The soil nutrient regime shaped by fertilization and weather conditions, as well as ambient temperature and moisture availability, influenced the formation of plant height in winter wheat. At the tillering and stem-elongation stages, no significant differences between the experimental treatments and years of research were observed, with a few exceptions. During tillering, the lowest plants were recorded in the 2020–2021 agricultural year – 4.6–4.8 cm, while in 2021–2022 they reached 5.4–5.5 cm. Plants were significantly shorter in 2021–2022 in the treatment with high mineral fertilizer rates ($N_{150}P_{60}K^{80}$) – 4.6 cm compared to $N_{150}P_{60}$ – 4.8 cm. At the stem-elongation stage, plant height was 19–24 cm and depended more on the weather conditions of the year than on fertilization. The greatest differences in plant height were observed during heading and full kernel maturity. During heading, plant height ranged from 40 to 59 cm, and fertilization contributed to better height growth in all research years. Improved nitrogen nutrition had the strongest effect, whereas phosphorus and potassium fertilizers had a minor influence on this indicator.

Conclusions. The duration of the vegetation period is influenced by weather conditions. In the less favorable 2019–2020 agricultural year, it was 177 days, while under more favorable conditions it reached 243–244 days. Before harvest, winter durum wheat plants reached 69–87 cm depending on the research year and fertilization. Minor differences in plant height may be explained by the genetic characteristics of the variety. On unfertilized plots plants reached 69–75 cm, whereas under $N_{150}P_{60}K_{80}$ they reached 77–87 cm, which is a 12–16% increase.

Key words: winter durum wheat, fertilization systems, vegetation period, plant height, lodging resistance, weather conditions.