

# Морфофізіологічні особливості формування продуктивності пшениці озимої залежно від технології вирощування

Л. В. Худолій

Український інститут експертизи сортів рослин, вул. Генерала Родимцева, 15, м. Київ, 03041, Україна,  
e-mail: [hydoliyl4@gmail.com](mailto:hydoliyl4@gmail.com)

**Мета.** Удосконалити адаптивні технології вирощування пшениці озимої, які забезпечать заплановану густоту стеблостою та продуктивність колосу, що дасть можливість сформувати максимальний урожай з високою якістю зерна. **Методи.** Польові, лабораторні дослідження, математично-статистичний аналіз. **Результати.** Протягом 2011–2015 рр. проводили спостереження за процесом формування продуктивності пшениці озимої 'Бенефіс' за різних технологій вирощування. Зокрема, наведено показники щільності стеблостою, кількості закладених квіток, колосків і зернівок у колосі, їхньої редукції за етапами органогенезу, величини потенційної врожайності пшениці озимої і ступінь реалізації її у фактичній. Встановлено, що такі елементи технології вирощування як дози добрив, система захисту рослин позитивно впливали на щільність продуктивного стеблостою з IV до XII етапів органогенезу. Найбільшу кількість збережених стебел (695 шт./м<sup>2</sup>) до XII етапу відмічали у варіанті з внесенням на фоні побічної продукції попередника  $P_{135}K_{135}N_{60(II)}+N_{75(IV)}+N_{45(VIII)}$  інтегрованого захисту. Реалізація продуктивних стебел за цих умов складала 41,3%. Величина втрат стебел з IV до XII етапу органогенезу коливалась в межах 657–986 шт./м<sup>2</sup> залежно від доз добрив, системи захисту. Кількість квіток (зерен) у колосі з V до XII етапу змінювалась залежно від умов живлення рослин і зростала із збільшенням доз внесених добрив в колосі обох порядків. За кількості квіток у колосі інтегрований захист мав перевагу над мінімальним. Найбільшу кількість квіток з V до IX етапу отримали за внесення на фоні побічної продукції попередника  $P_{135}K_{135}N_{60(II)}+N_{75(IV)}+N_{45(VIII)}$  інтегрованого захисту. **Висновки.** Встановлено, що в умовах північної частини Лісостепу України на темно-сірому опідзоленому ґрунті найвищу продуктивність пшениці озимої отримано за інтенсивної енергонасиченої технології вирощування з внесенням  $P_{135}K_{135}N_{60(II)+75(IV)+45(VIII)}$  на фоні побічної продукції попередника за інтегрованої системи захисту. Ця технологія забезпечувала урожайність 6,56 т/га зерна першого класу якості групи А.

**Ключові слова:** пшениця озима; удобрення; стеблостій; колос; квітки; зерно; редукція; продуктивність; врожайність; якість.

## Вступ

Морфофізіологічний метод, як стверджує Ф. М. Куперман [1], служить основою для розроблення діагностичних прийомів оцінки стану посівів, а також дає можливість прослідкувати за процесом формування потенційної продуктивності рослинами пшениці озимої за етапами органогенезу та їхній взаємозв'язок з факторами зовнішнього середовища. За даними В. Ф. Сайка, К. М. Олійник, А. В. Голодної [2, 3], які досліджували процеси органогенезу в рослинах пшениці озимої, показано високу ефективність методу морфофізіологічного аналізу для прогнозування урожайності.

Пшениця озима у своєму розвитку проходить ряд важливих етапів, на кожному з яких формується один з компонентів урожайності – щільність продуктивного стеблостою, кількість зерен у колосі, маса 1000 зерен тощо. Одним з головних елементів висо-

копродуктивного агрофітоценозу є формування оптимальної густоти стеблостою.

Густота стояння рослин – це один із важливих і складових показників структури врожаю, який є інтегруючим від таких показників, як польова схожість, перезимівля, виживання рослин за весняно-літній період та загальне виживання [4–8].

Серед вітчизняних і зарубіжних учених не існує єдиної думки щодо оптимальної густоти рослин пшениці озимої перед збиранням. За М. С. Савицьким [9] діапазон оптимальної густоти перед збиранням, залежно від ґрунтово-кліматичних умов, може складати 225–486 рослин на 1 м<sup>2</sup>, за В. Н. Ремесло [10] – не менше 200 рослин, за Foltyn J. [11] – 200–250, а за А. И. Ткаченко [12] – 300–400 рослин на 1 м<sup>2</sup>.

У дослідженнях кількість рослин на одиниці площі суттєво залежала від рівня удобрення і системи захисту. Збільшення доз мінерального живлення забезпечувало меншу частку редукції рослин та підвищувало кількість продуктивних стебел.

**Мета досліджень** – удосконалити адаптивні технології вирощування пшениці озимої,

Liudmyla Khudoliy  
<http://orcid.org/0000-0002-9586-7592>

які забезпечать заплановану густоту стеблостою та продуктивність колосу, що дасть можливість сформувати максимальний урожай з високою якістю зерна.

### Матеріали та методика досліджень

Дослідження з вивчення морфофізіологічних закономірностей формування продуктивності пшениці озимої залежно від технології вирощування проводили в дослідному господарстві «Чабани» ННЦ «Інститут землеробства НААН» протягом 2011–2015 років на базі стаціонарного дослідів відділу адаптивних інтенсивних технологій зернових колосових культур і кукурудзи на темно-сірому опідзоленому ґрунті.

Ґрунт дослідної ділянки темно-сірий, опідзолений крупнопилувато-легкосуглинковий на лесовидному суглинку з умістом гумусу (за Тюрнімом) 1,57–1,77%; лужногідролізованого азоту (за Корнфілдом) – 6,1–8,6, рухомого фосфору 12,9–27,1 і обмінного калію (за Чіріковим) – 10,5–18,6 мг/100 г ґрунту; рН сольової витяжки – 4,8–5,6. Ґрунт дослідної ділянки характеризується низькою забезпеченістю азотом, високою – фосфором і середньою – калієм.

Пшеницю озиму вирощували після гороху на зерно в сівозміні з таким чергуванням культур – горох, пшениця озима, кукурудза, ранні ярі культури (овес, тритикале). Схему дослідів наведено в таблиці 1.

Таблиця 1

Схема дослідів

Фактор А – удобрення (технологія)	Фактор В – система захисту від шкідливих організмів
Альтернативна 1: Без добрив (контроль)	Мінімальна
Альтернативна 2: Побічна продукція попередника – фон Ресурсозберігаюча: фон + P <sub>45</sub> K <sub>45</sub> + N <sub>30(II)</sub> + N <sub>30(IV)</sub>	Інтегрована
Інтенсивна: фон + P <sub>90</sub> K <sub>90</sub> + N <sub>30(II)</sub> + N <sub>60(IV)</sub> + N <sub>30(VIII)</sub>	
Інтенсивна енергонасичена: фон + P <sub>135</sub> K <sub>135</sub> N <sub>60(II)</sub> + N <sub>75(IV)</sub> + N <sub>45(VIII)</sub>	

Мінеральні добрива вносили згідно зі схемою дослідів у формі: суперфосфат гранульований (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 19,5%) та калій хлористий (КСІ – 58–60%) – восени під основний обробіток ґрунту, аміачну селітру (N – 34,4%) у підживлення на II, IV, VIII, X етапах органогенезу пшениці озимої.

Ефективність варіантів удобрення визначали за двох систем захисту рослин: міні-

мальна – протруювання насіння перед сівбою препаратом Вітавакс 200 ФФ (2,5 л/т), оброблення посівів на IV етапі органогенезу гербіцидом Гроділ Максі (0,1 л/га); інтегрована система захисту рослин включала теж саме + Фолікур (0,75 л/га) на IV етапі органогенезу та на VIII етапі органогенезу проводили обробіток фунгіцидом Альто Супер та інсектицидом Нурел Д (0,5 л/га).

Обробіток ґрунту під пшеницю озиму включав дворазове дискування дисковою бороною АГД-2,8, культивуацію – КН-3,8, передпосівну культивуацію агрегатом «Европак» та коткування ККШ-6. Сівбу проводили в оптимальні для зони строки з урахуванням погодних умов. Сіяли суцільним рядковим способом сівалкою СН-16А на глибину 3 см з нормою висівання 4 млн схожих насінин на гектар. Хімічні засоби захисту рослин вносили оприскувачем Allmap. Збирання врожаю проводили комбайном «SAMPO-130» з поділянковим обліком зерна.

Дослідження проводили з урахуванням вимог методики дослідної справи. Розмір посівної ділянки – 36 м<sup>2</sup>, облікової – 25 м<sup>2</sup>. Повторність дослідів чотириразова, розміщення ділянок систематичне. Дослід закладено методом розщеплених ділянок.

Для реалізації програми досліджень проводили: фенологічні спостереження та морфофізіологічні дослідження розвитку рослин пшениці озимої за Ф. М. Куперман на II, IV, VI, IX, XI, XII етапах органогенезу. З цією метою в пробах рослин визначали: кількість рослин, стебел, коефіцієнт кушення, висоту рослин; кількість колосків у колосі (центральному і I порядку); кількість квіток (зернівок) у колосі обох порядків; потенціал колосся і потенційну продуктивність посіву в цілому; рівень реалізації потенційного врожаю в господарському; біологічний контроль за станом рослин, який включав визначення настання етапу органогенезу і його тривалість, розміри і стан конусу наростання. Облік густоти сходів проводили за Методикою державного сортопробування сільськогосподарських культур (2001).

Визначення показників структури врожаю проводили у пробних снопах, відібраних з двох погонних метрів у двох несуміжних повтореннях у різних місцях ділянки.

Визначення урожайності основної та побічної продукції проводили поділянково, методом суцільного обліку прямим комбайнуванням. Бункерну масу зерна перераховували на урожайність з 1 гектара з урахуванням засміченості і вологості (ДСТУ 4138-2002).

Вміст клейковини визначали відмиванням вручну ГОСТ 13586.1-68 та методом інфрачервоної спектроскопії (ДСТУ 4117:2007) на приладі NIR Systems 4500, якість клейковини – на приладі ІДК-1. На інфрачервоному аналізаторі у зерні пшениці озимої також визначали вміст протеїну, білка, золи, жиру, крохмалю [13].

Об'єктом досліджень був районований сорт 'Бенефіс', внесений до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні у 2008 році. Оригінація – Інститут землеробства НААН. Різновид еритроспермум. Рослини заввишки 99 см. Зимостійкість сорту в умовах проморожування вище середньої, у польових умовах за роки випробування становила 8,7 бала. Стійкість сорту до вилягання 8,4 бала. Стійкість до осипання 8,2 бала. Стійкість до посухи 8,4 бала. За роки випробування сорт слабо уражувався основними хворобами та шкідниками. Середньостиглий, період вегетації 282 доби. Борошномельні та хлібопекарські показники сорту добрі. Цінна пшениця.

### Результати досліджень

Спостереження за динамікою щільності стеблостою протягом вегетації показало, що в середньому за досліджувані роки на VI етапі органогенезу за альтернативної 1 технології щільність загальної кількості стеблостою складала 980 та 535 шт./м<sup>2</sup> синхронно розвинених стебел (табл. 2). За альтернативної 2 технології – 1080 шт./м<sup>2</sup> (575 шт./м<sup>2</sup>). Ресурсозберігаюча технологія вирощування пшениці озимої ( $P_{45}K_{45} + N_{30(II)} + N_{30(IV)}$ ) призвела до збільшення щільності стеблостою до 1203 шт./м<sup>2</sup> (682 шт./м<sup>2</sup>). Найвищу щільність стеблостою забезпечила інтенсивна енергонасичена технологія, яка передбачала внесення  $P_{135}K_{135} + N_{60(II)} + N_{75(IV)} + N_{45(VIII)}$  на фоні загорання побічної продукції попередника і становила 1610 шт./м<sup>2</sup>, при цьому зростала

як загальна кількість стебел, так і кількість синхронно розвинених стебел і становила 862 шт./м<sup>2</sup>.

Кількість продуктивних стебел на одну рослину зростала пропорційно збільшенню доз мінеральних добрив, про що свідчить і коефіцієнт кушення. За внесення  $P_{45}K_{45} + N_{30(II)} + N_{30(IV)}$  і  $P_{135}K_{135} + N_{60(II)} + N_{75(IV)} + N_{45(VIII)}$  загальний коефіцієнт зростав відповідно до 2,1 і 2,3 на VI етапі органогенезу проти 1,9 на контролі.

У наших дослідженнях від IV до VI етапу органогенезу редукованих стебел було від 113 до 293 шт./м<sup>2</sup> за мінімальної системи захисту, а за інтегрованої втрати становили від 71 до 270 шт./м<sup>2</sup>.

Найбільше редукувалося стебел від VI до IX етапу органогенезу. У середньому за роки досліджень за альтернативної 1 технології вирощування (без добрив) цей показник становив 373 шт./м<sup>2</sup> (42,4%) за мінімальної та 411 шт./м<sup>2</sup> (41,9%) за інтегрованої системи захисту.

Тож, на IX етапі органогенезу за альтернативної 1 технології вирощування (без добрив) збереглося 430 шт./м<sup>2</sup> продуктивних стебел, а за альтернативної 2 технології вирощування із зароблянням побічної продукції попередника – 473 шт./м<sup>2</sup>. За ресурсозберігаючої технології вирощування ( $P_{45}K_{45} + N_{30(II)} + N_{30(IV)}$ ) їхня кількість зростала до 570 шт./м<sup>2</sup>, а за інтенсивної технології ( $P_{90}K_{90} + N_{30(II)} + N_{60(IV)} + N_{30(VIII)}$ ) – до 633 шт./м<sup>2</sup>. Інтенсивна енергонасичена технологія вирощування пшениці озимої із загоранням побічної продукції попередника ( $P_{135}K_{135} + N_{60(II)} + N_{75(IV)} + N_{45(VIII)}$ ) забезпечила густоту продуктивного стеблостою 710 шт./м<sup>2</sup>. Отже, внесення мінеральних добрив позитивно впливало на збереження продуктивних стебел.

Застосування інтегрованої системи захисту рослин позитивно впливало на кількість продуктивних стебел пшениці озимої. Дослідження показали, що за інтегрованої систе-

Таблиця 2

Зміна щільності стеблостою пшениці озимої за різних систем удобрення і захисту рослин, шт./м<sup>2</sup> (сорт 'Бенефіс', середнє за 2011–2015 рр.)

Технологія	Етап органогенезу						Реалізація %	
	VI		IX		XII		I	II
	I	II	I	II	I	II		
Альтернативна 1: без добрив	483	535	430	473	383	413	35,9	37,5
Альтернативна 2: побічна продукція попередника – фон	535	575	473	513	422	447	36,1	36,2
Ресурсозберігаюча: фон + $P_{45}K_{45} + N_{30(II)+30(IV)}$	648	682	570	600	507	547	35,2	37,1
Інтенсивна: фон + $P_{90}K_{90} + N_{30(II)+60(IV)+30(VIII)}$	717	772	633	680	563	610	38,0	38,5
Інтенсивна енергонасичена: фон + $P_{135}K_{135} + N_{60(II)+75(IV)+45(VIII)}$	815	862	710	787	643	695	39,9	41,3
НІР <sub>0,05</sub> загальне	82		74		66		1,0	

Примітка. I – мінімальна система захисту; II – інтегрована система захисту.

ми захисту в рослин формувалась більша кількість стебел, ніж за мінімальної. Така закономірність проявилася в усі роки проведення досліджень за всіх технологій вирощування протягом вегетації. Так, на XII етапі органогенезу за альтернативної 1 технології (без добрив) збереглося 413 шт./м<sup>2</sup> стебел, а за інтенсивної технології з внесенням добрив  $P_{90}K_{90}+N_{30(II)}+N_{60(IV)}+N_{30(VIII)}$  на фоні побічної продукції попередника – 610 шт./м<sup>2</sup>. Інтенсивна енергонасичена технологія ( $P_{135}K_{135}+N_{60(II)}+N_{75(IV)}+N_{45(VII)}$ ) збільшувала кількість збережених стебел до 695 шт./м<sup>2</sup>, що на 8,1% більше, ніж без застосування захисту.

Іншою важливою складовою формування продуктивності посіву пшениці озимої є озерненість колоса, яка визначається кількістю колосків, квіток у них, закладених у конусі наростання і реалізованих до XII етапу органогенезу. За результатами морфологічного аналізу в колосі пшениці озимої сорту 'Бенефіс' у середньому за роки досліджень на VI етапі органогенезу нараховували 18,6–20,8 колосків у центральному колосі і 17,6–20,4 шт. у колосі I порядку за мінімальної та 18,8–21,0 колосок у колосі і 18,0–20,6 шт. у колосі I порядку за інтегрованої системи захисту

(табл. 3). Їхня кількість залежала від погодних умов, порядку стебла, доз внесених добрив та системи захисту. Ця залежність збереглась до XII етапу органогенезу. При переході рослин у своєму розвитку з VI до наступних етапів частина колосків редукувалась.

Як показали дослідження, за період з VI до XII етапу втрачалось від 12,4 до 23,0% колосків у центральному колосі від їхньої кількості на VI етапі органогенезу. Значно більшу редукцію спостерігали в колосі I порядку, яка становила 20,6–36,0%. Величина редукції колосків у колосі обох порядків залежала від доз внесених добрив та системи захисту. Ця залежність мала обернений характер.

За інтегрованої системи захисту отримали найбільшу кількість (18,1) колосків на XII етапі органогенезу в центральному колосі та 15,6 колосків у колосі I порядку за інтенсивної енергонасиченої технології вирощування, яка передбачала внесення  $P_{135}K_{135}+N_{60(II)}+N_{75(IV)}+N_{45(VII)}$  на фоні загортання побічної продукції попередника.

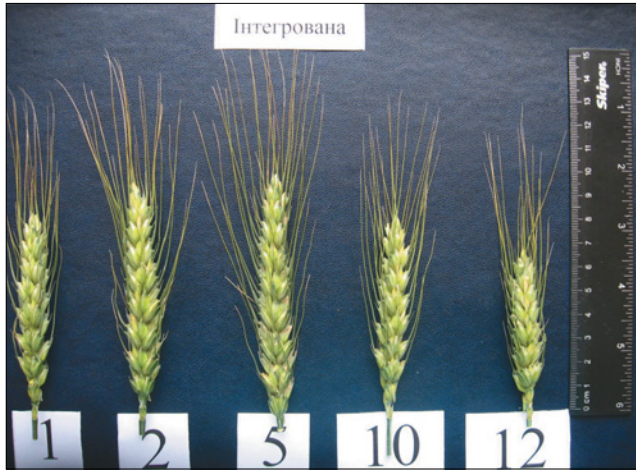
Пропорційно збільшенню дози добрив та системи захисту зростала і довжина колоса на XII етапі органогенезу (рис. 1). За мінімальної системи захисту та альтернативної I

Таблиця 3

**Зміна кількості колосків колосу центрального стебла та урожай пшениці озимої залежно від елементів технології вирощування (сорт 'Бенефіс', середнє за 2011–2015 рр.)**

Технологія	Довжина колоса, мм	Щільність колоса, шт./см	Кількість колосків у колосі центрального стебла, шт.								Урожайність, т/га
			етап органогенезу								
			VI				IX				
<b>Мінімальна система захисту</b>											
Альтернативна 1: без добрив	75,0	1,90	18,5	16,6	15,9	14,3	76	52	33	30	3,70
Альтернативна 2: побічна продукція попередника – фон	80,6	1,87	18,9	16,9	16,1	15,0	77	53	34	30	3,92
Ресурсозберігаюча: фон + $P_{45}K_{45}N_{30(II)+30(IV)}$	83,3	1,90	19,3	17,6	16,9	15,9	80	55	39	35	5,24
Інтенсивна : фон + $P_{90}K_{90}N_{30(II)+60(IV)+30(VIII)}$	87,2	1,91	19,9	18,5	17,7	16,7	85	57	42	40	5,77
Інтенсивна енергонасичена: фон + $P_{135}K_{135}N_{60(II)+75(IV)+45(VIII)}$	91,1	1,93	20,1	18,7	18,0	17,6	88	66	47	45	5,75
<b>Інтегрована система захисту</b>											
Альтернативна 1: без добрив	78,9	1,96	18,7	17,0	16,1	15,5	78	55	36	33	4,25
Альтернативна 2: побічна продукція попередника – фон	82,4	1,89	19,1	17,2	16,5	15,6	83	56	36	34	4,55
Ресурсозберігаюча: фон + $P_{45}K_{45}N_{30(II)+30(IV)}$	86,3	1,91	19,7	17,9	17,4	16,5	84	57	41	39	6,02
Інтенсивна: фон + $P_{90}K_{90}N_{30(II)+60(IV)+30(VIII)}$	89,7	1,92	20,2	18,6	18,0	17,3	87	63	44	43	6,36
Інтенсивна енергонасичена: фон + $P_{135}K_{135}N_{60(II)+75(IV)+45(VIII)}$	92,5	1,95	20,6	19,1	18,5	18,1	90	68	48	47	6,56
НІР <sub>0,05</sub>	3,6	0,02	1,0	0,6	0,6	0,7	3	4	3	4	0,73

технології (без добрив) отримали колосся довшиною 75,0 мм, а за альтернативної 2 технології із загортанням побічної продукції попередника довжина колоса збільшилася до 80,6 мм.



**Рис. 1. Довжина колоса пшениці озимої сорту 'Бенефіт' залежно від технології вирощування (XI етап органогенезу):** 1 – Ресурсозберігаюча; 2 – Інтенсивна; 5 – Інтенсивна енергонасичена; 10 – Альтернативна 2; 12 – Альтернативна 1

Ресурсозберігаюча технологія вирощування пшениці озимої ( $P_{45}K_{45}+N_{30(II)}+N_{30(IV)}$ ) збільшувала довжину колоса до 83,3 мм, а інтенсивна ( $P_{90}K_{90}+N_{30(II)}+N_{60(IV)}+N_{30(VIII)}$ ) – до 87,2 мм. Вільшою довжиною колоса (91,1 мм) відрізнялись рослини за інтенсивної енергонасиченої технології та внесення добрив у дозі  $P_{135}K_{135}+N_{60(II)}+N_{75(IV)}+N_{45(VII)}$ . Інтегрована система захисту сприяла зростанню величини колоса на 3,9 мм за альтернативної 1 технології, а за ресурсозберігаючої технології за внесення  $P_{45}K_{45}+N_{30(II)}+N_{30(IV)}$  – на 3,0 мм. За інтенсивної енергонасиченої технології вирощування, яка передбачала внесення  $P_{135}K_{135}+N_{60(II)}+N_{75(IV)}+N_{45(VII)}$  на фоні загортання побічної продукції попередника довжина колоса була 92,2 мм і на 1,4 мм довшою, як за мінімальної системи захисту.

Щільність колоса в середньому за роки досліджень варіювала в межах від 1,87 до 1,96 шт./см і змінювалась залежно від технології вирощування. Так, за альтернативної 1 технології (без добрив) щільність колоса становила 1,90 шт./см, а за інтенсивної енергонасиченої технології вирощування, яка передбачала внесення  $P_{135}K_{135}+N_{60(II)}+N_{75(IV)}+N_{45(VII)}$  на фоні загортання побічної продукції попередника – 1,93 шт./см. Це пояснюється тим, що зі збільшенням дози мінеральних добрив посилюється активний ріст рослини, довжина колоса.

Відомо, що в онтогенезі пшениці на V етапі органогенезу в конусі наростання закладається потенційно можлива кількість квіток у колосі. Дані морфологічних досліджень показали, що за погодних умов у середньому за роки досліджень в центральному колосі за альтернативної 1 технології вирощування пшениці озимої (без добрив) сформувалось 134 квітки. За альтернативної 2 технології, де загорталася лише побічна продукція попередника – горох, кількість квіток збільшилась до 139 шт.

Ресурсозберігаюча технологія вирощування пшениці озимої ( $P_{45}K_{45}+N_{30(II)}+N_{30(IV)}$ ) збільшувала їхню кількість до 142 квіток. За інтегрованої системи захисту найбільшу кількість (131) квіток у колосі I порядку та 151 квітку в центральному колосі спостерігали за інтенсивної енергонасиченої технології вирощування, яка передбачала внесення  $P_{135}K_{135}+N_{60(II)}+N_{75(IV)}+N_{45(VII)}$ .

За цим показником інтегрована система захисту переважала над мінімальною і сприяла збільшенню в колосі на 2–5 квіток залежно від технології вирощування пшениці озимої. Так, за мінімальної системи захисту на контрольному варіанті (без добрив) отримали 130 квіток, що на 4 квітки менше, ніж без захисту, а на фоні загортання продукції попередника – на 5 квіток. Застосування  $P_{45}K_{45}+N_{30(II)}+N_{30(IV)}$  збільшувало кількість квіток до 140, а за внесення  $P_{90}K_{90}+N_{30(II)}+N_{60(IV)}+N_{30(VIII)}$  до 144 відповідно.

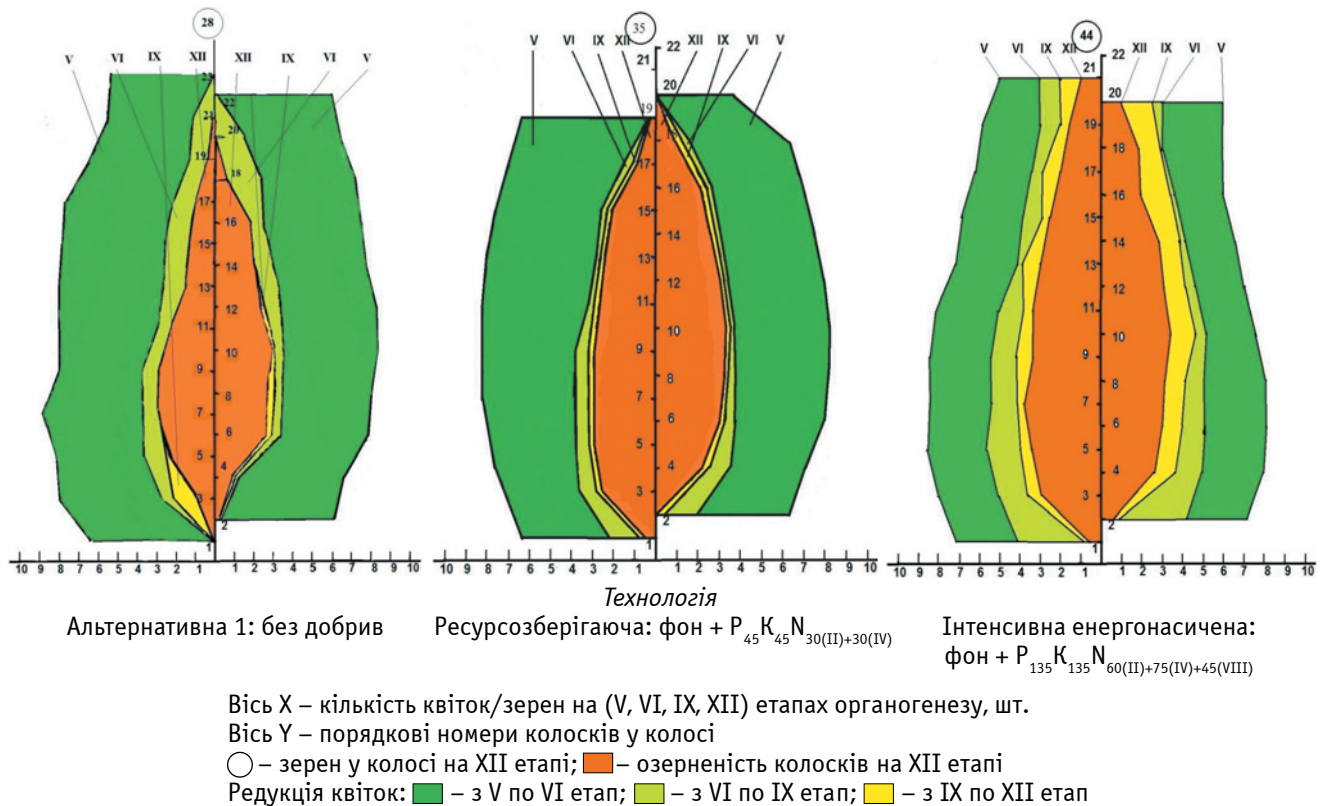
На рис. 2, 3 показані схеми-моделі формування продуктивності центрального колоса пшениці озимої залежно від технології вирощування, системи захисту. На осі X відкладено кількість квіток (зерен) у колоску. На осі Y – порядковий номер колоска. На цій моделі відображено як змінювався потенціал колосу від V до XII етапу, кількість квіток у колосі на різних етапах органогенезу і реальну озерненість колосу на XII етапі за різних технологій вирощування та системи захисту.

Розміри редуції генеративних органів у центральному колосі та колосі I порядку були найвищими на V–VI етапі органогенезу. Це зображено на рисунках 2 та 3. За ресурсозберігаючої технології вирощування ( $P_{45}K_{45}+N_{30(II)}+N_{30(IV)}$ ) редукувалось 42,7%, за інтенсивної енергонасиченої технології та внесення добрив  $P_{135}K_{135}+N_{60(II)}+N_{75(IV)}+N_{45(VIII)}$  – 40,2% квіток у центральному колосі, а в колосі першого порядку – 45,0 та 43,0%.

Важливим етапом онтогенезу пшениці озимої є IX (відповідає цвітінню), коли відбувається запліднення квіток. На цей процес виключно впливають погодні умови.

Кількість фертильних квіток у колосі обох порядків на IX етапі залежала від погодних умов проходження етапу та технології вирощування. У середньому за роки досліджень цей показник у центральному колосі

коливався від 52 квіток (табл. 2) за альтернативної 1 технології (без добрив) до 85 квіток за інтенсивної технології  $[P_{90}K_{90}+N_{30(II)}+N_{60(IV)}+N_{30(VIII)}]$  та до 66 квіток за внесення  $P_{135}K_{135}+N_{60(II)}+N_{75(IV)}+N_{45(VIII)}$ .



**Рис. 2. Схема-модель формування продуктивності колоса пшениці озимої сорту 'Бенефіс' залежно від дози внесених добрив за інтегрованої системи захисту**

У колосі I порядку кількість квіток змінювалась від 39 до 47. Значно більшу кількість фертильних квіток отримали за інтегрованої системи захисту, їхня кількість варіювала в межах від 55 до 68 квіток.

На XII етапі органогенезу озерненість колосу становила 33 зернівки в контрольному варіанті за інтегрованої системи захисту, а у варіанті з побічною продукцією попередника – 34 зернівки. Внесення  $P_{45}K_{45}+N_{30(II)}+N_{30(IV)}$  збільшувало озерненість колосу до 39 зернівок, за внесення  $P_{90}K_{90}+N_{30(II)}+N_{60(IV)}+N_{30(VIII)}$  кількість збільшилась до 43 зернівок. Більшу кількість – 47 зерен у колосі центрального стебла та 34 зерна в колосі I порядку отримали за внесення  $P_{135}K_{135}+N_{60(II)}+N_{75(IV)}+N_{45(VII)}$  на фоні загортання побічної продукції попередника. Значно більшу кількість фертильних квіток отримали за інтегрованої системи захисту, їхня кількість варіювала в межах від 55 до 70 квіток.

Система захисту мала перевагу за цим показником порівняно з мінімальною як в цен-

тральному колосі, так і в колосі I порядку. За мінімальної системи захисту отримали від 30 до 43 зернин, що на 2–4 шт. менше, ніж за інтегрованої системи захисту в центральному колосі та на 2–3 зернини в колосі I порядку. Ця закономірність зберігалась в усі роки досліджень.

Від VI до IX етапу органогенезу було найбільше редукованих квіток – від 13 до 19%. У наступні етапи органогенезу темпи редукції знижувались. До XII етапу в центральному колосі збереглося залежно від варіанту удобрення та системи захисту рослин від 36 до 56 зерен.

У цілому з V по XII етап органогенезу редукувалося від 100 до 106 квіток/зернівок у центральному колосі пшениці озимої та від 86 до 104 в колосі I порядку. Рівень втрат потенціалу колоса залежав від варіанту удобрення та системи захисту. Більший розмір редукції відмічено за дефіциту елементів живлення й незбалансованому живленні. Величини редукції квіток узгоджуються з результатами інших дослідників [14–17]. За інтенсивної енергонаси-

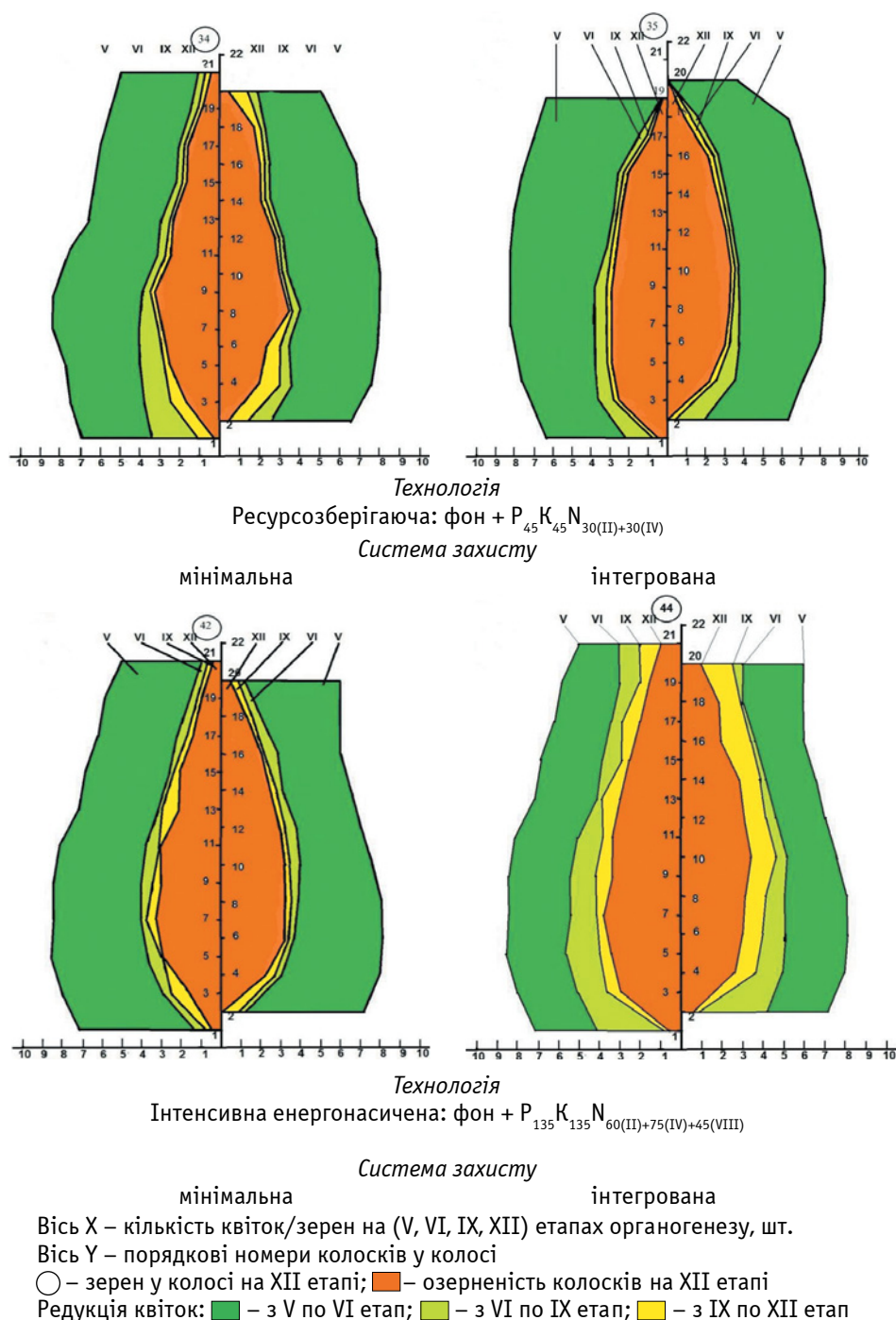


Рис. 3. Схема-модель формування продуктивності колоса пшениці озимої сорт 'Бенефіс' залежно від системи захисту

ченої технології вирощування, яка передбачала внесення  $P_{135} K_{135} + N_{60(II)} + N_{75(IV)} + N_{45(VIII)}$  на фоні загортання побічної продукції попередника.

### Висновки

Кількість колосків у колосі залежала від погодних умов, порядку стебла, доз внесених добрив, системи захисту. Внесення добрив сприяло збільшенню колосків у колосі обох порядків. Така залежність збереглася до XII етапу органогенезу.

Встановлено, що кількість закладених на V етапі квіток змінювалась залежно від умов живлення рослин і ця залежність зберігалась до XII етапу в колосі обох порядків. За кількістю квіток у колосі інтегрований захист мав перевагу над мінімальним. Найбільшу кількість квіток з V до IX етапу в відмічали за внесення  $P_{135} K_{135} + N_{60(II)} + N_{75(IV)} + N_{45(VIII)}$ .

Найвищу продуктивність пшениці озимої отримано за інтенсивної енергонасиченої технології вирощування та внесення добрив у

дозі  $P_{135} K_{135} + N_{60(II)} + N_{75(IV)} + N_{45(VII)}$  на фоні побічної продукції попередника та інтегрованої системи захисту. Ця технологія забезпечила врожайність 6,56 т/га зерна, за цих умов вирощування одержано й найвищий уміст білка (14,14%) і клейковини (30,13%) у зерні. Таке зерно за показниками якості відповідає першому класу групи А.

За технології, яка передбачала внесення  $P_{90} K_{90} + N_{30(II)} + N_{60(IV)} + N_{30(VIII)}$  та застосування інтегрованої системи захисту із загоранням у ґрунт побічної продукції попередника отримано врожайність зерна 6,36 т/га, 2-го класу якості групи А. Ресурсозберігаючі технології вирощування пшениці озимої з обмеженням використання добрив  $P_{45} K_{45} + N_{30(II)} + N_{30(IV)}$  у середньому за 2011–2015 рр. забезпечили врожайність з якістю зерна 2–3 класу на рівні 6,2 т/га.

### Використана література

1. Куперман Ф. М. Морфофизиология растений. Морфофизиологический анализ этапов органогенеза различных жизненных форм покрытосеменных растений. 4-е изд., перераб. и доп. Москва : Высшая школа, 1984. 240 с.
2. Сайко В. Ф. Биологические основы формирования продуктивности озимой пшеницы. Москва : Россельхозиздат, 1990. 132 с.
3. Олійник К. М., Голодна А. В. Морфофізіологічні особливості формування продуктивності пшениці ярої за сумісного вирощування з люпином вузьколистим. *Наукові доповіді НУБіП України*. 2016. № 6. URL: <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/7548>
4. Олійник К. М., Худолій Л. В. Вплив технології вирощування на формування елементів продуктивності пшениці озимої. *Науковий вісник НУБіП України. Серія : Агронімія*. 2013. № 183. С. 61–67.
5. Petr J. Nektera hlediska tvorby vynosu obilovin. *Sb UVti. Genet. Slechteni*. 1971. Vol. 7, No. 1. P. 1–12.
6. Грицюк П. М. Прогнозирование зернопроизводства как инструмент обеспечения продовольственной безопасности государства. *Моделирование и анализ безопасности и риска в сложных системах* : труды 9 Междунар. научной школы (г. Санкт-Петербург, 6–10 июля 2010 г.). Санкт-Петербург, 2010. С. 301–305.
7. Tein B., Eremeev V., Keres I. et al. Effect of different plant production methods on yield and quality of winter wheat 'Portal' in 2009. In *Research for Rural Development : Proc. 16<sup>th</sup> Int. Sci. Conf.* (Jelgava, Latvia, May 19–21, 2010). Jelgava, 2010. Vol. 1. P. 17–21.
8. Fischer R. A., Byerlee D., Edmeades G. O. Crop yields and global food security: Will yield increase continue to feed the world? / *ACIAR Monograph No. 15*. Canberra : Australian Centre for International Agricultural Research, 2014. P. 52–59.
9. Савицкий М. С., Николаев М. Е. Структура урожая зерновых культур. Горки : БСХА, 1976. 20 с.
10. Ремесло В. Н., Сайко В. Ф. Сортовая агротехника пшеницы. Киев : Урожай, 1981. 200 с.
11. Foltyn J., Rostlins I. Serial – arhitectonika porostu psenise. *Uroda*. 1985. Vol. 33, No. 3. P. 106–107.
12. Рабочая тетрадь агронома по интенсивным технологиям возделывания озимых культур / под ред. А. Г. Денисенко, В. М. Крутя. Киев : Урожай, 1986. 152 с.
13. Пшениця. Технічні умови : ДСТУ 3768:2010. [Чинний від 2010-03-31]. Київ : Держспоживстандарт України, 2010. 25 с.
14. Кононюк Л. М., Олійник К. М., Давидюк Г. В. та ін. Значення сорту в технології вирощування пшениці озимої в північній частині Лісостепу. *Збірник наукових праць ННЦ «Ін-т землеробства НААН»*. 2012. Вип. 3–4. С. 64–70.
15. Черно О. Д. Фізичні та біохімічні показники якості зерна пшениці озимої за тривалого удобрення. *Землеробство*. 2015. Вип. 1. С. 98–102.
16. Petrenko V., Sheiko T., Khudolii L., Bondar V. Evaluation of three wheat species commonly used in organic cropping systems, considering selected technological parameters for ethanol production. *Englineering for Rural Development : Proc. 17<sup>th</sup> Int. Sci. Conf.* (Jelgava, Latvia, May 23–25, 2018). Jelgava, 2018. Vol. 17. P. 451–455. doi: 10.22616/ERDev2018.17.N030
17. Petrenk V., Spychaj R., Prysiazhniuk O. et al. Evaluation of three wheat species (*Triticum aestivum* L., *T. spelta* L., *T. dicoccum* (Schrank) Schuebl) commonly used in organic cropping systems, considering selected parameters of technological quality. *Rom. Agric. Res.* 2018. Vol. 35. P. 255–264.

### References

1. Kuperman, F. M. (1984). *Morfofiziologiya rasteniy. Morfofiziologicheskii analiz etapov organogeneza razlichnykh zhiznennykh form pokrytosemennykh rasteniy* [Plant morphophysiology. Morphophysiological analysis of organogenesis stages of various life forms of angiosperms]. (4<sup>th</sup> ed., rev.). Moscow: Vysshaya shkola. [in Russian]
2. Sayko, V. F. (1990). *Biologicheskie osnovy formirovaniya produktivnosti ozimoy pshenitsy* [Biological underpinnings of winter wheat productivity formation]. Moscow: Rosselkhozizdat. [in Russian]
3. Oliinyk, K. M., & Golodna, A. V. (2016). Morphological and physiological features of spring wheat productivity formation at joint growing with blue lupine. *Naukovi dopovidi NUBiP Ukraini* [Scientific reports NULES of Ukraine], 6. Retrieved from <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/7548> [in Ukrainian]
4. Oliinyk, K. M., & Khudolii, L. V. (2013). Impact of cultivation technologies on formation of winter wheat productivity elements. *Naukovij visnik NUBiP Ukraini. Seriya Agronomiia* [Scientific Herald of NULES of Ukraine. Series: Agronomy], 183, 61–67. [in Ukrainian]
5. Petr, J. (1971). Nektera hlediska tvorby vynosu obilovin. *Sb UVti. Genet. Slechteni*, 7(1), 1–12.
6. Gritsyuk, P. M. (2010). Prediction of grain production as a tool to ensure food security of the state. In *Modelling and analysis of Safety and Risk in Complex Systems: Proc. of the Ninth Int. Sci. School* (pp. 301–305). July 6–10, 2010, Saint-Petersburg, Russia. [in Russian]
7. Tein, B., Eremeev, V., Keres, I., Selge, A., & Luik, A. (2010). Effect of different plant production methods on yield and quality of winter wheat 'Portal' in 2009. In *Research for Rural Development 2010: Annual 16<sup>th</sup> Int. Sci. Conf. Proc.* (Vol. 1, P. 17–21). May 19–21, 2010, Latvia University of Agriculture, Jelgava, Latvia.
8. Fischer, R. A., Byerlee, D., & Edmeades, G. O. (2014). *Crop yields and global food security: Will yield increase continue to feed the world?* ACIAR Monograph No. 15 (pp. 52–59). Canberra : Australian Centre for International Agricultural Research.
9. Savitskiy, M. S., & Nikolaev, M. E. (1976). *Struktura urozhaya zernovykh kul'tur* [Grain crop structure]. Gorki: BSKhA. [in Russian]
10. Remeslo, V. N., & Sayko, V. F. (1981). *Sortovaya agrotekhnika pshenitsy* [Varietal agrotechnics of wheat]. Kyiv: Urozhai. [in Russian]
11. Foltyn, J., & Rostlins, I. (1985). Serial – arhitectonika porostu psenise. *Uroda*, 33(3), 106–107.
12. Dенисенко, А. Г., & Крутя, В. М. (1986). *Рабочая тетрадь агронома по интенсивным технологиям возделывания озимых культур* / под ред. А. Г. Денисенко, В. М. Крутя. Киев : Урожай, 1986. 152 с.
13. Пшениця. Технічні умови : ДСТУ 3768:2010. [Чинний від 2010-03-31]. Київ : Держспоживстандарт України, 2010. 25 с.
14. Кононюк Л. М., Олійник К. М., Давидюк Г. В. та ін. Значення сорту в технології вирощування пшениці озимої в північній частині Лісостепу. *Збірник наукових праць ННЦ «Ін-т землеробства НААН»*. 2012. Вип. 3–4. С. 64–70.
15. Черно О. Д. Фізичні та біохімічні показники якості зерна пшениці озимої за тривалого удобрення. *Землеробство*. 2015. Вип. 1. С. 98–102.
16. Petrenko V., Sheiko T., Khudolii L., Bondar V. Evaluation of three wheat species commonly used in organic cropping systems, considering selected technological parameters for ethanol production. *Englineering for Rural Development : Proc. 17<sup>th</sup> Int. Sci. Conf.* (Jelgava, Latvia, May 23–25, 2018). Jelgava, 2018. Vol. 17. P. 451–455. doi: 10.22616/ERDev2018.17.N030
17. Petrenk V., Spychaj R., Prysiazhniuk O. et al. Evaluation of three wheat species (*Triticum aestivum* L., *T. spelta* L., *T. dicoccum* (Schrank) Schuebl) commonly used in organic cropping systems, considering selected parameters of technological quality. *Rom. Agric. Res.* 2018. Vol. 35. P. 255–264.



13. *Pshenytsia. Tekhnichni umovy: DSTU 3768:2010* [Wheat. Specifications: State Standard of Ukraine: 3768:2010]. (2010). Kyiv: Derzhspozhyvstandart Ukrainy. [in Ukrainian]
14. Kononiuk, L. M., Oliinyk, K. M., Davydiuk, H. V., Natalchuk, T. A., & Khudolii, L. V. (2012). Variety importance for winter wheat growing technology in the northern part of Forest-Steppe zone. *Zbirnik naukovih prac' NNC "Institut zemlerobstva NAAN"* [Scientific Magazine of the NSC "Institute of Agriculture of NAAS"], 3–4, 64–70. [in Ukrainian]
15. Chernov, O. D. (2015). Physical and biochemical properties of the quality of winter wheat under long-term fertilization. *Zemlerobstvo* [Agriculture], 1, 98–102. [in Ukrainian]
16. Petrenko, V., Sheiko, T., Khudolii, L., & Bondar, V. (2018). Evaluation of three wheat species commonly used in organic cropping systems, considering selected technological parameters for ethanol production. *Englineering for Rural Development: Proc. 17<sup>th</sup> Int. Sci. Conf.* (Vol. 17, pp. 451–455). May 23–25, 2018, Latvia University of Agriculture, Jelgava, Latvia. doi: 10.22616/ERDev2018.17.N030
17. Petrenko, V., Sychaj, R., Prysiazniuk, O., Sheiko, T., & Khudolii, L. (2018). Evaluation of three wheat species (*Triticum aestivum* L., *T. spelta* L., *T. dicoccum* (Schrank) Schuebl) commonly used in organic cropping systems, considering selected parameters of technological quality. *Rom. Agric. Res.*, 35, 255–264.

УДК 633.11:631.531.048:551.5

**Худолій Л. В.** Морфологіофізіологічні особливості формування продуктивності пшениці озимої в залежності від технології вирощування // *Plant Varieties Studying and Protection*. 2019. Т. 15, № 3. С. 303–312. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.15.3.2019.181090>

Український інститут експертизи сортів рослин, ул. Генерала Родимцева, 15, г. Київ, 03041, Україна, e-mail: [hydoliyl4@gmail.com](mailto:hydoliyl4@gmail.com)

**Цель.** Усовершенствовати адаптивні технології вирощування озимої пшениці, які забезпечать заплановану густоту стеблестоя та продуктивність колоса, що дозволить сформувати максимальний урожай з високим качеством зерна. **Методи.** Полевий, лабораторний дослідження, математично-статистичний аналіз. **Результати.** В течение 2011–2015 гг. проводили спостереження за процесом формування продуктивності озимої пшениці сорту 'Бенефіс' при різних технологіях вирощування. В частности, приведено показники щільності стеблестоя, кількості закладених цвіток, колосків і зерновок в колосі, їх редукції по етапам органогенезу, величини потенціальної урожайності пшениці озимої і ступінь реалізації її в фактичній. Встановлено, що такі елементи технології вирощування як дози добрив, система захисту рослин позитивно впливали на щільність продуктивного стеблестоя з IV до XII етапу органогенезу. Найбільше кількість збережених стебел (695 шт./м<sup>2</sup>) до XII етапу відзначали в варіанті з внесенням на фоні побічної продукції предшественника  $P_{135}K_{135}N_{60(II)}+N_{75(IV)}+N_{45(VIII)}$  інтегрованої захисту. Реалізація продуктивних стебел при цих умовах со-

ставляла 41,3%. Величина втрат стебел з IV до XII етапу органогенезу коливалася в межах 657–986 шт./м<sup>2</sup> в залежності від доз добрив, системи захисту. Кількість цвіток (зерен) в колосі з V до XII етапу змінювалася в залежності від умов живлення рослин і росла з збільшенням доз вносимих добрив в колосі обох порядків. По кількості цвіток в колосі інтегрована захист мала перевагу над мінімальною. Найбільше кількість цвіток з V до IX етапу отримали при внесенні на фоні заделки побічної продукції предшественника  $P_{135}K_{135}N_{60(II)}+N_{75(IV)}+N_{45(VIII)}$  інтегрованої захисту. **Висновки.** Встановлено, що в умовах північної частини Лесостепі України на темно-сірій оподзоленій ґрунті найбільша продуктивність озимої пшениці отримана при інтенсивній енергонасиченій технології вирощування з внесенням  $P_{135}K_{135}N_{60(II)+75(IV)+45(VIII)}$  на фоні побічної продукції предшественника при інтегрованої системі захисту. Ця технологія забезпечувала урожайність 6,56 т/га зерна першого класу якості групи А.

**Ключевые слова:** пшеница озимая; удобрения; стеблестой; колос; цветки; зерно; редукция; продуктивность; урожайность; качество.

UDC 633.11:631.531.048:551.5

**Khudolii, L. V.** (2019). Morphophysiological features of the formation of winter wheat productivity depending on the cultivation technology. *Plant Varieties Studying and Protection*, 15(3), 303–312. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.15.3.2019.181090>

Ukrainian Institute for Plant Variety Examination, 15 Heneral Rodymtseva St., Kyiv, 03041, Ukraine, e-mail: [hydoliyl4@gmail.com](mailto:hydoliyl4@gmail.com)

**Purpose.** Improve adaptive technologies for growing winter wheat, which will ensure the planned stem density and the productivity of the ear, what will allow forming the maximum yield with high grain quality. **Methods.** Field, laboratory studies, mathematical and statistical analysis. **Results.** During 2011–2015 the process of forming the productivity of winter wheat 'Benefis' variety with various cultivation technologies was monitored. In particular, indicators of the stem density, the number of initiated flowers, spikelets and grains in the ear, their reduction according to the stages of organogenesis, the potential yield of winter wheat and the degree to which it is actually realized are given. It was revealed that such elements of cultivation technology as doses of fertilizers, plant protection system positively influenced the density of the productive stems from the IV to XII stages of organogenesis.

The largest number of preserved stems (695 pcs./m<sup>2</sup>) before the XII stage was noted in the variant with the introduction of  $P_{135}K_{135}N_{60(II)}+N_{75(IV)}+N_{45(VIII)}$  against the background of precursor by-products and in the case of integrated protection. The implementation of productive stems under these conditions was 41.3% quantity of the loss of stems from the IV to XII stage of organogenesis ranged from 657–986 pcs./m<sup>2</sup> depending on doses of fertilizers and a protection system. The number of flowers (grains) in the ear from the V to the XII stage changed depending on the nutritional conditions of the plants and enhanced with increasing doses of fertilizers in the ear of both orders. By the number of flowers per spike, integrated protection had an advantage over the minimum. The largest number of flowers from stage V to IX was received for introducing  $P_{135}K_{135}N_{60(II)}+N_{75(IV)}+N_{45(VIII)}$  against

the background of by-products of the predecessor and in the case of integrated protection. **Conclusions.** It was found that in the conditions of the northern part of the Forest-Steppe of Ukraine on the dark gray podzolized soil, the highest productivity of winter wheat was obtained by intensive energy-saturated cultivation technology with the introduction of

$P_{135} K_{135} N_{60(II)+75(IV)+45(VIII)}$  on the background of by-products of the precursor system and in the case of integrated protection. This technology ensure yield of 6.56 t/ha of grade 1 grain of A quality Group.

**Keywords:** winter wheat; fertilizers; stem; ear; flowers; grain; reduction; productivity; yield; quality.

Надійшла / Received 09.09.2019  
Погоджено до друку / Accepted 23.09.2019