

УРОЖАЙНІСТЬ ТА ЯКІСТЬ ЗЕРНА ПШЕНИЦІ ТВЕРДОЇ ОЗИМОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД ВИКОРИСТАННЯ КОМПЛЕКСНИХ БІОЛОГІЧНО АКТИВНИХ ПРЕПАРАТІВ

Ярчук Ігор Іванович

доктор сільськогосподарських наук, професор
Дніпровський державний аграрно-економічний університет
м. Дніпро, Україна
ORCID: 0000-0002-8107-0582
i.i.yarchur@gmail.com

Мельник Тарас Віталійович

кандидат сільськогосподарських наук,
директор
Товариство з обмеженою відповідальністю «ХІКС Україна»,
м. Синельниково, Дніпропетровська обл., Україна
ORCID: 0000-0002-5280-6482
t.melnyk@gmail.com

Погасій Владислав Олексійович

студент
Дніпровський державний аграрно-економічний університет
м. Дніпро, Україна
ORCID: 0000-0002-3479-9813
vladislavpogasij@gmail.com

Розробка технологій, які дозволять збільшити обсяги зборів якісного зерна пшениці твердої є нагальною проблемою.

Польові досліді з вивчення можливості підвищення урожайності та якості зерна пшениці твердої озимої за рахунок використання сучасних біологічно активних препаратів проводили на дослідному полі Дніпровського державного аграрно-економічного університету (зона північного Степу). Грунтовий покрив представлений чорноземом звичайним малогумусним середньосушлинковим. Досліді проводили з сортом пшениці твердої озимої сорту Континент по чорному пару на двох фонах мінерального живлення: – $P_{15} + N_{30}$ і високий $N_{30}P_{60}K_{40} + N_{30}$. Обробку рослин (насіння) проводили сучасними комплексними біологічно активними препаратами як восени, так і навесні. Також використовували у два строки і ретардант Хлормекватхлорид 750.

Встановлено, що на низькому фоні мінерального живлення ($P_{15} + N_{30}$) всі препарати мали позитивний вплив на такі показники як кількість продуктивних стебел на 1 м^2 і продуктивна куцистість. Найбільший ефект було отримано при використанні Біогумус + Айдар, АКМ (навесні), АКМ (восени) та Марс ELBi (навесні). Особливістю використання даних комплексних препаратів було те, що всі вони на низькому фоні мінерального живлення по пару позитивно впливали на основні показники елементів структури урожаю, але за умов відносно достатнього поживного режиму позитивна дія більшості препаратів зникає. Лише препарати Біогумус + Айдар та Хлормекват-хлорид 750 (навесні) були здатні покращувати показники елементів структури урожаю як на низькому фоні, так і на високому фоні мінерального живлення.

Підвищення урожайності зерна пшениці твердої озимої також спостерігалось, в основному, на низькому фоні (пар, $P_{15} + N_{30}$). Найбільш ефективними виявились препарати АКМ (восени) і Марс ELBi (навесні). Прибавка при їх застосуванні склала 1,45 і 1,34 т/га (у відсотках відповідно 36,9 і 33,5 %). Деяко менші прибавки отримані при використанні препаратів АКМ (навесні) – 1,16 т/га, Хлормекват-хлорид 750 (навесні) – 0,71 т/га, Біогумус + Айдар – 0,71 т/га, що відповідає 29,1; 17,9 та 17,7 %. На високому фоні мінерального живлення (пар, $N_{30}P_{60}K_{40} + N_{30}$), ефективність дії досліджуваних препаратів була вкрай низькою і в більшості випадків отримували урожайність меншу за контроль.

Якість зерна самою високою була у найменш урожайному 2016 році. Значно підвищили вміст білка у посушливому 2016 році за всіх умов мінерального живлення препарати Антистрес, АКМ, Хлормекват-хлорид 750 та Біогумус + Айдар. У той же час у відносно сприятливому 2014 році позитивного ефекту від препаратів не спостерігалось. Найбільший вміст білка в зерні спостерігався на контролі.

Таким чином, сучасні комплексні (полікомпонентні) біологічно активні препарати здатні підвищити урожайність та якість зерна лише за умов невисокого рівня забезпечення рослин елементами живлення.

Ключові слова: пшениця тверда озима, ріст і розвиток рослин, комплексні біологічно активні препарати, продуктивність, якість зерна.

DOI <https://doi.org/10.32845/agrobio.2022.2.23>

Вступ. Україна має величезний потенціал ґрунтово-кліматичних умов для розвитку сільськогосподарського виробництва. Його подальший розвиток, зокрема рослинництва, дасть можливість не тільки забезпечити власне населення якісною продукцією, а і значною мірою мати економічний і політичний зиск з експорту зерна. Україна впевнено входить у десятку найбільших виробників зерна пшениці в світі (7–10 місце залежно від умов року), а серед експортерів займає п'яте місце, що дає можливість отримувати приблизно 3,1 мільярди доларів щороку (FAO, 2021).

Якщо високі валові збори зерна пшениці відповідають сприятливим ґрунтово-кліматичним умовам країни, то якість зерна залишається на доволі низькому рівні, і особливо це стосується твердої пшениці (Gyrka et al., 2018). Серед світових виробників зерна твердої пшениці Україна взагалі не значиться, хоча щорічно за даними національної програми «Зерно України» виробляє 290 тисяч тонн макаронної продукції. Однак, якість вітчизняної продукції в більшості випадків вкрай низької якості через використання високобілкових сортів пшениці м'якої. Для того щоб задовольнити попит власного населення в макаронній та круп'яній продукції необхідно приблизно один мільйон тонн зерна пшениці твердої, а для цього площа її посівів у степових і лісостепових районах повинна складати близько 250 тис. га.

Необхідно також зазначити світову тенденцію до поступового збільшення посівних площ під цією культурою (Ronis, 1986). За даними Food and Agriculture Organization of the United Nation (FAO, 2021) основні світові виробники зерна пшениці твердої це Канада (5,5 млн т.), Італія (4,2 млн т), Туреччина (3,8 млн т). При цьому площа, що відведена під цю культуру займає: 2,3; 1,4 та 1,5 млн га, відповідно. В цілому ж у світі пшениця тверда займає приблизно 15 млн га. У вирощуванні такої важливої культури Україна значно відстає; за рік збирається лише 30 тис. т зерна (Maliyenko, 2019).

Існує багато причин значного відставання у виробництві зерна пшениці твердої, крім однієї – невідповідність ґрунтово-кліматичних умов. По-перше так вже традиційно склалося, що в Україні здавна локшину готували з борошна м'яких пшениць. Крім того, через свої біологічні особливості (Pabriani & Idntae, 1988) пшениця тверда має певні відмінності в технології вирощування (Yarchuk et al., 2019; Melnyk et al., 2020), а також існують і деякі проблеми з реалізацією зерна.

Значний вплив на розвиток та формування продуктивності рослин пшениці мають попередники та добрива (Miloserdov et al., 1982). Їх вплив не обмежується лише урожайністю, вони суттєво впливають і на якість продукції (Voloshin, 1985; Kul'bida & Artyushenko, 1992).

Добрива та стимулятори росту виконують багатofункціональну дію: покращують рівень мінерального живлення, стимулюють ріст та розвиток рослин, активують захисні функції рослин проти хвороб, шкідників, стресових умов, тим самим підвищуючи продуктивність (Kamins'kuу, 2017; Tkachuk, 2014; Shevchuk et al., 2014; Hryhoryshyn, 2016).

У цілому, науковці країни мають певні надбання з технології вирощування пшениці твердої і готові надати інформацію щодо оптимальних режимів її вирощування

(Deryugin et al., 1992; Ostapov et al., 2001). Встановлені найкращі строки сівби, норми висіву попередники та добрива пшениці твердої озимої (Vyblou & Vyblova, 1991; Tarasenko et al., 1997). Всі ці питання відносно детально вивчено і вони знайшли свої відображення в технологіях вирощування пшениці твердої озимої.

Сучасні умови ведення сільського господарства вимагають максимального розкриття потенціалу продуктивності рослин (Cherenkov & Shevchenko, 2016). Це спонукає до розробки нових прийомів і технологій вирощування зернових культур для більш повного розкриття потенціалу стійкості та продуктивності рослин (Gyrka et al., 2016; Zayets' & Romanenko, 2017).

Як у світовій практиці, так і в Україні спостерігається тенденція до зниження витрат при вирощуванні сільськогосподарських культур, зокрема пшениці озимої (Netis, 1998; Zhyvotkov et al., 1992). Це вимагає від науковців і практиків вдосконалювати існуючі елементи технології вирощування з метою підвищення урожайності в різні за погодними умовами роки з обов'язковим зменшенням витрат на одиницю продукції (Zhemela & Musatov, 1989; Moshkov, 1984; Sayko & Murashev, 1982).

Останнім часом значної популярності у виробничників набуло використання на посівах різного роду препаратів, дія яких спрямована на активацію фізіолого-біохімічних процесів (Volkohon, 2006; Vinyukov, 2014; Skachok et al., 2008; Artem'yeva, 2015; Yarchuk & Poznyak, 2018). Це дає можливість підвищити продуктивність і одночасно знизити витрати на вирощування сільськогосподарських культур (Semina, 2010).

Більшість розробників біологічно активних препаратів не дають наукове обґрунтування механізму їх дії, лише запевнюють у зростанні урожайності (Vakulenko et al., 2000). Негативним є також відсутність достовірної процедури тестування таких препаратів у різних ґрунтово-кліматичних умовах (Anishyn, 2012).

Більшість з цих препаратів довела свою ефективність, але всі вони переважно вивчалися без урахування природної родючості ґрунту і рівня мінерального живлення. Крім того, ми вважали за необхідне вивчити реакцію пшениці твердої озимої на сучасні комплексні біологічно активні препарати в умовах північного Степу. Це дасть можливість вдосконалити технології вирощування пшениці твердої озимої.

Матеріали і методи досліджень. Польові досліді розпочали у 2013 році на дослідному полі Дніпровського державного аграрно-економічного університету. Ґрунтовий покрив представлений чорноземом звичайним малогумусним середньосуглинковим. Потужність гумусованого профілю 75 см. Вміст гумусу (за Тюрнімом) у верхній частині гумусо-акумулятивного горизонту становить 3,1–3,2 %. Вміст у верхньому шарі ґрунту (0-20 см) азоту, що легко гідролізується (за Тюрнімом та Коновою), становить 8,0–8,5 мг/100 г ґрунту, рухомого фосфору (за Чириковим) – 9,0–10,0 мг/100 г ґрунту і обмінного калію (за Масловою) – 14,0–15,0 мг/100 г ґрунту.

Двофакторний польовий дослід закладали методом розщеплених ділянок. Облікова площа ділянок складала 30 м², повторність триразова.

У досліджах вивчали реакцію пшениці твердої озимої сорту Континент на препарати з різною біологічною активністю по пару. На попереднику створювали по два фони мінерального живлення: низький – $P_{15} + N_{30}$ і високий $N_{30}P_{60}K_{40} + N_{30}$. Використовували для цього аміачну селітру (34 %), потрійний суперфосфат (46 %) і калій хлористий (60 %). Восени в ґрунт вносили Біогумус (гранульований, передпосівне внесення – 8,0 т/га) + Айдар (обприскування восени – 1,5 л/га); Реаком-СР-зерно (обробка насіння 1,25 л/т) + Реаком-СР-зерно (обприскування восени – 1,25 л/га); Антистрес (обприскування восени – 1,7 кг/га); Марс ELBi (обприскування восени – 750 мл/га, тобто 500 мл Марс EL (темного розчину) та 250 мл Бішофіту (світлого розчину)); АКМ (обприскування восени – 500 мл/га); Вимпел (обприскування восени – 1,25 л/га); Хлормекватхлорид 750 (обприскування восени – 1,5 л/га). Весною використовували ті ж самі препарати: Хлормекват-хлорид 750 (обприскування навесні – 1,5 л/га); Антистрес (обприскування навесні – 1,7 кг/га); Марс ELBi (обприскування навесні – 750 мл/га, тобто 500 мл темного розчину та 250 мл світлого); АКМ (обприскування навесні – 500 мл/га).

Двома препаратами проводили обробку насіння до сівби – Айдар та Реаком-СР-зерно. Препарат Біогумус вносили перед сівбою розкидачем, інші ж препарати – шляхом обприскування рослин. Восени рослини обприскували за три тижні до припинення осінньої вегетації, тобто в нашому випадку у другій декаді жовтня. Середньобагаторічна дата припинення осінньої вегетації в нашій зоні – 7 листопада. В подальшому цей період для скорочення будемо позначати як «осінь». Навесні обробку ділянок проводили після відновлення весняної вегетації за середньодобової температури +10 °С. Далі в тексті даний період буде позначатися як «весна».

Показники технологічних якостей зерна визначали в лабораторії агробіологічних ресурсів озимих зернових культур ДУ Інститут зернових культур НААН України за методиками, передбаченими діючими ДСТУ: маса 1000 насінин (ДСТУ 4138-2002); натура (ГОСТ 10840-64); кількість та якість клейковини визначали шляхом ручного відмивання у воді (ГОСТ 13586.1-68); вміст білка в зерні – методом інфрачервоної спектроскопії (ГОСТ 10846-91).

У роки проведення досліджень погодні умови, в основному, були характерними для зони Степу. Відносно сприятливими для росту і розвитку пшениці були умови вегетації 2013/14 і 2014/15 рр., менш сприятливими – 2015/16 і 2016/17 рр.

Агротехніка в досліджах відповідає зональним рекомендаціям з вирощування пшениці для умов північного Степу, крім чинників, які були поставлені на вивчення.

Результати. За особливостями росту та розвитку рослин під впливом препаратів в осінній період вегетації можна було спостерігати лише на трьох варіантах: контроль, Біогумус + Айдар та Реаком-СР-зерно, бо обробка на інших варіантах відбувалася пізно восени та навесні. У зв'язку з коротким періодом осінньої вегетації особливих розбіжностей у рості та розвитку рослин на цих трьох варіантах не спостерігалось.

При відновленні весняної вегетації аналіз перезимівлі рослин показав, що застосування всіх препаратів сприяло підвищенню виживаності рослин (табл. 1). Найбільший ефект, незалежно від рівня мінерального живлення, було отримано від застосування препаратів Вимпел і Реаком-СР-зерно. Крім того, на низькому фоні ($P_{15} + N_{30}$) підвищення відбулося під дією препарату АКМ, а на підвищеному фоні ($N_{30}P_{60}K_{40} + N_{30}$) – під дією Антистрес.

Добра перезимівля рослин сприяла в подальшому формуванню високих показників елементів структури урожаю. Так, по пару з мінімальним внесенням мінеральних добрив ($P_{15} + N_{30}$) всі препарати виявили позитивну дію і за багатьма вирішальними показниками (кількість продуктивних стебел на 1 м², продуктивна кущистість) перевищували контроль (табл. 2). Найбільш ефективними в середньому за роки досліджень були препарати Біогумус + Айдар, АКМ (весна), АКМ (осінь) та Марс ELBi (весна). За умов кращого забезпечення мінеральними елементами ($N_{30}P_{60}K_{40} + N_{30}$) більшу ефективність виявили препарати Біогумус + Айдар, Хлормекват-хлорид 750 (весна) та Вимпел.

Однаково високі показники елементів структури урожаю незалежно від фону живлення в середньому за роки досліджень формували препарати Біогумус + Айдар та Хлормекват-хлорид 750 (весна).

Особливістю використання комплексних препаратів було те, що всі вони на низькому фоні мінерального живлення позитивно впливали на основні показники елементів структури урожаю, але за умов відносно достатнього поживного режиму позитивна дія більшості препаратів зникає.

Слід відзначити, що використані нами препарати по-різному впливали на розвиток рослин і формування основних елементів структури урожаю пшениці твердої озимої. Такі препарати як Реаком-СР-зерно, Марс ELBi, Антистрес (осінь), Антистрес (весна), Хлормекват-хлорид 750 (осінь) позитивно впливали на сформування високої продуктивної кущистості (табл. 2). Таким чином, під дією цих препаратів збільшується густина продуктивного стеблостою, але при

Таблиця 1

Перезимівля рослин пшениці твердої озимої залежно від препаратів (2014-2017 рр.), % рослин що вижили

Варіант	Рівень мінерального живлення	
	$P_{15} + N_{30}$	$N_{30}P_{60}K_{40} + N_{30}$
Контроль	80,9	84,6
Біогумус + Айдар	86,5	79,6
Реаком-СР-зерно	90,4	87,2
Антистрес	82,5	93,3
Марс ELBi	84,5	85,2
АКМ	89,5	84,0
Вимпел	91,6	89,4
Хлормекват-хлорид 750	84,3	88,9
НІР05	2014 р. – 1,9; 2015 р. – 1,3; 2016 р. – 2,2; 2017 р. – 2,1.	

Елементи структури врожайності пшениці твердої озимої по пару залежно від препаратів (2014–2017 рр.)

Препарат	Кількість на 1 м ² , шт.			Продуктивна кущистість	Кількість зерен в колосі, шт.	Маса зерна з колоса, г	Маса 1000 зерен, г
	рослин	стебел					
		всього	продуктивних				
Фон живлення – P ₁₅ + N ₃₀							
Контроль	146	431	347	2,9	24,4	1,39	57,8
Біогумус + Айдар*	146	433	385	2,7	26,4	1,48	56,5
Реаком-СР-зерно*	136	482	427	3,2	22,9	1,30	57,2
Антистрес*	137	449	408	3,1	18,8	1,04	55,1
Марс ELBi*	126	415	383	3,3	25,2	1,34	53,1
АКМ*	173	478	441	2,7	22,0	1,42	64,3
Вимпел*	133	420	388	3,1	27,8	1,42	51,6
Хлормекват-хлорид 750*	149	458	424	2,9	21,9	1,22	55,8
Хлормекват-хлорид 750**	122	407	381	3,2	27,7	1,46	52,7
Антистрес**	132	422	378	3,1	27,6	1,35	49,4
Марс ELBi**	141	463	409	3,0	33,1	1,66	50,3
АКМ**	160	452	416	2,9	27,6	1,48	53,5
Фон живлення – N ₃₀ P ₆₀ K ₄₀ + N ₃₀							
Контроль	141	500	460	3,3	23,9	1,21	51,8
Біогумус + Айдар*	157	544	503	3,3	23,5	1,28	55,0
Реаком-СР-зерно*	133	444	420	3,3	25,5	1,28	51,3
Антистрес*	142	437	398	3,1	23,5	1,19	51,4
Марс ELBi*	145	460	403	3,0	25,1	1,31	52,5
АКМ*	133	407	365	2,8	23,3	1,28	55,5
Вимпел*	149	505	470	3,2	23,0	1,23	54,4
Хлормекват-хлорид 750*	155	519	492	3,2	21,5	1,04	49,3
Хлормекват-хлорид 750**	161	528	489	3,1	23,0	1,25	55,7
Антистрес**	122	411	375	3,2	25,8	1,26	52,2
Марс ELBi**	164	515	472	3,0	22,7	1,12	50,3
АКМ**	155	493	458	3,1	22,5	1,22	55,1

Примітка: * – застосовували препарат восени; ** – застосовували препарат навесні.

цьому маса зерна з колоса майже не знижується. Навпаки, препарати Біогумус + Айдар і Вимпел сприяли збільшенню маси зерна з колоса. А такі препарати як Марс ELBi (весна) та АКМ (весна) здатні одночасно позитивно впливати і на масу зерна з колоса і на продуктивну кущистість.

У середньому за чотири роки на низькому фоні мінерального живлення найбільші прибавки урожайності пшениці твердої озимої одержані за використання препаратів АКМ (осінь) – 1,45 т/га і Марс ELBi (весна) – 1,34 т/га, відповідно 36,9 % і 33,5 % (табл. 3). Деяко менші прибавки отримані при використанні препаратів АКМ (весна) – 1,16 т/га, Хлормекват-хлорид 750 (весна) – 0,71 т/га, Біогумус + Айдар – 0,71 т/га, що відповідає 29,1; 17,9 та 17,7 %.

На високому фоні мінерального живлення (N30P60K40 + N30), відносно низького фону (P15 + N30), ефективність дії досліджуваних препаратів була значно нижчою, і в більшості випадків отримували урожайність меншу за контроль. Лише три препарати з досліджуваних виявили позитивний вплив по пару на урожайність на підвищеному фоні. Це Біогумус + Айдар, що забезпечив прибавку 0,89 т/га або 19,1 %; Хлормекват-хлорид 750 (весна) – 0,67 т/га або 14,2 % та Вимпел – 0,49 т/га або 10,4 %.

Для пшениці важливе значення має якість зерна, особливо для сортів пшениці твердої, висока урожайність повинна поєднуватись з високим вмістом білка (Mineyev, 1981; Nikolayev et al., 1999). За даними ДСТУ 3768-2019 вміст білка в зерні пшениці твердої першого класу повинен бути не менше 14 % (Natsional'nyy standart Ukrainy, 2019).

Відповідно даних наданих лабораторією агробіологічних ресурсів озимих зернових культур ДУ Інститут зернових культур НААН України в нашому досліді якість зерна пшениці твердої озимої сорту Континент сильно коливалась по роках. У більшості варіантів самі високі показники вмісту білка в зерні спостерігалися у найменш урожайному 2016 році (табл. 4).

Додаткове внесення мінеральних добрив у посушливому 2016 році сприяло підвищенню вмісту білка в зерні. І навпаки, у відносно сприятливому 2014 році внесення більш високих норм мінеральних добрив призвело до зниження вмісту білка в зерні пшениці твердої озимої. Зниження вмісту білка може бути пояснено ефектом «розбавлення», коли при підвищенні урожайності маса зернівки збільшується за рахунок небілкової частини ендосперму, а маса білкової частини, тобто зародка, залишається майже незмінною (Tarasenko, 1999).

Врожайність зерна пшениці твердої озимої по пару залежно від фону мінерального живлення та біологічно-активних препаратів (2014–2017 рр.), т/га

Препарат (фактор В)	Фон живлення – P15 + N30 (фактор А)			Фон живлення – N30P60K40 + N30 (фактор А)		
	врожайність, т/га	прибавка		врожайність, т/га	прибавка	
		т/га	%		т/га	%
Контроль	3,99	-	-	4,69	-	-
Біогумус + Айдар*	4,70	0,71	17,7	5,58	0,89	19,1
Реаком-СР-зерно*	4,62	0,63	15,8	4,58	- 0,11	- 2,4
Антистрес *	3,61	- 0,38	- 9,4	4,08	- 0,61	- 12,9
Марс ELBi*	4,12	0,13	3,2	4,45	- 0,24	-5,2
АКМ*	5,44	1,45	36,3	3,77	- 0,92	- 19,6
Вимпел*	4,60	0,61	15,2	5,18	0,49	10,4
Хлормекват-хлорид 750*	4,65	0,66	16,5	4,53	-0,16	- 3,4
Хлормекват-хлорид 750**	4,70	0,71	17,9	5,36	0,67	14,2
Антистрес**	4,63	0,64	16,1	3,73	-0,96	- 20,5
Марс ELBi**	5,33	1,34	33,5	4,74	0,05	1,0
АКМ**	5,15	1,16	29,1	4,92	0,23	5,0
НІР05	2014 р.: А – 0,08; В – 0,19; АВ – 0,27; 2015 р.: А – 0,04; В – 0,10; АВ – 0,14; 2016 р.: А – 0,06; В – 0,16; АВ – 0,22; 2017 р.: А – 0,08; В – 0,20; АВ – 0,29.					

Примітка: * – застосовували препарат восени; ** – застосовували препарат навесні

Таблиця 4

Якість зерна пшениці твердої озимої по пару залежно від препаратів і фону мінерального живлення

Варіант		Показник					
		вміст білка, %		натура зерна, г/л		маса 1000 насінин, г	
препарат	час обробки	рік					
		2014	2016	2014	2016	2014	2016
Рівень мінерального живлення – P15 + N30							
Контроль	осінь	14,39	14,13	759	726	49,60	42,60
Біогумус + Айдар		14,18	15,00	756	714	46,30	42,85
Реаком-СР-зерно		14,18	13,48	752	712	44,80	42,33
Антистрес		12,92	15,10	749	721	47,50	40,82
Марс ELBi		12,25	13,88	750	712	49,90	41,38
АКМ		11,94	15,72	749	718	47,90	41,49
Вимпел		13,58	14,59	752	703	50,10	39,46
Хлормекват-хлорид 750	весна	11,34	15,20	753	712	48,50	37,81
Хлормекват-хлорид 750		12,66	14,41	752	705	47,30	38,00
Антистрес		12,17	14,88	755	701	48,40	38,55
Марс ELBi		11,43	14,58	744	716	49,50	40,49
АКМ		11,98	14,76	749	712	49,90	39,03
Рівень мінерального живлення – N30P60K40 + N30							
Контроль	осінь	14,12	14,68	747	707	44,00	41,73
Біогумус + Айдар		13,52	15,48	747	703	47,10	39,31
Реаком-СР-зерно		12,54	15,43	747	708	45,90	39,84
Антистрес		13,36	15,29	742	713	16,80	40,61
Марс ELBi		14,13	14,30	749	715	50,00	42,99
АКМ		12,78	14,77	747	710	49,10	40,71
Вимпел		12,30	15,19	747	706	47,90	39,73
Хлормекват-хлорид 750	весна	12,00	14,78	747	694	48,60	36,35
Хлормекват-хлорид 750		11,48	14,23	741	711	48,30	38,12
Антистрес		11,24	15,25	740	708	46,80	38,61
Марс ELBi		11,48	14,58	741	710	48,80	39,65
АКМ		11,73	15,53	744	686	46,90	36,52

Найбільш ефективними серед препаратів у посушливому 2016 році за всіх умов мінерального живлення були Антистрес, АКМ, Хлормекват-хлорид 750 та Біогумус + Айдар.

У той же час у відносно сприятливому 2014 році позитивного ефекту від препаратів не спостерігалось. Найбільший вміст білка в зерні спостерігався на контролі. До першого класу зерна за вмістом білка можна було віднести варіанти на низькому фоні Біогумус + Айдар і Реаком-СР-зерно, а на високому – Марс ELBi. Якість зерна на інших варіантах відповідала третьому і навіть четвертому класу.

Препарати, які вивчалися, не вплинули позитивно на натуру зерна незалежно від року та рівня мінерального живлення. Всі вони поступалися контролю. У сприятливому 2014 році за цим показником вони трохи не дотягували до рівня першого класу.

Незалежно від року і фону мінерального живлення маса тисячі насінин стабільно збільшувалася лише за використання препарату Марс ELBi.

Обговорення. Пшениця тверда озима має надзвичайно велике народногосподарське значення, але в країні уваги їй приділяється недостатньо. Навіть у сучасній вітчизняній науковій літературі вона зустрічається вкрай рідко. Незважаючи на те, що річна потреба в зерні пшениці твердої складає приблизно мільйон тон зерна, збирають її в Україні лише 30 тис. т (Maliyenko, 2019). До того ж якість такого зерна невисока. Існує нагальна потреба як у збільшенні виробництва зерна пшениці твердої озимої, так і в покращанні його якості.

Отримані результати польових дослідів з вивчення дії сучасних комплексних (багатокомпонентних) препаратів показали можливість підвищення продуктивності рослин пшениці твердої. Ці препарати знайшли широке застосування (Vyblou & Vyblova, 1991; Skachok et al., 2008; Vinyukov, 2014; Zayets' & Romanenko, 2017). Але не було інформації відносно впливу комплексних препаратів на продуктивність та якість зерна пшениці твердої озимої.

Особливістю проведення дослідів з комплексними препаратами було те, що до їх складу входить, як правило, (окрім Хлормекват-хлорид 750) цілий комплекс речовин різного спрямування і дії, що значно ускладнює

аналіз їх впливу на рослини залежно від погодних і технологічних чинників. Інколи можливо лише констатувати сам факт дії. Саме багатокомпонентністю і може пояснюватися нестабільність дії препаратів по роках.

Препарати, які були використані в ході дослідів, за своєю дією на основні елементи урожаю умовно можна поділити на три групи. Частина препаратів була здатна підвищувати продуктивну куцистість і тим самим підвищувати густоту продуктивного стеблостою, при цьому мало змінюючи масу зерна з колоса. До таких препаратів можна віднести Реаком-СР-зерно, Марс ELBi, Антистрес (осінь), Антистрес (весна), Хлормекват-хлорид 750 (осінь). Препарати другої групи впливали переважно на масу зерна з колоса, збільшуючи її. Тобто сприяли формуванню урожайності за рахунок крупності колоса. До них можна віднести такі препарати як Біогумус + Айдар, Вимпел. Ще одна група препаратів здатна одночасно підвищувати як продуктивну куцистість, так і масу зерна з колоса. До них відносяться Марс ELBi (весна) та АКМ (весна).

Висновки. Польові дослідів показали, що комплексні біологічно активні препарати здатні суттєво підвищити урожайність пшениці твердої озимої за умов невисокого забезпечення мінеральними речовинами. Чим краще рослини забезпечені поживними речовинами, тим нижча ефективність дії препаратів. Хлормекват-хлорид 750 виявляв позитивний ефект лише за умови високого агрофону. Серед препаратів, що вивчалися найбільшу стабільність у суттєвому підвищенні зернової продуктивності пшениці твердої озимої виявив препарат Марс ELBi при внесенні після відновлення весняної вегетації (при середньодобовій температурі + 10 °C) нормою витрат 750 мл/га. Якість зерна по роках сильно різнилась, у найменш урожайний, посушливий 2016 рік вміст білка в зерні був найвищим. Серед препаратів, що досліджувалися, в посушливому році незалежно від рівня мінерального живлення більше за інших сприяли підвищенню вмісту білка препарати Антистрес, АКМ, Біогумус + Айдар, Хлормекват-хлорид 750. А у відносно сприятливому за вологозабезпеченням 2014 році збільшення вмісту білка в зерні пшениці твердої озимої при застосуванні препаратів не спостерігалось.

Бібліографічні посилання:

1. Anishyn, L.A. (2012). Rehulatory rostu roslyn: sumnivy i fakty. [The growth regulators for plants: doubts and facts]. *Propozytsiia*, 5, 64–65 (in Ukrainian).
2. Artemieva, K.S. (2015). Efektyvnist pozakorenykh pidzhyven ridkymy orhano-mineralnymy dobryvamy posivnyachmeniu yarohe [The efficiency of foliar nutrition with liquid organo-mineral fertilizers of spring barley crops]. *Kharkiv, Ahrokhimii i gruntoznavstvo*, 83, 110–113 (in Ukrainian).
3. Cherenkov, A.V. & Shevchenko, M.S. (2016). Zernobobovi kultury – stratehichniy faktor rehulivannia bilkovoho balansu ta rodiuchosti gruntiv [Grain legumes are a strategic factor in regulating the protein balance and soil fertility]. *Biuletyn Instytutu silskoho hospodarstva stepovoi zony NAAN Ukrainy*, 11, 5–11 (in Ukrainian).
4. Deryugin, I.I., Novikov, N.N. & Mokrievich, G.L. (1992). Vliyanie urovnya mineralnogo pitaniya na urozhaynost i kachestvo zerna tverdoy pshenitsyi pri vyiraschivanii na karbonatnom chernozeme [Influence of the level of mineral nutrition on the yield productivity and grain quality of winter wheat growing on carbonate chernozem]. *Izv. Timiryazev. s.-h. akad*, 1, 27–34.
5. Food and Agriculture Organization of the United Nation, FAO. 2021. Mirovoe prodovolstvie i selskoe hozyaystvo – karmannyiy statisticheskiy spravochnik 2021 [World food supplies and agriculture – pocket statistic manual]. Rim. doi: 10.4060/cb4478en (in Ukrainian).
6. Gyrka, A.D., Bokun, O.I., Viniukov, O.O., Ischenko, V.A. & Gyrka, T.V. (2016). Effect of soil tillage and sowing systems of winter wheat on agrophysical properties and soil nutritious regime. *Biuletyn Instytutu silskoho hospodarstva stepovoi zony NAAN Ukrainy*, 11, 49–53.

7. Gyrka, A.D., Gasanova, I.I., Gyrka, T.V. & Bokun, O.I. (2018). Growth, development and productivity of winter wheat depending on the soil tillage and sowing systems. *Byuleten Instytutu sil'skoho hospodarstva stepovoyi zony NAAN Ukrayiny*, 2 (1), 88–93.
8. Hryhoryshyn, V.V. (2016). Ekolohichna bezpeka zastosuvannya inhibitoriv rostu roslyn [Ecological safety of plant growth inhibitor usage]. *Matezialy XII Miedzynazodowej naukowii – pzactyaznej Konfereney «Naukowa myse informecyjne pomieki, 2016»*. *Przemysle i Nauke i studia*, 11, 30–31 31 (in Ukrainian).
9. Kaminskyi, V.F. (2017). Biolohichne zemlerobstvo v umovakh zminy klimatu [Biological agriculture in conditions of changing climate]. *Posibnyk ukrainskoho khliboroba*. Kharkiv, 1, 28–31 (in Ukrainian).
10. Kulbida, V.V. & Artyushenko, A.A. (1992). Znachenie sevooborota v proizvodstve vysokokachestvennogo zerna ozimoy pshenitsyi [Meaning of the crop rotation in the production of the winter wheat grain of high quality]. *Vesnik s.-kh. nauki*, 2, 56–61 (in Ukrainian).
11. Maliyenko, M., 25th September, 2019. URL: <http://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/15004-tverda-pshenytsia.html>
12. Melnyk, T.V., Yarchuk, I.I. & Masliiov, S.V. (2019). Efficiency of cultivation of hard winter wheat of variety Kontyent in conditions of the northern Steppe of Ukraine. *Grain Crops*, 3 (1), 45–51.
13. Miloserdov, N.M., Vyiblov, B.R. & Vyiblova, A.V. (1982). Stabilynye urozhai ozimoy pshenitsyi pri intensivnom zemledelii i chernyie paryi [Sustainable yield of the winter wheat in conditions of active agriculture and after fellow]. *Vesnik s.–h. nauki*, 7, 92–102 (in Russian).
14. Mineev, V.G. (1981). Agrohimicheskie osnovy povysheniya kachestva zerna pshenitsyi [Agricultural-chemical basics of increasing the grain quality]. *Moskva, Kolos*, 288 (in Russian).
15. Moshkov, B.S. (1984). Biologicheskie razlichiya pozdnykh i rannykh sortov pshenitsyi [Biological differences between late and early wheat varieties]. *Problemy kultivirovaniya rasteniy v reguliruemykh usloviyah*. L., 51–64 (in Russian).
16. DSTU 3768:2019 «Pshenytsia. Tekhnichni umovy» (2019) [National standard of Ukraine DSTU 3768:2019 'Wheat. Technical conditions']. *Derzhspozhyvstandart Ukrainy. DP «Ukr NDNTs»*. Kyiv, 19 (in Ukrainian).
17. Netis, I.T. (1998) *Naukove obgruntuvannya ta rozrobka enerhozberihaiuchykh tekhnolohii vyroshchuvannya ozymoi miakoi i tverdoy pshenitsyi na zroshuvanykh zemliakh pivdnia Ukrainy* [Scientific validation and development of energy-saving technologies of winter soft wheat cultivation on irrigated soil of the South of Ukraine]. *Avtoref. dys. d-ra s.-h. nauk: 06.01.09*. Kherson, 34 (in Ukrainian).
18. Nikolaev, E.V., Izotov, A.M., Tarasenko, B.A. & Gritsay, A.D. (1999). Kachestvo zerna tverdoy ozimoy pshenitsyi v zavisimosti ot rezhima i normy azotnykh udobreniy [Grain quality of winter hard wheat depending on the regime and rates of nitrogen fertilizers]. *Visnik KHAU. Hark. gos. agram. un-t. Harkov*, 25–31 (in Russian).
19. Ostapov, V.I., Lorynets, F.A. & Rudakov, U.M. (2001). Urozhainist ozymoi pshenitsyi v zalezhnosti vid poperednykh, obrobittu gruntu ta dobryh na zvychainomu chernozemi pivnichnogo Stepu Ukrainy [Productivity of winter wheat depending on the predecessors, soil preparation, and fertilizers on normal chernozem of the Northern Step of Ukraine]. *Visnyk Dnipropetrovskoho derzhavnogo ahrarnoho universytetu. Dnipropetrovsk*, 1, 75–77 (in Ukrainian).
20. Pabiani, G. & Idntae, C. (1988). Durum wheat: chemistry and technology. *Amer. assoc. of cereal chemists*. St. Faul. Minn. 332. 14.
21. Ronis, N.B. (1986). Mirovoe proizvodstvo zerna tverdoy pshenitsyi [World production of winter wheat grain]. *Zernovoe hozyaystvo*, 5, 37–38 (in Russian).
22. Sayko, V.F. & Murashev, V.V. (1982). Seleksiya i sortovaya agrotehnika pshenitsyi intensivnogo tipa [Selection and varietal agrotechnics of the winter wheat of intensive type]. *Sortovaya agrotehnika*. Moskva, Kolos, 198–300 (in Russian).
23. Semina, S.A. (2010). Formirovanie produktivnosti yarovoy myagkoy pshenitsyi pri primenenii regulyatorov rosta i mikroudobreniy [Yield productivity forming of the spring soft wheat using the growth regulators and micro fertilizers]. *Niva Povolzhya. Penza*, 3 37–41 (in Russian).
24. Shevchuk, O.A., Kryshchal, O.O. & Shevchuk, V.V. (2014). Ekolohichna bezpeka ta perspektyva zastosuvannya syntetychnykh rehuliatoriv rostu roslyn [Ecological safety and the prospect of usage of synthetic plant growth regulators]. *Visnyk Vinnytskoho politekhnichnogo instytutu. Vinnytsia*, 1 (112), 34–39 (in Ukrainian).
25. Skachok, L.M., Potapenko, L.V. & Yarosh, T.M. (2008). Efektyvnist biolohichnykh dobryh i stymuliatoriv rostu na polovykh kulturakh [Effectivity of biological fertilizers and growth stimulators at field crops]. *Silskohospodarska mikrobiolohiia. Chernihiv*, 7, 122–130 (in Ukrainian).
26. Tarasenko, B.A. (1999). O povyshenii kachestva zerna ozimoy pshenitsyi [On the increasing of quality of winter wheat]. *Nauchnyie trudy KGAU : Selskohozyaystvennyie nauki*. Simferopol, 58, 3–9 (in Russian).
27. Tarasenko, B.A., Izotov, A.M. & Gritsay, A.D. (1997). Optimalnyie parametryi agrokomplesksa (srok seva h norma vyiseva) tehnologii vyirashchivaniya tverdoy ozimoy pshenitsyi [Optimal parameters of agrocomplex (sowing terms and sowing rates) technologies of winter hard wheat cultivating]. *Voprosy stabilizatsii i povysheniya effektivnosti APK Kryima v issledovaniya molodykh uchenykh. Sb. nauch. tr. Kryimskogo SHI. Simferopol*, 25–28 (in Russian).
28. Tkachuk, O.O. (2014). Ekolohichna bezpeka ta perspektyva zastosuvannya rehuliatoriv rostu roslyn [Ecological safety and prospect of plant growth stimulators usage]. *Visnyk Vinnytskoho politekhnichnogo instytutu. Vinnytsia*, 3 (114), 41–44 (in Ukrainian).
29. Vakulenko, V.V. Vakulenko, V.V. & Shapoval, O.A. (2000). Novyie regulyatoryi rosta v selskokhoziaystvennom proyzvodstve [New growth stimulator in agricultural production]. *Nauchnoe obespechene y sovershenstvovanye metodolohyy ahrokhymycheskoho obsluzhyvaniya zemledelyia Rossyy*. Moskva, 71–89 (in Russian).
30. Viniukov, O.O. (2014). Efektyvnist zastosuvannya mineralnogo mikrodobryva Syzam pry vyroshchuvanni silskohospodarskykh kultur [Effectivity of mineral micro fertilizers usage Syzam for growing of agricultural crops]. *Visnyk Tsentru naukovoho zabezpechennia APV Kharkivskoi oblasti. Kharkiv*, 17, 201–208 (in Ukrainian).

31. Volkohon, V.V. (2006). Mikrobnі preparaty yak faktor pidvyshchennia zasvoiuvanosti roslynamy mineralnykh dobryh [Microbe preparations as a factor of increase of absorption of mineral fertilizers by plants]. Silskohospodarska mikrobiolohiia. Chernihiv, 4, 21–30 (in Ukrainian).
32. Voloshin, O.S. (1985). Vliyanie predshestvennikov na urozhaynost, tehnologicheskie i hlebopekarnye kachestva ozimoy pshenitsy [Influence of predecessors on yield productivity, technological and baking qualities of winter wheat]. Stepnoe zemledelie, 19, 28–32 (in Russian).
33. Vyiblov, B.R. & Vyiblova, A.V. (1991). Reaktsiya sortov ozimoy myagkoy i ozimoy tverdoy pshenits na kompleks agrotehnicheskikh priemov [Reaction of winter soft and hard wheat crops on complex of agricultural methods]. Visn. ahrar. nauky, 8, 27–29 (in Russian).
34. Yarchuk, I.I., Melnyk, N.V. & Masliiov, S.V. (2019). Yield of durum winter wheat depending on the seeding rate under the conditions of the northern Steppe of Ukraine. Advances of Science/ Proceeding of articles the international scientific conference. Czech Republic, Karlovy Vary – Ukraine, Kyiv. 5 April 2019. 388–397.
35. Zaiets, S.O. & Romanenko, O.L. (2017). Produktivnist sortiv pshenytsi ozymoi zalezho vid zastosuvannia rehuliatora rostu roslyn aminototal v umovakh zroshennia [Productivity of winter wheat crops depending on usage of growth regulators in conditions of chernozem]. Zernovi kultury, 1 (1), 293–300 (in Ukrainian).
36. Zhemela, H.P. & Musatov, A.H. (1986). Ahrotekhnichni osnovy pidvyshchennia yakosti zerna [Agritechnical basics of the increasing of the grain quality]. Kyiv: Urozhay, 160 (in Ukrainian).
37. Zhyvotkov, L.O., Dushko, M.V. & Stepanenko, O.Ia. (1992). Resursozberihaiucha i ekolohichno chysta tekhnolohiia vyroshchuvannia ozymoi pshenytsi [Resource-saving and ecologically clean technology of winter wheat cultivating]. K. Urozhay, 224 (in Ukrainian).

Yarchuk I.I., Doctor (Agricultural Sciences), Professor, Dnipro State Agrarian and Economic University, Dnipro, Ukraine
Melnyk T.V., PhD (Agricultural Sciences), director of 'HIKS Ukraina' LLC, Synelnykovo, Dnipropetrovsk oblast, Ukraine
Pohasiy V.O., PhD student, Dnipro State Agrarian and Economic University, Dnipro, Ukraine

Productivity and quality of winter durum wheat depending on the usage of complex biologically active preparations

It is an urgent need to develop the technologies which will allow increasing the amount of quality grain of winter durum wheat.

The field studies on the possibility of increasing the productivity and quality of winter wheat grain based on the usage of modern biologically active preparations were held at the study field of the Dnipro State Agrarian and Economic University (zone of the Northern Steppe). The ground coat is ordinary chernozem with low content of endohumus, middle loam. The study was held with the winter durum wheat crop Kontynent after fallow with two mineral backgrounds: – $P_{15} + N_{30}$ and high $N_{30}, P_{60}, K_{40} + N_{30}$. The plants (seeds) were treated with modern complex biologically active preparations both in autumn and spring. Also, the retardant Khlormekvatkhloryd 750 was used in two terms.

It was found that on a low background of mineral nutrition ($P_{15} + N_{30}$), all the preparations had a positive effect on such indicators as the number of productive stems per 1 m² and productive bushiness. The best effect was obtained when using Biogumus + Aidar, AKM (spring), AKM (autumn), and Mars ELBi (spring). The peculiarity of using these complex preparations was that all of them on the low background of mineral nutrition on fallow had a positive effect on the main indicators of the elements of yield structure, but with a relatively sufficient nutrient regime, the positive effect of most of the preparations disappears. Only preparations Biogumus + Aidar and Khlormekvatkhloryd 750 (on the fallow) were able to improve the indicators of elements of the structure of the crop at both low and high background of mineral nutrition.

An increase in grain yield of durum winter wheat was also observed mainly on the low background (fallow, $P_{15} + N_{30}$). The most effective were AKM (autumn) and Mars ELBi (spring) preparations. The increase after their usage was 1.45 i 1.34 t/ha (in percent 36.9 i 33.5 % respectively). Slightly smaller increases were obtained using AKM (spring) – 1.16 t/ha, Khlormekvatkhloryd 750 (spring) – 0.71 t/ha, Biogumus + Aidar – 0.71 t/ha, which corresponds to 29.1; 17.9 and 17.7%. On a high background of mineral nutrition efficiency of the studied preparations was extremely low, and in most cases, the yield was lower than the control.

Grain quality was the highest in the less productive 2016 year. Significantly increased the protein content in the drought year 2016 under all conditions of mineral nutrition preparations Antistress, AKM, Khlormekvatkhloryd 750, and Biogumus + Aidar. At the same time in a relatively favorable 2014, the positive effect of preparations was not observed. The highest protein content in the grain was observed in the control.

Thus, modern complex (multicomponent) biologically active preparations are able to increase the yield and quality of grain only if the level of plant nutrition is low.

Key words: winter durum wheat, plant growth, complex biologically active drugs, productivity, grain quality.