



UDC 633.16:631.8:631.559

THE INFLUENCE OF MICROFERTILIZERS AND PLANT GROWTH REGULATORS ON THE YIELD AND GRAIN QUALITY OF SPRING BARLEY

S. Veremeenko, S. Tkachuk, S. Trusheva

Article info

Received

26.12.2019

Accepted

28.01.2020

National University
of Water and
Environmental
Engineering

11, Soborna Str.,
Rivne, 33000,
Ukraine

E-mail:

veremeenkosi@
ukr.net

Veremeenko, S., Tkachuk, S., Trusheva, S. (2020). The influence of microfertilizers and plant growth regulators on the yield and grain quality of spring barley. Scientific Horizons, 01 (86), 14–21. doi: 10.33249/2663-2144-2020-86-1-14-21.

The article analyzes the current world trends of finding ways to improve the productivity of crops, to improve the quality of agricultural products through the introduction of energy and resource-saving technologies. The usage of plant growth regulators and microfertilizers are the elements of modern crop growing technologies that allow to produce an additional crop by a minor investment.

The purpose of the research was to improve the agro-technology of spring barley cultivation on dark-gray podzolic mid-loam soils to produce more stable grain yields with high brewing qualities.

The researches were carried out during 2016–2017 on the lands of the sorting station of the Rivne State Center for Plant Variety Examination regarding the influence of pre-sowing seed cultivation and foliar feeding by plant growth regulators and microfertilizers on the yield and quality of spring barley grain.

The analysis of the conducted research showed that the highest yield increase (1,12 t/ha) was obtained in the experiment where the treatment of seeds and spraying of barley crops of spring growth regulator Vympel-K (500 g/t) and microfertilizer Oracle seeds (1 l/t) with an etchant was applied. The higher yield of spring barley grain was formed due to the increased number of grains in the ear and a greater mass of 1000 seeds.

Seed treatment by plant growth regulators and microfertilizers in all combinations, as well as their application to vegetative plants contributed to the improvement of brewing qualities of spring barley grain.

The obtained experimental data have confirmed the feasibility of using microfertilizers and plant growth regulators for the cultivation of spring barley in the Western Forest Steppe and the need for further research on improving the technology of growing cereals.

Key words: spring barley, yield, plant growth regulators, micro fertilizers, foliar feeding.

ВПЛИВ МІКРОДОБРИВ ТА РЕГУЛЯТОРІВ РОСТУ РОСЛИН НА ВРОЖАЙНІСТЬ ТА ЯКІСТЬ ЗЕРНА ЯЧМЕНЮ ЯРОГО

С. І. Веремєнко, С. О. Ткачук, С. С. Трушева

Національний університет водного господарства та природокористування
вул. Соборна, 11, м. Рівне, 33000, Україна

У статті аналізуються сучасні світові тенденції пошуку шляхів підвищення продуктивності сільськогосподарських культур, покращення якості сільськогосподарської продукції за рахунок

запровадження енерго- та ресурсозберігаючих технологій. Використання регуляторів росту рослин та мікродобрив є тими елементами сучасних технологій вирощування сільськогосподарських культур, які дозволяють за незначних капіталовкладень отримати додатковий врожай.

Мета досліджень полягала у вдосконаленні агротехніки вирощування ячменю ярого на темно-сірих опідзолених середньосуглинкових ґрунтах для отримання більш сталих врожаїв зерна з високими пивоварними якостями.

Дослідження проводили протягом 2016–2017 рр. на землях сортодослідної станції Рівненського обласного державного центру експертизи сортів рослин щодо впливу передпосівної обробки насіння та позакореневого підживлення регуляторами росту рослин та мікродобривами на урожайність та якість зерна ячменю ярого.

Аналіз результатів досліджень показав, що найбільшу прибавку врожайності (1,12 т/га) отримали на варіанті досліду при застосуванні для обробки насіння та обприскування посівів ячменю ярого регулятора росту Вимпел-К (500 г/т) і мікродобрива Оракул насіння (1 л/т) з протруювачем. При цьому, вища врожайність зерна ячменю ярого формувалася за рахунок підвищеної кількості зернин в колосі та більшої маси 1000 насінин.

Обробка насіння регуляторами росту рослин та мікродобривами у всіх комбінаціях, а також застосування їх по вегетуючих рослинах сприяли покращенню пивоварних якостей зерна ячменю ярого.

Одержані експериментальні дані засвідчили доцільність використання мікродобрив та регуляторів росту рослин при вирощуванні ячменю ярого в умовах Західного Лісостепу та необхідність подальших досліджень щодо вдосконалення технології вирощування зернових культур.

Ключові слова: ячмінь ярий, урожайність, регулятори росту рослин, мікродобрива, позакоренеve підживлення.

Вступ

Ячмінь ярий – цінна продовольча, кормова та технічна культура. У світовому виробництві ячменю належить четверте місце після пшениці, рису та кукурудзи. В Україні він посідає друге місце після пшениці (Beldii et al., 2009). Зерно ячменю є основною сировиною для солодової промисловості (пиво, віскі). Зерно ячменю ярого містить 8,5–15,0 % білка та безазотисті екстрактивні сполуки. Поряд із кукурудзою ячмінь є одним із основних компонентів концентрованого корму в раціонах годівлі високопродуктивних сільськогосподарських тварин (Yeshchenko, 2014).

Незважаючи на загальносвітову тенденцію зростання виробництва, ячменю, в Україні знизився інтерес агровиробників до його вирощування. Про це свідчить динаміка скорочення посівних площ під цією зерновою культурою вдвічі – з 5,8 млн га в 2003 р. до 2,9 млн га в 2017 р. Таке скорочення відбулося через розширення посівних площ під більш рентабельними культурами: кукурудзою, соняшником і соєю. У середньому по Україні урожайність зерна ячменю за останні 8 років зросла з 2,0 до 3,43 т/га. За сприятливих погодних умов вирощування ячменю ярого та застосування розроблених сортових технологій рівень урожайності зерна може досягати 9,0–10,0 т/га

(Romaniuk, 2018).

Унаслідок дефіцитного ресурсозабезпечення сільськогосподарського виробництва врожай сільськогосподарських культур формується завдяки природним ґрунтовим запасам елементів живлення (Vasylenko, 2017). За результатами аналізу ситуації, що склалася в Україні, встановлено, що у середині 90-х років та протягом першого десятиліття поточного століття сформувався стійкий дефіцит макроелементів для орних ґрунтів, обумовлений значним перевищенням об'ємів відчуженням поживних елементів з товарною частиною врожаю з полів у порівнянні із кількістю поживних елементів, що вносяться з добривами (Veremeenko et al., 2019).

За таких умов на зміну традиційним енерговитратним технологіям мають прийти принципово нові технології землеробства, що ґрунтуються на засадах збалансованого природо-користування, інтегрального управління земельними ресурсами, узгоджених економічних та екологічних інтересів (Vasylenko, 2017).

До таких технологій можна віднести й вирощування сільськогосподарських культур із застосуванням регуляторів росту рослин та мікродобрив. Результати досліджень свідчать про те, що нові регулятори росту здатні підвищувати врожай основних польових культур на 10–30 %. Приблизно такі самі прирости врожаїв забезпечує

внесення оптимальних доз мінеральних добрив, яких зараз через високі ціни в господарствах не вистачає. За ефективністю гектарна доза регуляторів прирівнюється до дії мінеральних добрив на рівні $NPK - 25$ кг/га д. р. (Gromova et al., 2005).

За розрахунками, кожна грошова одиниця, витрачена на закупівлю і внесення регуляторів росту за передпосівної обробки насіння, окупується прибавками врожаю в 35–40 разів, за обприскування посівів – у 20–25 разів. При цьому вітчизняні регулятори росту рослин за ефективністю не поступаються кращим іноземним аналогам, а за економічними та екологічними показниками значно їх перевищують (Cheriachukin et al., 2011).

Отже, у сучасних умовах інтенсифікації зерновиробництва технології вирощування ячменю ярого із застосуванням регуляторів росту рослин та мікродобрив є досить актуальними, оскільки вони спрямовані на регулювання найважливіших фізіолого-біохімічних процесів у рослинному організмі, більш повній реалізації потенційних можливостей сорту, закладених в геномі природою та селекцією. Такі технології також сприятимуть конкурентоспроможності для сучасного аграрного виробництва (Romaniuk, 2019).

Ячмінь ярий, маючи слаборозвинену кореневу систему, характеризується низькою здатністю засвоювати поживні речовини. Культура є вибагливою до фізичного стану ґрунту, вмісту в ньому рухомих легкодоступних поживних речовин і достатньої кількості вологи (Shejbalova et al., 2014). У результаті багаторічних досліджень встановлено, що регулюючими факторами умов росту й розвитку рослин ячменю ярого для формування врожаю з високими якісними показниками є рівень мінерального живлення, способи обробітку ґрунту та їх глибина, сортові особливості культури та кліматичні умови (Abi Saab et al., 2019).

Важливим чинником змін технологічних процесів у рослинництві останнім часом виступають коливання погодно-кліматичних умов. Зокрема, за результатами метеорологічних спостережень Рівненського центру з гідрометеорології за 1945–2018 рр. виявлено, що з глобальними змінами клімату теплозабезпеченість Західного Лісостепу істотно поліпшилася. Суми ефективних температур більше 5 і 10°C упродовж 1971–2018 рр. зросли на 30,8 і 52,8 %,

відповідно. Завдяки впровадженню сучасних технологій і поліпшенню температурного режиму впродовж 2010–2018 рр. врожайність зернових культур у зоні Західного Лісостепу зросла в 1,5 рази (Polovyi et al., 2019).

У цьому контексті актуальним є застосування науково-обґрунтованих технологічних заходів, які забезпечать отримання високого врожаю якісного зерна незалежно від змін клімату (Buriak et al., 2014). Важливим аспектом дії регуляторів росту рослин, поряд із підвищенням урожайності та якості зерна, є посилення стійкості рослин до несприятливих чинників середовища: високих і низьких температур, нестачі вологи, фітотоксичної дії пестицидів, ураження хворобами і шкідниками тощо (Vasylenko, 2017).

Результати досліджень, які проводилися протягом 2009–2011 рр. на базі Інститутів кормів та сільського господарства Поділля НААН, показали, що оптимізація технології вирощування ячменю ярого на сірих лісових середньо суглинкових ґрунтах за рахунок збалансованої системи удобрення, а саме внесення мінеральних добрив $N_{90}P_{45}K_{45}$ та застосування регуляторів росту рослин Біном (мепікват-хлорид, 305 г/л) або Терпал (хлормекватхлорид, 305 г/л) забезпечує реалізацію генетичного потенціалу сортів Набат та Вінницький 28 на 75–90 %, рівень урожайності зерна на 6,39–5,78 т/га, вміст білку – на 13,8–13,9% (Romaniuk, 2019).

Дослідженнями, проведеними в Інституті рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН у 2005–2010 рр., було вивчено низку вітчизняних регуляторів росту, їх бакових сумішок з протруйниками і пестицидами та встановлено їх високу ефективність у підвищенні урожайності ячменю ярого на 0,16–0,28 т/га, або на 5–8 %. Аналіз впливу сучасних регуляторів росту рослин Радостим, Регоплант, Стимпо та мікродобрива Квантум-зернові на ріст, розвиток, урожайність та економічну ефективність вирощування ячменю ярого сортів Виклик та Парнас на різних фонах мінерального живлення протягом 2011–2013 рр. показав, що за інтенсифікації технології застосування регуляторів росту рослин та мікродобрива надбавка врожаю склала 0,08–0,28 т/га порівняно з контролем, а чистий прибуток збільшився на 400–658 грн/га. При цьому, найбільш ефективним способом застосування регуляторів росту рослин та мікродобрив за вирощування ячменю ярого є обприскування рослин у фазу прапорцевого листа

(Ohurtsov, 2014).

Експериментально встановлено, що, при застосуванні регуляторів росту рослин, біопрепаратів та мікродобрих, очікуваний ефект щодо стимулювання росту, розвитку та підвищення продуктивності сільськогосподарських культур можливий лише за визначених для кожного препарату доз, строків і способів застосування. Порушення цих регламентів може призвести до зниження очікуваного біологічного та економічного ефекту (*Rekomendatsii ...*, 2000).

Отже, враховуючи існування значного асортименту рістрегулюючих речовин та мікродобрих як вітчизняного, так і закордонного виробництва, необхідно проводити подальші дослідження щодо впливу кожного препарату на продуктивність сільськогосподарських культур, якість та екологічну безпечність отриманої продукції.

Матеріали та методи

Метою досліджень було вдосконалити агротехніку вирощування ячменю ярого на темно-сірих опідзолених середньосуглинкових ґрунтах Західного Лісостепу застосуванням регуляторів росту рослин та мікродобрих для передпосівної обробки насіння та позакореневого підживлення рослин.

Предмети дослідження: ячмінь ярий сорту Юкатан, регулятори росту рослин Вимпел, Вимпел-К, мікродобрива Оракул насіння та Оракул мультикомплекс.

Дослід проводили протягом 2016–2017 рр. на землях сортодослідної станції Рівненського обласного державного центру експертизи сортів рослин (с. Верхівськ Рівненського району) за схемою: 1. Контроль – обробка насіння протруювачем (Максим Форте, 0,5 л/т) + обприскування посівів у фазі кушення гербіцидом (Діанат, 0,3 л/га) + обприскування посівів у фазі прапорцевий лист – колосіння фунгіцидом (Амістар Екстра, 0,5 л/га). 2. Обробка насіння препаратами Вимпел-К (500 г/т) і Оракул насіння (1 л/т) з протруювачем. 3. Варіант 2 + обприскування посівів у фазі кушення препаратом Вимпел (500 г/га) з гербіцидом. 4. Варіант 2 + обприскування посівів у фазі кушення препаратом Оракул мультикомплекс (1 л/га) з гербіцидом. 5. Варіант 3 + обприскування посівів у фазі прапорцевий лист–колосіння препаратом Вимпел (500 г/га) з

фунгіцидом. 6. Варіант 2 + обприскування посівів у фазі прапорцевий лист–колосіння препаратами Вимпел (500 г/га) + Оракул мультикомплекс (1 л/га) з фунгіцидом (*Tkachuk*, 2018).

Повторність досліду чотирикратна. Ділянки розміщені рендомізовано. Облікова площа ділянки 24 м². Сорт пивоварного ячменю ярого – Юкатан Миронівського інституту пшениці ім. В.М. Ремесла. Ґрунт – темно-сірий опідзолений середньосуглинковий, вміст гумусу в орному шарі 2,3 %. Погодні умови років проведення досліджень характеризувалися вологою і теплою весною, жарким і посушливим літом (червень–липень 2016 р.). Вміст білка в зерні ячменю ярого визначали за ДСТУ 4117:2007 «Зерно і продукти його переробки. Визначення показників якості методом інфрачервоної спектроскопії» (*Zerno ta produkty ...*, 2007). Статистичний аналіз результатів досліджень проводили методом дисперсійного аналізу з використанням *Microsoft Excel* (*Dospehov*, 1985).

Результати досліджень та обговорення

Врожайність зерна, яка залежить від сукупної дії багатьох факторів, є важливим показником оцінки ефективності застосування елементів технології вирощування ячменю ярого (*Kasatkina et al.*, 2018). Як показали результати досліджень комплексна дія регуляторів росту рослин (PPP) та мікродобрих суттєво вплинула на продуктивність зерна ячменю ярого (табл. 1).

Аналіз даних табл. 1 показав, що 2017 р. виявився більш урожайним порівняно з 2016 р. Урожайність зерна ячменю ярого була вищою і на контролі, і на дослідних варіантах на 1,3–5,6 %, що пояснюється більш сприятливими погодними умовами вегетаційного періоду цього року.

У середньому за два роки досліджень усі варіанти досліду забезпечили істотну прибавку врожайності зерна порівняно з контролем. Так, допосівна обробка насіння препаратами Вимпел-К (500 г/т) та Оракул насіння (1 л/т) з протруювачем та обприскування посівів у фазі кушення PPP Вимпел (500 г/га) з гербіцидом (варіант № 3) забезпечили прибавку по відношенню до контрольного варіанта – 21 %.

Найбільшу прибавку – 1,12 т/га (38 %) отримали на варіанті № 5 при застосуванні для обробки насіння PPP Вимпел-К і мікродобрива Оракул насіння з протруювачем та

обприскування посівів двічі: у фазі кущення PPP Вимпел (500 г/га) з гербіцидом та у фазі прапорцевий лист – початок колосіння цим же

регулятором росту з фунгіцидом. На інших варіантах дослідів приріст врожайності зерна ячменю ярого коливався в межах 0,60–0,72 т/га.

Таблиця 1. Вплив допосівної обробки насіння та обприскування посівів регуляторами росту і мікродобривами на врожайність ячменю ярого, т/га

Варіант дослідів	Урожайність, т/га		Середнє за два роки	± до контролю	
	2016 р.	2017 р.		т/га	%
1. Контроль – обробка насіння протруювачем + обприскування посівів у фазі кущення гербіцидом + обприскування посівів в фазі прапорцевий лист – початок колосіння фунгіцидом	2,90	3,05	2,98	–	–
2. Обробка насіння препаратами Вимпел-К (500 г/т) і Оракул насіння (1 л/т) з протруювачем	3,50	3,70	3,60	0,62	21
3. Варіант 2 + обприскування посівів у фазі кущення препаратом Вимпел (500 г/га) з гербіцидом	3,75	3,80	3,78	0,80	27
4. Варіант 2 + обприскування посівів у фазі кущення препаратом Оракул мультикомплекс (1 л/га) з гербіцидом	3,50	3,65	3,58	0,60	20
5. Варіант 3 + обприскування посівів у фазі прапорцевий лист – початок колосіння препаратом Вимпел (500 г/га) з фунгіцидом	4,00	4,20	4,10	1,12	38
6. Варіант 2 + обприскування посівів у фазі прапорцевий лист – колосіння препаратами Вимпел (500 г/га) + Оракул мультикомплекс (1 л/га) з фунгіцидом	3,60	3,80	3,70	0,72	24
<i>НІР_{0,5}</i>	<i>1,93</i>	<i>1,84</i>	<i>1,90</i>	–	–

При цьому, слід зауважити, що допосівна обробка насіння препаратами Вимпел-К (500 г/т) і Оракул насіння (1 л/т) з протруювачем та обприскування посівів у фазі кущення препаратом Оракул мультикомплекс (1 л/га) з гербіцидом (варіант №4) забезпечили прибавку врожаю 0,60 т/га на рівні варіанту № 2, який передбачає тільки допосівну обробку насіння комплексом вищезазначених препаратів. Окрім того, вплив PPP Вимпел (500 г/га) на продуктивність зерна ячменю ярого сорту Юкатан за обприскування посівів у фазах кущення та прапорцевий лист – початок колосіння виявився більш вагомим, ніж обприскування посівів у цих же фазах, але в комбінації з мікродобривом Оракул мультикомплекс (1 л/га).

Заявлена розробником врожайність зерна ячменю ярого сорту Юкатан складає 5,29 т/га,

отже свій генетичний потенціал сорт реалізував на 68–78% за застосування в технології його вирощування мікродобрив та PPP для допосівної обробки насіння та позакореневого підживлення.

Що стосується структури врожаю ярого ячменю, то результати досліджень показали, що найменша довжина колоса (6,7 см) та кількість зерен у колосі (16 шт.) відмічені на контролі (рис. 1, 2).

На інших варіантах дослідів структурні показники врожаю ячменю ярого чітко корелюють з показниками врожайності зерна. На варіанті дослідів № 5 з найвищою врожайністю зерна – 4,1 т/га рослини мають найбільшу довжину колоса (8,3 см), кількість зерен у колосі (24 шт.) та масу 1000 зерен – 42,8 г. Обприскування вегетуючих рослин ячменю ярого на варіантах №№ 3–5 на фоні допосівної обробки насіння комплексом PPP та мікродобрив

виявилось більш ефективним, ніж тільки допосівна обробка насіння (варіант № 2), оскільки сприяло збільшенню довжини колоса та кількості

зерен у колосі. Отже, чим більша довжина колоса, тим більша кількість зерен у колосі.

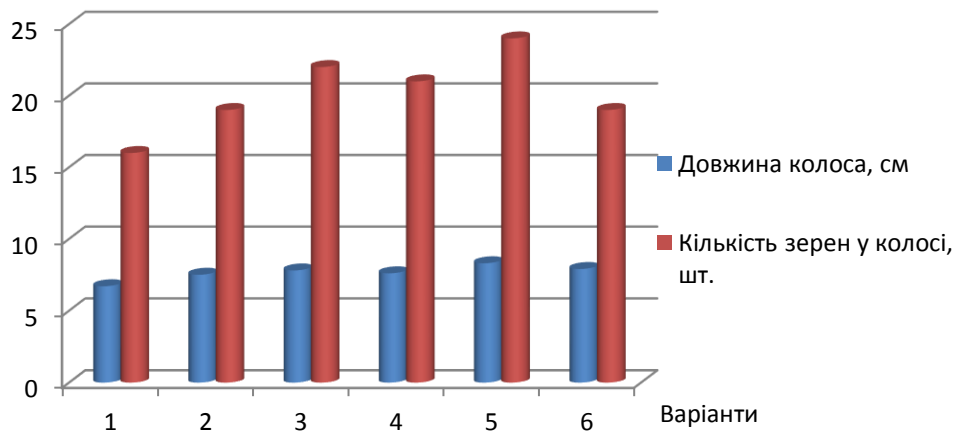


Рис. 1. Довжина колоса та кількість зерен у колосі ячменю ярого при обробці насіння та вегетуючих рослин РРР і мікродобривами, середнє за 2016–2017 рр.

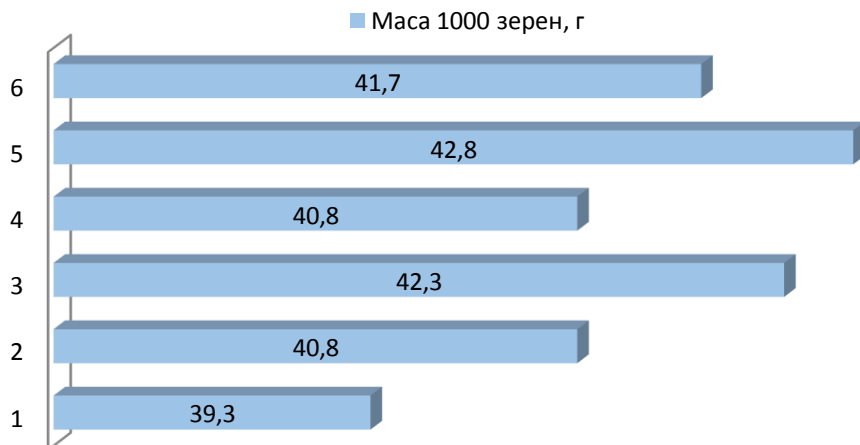


Рис. 2. Маса 1000 зерен ячменю ярого за застосування РРР та мікродобрив, середнє за 2016–2017 рр.

У той же час, на варіанті № 6 відмічена однакова кількість зерен у колосі рослин ячменю ярого, як і на варіанті № 2 (19 шт.), проте за довшого на 0,4 см колоса та більшої на 0,9 г маси 1000 зерен. Це свідчить про те, що обприскування посівів у фазі прапорцевий лист – колосіння препаратами Вимпел (500 г/га) + Оракул мультикомплекс (1 л/га) з фунгіцидом сприяло формуванню більш крупного зерна ячменю ярого.

Обприскування посівів у фазі кушення препаратом Оракул мультикомплекс (1 л/га) з допосівною обробкою насіння РРР та мікродобривом (варіант № 4) не сприяло збільшенню маси 1000 зерен у порівнянні з

контролем та іншими варіантами досліджу, хоча призвело до збільшення довжини колоса та кількості зерен у колосі по відношенню до контролю та варіанту № 2.

Одним із основних критеріїв оцінки якісних характеристик ячменю пивоварного є вміст білка в зерні. Зерно пивоварного ячменю повинно мати знижений вміст білка. Високоякісним є зерно пивоварного ячменю, в якому вміст білка знаходиться в межах від 9 до 11 % на абсолютно суху речовину. Зерно з підвищеним вмістом білка, крім того, що має меншу екстрактивність, погано розрихлюється і сильно нагрівається при солодінні, дає менш стійке і не завжди прозоре

пиво. Негативом також є вміст білка менше 8 %, що недостатньо для нормального росту дріжджів, утворення піни і створення смаку та «букету» пива (Bober *et al.*, 2010).

Вміст білка в зерні ячменю ярого за варіантами дослідів наведено у табл. 2.

Таблиця 2. Вміст білка в зерні ячменю ярого сорту Юкатан, середнє за 2016–2017 рр.

Варіант дослідів	Вміст білка, %
1	9,60
2	10,2
3	10,6
4	10,4
5	11,1
6	10,8

Аналізуючи середні дані за два роки досліджень щодо вмісту білка в зерні ячменю ярого пивоварного сорту Юкатан, можна відмітити, що для пивоваріння придатне зерно усіх варіантів дослідів, оскільки вміст білка коливається від 9,6 до 11,2 %. Найменший вміст білка в зерні ячменю ярого отримали на контрольному варіанті, в той час як на усіх інших варіантах дослідів вміст білка в зерні ячменю був вищим за контроль на 0,6–1,5 %. До величини оптимального вмісту білка в зерні пивоварного ячменю – 11% найбільш наближеним є значення, отримане на варіанті дослідів № 5 із обробкою насіння PPP Вимпел-К (500 г/т) і мікродобривом Оракул насіння (1 л/т) з протруювачем, позакореневим підживленням рослин ячменю PPP Вимпел (500 г/га) у фазі кущення з гербіцидом та у фазі прапорцевий лист – початок колосіння з фунгіцидом – 11,1 %. В цілому отримані дані свідчать про позитивний вплив на якість зерна ячменю ярого комбінації PPP та мікродобрив.

Висновки

Таким чином, за результатами двохрічних досліджень встановлено, що найвищий рівень реалізації генетичного потенціалу продуктивності ячменю ярого сорту Юкатан – 78 % забезпечило включення до традиційної технології вирощування цієї культури в умовах Західного Лісостепу обробки насіння PPP Вимпел-К (500 г/т) і мікродобривом Оракул насіння (1 л/т) з протруювачем та дворазового позакореневого підживлення рослин ячменю PPP Вимпел (500 г/га) у фазі кущення з гербіцидом та у фазі

прапорцевий лист – початок колосіння з фунгіцидом. За такої комбінації PPP та мікродобрива отримана не тільки вища врожайність зерна ячменю ярого (4,1 т/га), але й найкраще співвідношення елементів врожаю та висока якість зерна, що задовольняє вимоги пивоваріння.

Перспективи подальших досліджень слід зосередити на подальшому удосконаленні технології вирощування ячменю ярого в умовах Західного Лісостепу у напрямку енерго- та ресурсозбереження шляхом запровадження різних комбінацій нових рїстрегулюючих речовин та мікродобрив, з метою отримання високих показників урожайності зерна ячменю та його якості.

References

- Abi Saab, M. T., Sellami, M. H., Giorio, P., Basile, A., Bonfante, A. & Albrizio, R. (2019). Assessing the potential of cereal production systems to adapt to contrasting weather conditions in the Mediterranean region. *Agronomy*, 9 (393), 1–21. doi: <http://doi:10.3390/agronomy9070393>.
- Beldii, N., Zahynailo, M., & Nosulia, A. (2009). Yachmin –kultura prybutkova [Barley is a profitable culture]. *Propozytsiia*, 4, 54–56 [in Ukrainian].
- Bober, A. V., Zavgorodniy, V. M. & Garanchev P. V. (2012). Zalezhnist vmistu bilku v zerni yaroho yachmeniu sortu Skarlet vid faktoriv vyroshchuvannia ta zberihannia [Dependency of albumins content in the spring barley grain of variety of Scarlet depend on factors of cultivation and storage]. *Naukovi dopovidi NUBiP*, 2 (31). Retrieved from http://www.nbu.gov.ua/e-journals/Nd/2012_2/12bav.pdf. [in Ukrainian].
- Buriak, Yu. I., Ohurtsov, Yu. Ie., Chernobab, O. V. & Klymenko I. I. (2014). Rozrobka sposobiv pidvyshchennia nasinnievoi produktyvnosti zernovykh kolosovykh kultur ta soniashnyku v laboratorii nasinnystva ta nasinnieznavstva IR im. V.Ia. Yurieva NAAN [Development of methods for increasing seed productivity of spiked cereals and sunflower in the laboratory of seed production and seed studies of the plant production institute named after V.Ya. Yuriev of NAAS]. *Visnyk TsNZ APV Kharkivskoi oblasti*, 17, 77–87 [in Ukrainian].
- Cheriyachukin, M., Andriienko, O. & Hryhorieva, O. (2011). Rehulatory rostu roslyn [Plant growth regulators]. *Ahrobiznes sohodni*, 5 (204), 34–35 [in Ukrainian].
- Dospehov, V. A. (1985). *Metodika polevogo*

opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezultatov issledovaniy) [Field experiment technique (including the basics of statistical processing results of the researches)] (5th ed.). Moskva: Agropromizdat [in Russian].

Gromova, A. A., Shchukin, V. B. & Varava, V. N. (2005). Effektivnost regulyatorov rosta i biopreparatov na yarovoy pshenitse i prose [Efficiency of plant growth regulators and biopreparations on spring wheat and millet]. *Zemledeliye*, 6, 34–35 [in Russian].

Kasatkina, T. O. & Gamayunova, V. V. (2018). Perspektyvy ta osoblyvosti vyroshchuvannia yachmeniu yaroho na pivdni Ukrainy [Erspective is that the particularity of the barley is vivid on the countryside]. *Naukovi horyzonty. Scientific Horizons*, 7–8 (70), 131–138. doi: <http://doi:10.33249/2663-2144-2018-70-7-8-131-138> [in Ukrainian].

Ohurtsov, Yu. Ie. (2014). Zastosuvannia rehuliatoriv rostu roslyn ta mikrodbryva pry vyroshchuvanni yachmeniu yaroho na riznykh fonakh mineralnogo zhyvlennia [Application of plant growth regulators and microfertilizer for cultivation of spring barley on the different backgrounds of mineral nutrition]. *Tavriiskyi naukovi visnyk*, 88, 159–164 [in Ukrainian].

Polovyi, V. M., Lukashchuk, L. Ya. & Lukianyk, M. M. (2019). Vplyv zmin klimatu na rozvytok roslynnytstva v umovakh Zakhidnoho rehionu [The effects of the climate change on the development of plant growing under conditions of Western region]. *Visnyk ahrarnoi nauky*, 9, 29–34. doi: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201909-04> [in Ukrainian].

Rekomendatsii z vprovadzhennia rehuliatoriv rostu roslyn v silskohospodarskomu vyrobnytstvi Ukrainy (2000). [Recommendations for the implementation of plant growth regulators in agricultural production of Ukraine]. Kyiv : Vysokyi vrozhai [in Ukrainian].

Romanyuk, V. I. (2018). Formuvannia vysokoproduktyvnykh posiviv yachmeniu yaroho zalezno vid faktoriv intensyfikatsii v umovakh Lisostepu Pravoberezhnoho [Formation of highly productive crops of summer barley depending on doses of nitric fertilizers and regulators of growth in conditions of Forest-steppe Right-bank]. *Visnyk ahrarnoi nauky*, 9 (786), 79–84. doi: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201809-12> [in

Ukrainian].

Romanyuk, V. I. (2019). Fotosyntetychna produktyvnist yachmeniu yaroho v umovakh Lisostepu Pravoberezhnoho [Photosynthetic productivity of summer barley in conditions of Forest-steppe Right-bank]. *Visnyk ahrarnoi nauky*, 3 (792), 76–81. doi: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201903-12> [in Ukrainian].

Shejbalová, Š., Černý, J., Vašák, F., Kulhánek, M. & Balík, J. (2014). Nitrogen efficiency of spring barley in long-term experiment. *Plant Soil Environ*, 60 (7), 291–296. doi: <http://doi:10.17221/916/2013-PSE>.

Tkachuk, S. O., Trusheva, S. S. & Oliinyk, O. O. (2018). Efektyvnist kompleksnoho zastosuvannia rehuliatoriv rostu roslyn ta mikrodbryv pry vyroshchuvanni yachmeniu yaroho v umovakh Zakhidnoho Lisostepu [Efficiency of complex use of plant growth regulators and micro fertilizers in cultivation of spring barley under western forest-steppe conditions]. *Visnyk NUVHP. Silskohospodarski nauky*, 2 (82), 79–87 [in Ukrainian].

Vasylenko, M. H. (2017). Orhano-mineralni dobriva i rehuliatory rostu roslyn v orhanichnomu zemlerobstvi [Organic-mineral fertilizers and plant growth regulators in organic farming]. *Visnyk ahrarnoi nauky*, 2, 11–18. doi: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201702-02> [in Ukrainian].

Veremeenko, S. I. & Semenko, L. O. (2019). Suchasni problemy dehradatsii gruntiv – trofichniy aspekt [Modern problems of degradation of soils – tropical aspect]. *Naukovi horyzonty. Scientific Horizons*, 1 (74), 69–75. doi: <http://doi:10.33249/2663-2144-2019-74-1-69-75> [in Ukrainian].

Yeshchenko, V. O. (2014). Mistse naukovo obgruntovanykh sivozmin u suchasnomu zemlerobstvi [The place of scientifically based crop rotation in modern agriculture]. *Visnyk Umansko NUS*, 2, 3–6 [in Ukrainian].

Zerno ta produkty yoho pererobky. Vyznachennia pokaznykiv yakosti metodom infrachervonoj spektroskopii. (2007). [Cereals and products of its processing. Determination of quality indicators by the method of infrared spectroscopy]. DSTU 4117:2007. Natsionalnyi standart Ukrainy. Kyiv: Derzhspozhyvstandart Ukrainy [in Ukrainian].