

doi: 10.33249/2663-2144-2019-83-10-3-12

UDC 633.1:631.82:644.71(477.7)

**INFLUENCE OF SPRING BARLEY NUTRITION OPTIMIZATION
ON GRAIN QUALITY FORMATION
IN THE SOUTHERN STEPPE OF UKRAINE**

V. Gamayunova, T. Kasatkina

e-mail: gamajunova2301@gmail.com

Mykolaiv National Agrarian University

9, George Gongadze Str., Mykolaiv, 54020, Ukraine

The article highlights the importance of resource-saving nutrition of spring barley plants based on the use of biopreparations for foliar fertilizing and their impact on the main indicators of grain quality of the two studied varieties grown in the zone of arid southern Steppe of Ukraine.

It was established that the use of modern biopreparations for the nutrition of spring barley, significantly affected the implementation of the biological potential of the crop, contributed to the growth of the crop and improved the main quality indicators of both spring barley varieties. It was determined that growing crops in the arid southern steppe of Ukraine, it was increased not only the level of grain yield, and in a certain way and its quality it influenced by the optimization of the supply change, including increases the mass of 1000 grains, nature of grain protein content and its conditional harvesting per unit area. These indicators depended on weather conditions and primarily on the amount of precipitation that fell before sowing and during the vegetation period.

Most of the protein in the spring barley grain was accumulated in 2018, and the least of it was in 2016. In the context of varieties the significant difference in the protein content was not defined. The amount of it in both varieties increased depending on the optimization of nutrition and, on average, for three years it was increased from 10.8 % in the control to 11.3–11.6 % in variants with fertilizing in Stalker variety and from 10,7 to 11.3–11.6 % in Vakula variety. The conditional protein harvesting on average during the years of research increased respectively from 0.26 to 0.38 t/ha and from 0.26 to 0.39 t/ha, respectively.

Our studies proved that the optimization of the nutrition of spring barley plants through the use of modern growth-regulating preparations was quite important, which was already manifested in recent years and would be enhanced in the future, including on other crops. After all, due to insufficient amounts of organic, mineral and micronutrients and changes in climatic conditions, the importance of nutrition in increasing crop yields and significantly improving the main indicators of the quality of grown products is clearly manifested.

Key words: *spring barley, varieties, plant-growth regulators, grain quality, content and conditional protein harvesting.*

**ВПЛИВ ОПТИМІЗАЦІЇ ЖИВЛЕННЯ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО
НА ФОРМУВАННЯ ЯКОСТІ ЗЕРНА
В УМОВАХ ПІВДЕННОГО СТЕПУ УКРАЇНИ**

В. В. Гамаюнова, Т. О. Касаткіна

e-mail: gamajunova2301@gmail.com

Миколаївський національний аграрний університет

вул. Георгія Гонгадзе, 9, м. Миколаїв, 54020, Україна

У статті висвітлено значення ресурсозберігаючого живлення рослин ячменю ярого на засадах застосування біопрепаратів для позакоренових підживлень та їх вплив на основні показники якості зерна двох досліджуваних сортів за вирощування в зоні посушливого Південного Степу України.

Встановлено, що використання сучасних біопрепаратів для живлення ячменю ярого істотно позначається на реалізації біологічного потенціалу культури, сприяє зростанню врожаю та покращенню основних показників якості обох сортів ячменю ярого. Визначено, що за вирощування

культури в умовах посушливого Південного Степу України не лише рівень урожайності зерна, а і, певним чином, його якість під впливом оптимізації живлення змінюються, у т.ч. збільшується маса 1000 зерен, натура зерна, вміст білка та його умовний збір з одиниці площі. Залежать ці показники і від погодних умов й, у першу чергу, від кількості опадів, що випали до сівби та упродовж періоду вегетації.

Найбільше білка в зерні ячменю ярого накопичено у 2018 р., а найменше – у 2016 р. У розрізі сортів істотної різниці у вмісті білка не визначено. Кількість його у обох сортів зростала під впливом оптимізації живлення і в середньому за три роки збільшилася з 10,8% у контролі-до 11,3–11,6% у варіантах з проведенням підживлень у сорту Сталкер та з 10,7 до 11,3–11,6% у сорту Вакула. Умовний збір білка в середньому за роки досліджень зростав, відповідно, з 0,26 до 0,38 т/га і з 0,26 до 0,39 т/га, відповідно.

Дослідженнями обґрунтовано, що оптимізація живлення рослин ячменю ярого шляхом застосування сучасних рістрегулюючих препаратів є досить важливою, що вже проявляється в останні роки і буде посилюватись у подальшому, в т.ч. і на інших культурах. Адже, за недостатніх обсягів внесення органічних, мінеральних і мікродобрив та змін кліматичних умов чітко проявляється значення живлення як у підвищенні врожайів сільськогосподарських культур, так і істотному покращенні основних показників якості вирошеної продукції.

Ключові слова: ячмінь ярий, сорти, регулятори росту рослин, якість зерна, вміст та умовний збір білка.

Вступ

Економічний розвиток, стратегію та сталість держави, зокрема і України, в першу чергу, визначають за кількістю виробленого зерна. До того ж, важливо виростити не лише значні його обсяги, але і отримати високу якість зернової продукції. Зона Південного Степу України відома у світі як житниця хлібів усіх зернових культур, до того ж, як регіон, який забезпечує отримання зерна з високими показниками його якості.

Ячмінь ярий у структурі зернових рослин займає чільне місце, його використовують як продовольчу, технічну та фуражну культуру в основних посівах, а часто і як страхову для пересіву озимини. Відомо, що площі ячменю ярого останнім часом, у зв'язку з посиленням посушливості клімату зменшуються. Так, відсоток ячменю ярого у структурі зернових та зернобобових культур за період з 2000 до 2015 року зменшився більше, ніж удвічі – з 26,8 до 12 %. До того ж, згідно з даними Держстатистики України, такий відсоток залишається на зазначеному рівні за рахунок приватних і фермерських господарств, а у структурі посівних площ сільськогосподарських підприємств на ячмінь ярий припадає лише 7,6 % (Derzhavna ..., 2016). Такий стан щодо площ під ячменем ярим пов'язаний з нестабільною врожайністю цієї культури у різні за кліматичними умовами роки вирощування та нижчим його рівнем порівняно з озимими зерновими культурами.

Метою досліджень було визначення впливу оптимізації ресурсозберігаючого живлення ячменю ярого на формування врожайності зерна та основних показників його якості за вирощування двох сортів цієї культури в умовах Південного Степу України. Зазначені питання раніше більшою мірою досліджували залежно від внесення різних доз і співвідношень мінеральних добрив, а наші дослідження базуються на використанні для оптимізації живлення сучасних рістрегулюючих препаратів.

Численними дослідженнями встановлено, що ячмінь чи не найістотніше від інших зернових культур реагує на оптимізацію живлення та може забезпечити приріст урожаю зерна на рівні 1,5–2,0 т/га і більше (Gamajunova, 2017; Hamaiunova et al., 2019; Panfilova et al., 2019). До того ж, слід зазначити і вплив живлення на основні показники якості зерна. Так, ячмінь ярий слід удобрювати з урахуванням напряму його використання, зокрема для пивоваріння, культуру, перш за все, необхідно забезпечити фосфорно-калійними добривами, які збільшують накопичення в зерні крохмалю, а для продовольчого і кормового напряму виробництва зерна слід вносити азотні, які істотно підвищують вміст білка в зерні не лише ячменю, а й інших культур (Sozunov, 1985; Hamaiunova, 2015; Kostyria, 2012).

Отже, оптимізація живлення впливає як на рівень урожаю зерна, так і позначається на основних показниках його якості. Сприяють

цьому і природно-кліматичні умови степової зони України, яка посідає чільне місце у загальному виробництві зерна та аграрному секторі економіки країни. Разом з тим, динаміка площ посіву і валових зборів сільськогосподарських культур характеризується значними коливаннями (Cherenkov *et al.*, 2015). Зазначене, насамперед, залежить від впливу кліматичних факторів, від яких рівні врожаїв можуть змінюватися до 50%, що особливо проявляється в останні десятиліття у зв'язку з глобальними кліматичними змінами. Дослідженнями та порівняльним аналізом багаторічних даних визначено, що зростання температурного режиму негативно впливає на продуктивність рослин, у т.ч. і ячменю ярого (Chaban, 2017). Автором встановлено, що за підвищення середніх температур до 16,4–18,4°C урожайність знижується в межах 22–31%. Так, якщо за середньої температури впродовж вегетаційного періоду (квітень-червень) на рівні 12,7–13,7 °C урожайність зерна ячменю ярого складає 2,88 т/га, то за температури 16,0–16,7 °C вона знижується до 2,08 т/га, а 17,8–19,0 °C – 1,82 т/га зерна (Chaban, 2017). Проте чи не найбільш значно врожайність змінюється і залежить від добрив. У дослідженнях науковців Черкаської державної сільськогосподарської дослідної станції з ячменем ярим встановлено, що без добрив сортом Хадар сформовано 2,3 т/га зерна, а за внесення $N_{60}P_{60}K_{60}$ – 4,07 т/га. Вміст білка в зерні, відповідно, склав 10,94 та 12,11% (Rasevych & Shahurska, 2019). Саме за рахунок оптимізації живлення сільськогосподарські рослини і ячмінь ярий у тому числі більш економно та повно використовуює вологу, що встановлено нашими дослідженнями (Panfilova & Hamaiunova, 2019). Адже існує пряма залежність, чим щільніший травостій та більш високий урожай, тим ефективніше використовується волога на сформовану одиницю продукції. Багатьма дослідниками визначена позитивна дія добрив та оптимізації живлення сільськогосподарських культур, зокрема і ячменю ярого, у т.ч. шляхом застосування біопрепаратів і рістрегулюючих речовин, в істотному збільшенні врожаю зерна у різних зонах вирощування (Hamaiunova *et al.*, 2018; Kasatkina & Hamaiunova, 2018; Bomba *et al.*, 2019).

Матеріали та методи

Дослідження з сучасними рістрегулюючими препаратами на ячмені ярому проведено

впродовж 2016–2018 рр. на чорноземі південному в умовах Навчально-науково-практичного центру Миколаївського НАУ. Дослід двофакторний: фактором А слугували два сорти: Сталкер та Вакула, на яких досліджували препарати (фактор В) – фреш флорід у дозах 200 та 300 г/га; фреш енергія (200 г/га), Органік Д2-М (1 л/га) та Ескорт-біо (500 г/га). Обробляли посіви рослин у три фази вегетації: кушіння, вихід у трубку та початок колосіння, а також у всі три зазначені періоди з накладанням підживлень.

Ґрунт – чорнозем південний важко-суглинковий залишково-солонцюватий. У шарі ґрунту 0–30 см міститься гумусу (за Тюрінім) – 2,9–3,2%, легкогідролізованого азоту 60–62; нітратів (за Грандваль-Ляжу) – 20–25, рухомого фосфору (за Мачигінім) – 35–49 мг; обмінного калію (на полуменовому фотометрі) – 320–370 мг/кг ґрунту, рН–6,8–7,2.

Результати досліджень та обговорення

Ефективність оптимізації живлення підтверджена і нашими дослідженнями з двома сортами ячменю ярого, що ілюструє рисунок 1, дані якого свідчать про значення ресурсозберігаючого живлення у впливі на формування більш високих рівнів урожайності зерна.

До того ж, простежуються переваги кількості зроблених позакореневих підживлень. Так, сортом Сталкер за проведення одного підживлення у фазу кушіння у середньому по препаратах за 2016–2018 рр. сформовано 2,88 т/га зерна, двох - ще і в період виходу рослин у трубку – 3,16, а трьох – ще й на початку колосіння – 3,41 т/га, при рівні його у контролі – 2,47 т/га. Сорт Вакула забезпечив урожайність зерна, відповідно, на рівнях: 2,88; 3,21; 3,50 і 2,50 т/га. Таким чином, за триразового проведення позакореневих підживлень посіву рослин ячменю ярого в основні періоди вегетації врожайність зерна порівняно з контролем зростає: у сорту Сталкер на 38,1 %, сорту Вакула на 40,0 % у середньому по всіх досліджуваних препаратах, а за обробки посіву рослин фреш флорідом 300 г/га, відповідно, на 45,8 та 48,4 % відносно контролю. Саме цей препарат за зазначеної концентрації забезпечив отримання максимальних рівнів врожаю зерна у сорту Сталкер у середньому за три роки 3,60, а Вакула – 3,71 т/га.

Урожайність зерна, т/га

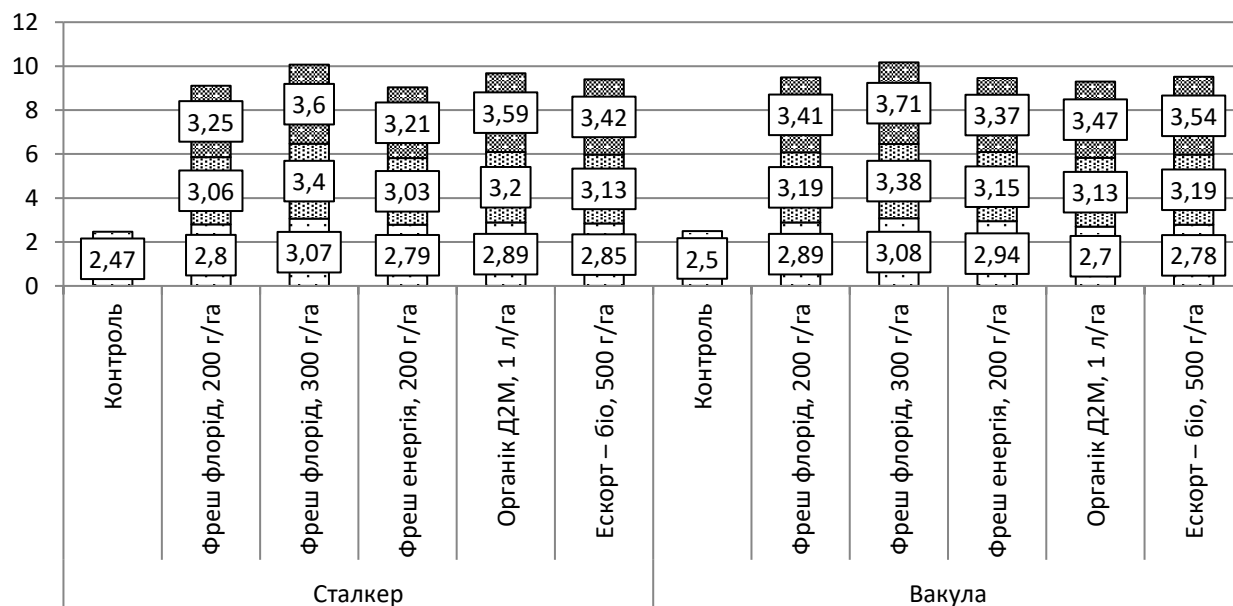


Рис. 1. Вплив препаратів та кількості обробок посіву рослин на врожайність зерна сортів ячменю ярого (середнє за 2016–2018 рр.), т/га

Примітка: □ 1 обробка ▨ 2 обробки ▩ 3 обробки

Нашими дослідженнями визначено, що, разом з рівнем урожаю ячменю ярого, під впливом оптимізації живлення змінюються і

основні показники його якості. Встановлено, що незалежно від року вирощування цей технологічний захід сприяв збільшенню маси 1000 зерен (табл. 1).

Таблиця 1. Маса 1000 зерен сортів ячменю ярого залежно від досліджуваних факторів у роки вирощування, г

Варіант живлення (фактор В)	Сталкер (А)				Вакула (А)				
	2016 р.	2017 р.	2018 р.	2016–2018 рр.	2016 р.	2017 р.	2018 р.	2016–2018 рр.	
1 контроль обробка рослин водою	53,7	43,0	48,4	48,4	45,2	42,5	43,4	42,8	
Фреш флорід, 200 г/га	1 обробка	54,2	46,1	51,0	50,4	46,5	42,0	45,2	44,5
	2 обробки	55,7	46,1	52,7	51,7	47,2	42,6	45,4	45,1
	3 обробки	56,6	46,8	53,7	52,4	47,8	43,4	48,2	46,5
Фреш флорід, 300 г/га	1 обробка	55,7	45,4	48,6	49,9	47,3	42,0	45,3	44,9
	2 обробки	58,2	46,9	50,3	51,8	47,9	43,6	46,0	45,9
	3 обробки	58,4	47,7	53,2	53,1	49,6	44,0	46,2	46,6
Фреш енергія, 200 г/га	1 обробка	53,8	45,5	52,0	50,4	45,9	41,3	44,9	44,0
	2 обробки	54,6	47,0	56,6	51,4	48,3	42,2	45,9	45,5
	3 обробки	55,9	49,0	54,1	53,0	48,9	42,3	46,1	45,8
Органік Д-2М, 1 л/га	1 обробка	54,0	43,1	51,8	49,6	47,0	39,9	44,9	44,5
	2 обробки	54,9	44,8	53,5	51,0	47,9	41,6	45,6	45,0
	3 обробки	55,5	45,4	53,8	51,6	49,3	41,6	45,7	45,8
Есорт-біо, 500 г/га	1 обробка	53,8	45,5	52,8	50,7	46,4	40,7	45,1	44,1
	2 обробки	55,0	46,0	53,0	51,3	48,4	41,3	45,7	45,1
	3 обробки	54,9	46,8	54,9	52,2	49,5	42,5	46,8	46,3

$HP_{05, \gamma} A$ 1,6 1,1 1,3
 B 0,3 0,5 0,5
 AB 1,8 1,3 1,6

Під впливом позакорневих підживлень досліджуваними препаратами вона збільшилася і в середньому за всі роки досліджень досягла максимуму за триразової обробки посіву рослин

впродовж їх вегетації. При цьому, маса 1000 зерен визначена більшою як порівняно з контролем, так і з середнім показником по всіх трьох строках підживлень (рис. 2).

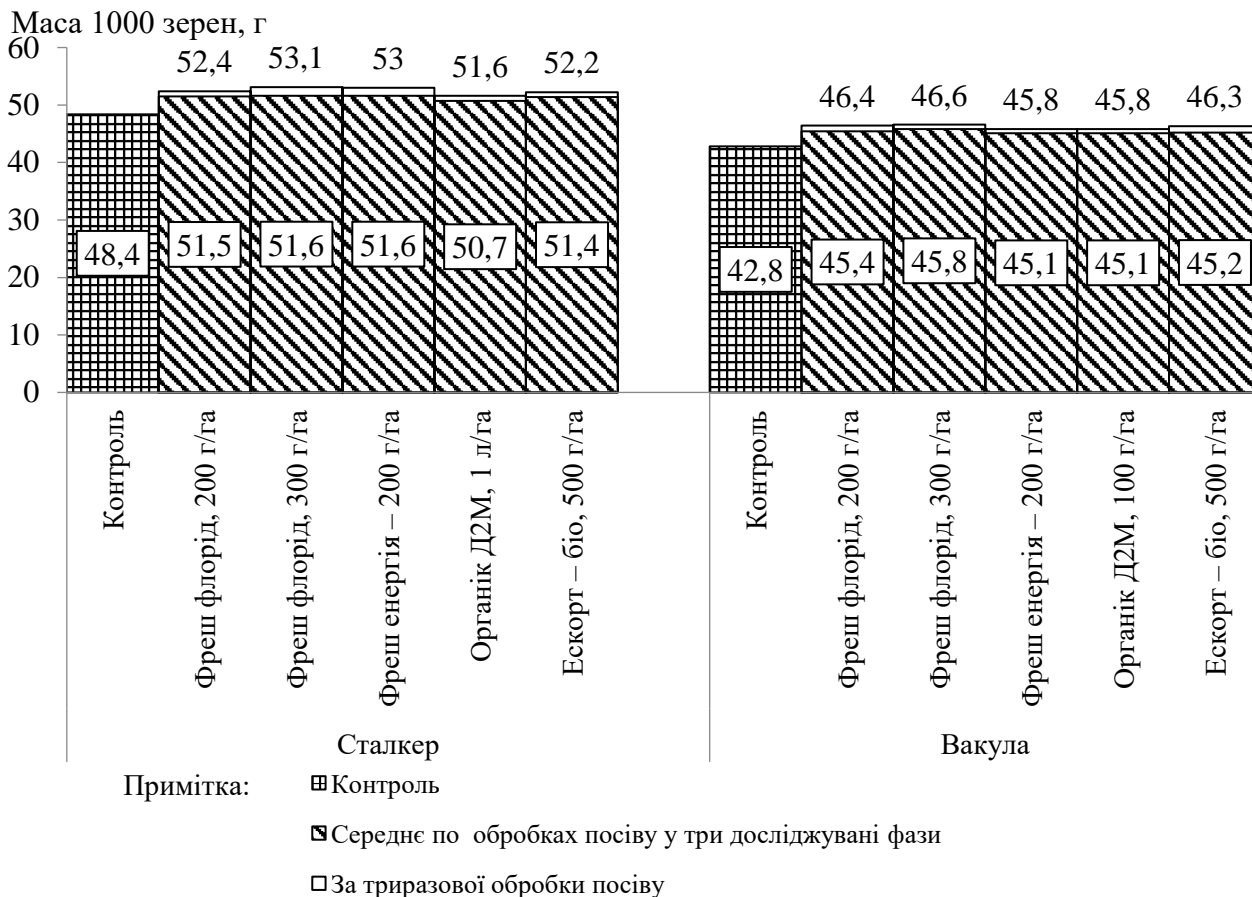


Рис. 2. Маса 1000 зерен ячменю ярого залежно від сорту, препарату та кількості обробок посіву (середнє за 2016–2018 рр.), г

Дана закономірність є характерною для обох взятих на вивчення сортів ячменю ярого. Проте слід зазначити, що більшою величиною маси 1000 зерен характеризується сорт ячменю ярого Сталкер, а у сорту Вакула вона менша. Так, у контролі маса 1000 зерен по сортах склала, відповідно, 48,4 і 42,8 г, у середньому по всіх варіантах обробок – 51,4 та 45,2, а за триразового підживлення – 52,5 і 46,2 г, відповідно. З досліджуваних препаратів на масу 1000 зерен сортів ячменю ярого сприятливіше позначились Фреш флорід, 300 г/га і Фреш енергія, 200 г/га, загалом різниця між усіма препаратами у впливі на цей показник не була значною, і особливо у сорту Вакула.

Дещо з іншою залежністю взяті на дослідження препарати вплинули на натурну масу зерна. Цей показник якості також зростав залежно від препарату та кількості проведених позакорневих підживлень (рис. 3).

Натура зерна знову ж більшою визначена у сорту Сталкер. Максимальних значень вона досягла по фоні обробки посіву Ескортом-біо у дозі 500 г/га і склала у сорту Сталкер – 599,8 г/л, а сорту Вакула – 567,4 г/л при показниках без підживлень (за обробки рослин водою) 588,1 та 543,0 г/л, або збільшилась порівняно з контрольним варіантом на 2,0 та 4,5%, відповідно.

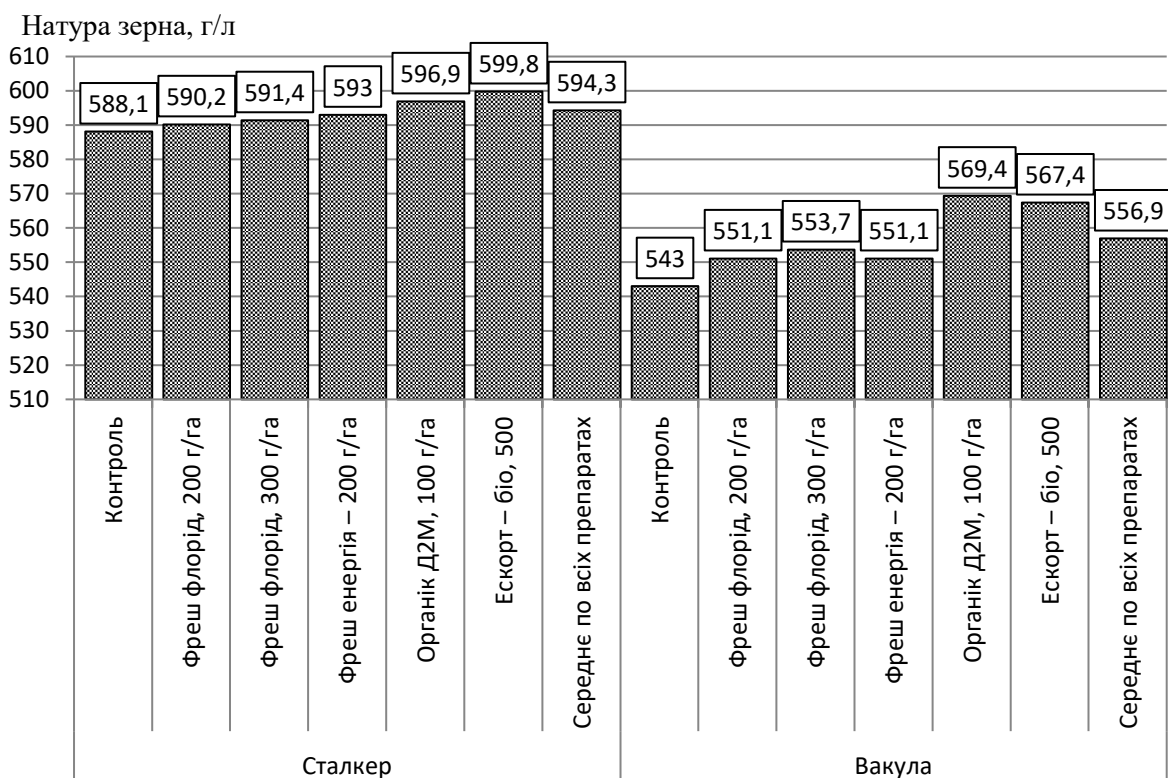


Рис. 3. Вплив обробки посіву ячменю ярого препаратами на натурну масу зерна (середнє за 2016–2018 рр.), г/л

Слід зазначити, що як маса 1000 зерен, так і натура зерна, істотно різнилися за роками вирощування та мали обернену залежність. Так, якщо маса 1000 зерен найбільших значень досягла у сприятливому за зволоженням 2016 році, то натура зерна у ньому визначена, навпаки, найменшою. Відповідно, у найбільш несприятливому за зволоженням 2017 році маса 1000 зерен визначена найменшою, то натура його маса, навпаки, найбільшою була саме у зерна, сформованого у 2017 році. Дію досліджуваних препаратів для позакореневих підживлень посіву рослин ячменю ярого та кількості проведених обробок для оптимізації живлення, при цьому, простежували з чіткою їх залежністю в усі роки вирощування.

Однак, основним показником якості зерна ячменю ярого, як і інших зернових культур, є вміст у ньому білка. Саме за цим показником зерно відносять до різних класів, від чого залежить напрям його використання, адже відомо, що з оптимізацією живлення вміст білка в зерні зростає [13]. Підтверджено це і нашими дослідженнями. Так, у середньому за 2016–2018 рр. у зерні ячменю ярого, вирощеному без обробки посіву препаратами, а лише водою, тобто у контролі, сортом Сталкер білка сформовано 10,8%, то за триразового підживлення рослин в основні періоди вегетації його вміст збільшився до 11,3%, а сортом Вакула – 10,7 та 11,3%, відповідно (рис. 4).

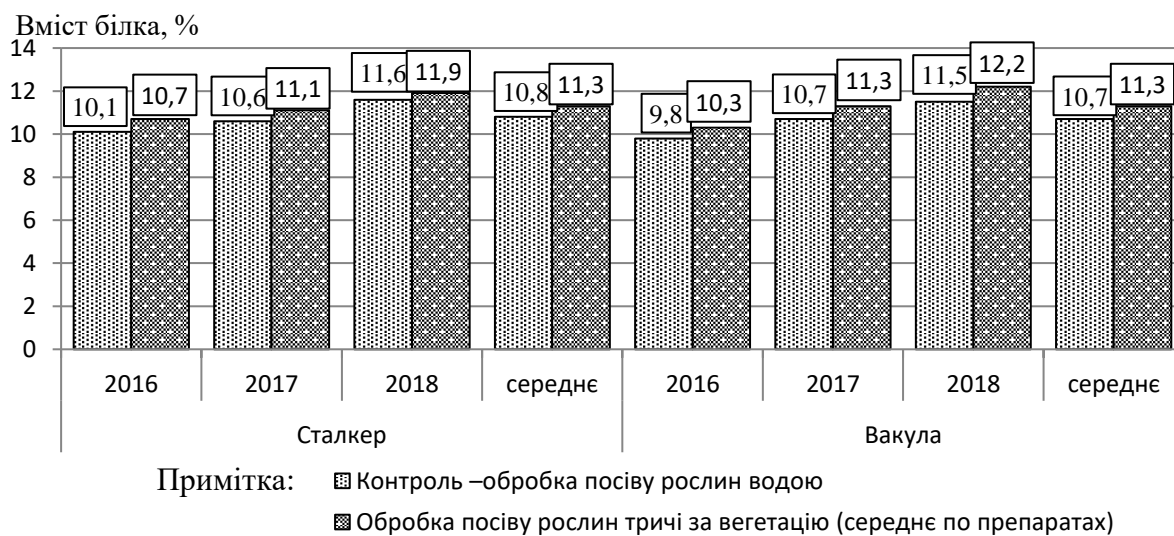


Рис. 4. Вплив оптимізації живлення ячменю ярого на вміст білка в зерні залежно від сорту та умов року вирощування, %

За цим показником якості зерно ячменю відносять до пивоварного, продовольчого чи фуражного напрямів використання. Вміст білка в зерні ячменю ярого, як визначено дослідженнями, змінюється як під впливом обробки посіву рослин рідрегуляторами в основні періоди вегетації, так і залежно від погодних умов, які склалися у роки вирощування (табл. 2).

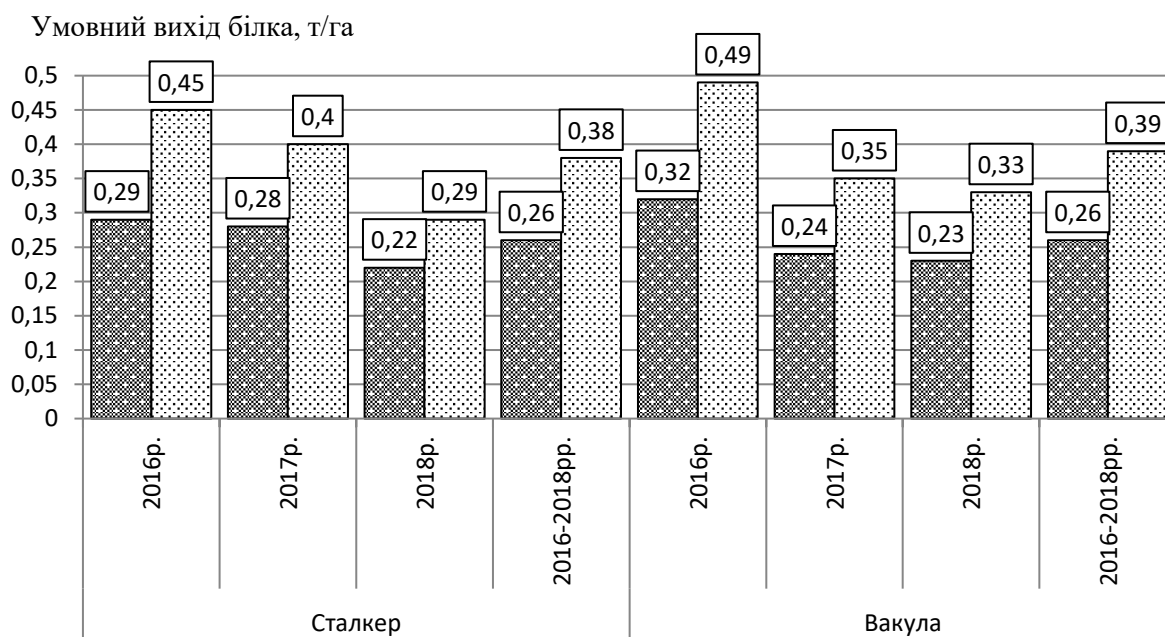
Визначено, що найменше білка в зерні обох сортів ячменю ярого було сформовано у найбільш сприятливому за зволоженням 2016 році, а найбільше – у 2018 році. Накопичення максимальної кількості білка в зерні обох сортів ячменю ярого забезпечила триразова обробка посіву рослин у основні періоди вегетації препаратами Органік Д-2М або Ескортом-біо.

Таблиця 2. Вміст білка в зерні ячменю ярого залежно від сорту, умов року та біопрепарату за триразової обробки посіву, %

Варіант живлення (Фактор В)	Сталкер (А)				Вакула (А)			
	2016 р.	2017 р.	2018 р.	2016–2018 рр.	2016 р.	2017 р.	2018 р.	2016–2018 рр.
контроль	10,1	10,6	11,6	10,8	9,8	10,7	11,5	10,7
Фреш флорід, 200 г/га	10,4	10,8	11,7	11,0	9,9	10,9	11,8	10,9
Фреш флорід, 300 г/га	10,8	11,2	11,9	11,3	10,2	11,5	12,1	11,3
Фреш енергія, 200 г/га	10,6	10,8	11,6	11,0	10,0	11,2	11,8	11,0
Органік Д-2М, 1 л/га	10,9	11,4	12,2	11,5	10,7	11,3	12,6	11,5
Ескорт-біо, 500 г/га	11,0	11,5	12,2	11,6	10,8	11,4	12,5	11,6
НІР _{0,5} А	0,2	0,1	0,2					
В	0,1	0,3	0,3					
АВ	0,3	0,4	0,5					

Важливим є і такий розрахунковий показник, як умовний збір білка з одиниці площі. Ми визначили його і встановили, що він залежить від

погодних умов вегетаційного періоду, сортових особливостей культури та оптимізації живлення рослин ячменю ярого (рис. 5).



Примітка: ■ Контроль – (обробка водою)

▨ Обробка посіву тричі за вегетацію (середнє по препаратах)

Рис. 5. Умовний збір білка залежно від оптимізації живлення, т/га

Як визначено нашими дослідженнями, за оптимізації живлення умовний збір білка з гектара посіву істотно зростає, зокрема, у середньому за роки досліджень та по препаратах, у сорту Сталкер на 46,2 % (з 0,26 т/га у контролі до 0,38 т/га), а сорту Вакула – на 50,0 %, або, відповідно, з 0,26 до 0,39 т/га.

На накопичення білка, окрім живлення, істотно впливають умови у період формування (наливу) зерна. Зокрема відомо, що у сприятливі за зволоженням роки, або за вирощування зернових культур на зрошенні, вміст білка знижується, а у посушливі роки, навпаки, зростає. В наших дослідженнях найменше білка сформувало зерно ячменю ярого у 2016 р., а найбільше – у 2018 році. Стосовно сортів, взятих для вирощування, за усередненими показниками трирічного дослідження істотної різниці між ними не визначено. Проте у 2016 р. менше білка в зерні накопичено сортом Вакула, а у 2018 р. за оптимізації живлення, навпаки, ним сформовано максимальну (12,2%) кількість білка, тоді як у контрольних варіантах за обробки рослин водою

різниця у вмісті білка в зерні у розрізі сортів не визначено.

Встановлено, що умовний збір білка з одиниці площі за оптимізації живлення рослин ячменю ярого істотно зростає незалежно від умов року вирощування культури. Так, хоч у 2016 році вміст білка в зерні обох досліджуваних сортів ячменю був найменшим, умовний збір його з гектара, при цьому, визначений максимальним із трьох років вирощування. Разом з тим, не дивлячись на максимальний вміст білка в зерні ячменю ярого у 2018 р., умовний збір його з одиниці площі був найменшим. Нашими дослідженнями встановлено, що, незалежно від умов, що склалися у роки вирощування ячменю ярого, умовний збір білка за проведення позакореневих підживлень посіву рослин в основні періоди вегетації, зростає. Це збільшення у середньому за 2016–2018 рр. порівняно з контролем (0,26 т/га) по сорту Сталкер склало до 0,38, а Вакула – 0,39 т/га, або зросло, відповідно, на 46,2 та 50,0%, що є виключно важливим.

Висновки

Проведення позакореневих підживлень рослин ячменю ярого рістрегулюючими препаратами в основні періоди вегетації сприяє істотному підвищенню рівня врожаю зерна та покращенню основних показників його якості. Перш за все, в зерні зростає вміст білка, його умовний збір з одиниці площі, натура та маса 1000 зерен. Між взятими на дослідження сортами ячменю ярого суттєвих відмінностей як у рівнях урожайності, так і якості зерна нами не визначено, а із препаратів за впливом на ці показники переважали Фреш-флорід, 300 г/га, Ескорт-біо, 500 г/га і Органік Д-2М, 1 л/га.

References

- Bomba, M., Dudar, I., Lytvyn, O., Tuchapskyi, O. & Potopliak, O. (2019). Struktura vrozhaiu sortiv yachmeniu yaroho zalezno vid normy mineralnogo udobrennia [Structure of spring barley varieties depending on the rate of mineral fertilizers]. *Visnyk Lvivskoho natsionalnogo ahrarnoho universytetu. Ahronomiia*, 23, 93–96. doi: <https://doi.org/10.31734/agronomy2019.01.093> [in Ukrainian].
- Chaban, V. (2017). Dynamika temperaturnoho rezhymu ta rozpodil urozhaivnosti yachmeniu yaroho v pivnichnomu Stepu Ukrainy [Dynamics of temperature regime and productivity of spring barley in the northern steppe of Ukraine]. *Aktualni pytannia suchasnykh tekhnologii, vyroshchuvannia silskohospodarskykh kultur v umovakh zmin klimatu* : zbirnyk naukovykh prats Vseukrainskoi naukovo-praktychnoi konferentsii (pp. 41–44). Kamianets-Podilskyi [in Ukrainian].
- Cherenkov, A. V., Rybka, V. S., Shevchenko, M. S., Cherchel, V. Yu. & Boiko, V. I. (2015). Ekonomika vyrobnytstva zerna v zoni Stepu Ukrainy (z osnovamy orhanizatsii i tekhnologii vyrobnytstva) [Economy of grain production in the steppe zone of Ukraine (with the basics of organization and production technology)]. Dnipropetrovsk : Nova ideolohiia [in Ukrainian].
- Derzhavna sluzhba statystyky Ukrainy (2018). Roslynnystvo Ukrainy [Crop of Ukraine] : statystychnyi zbirnyk. Retrieved from http://www.ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/2019/zb/04/zb_rosl_2018.pdf [in Ukrainian].
- Gamayunova, V., Panfilova, A., Glushko, T., Smirnova, I. & Kuvshinova, A. (2018). Znacheneye optimizatsii pitaniya v stabilnosti formirovaniya urozhaivnosti zernovykh kultur v zone yuga Ukrainy [The importance of nutrition optimization in the stability of the formation of grain yields in the zone of southern Ukraine]. *Agrarnaya nauka* [Moldova], 2, 24–29 [in Russian].
- Gamayunova, V. (2017). Sustainability of Soil fertility in Southern Steppe of Ukraine, Depending on fertilizers and irrigation. In Dent D. & Dmytruk Y. (Eds.). *Soil science Working for a Living. Applications of soil science to present-day Problems* : conference proceedings (p. 159–166). Switzerland : Springer International Publishing.
- Hamaiunova, V. V., Dvoretzkyi, V. F., Kasatkina, V. V. & Hlushko, T. V. (2019). Formuvannia pozhyvnoho rezhymu chornozemu pivdennoho pid vplyvom mineralnykh dobryv za vyroshchuvannia yarykh zernovykh kultur [Formation of the nutrient regime of the southern black soil under the influence of mineral fertilizers for the cultivation of spring cereals]. *Naukovi horyzonty. Scientific Horizons*, 1 (74), 18–24. doi: [10.332491/2663-2144-2019-74-1-18-24](https://doi.org/10.332491/2663-2144-2019-74-1-18-24) [in Ukrainian].
- Hamaiunova, V. V. (2015). Zmina rodiuchosti hruntiv pivdennoho Stepu Ukrainy pid vplyvom dobryv ta pidkhody do yikh efektyvnoho zastosuvannia u suchasnomu zemlerobstvi [Changing soil fertility in the southern steppe of Ukraine under the influence of fertilizers and approaches to their effective use in modern agriculture]. *Ahrokhimiia i hruntознаvstvo*, 1, 38–47 [in Ukrainian].
- Kasatkina, T. O. & Hamaiunova, V. V. (2018). Perspektyvy ta osoblyvosti vyroshchuvannia yachmeniu yaroho na Pivdni Ukrainy [Prospects and features of spring barley cultivation in the south of Ukraine]. *Naukovi horyzonty. Scientific Horizons*, 7–8 (70), 131–138 [in Ukrainian].
- Kostyria, I. V. (2012). Urozhaivnist zerna pshenytsi ozymoi ta riven yoho yakosti zalezno vid poperednykiv i systemy udobrennia v umovakh Prysuvashsia [Winter wheat grain yield and quality level depending on predecessors and fertilizer system in Prisivashia]. *Zroshuvane zemlerobstvo.*, 58, 51–53 [in Ukrainian].
- Panfilova, A. V. & Hamaiunova, V. V. (2018). Vodospozhyvannia ta urozhaivnist yachmeniu yaroho zalezno vid sortovykh osoblyvosti ta optymizatsii zhyvlennia v umovakh Pivdennoho Stepu Ukrainy [Water consumption and yield of spring barley depending on varietal characteristics and optimization of nutrition in the Southern Steppe of

Ukraine]. *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Ser. Ahronomiia i biolohiia*, 9 (36), 43–46 [in Ukrainian].

Panfilova, A., Korkhova, M., Gamajunova, V., Drobitko, A., Nikonchuk, N. & Markova, N. (2019). Formation of Photosynthetic and Grain Yield of soft winter wheat (*Triticum aestivum* L.) depending on varietal characteristics and optimization of nutrition. *Research journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*, March-April, 78–85.

Rasevych, V. V. & Shahurska, N. V. (2019). Efektyvnist vyroshchuvannia yachmeniu yaroho v

Tsentrlnomu Lisostepu Ukrainy [Efficiency of spring barley cultivation in the Central Forest Steppe of Ukraine]. *Naukovi chytannia do 100-rihchia vid dnia narodzhennia profesora I. V. Yashovskoho : materialy mizhnarodnoi naukovoï konferentsii* (pp. 193–194). Kyiv : NNTs «Instytut zemlerobstva NAAN» [in Ukrainian].

Sozinov, A. A. (1985). Problema kachestva zerna pri intensivnom zemledelii [The problem of grain quality in intensive farming]. *Vestnik selskokhozyaystvennoy nauki*, 1, 55–59 [in Ukrainian].