



# Рослинництво, кормовиробництво

УДК 633.162:577.112:631.811

© 2020

## ВПЛИВ ПОЗАКОРЕНЕВОГО ПІДЖИВЛЕННЯ РОСЛИН ПІВОВАРНОГО ЯЧМЕНЮ НА ВМІСТ БІЛКА В ЗЕРНІ

О.С. Гораш<sup>1</sup>, Р.І. Климишена<sup>2</sup>

<sup>1</sup>доктор сільськогосподарських наук

<sup>2</sup>кандидат сільськогосподарських наук

<sup>1,2</sup>Подільський державний аграрно-технічний університет  
вул. Шевченка, 13, м. Кам'янець-Подільський, 32300, Україна

e-mail: <sup>1</sup>GorashAS@i.ua, <sup>2</sup>rita24@i.ua

ORCID: <sup>1</sup>0000-0001-9418-0310; <sup>2</sup>0000-0002-4643-7895

Надійшла 5.02.2020

**Мета.** Визначити ефективність забезпечення стабілізації якості зерна ячменю ярого в результаті застосування позакореневого підживлення рослин суспензіями мікродобрив Вуксал. **Методи.** Проведено 2-факторний польовий дослід у 2014 – 2016 рр.: фактор А — норми внесення мінеральних добрив:  $N_0P_0K_0$  (контроль),  $N_{30}P_{45}K_{45}$ ,  $N_{60}P_{90}K_{90}$ ; фактор В — норми мікродобрив за умови 3-разового їх застосування. Здійснено оцінку дії факторів на пивоварну якість. Уміст білка в зерні ячменю установлювали в лабораторних умовах неструктивним методом із використанням приладу Infratek 1241. Здійснено дисперсійний аналіз для оцінки дії факторів, включених в експеримент. **Результати.** Установлено ефективність управління пивоварною якістю зерна ячменю ярого за вмістом білка при застосуванні позакореневого підживлення рослин на різних фонах мінерального живлення. Доведено, що результативність технологічного заходу залежить від норми та схеми застосування мікродобрив Вуксал у взаємозв'язку з нормою основного внесення мінеральних добрив. **Висновки.** Оптимальна сумарна норма використання суспензій Вуксал при застосуванні позакореневого підживлення рослин за комбінованою схемою в технології вирощування пивоварного ячменю ярого, що сприяє підвищенню урожайності зерна та його якості, для варіанта удобрення  $N_{30}P_{45}K_{45}$  становить 4,5 л/га: 1,5 л/га під час кушення за обприскування мікродобривом Вуксал Р Max та по 1,5 л/га у фенофазі «вихід у трубку» та на початку цвітіння — Вуксал Grain. Параметри вмісту білка в роки досліджень становили 10,2 – 10,6% за 3-разового обприскування посівів. Аналогічно за цією технологічною схемою і відповідно до зазначених фенофаз розвитку рослин для варіанта удобрення  $N_{60}P_{90}K_{90}$  сумарна

**оптимальна норма мікродобрив становить 6,0 л/га: 2 л/га — Вуксал Р Мах та 2+2 л/га — Вуксал Grain.**

**Ключові слова:** ячмінь ярий, пивоварна якість, добрива-суспензії, мікродобрива, фенофази розвитку рослин, урожайність.

DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202004-04>

Уміст білка в зерні ячменю може змінюватись у межах від 7 до 25%. Незважаючи на те, що в багатьох країнах європейського континенту за системною оцінкою пивоварної якості ячменю вмісту білка в зерні як сумарному показнику якості надають невеликого значення, проте в експрес-аналізах під час заготівлі сировини його ставлять на перше місце [1, 2].

На вміст білка в зерні ячменю впливають не тільки технологічні та біологічні фактори, а й вегетації: настання тепла навесні, фотоактивна радіація, тривалість світлового періоду доби, температурний режим, добовий перепад температур [3].

Чому все-таки вміст білка важливий? Бродильний процес у технологічному ланцюгу пивоваріння неможливий без розщеплення до простіших сполук, зокрема вуглеводів, які є безпосередньо енергетичними джерелами живлення для такого біологічного чинника як дріжджі. Основний вуглеводний компонент зерна ячменю — крохмаль (від лат. *amylum*),  $(C_6H_{10}O_5)_n$  — це рослинний високомолекулярний полісахарид амілози та амілопектину, мономером якого є глюкоза. Як накопичувач енергії він утворюється способом асиміляції у кінцевому ланцюгу внаслідок конденсації глюкози.

Щоб досягти доступності крохмалю для його використання біопродуцентами в процесі їх метаболізму, необхідно задіяти біологічно активні речовини для розщеплення полісахариду до простих сполук — ферментів. Ячмінь містить широкий набір ферментів. Це високомолекулярні білкові речовини, які діють як біокаталізатори і забезпечують прискорення всієї сукупності реакцій. Ферменти активні в дуже незначних концентраціях, вони визначають напрямки і швидкість різноманітних біохімічних перетворень. Важливими є комплекси ферментів, що відносяться до груп цитаз. Зокрема, це геміцелюлази,  $\beta$ -глюканази,

$\beta$ -глюкан-солюбілази [2]. Серед тих, які відіграють важливу роль у технології пивоваріння, у ячменю слід виділити ферменти розщеплення крохмалю —  $\alpha$ - і  $\beta$ -амілази [4, 5].

У зарубіжних країнах вагомого значення надають якості пивоварного ячменю, для якої дуже важливим є питання ферментативної активності білків [6, 7], від чого залежать багато показників пивоварної якості, зокрема, екстрактивність ( $E$  — extract yield d.m.), релятивний екстракт при 45°C ( $RE_{45}$  — relative extract at 45°C), число Кольбаха ( $K$  — Kolbach index), діастатична сила ( $DP$  — diastatic power), фріабілітивність ( $F$  — friability), вміст  $\beta$ -глюкана в суслі ( $BG_w$  —  $\beta$ -glucan in wort).

Слід звернути увагу на особливість, за якою для одного і того самого сорту ячменю Бішоп установив таку закономірність: «зі зростанням кількості азоту частка вмісту проламінів завжди збільшується, альбумінів і глобулінів (ферментативні білки) — зменшується, вміст глютеїнів залишається постійним» [1, 4].

Відповідно звідси і виставляють вимоги до вмісту білка в зерні ячменю. За параметрів загальної масової частки 10–11% найкращим вважають співвідношення білків ферментативної і неферментативної активності на користь перших. До оптимальних вимог відносять також мінімально допустиме значення і ліміт максимально допустимого значення. Спеціалістами Інституту солоду і пива (м. Брно, Чеська Республіка) доведено, що найкращі параметри показників якості забезпечуються саме тоді, коли вміст білка в зерні ячменю перебуває у межах 10,2–11%, допустиме мінімальне значення — 9,5, максимальне — 11,7% [6, 7].

**Мета досліджень** — установити ефективність забезпечення стабілізації якості зерна ячменю ярого в результаті застосування позакореневого підживлення рослин суспензіями мікродобрив Вуксал.

**Матеріали та методи досліджень.** Дослід проведено в 2014–2016 рр. Об'єкт досліджень — сорт пивоварного ячменю ярого Себастьян. Для позакореневого підживлення використано суспензію мікродобрив Вуксал Р Max і Вуксал Grain (далі — мікродобрива).

Схема досліду: фактор А — норми внесення мінеральних добрив:  $N_0P_0K_0$  (контроль),  $N_{30}P_{45}K_{45}$ ,  $N_{60}P_{90}K_{90}$ ; фактор В — норми мікродобрив за умови їх 3-разового застосування: 0 (контроль); 3,0 л/га (1,0+1,0+1,0); 4,5 л/га (1,5+ 1,5+1,5); 6,0 л/га (2,0+2,0+2,0); 7,5 л/га (2,5+2,5+2,5); 9,0 л/га (3,0+3,0+3,0). Позакореневе підживлення рослин проводили в період активної вегетації: 1-й раз — у фазу кушення мікродобривом Вуксал Р Max; 2-й — у фазу «вихід у трубку» мікродобривом Вуксал Grain; 3-й — на початку фази цвітіння мікродобривом Вуксал Grain. Уміст білка в зерні ячменю визначали в лабораторних умовах неструктурним методом із використанням приладу Infratek 1241.

**Результати досліджень.** У технології вирощування пивоварного ячменю виробничники зацікавлені в необхідності досягти економічної результативності завдяки високій урожайності зерна під час застосування рекомендованих норм мінеральних добрив. Стабілізувати білок зерна ячменю за збільшення врожайності до оптимальних параметрів часто не вдається, оскільки це супроводжується зменшенням маси зернівки, а відповідно і масової частки вуглеводів, що спричиняє підвищення білковості. Крім цього, високі рівні врожайності зерна ячменю ярого пивоварної якості формуються за

достатнього забезпечення не лише макроелементами, а й мікроелементами за рахунок позакореневого підживлення рослин. Цей технологічний чинник важливий не лише через вплив на врожайність, а передусім як фактор забезпечення стабілізації якості, спрямованої на процес солодування. Позакореневе підживлення суспензіями Вуксал пересічно по досліді забезпечило істотне підвищення врожайності зерна за дотримання норми 4,5 л/га (1,5+1,5+ 1,5 л/га — 3-разове застосування) на 0,2 т/га порівняно до контролю, за норми 6,0 л/га (2,0+2,0+2,0 л/га) на 0,37 т/га, де показники становили відповідно 5,89 і 6,06 т/га.

Селекційно-генетична робота щодо амінокислотного складу білків зерна ячменю на основі схрещування за різноманітними схемами та прийомами відборів проводиться нині селекціонерами з метою створення нових сортів із поліпшеними властивостями, зокрема з урахуванням досягнень генної і клітинної інженерії.

Під час вирощування ячменю виявлено також вплив на вміст білка технологічних факторів [8, 9]. Їх застосування за різних варіантів лишається актуальним, особливо, коли рівень урожайності зернових культур, як і самого ячменю, значно зріс завдяки науково-технічному забезпеченню [10]. Це ставить нові задачі щодо організації наукових досліджень на основі запланованих експериментальних робіт [5, 11], зокрема із застосування позакореневого підживлення рослин ячменю під час вегетації з метою стабілізації біохімічної якості пивоварного ячменю [12]. Результати досліджень представлено в табл. 1.

### 1. Залежність вмісту білка в зерні ячменю від впливу позакореневого підживлення рослин мікродобривом Вуксал, 2014 р., %

Сумарна норма 3-разового застосування мікродобрива, л/га	Норма внесення мінеральних добрив, кг/га д.р.		
	$N_0P_0K_0$	$N_{30}P_{45}K_{45}$	$N_{60}P_{90}K_{90}$
0	10,5±0,07	11,0±0,05	11,5±0,07
3,0	10,4±0,08	10,9±0,10	11,5±0,08
4,5	10,3±0,11	10,6±0,06	11,1±0,06
6,0	10,3±0,09	10,5±0,06	10,8±0,09
7,5	10,0±0,05	10,3±0,09	10,6±0,07
9,0	10,0±0,04	10,3±0,08	10,6±0,06

Щодо аналізу даних виконаного досліді в 2014 р. на фоні без унесення мінеральних добрив (тобто, у варіанті  $N_0P_0K_0$ ) порівняння даних варіанта, де мікродобри не застосовували, із варіантом, де застосували норми 1,0 л/га тричі за вегетацію, показало неістотні зміни. Аналогічно однозначними є результати варіантів 3-разового застосування мікродобри Вуксал по 1,5 і по 2 л/га. Також не встановлено істотних змін між даними варіанта без мікродобри і варіантів із застосуванням норм 1,5 та 2 л/га. Проте збільшення одноразової норми до 2,5 л/га сприяло істотному впливу на зменшення вмісту білка в зерні ячменю. Різниця між даними варіантів 2,0 та 2,5 л/га становить 0,3% при  $t_{\text{факт.}} = 2,91 > t_{\text{теор.}} = 2,45$ . Збільшення одноразової норми мікродобри Вуксал до 3 л/га подальшого впливу на вміст білка в зерні ячменю не забезпечувало.

Всі норми мікродобри складаються із 3-х рівнозначних доз, які застосовували відповідно до фенофаз розвитку. За порівняння даних умісту білка в зерні під час вирощування ячменю у 2014 р. на фоні мінерального удобрення  $N_{30}P_{45}K_{45}$  і варіантів без мікродобри та застосування сумарної норми 3,0 л/га істотної різниці не виявлено  $t_{\text{факт.}} < t_{\text{теор.}}$ . За порівняння даних варіантів  $10,9 \pm 0,10$  — сумарної норми 3,0 л/га та  $10,60 \pm 0,06$  — сумарної норми 4,5 л/га встановлено різницю 0,30%. Критерій  $t_{\text{факт.}} = 2,56 > t_{\text{теор.}} = 2,45$ . Порівняння цих варіантів, де сумарні норми 4,5 та 6,0 л/га, характеризується як неістотне, відхилення даних  $t_{\text{факт.}} = 1,18 (t_{0,05} = 2,45)$ . У наступному порівнянні розходження даних становить

0,2%, відповідно критерій  $t_{\text{факт.}} = 1,85 < t_{\text{теор.}} = 2,45$  свідчить про неістотні впливи сумарної норми 7,5 л/га. Аналогічно застосування норми Вуксала 9,0 л/га ( $3,0+3,0+3,0$ ) порівняно із варіантом 6,0 л/га ( $2,0+2,0+2,0$ ) до істотних результативних змін не призвело:  $t_{\text{факт.}} = 2$ , що менше теоретичного значення. Відповідно норми мікродобри 7,5 та 9,0 л/га не відрізняються за впливом на вміст білка.

Щодо результатів аналізу даних на фоні мінерального удобрення  $N_{60}P_{90}K_{90}$ . Дані варіанта без мікродобри та варіанта 3,0 л/га ( $1,0+1,0+1,0$ ) однакові. За збільшення норми до 4,5 л/га вміст білка зменшується на 0,4%. За статистичним аналізом  $t_{\text{факт.}} = 4$ ,  $t_{\text{теор.}} = 2,45$ . Порівняння варіантів 4,5 та 6,0 л/га показує істотну різницю — 0,3%,  $t_{\text{факт.}} = 2,78 (t_{\text{теор.}} = 2,45)$ . Істотної різниці між даними варіантів норми 6,0 та 7,5 л/га не встановлено. Наступне порівняння даних варіантів 7,5 і 9,0 л/га до даних варіанта 4,5 л/га забезпечувало менше значення вмісту білка, встановлено різницю 0,5% за  $t_{\text{факт.}} = 5,43$  та 5,88.

У 2015 р. зміни параметрів показника вмісту білка у досліді коливалися від 9,6 до 11,5% (табл. 2). На фоні без унесення мінеральних добрив установлено закономірність, за якою збільшення норми мікродобри сприяло підвищенню вмісту білка. Варіанти 3,0; 4,5 і 6,0 л/га за своїм впливом були однозначні. За умови збільшення норми до 7,5 л/га показник вмісту білка в зерні ячменю становив  $10,1 \pm 0,07$ , порівняно до варіанта 4,5 та 6,0 л/га різниця становить 0,3 та 0,4% відповідно. За першого порівняння істотність різниці характеризується

## 2. Залежність вмісту білка в зерні ячменю від впливу позакореневого підживлення рослин мікродобривом Вуксал, 2015 р., %

Сумарна норма 3-разового застосування мікродобри, л/га	Норма внесення мінеральних добрив, кг/га д.р.		
	$N_0P_0K_0$	$N_{30}P_{45}K_{45}$	$N_{60}P_{90}K_{90}$
0	$9,6 \pm 0,05$	$10,6 \pm 0,04$	$11,5 \pm 0,10$
3,0	$9,8 \pm 0,08$	$10,6 \pm 0,07$	$11,4 \pm 0,08$
4,5	$9,8 \pm 0,09$	$10,2 \pm 0,12$	$11,2 \pm 0,04$
6,0	$9,7 \pm 0,04$	$10,3 \pm 0,06$	$10,9 \pm 0,08$
7,5	$10,1 \pm 0,07$	$10,2 \pm 0,07$	$10,8 \pm 0,06$
9,0	$10,0 \pm 0,11$	$10,1 \pm 0,09$	$10,9 \pm 0,05$

статистичним показником  $t_{\text{факт.}} = 2,63 > t_{\text{теор.}} = 2,45$ , за другого порівняння різниця 0,4% також істотна  $t_{\text{факт.}} = 4,94 > t_{\text{теор.}} = 2,45$ .

Аналіз даних, отриманих на фоні мінерального живлення  $N_{30}P_{45}K_{45}$ , доводить істотний вплив на зменшення умісту білка в зерні вже за норми застосування мікродобрива 4,5 л/га. Порівняно до даних варіанта 3,0 л/га різниця становить 0,4% за  $t_{\text{факт.}} = 2,88$ , що більше  $t_{0,05} = 2,45$ . Наступне збільшення норми застосування мікродобрива до 6,0 л/га порівняно з нормою 4,5 л/га істотного впливу на вміст білка не забезпечило. Це свідчить про те, що норми 4,5 та 6,0 л/га майже однозначні за ефективністю. За порівняння даних варіантів 6,0 і 3,0 л/га різниця становить 0,3% за встановленого  $t_{\text{факт.}} = 3,26 > t_{\text{теор.}} = 2,45$ . Щодо порівняння даних варіантів 7,5 та 9,0 л/га до попередніх істотний вплив на менший вміст білка виявлено лише при порівнянні до даних варіанта 3,0 л/га. Різниця становить 0,4 та 0,5% відповідно, за встановлених критеріїв  $t_{\text{факт.}} = 4,04$  і  $t_{\text{факт.}} = 4,39$ , що більше  $t_{\text{теор.}} = 2,45$ .

Дані, отримані у варіанті мінерального живлення  $N_{60}P_{90}K_{90}$ , характеризуються закономірністю, подібною до варіанта удобрення  $N_{30}P_{45}K_{45}$ . Збільшення норми використання мікродобрива Вуксал призводило безпосередньо до зменшення вмісту білка в зерні. Ефективними виявились норми 6,0; 7,5 і 9,0 л/га порівняно із варіантами 3,0 та 4,5 л/га. Порівняння проведено з варіантом 4,5 л/га, що логічно, оскільки при цьому показник 11,2% не відповідає оптимальній нормі вимог, зокрема прийнятій у Чеській Республіці. Доцільно порівняти варіанти 4,5

і 6,0 л/га, де дані вмісту білка становлять 11,2 і 10,9% відповідно. Різниця є істотною — 0,3% за встановленого  $t_{\text{факт.}} = 3,37$  ( $t_{\text{теор.}} = 2,45$ ). Істотний вплив на вміст білка також був у варіантах 7,5 та 9,0 л/га порівняно до даних варіанта 4,5 л/га. Різниця 0,4 та 0,3% відповідно,  $t_{\text{факт.}} = 5,56$  і  $t_{\text{факт.}} = 4,69$  за  $t_{0,05} = 2,45$ . Тому слід знати, що норми застосування 6,0; 7,5 і 9,0 л/га є однозначними за впливом на вміст білка в зерні ячменю. Це дає підстави вважати раціональною нормою застосування Вуксала на фоні мінерального живлення  $N_{60}P_{90}K_{90}$  — 6,0 л/га (2,0+2,0+2,0).

У 2016 р. застосування позакореневого підживлення рослин мікродобривом Вуксал також забезпечувало зміни параметрів умісту білка в зерні ячменю. На фоні без унесення мінеральних добрив установлено підвищення вмісту білка при застосуванні норми мікродобрива 4,5 л/га порівняно з варіантом 3,0 л/га. Різниця становить 0,3% при  $t_{\text{факт.}} = 2,63 > t_{\text{теор.}} = 2,45$ . Застосування норми 6,0 л/га не спричиняло істотного підвищення вмісту білка в зерні ячменю. Встановлено показник  $10,6 \pm 0,09$ , який статистично є однаковим до значень даних норми 4,5 л/га. Наступне підвищення норми до 7,5 л/га також не забезпечувало істотного впливу на вміст білка порівняно з попереднім варіантом норми 6,0 л/га. Проте за порівняння до даних варіанта 3,0 л/га результати різниці характеризуються як істотні:  $t_{\text{факт.}} = 2,50 > t_{\text{теор.}} = 2,45$ . Застосування норми 9 л/га не забезпечувало істотних змін білковості зерна ячменю. Проаналізувавши 3-річні дані, слід відзначити нестабільність закономірності щодо залежності вмісту

### 3. Залежність вмісту білка в зерні ячменю від впливу позакореневого підживлення рослин мікродобривом Вуксал, 2016 р., %

Сумарна норма 3-разового застосування мікродобрива, л/га	Норма внесення мінеральних добрив, кг/га д.р.		
	$N_{30}P_{45}K_{45}$	$N_{30}P_{45}K_{45}$	$N_{60}P_{90}K_{90}$
0	10,4±0,04	11,2±0,06	12,0±0,06
3,0	10,2±0,09	11,0±0,10	11,8±0,09
4,5	10,5±0,07	10,6±0,08	11,5±0,09
6,0	10,6±0,09	10,5±0,13	11,0±0,08
7,5	10,5±0,08	10,4±0,12	10,8±0,05
9,0	10,4±0,18	10,4±0,06	10,9±0,12



білка в зерні ячменю від норм мікродобрива Вуксал на агрофоні  $N_{30}P_{45}K_{90}$ .

У варіанті мінерального удобрення  $N_{30}P_{45}K_{90}$  характер впливу мікродобрива був іншим. Без застосування мікродобрива вміст білка становив 11,2%. За вимогами стандартів Чеської Республіки цей параметр допустимий (оптимум — 10,2–11,0%, максимум — 11,7%). Застосування норми мікродобрива 4,5 л/га, як і 6,0 л/га, сприяло зменшенню вмісту білка в зерні ячменю до  $10,6 \pm 0,08$  та  $10,5 \pm 0,13$ . Відповідно встановлено істотну різницю до контролю — 0,6% за  $t_{\text{факт.}} = 6,00 > t_{\text{теор.}} = 2,45$  для варіанта 4,5 л/га і  $t_{\text{факт.}} = 4,90 > t_{\text{теор.}} = 2,45$  для варіанта 6,0 л/га, де різниця 0,7%. Застосування норми мікродобрива 7,5 л/га забезпечило параметр  $10,4 \pm 0,12$ , як і для 9,0 л/га, де значення також  $10,4 \pm 0,06$ . Порівняно до даних варіантів 4,5 і 6,0 л/га істотних відхилень не виявлено.

Оцінка й аналіз результатів, отриманих на фоні мінеральних добрив  $N_{60}P_{90}K_{90}$ , характеризуються такими закономірностями: застосування норми мікродобрива 3,0 л/га

не сприяло істотному зменшенню білковості зерна порівняно із контролем. Збільшення норми мікродобрива до 4,5 л/га забезпечило вміст білка  $11,5 \pm 0,09$ , що істотно менше варіанта без застосування мікродобрива, різниця становить 0,5% за  $t_{\text{факт.}} = 4,63 > t_{\text{теор.}} = 2,45$ . Проте слід зазначити, що цей параметр (11,5%) не відповідає оптимальним параметрам вмісту білка. Збільшення норми мікродобрива Вуксал до 6,0 л/га сприяло зменшенню білковості зерна ячменю до 11%, що відповідає оптимальним значенням цього біохімічного показника щодо пивоварної якості. Установлено істотну різницю даних цього варіанта до даних усіх попередніх варіантів застосування мікродобрива на фоні мінерального живлення  $N_{60}P_{90}K_{90}$ . Відповідні значення становлять 1,0; 0,8 і 0,5 за критерієм Ст'юдента  $t_{\text{факт.}} = 10,667$  і  $4,17$  за  $t_{\text{теор.}} = 2,45$ . Збільшення норми мікродобрива за обприскування посівів до 7,5 та 9,0 л/га фактично не забезпечувало подальших істотних змін щодо вмісту білка в зерні ячменю. Відповідно їх вплив можна вважати аналогічним до норми 6,0 л/га мікродобрива.

## Висновки

Оптимальна сумарна норма використання суспензій мікродобрив Вуксал під час застосування позакореневого підживлення рослин за комбінованою схемою у технології вирощування пивоварного ячменю ярого, що сприяє підвищенню врожайності зерна та його якості для варіанта удобрення  $N_{30}P_{45}K_{90}$  становить 4,5 л/га: 1,5 — під час куцання при обприскуванні мікродобривом Вуксал Р Мах та по 1,5 — під час

фенофази «вихід у трубку» та на початку цвітіння — Вуксал Grain. Параметри вмісту білка в роки досліджень були в межах 10,2–10,6% за 3-разового обприскування посівів. Аналогічно у цій технологічній схемі відповідно до зазначених фенофаз розвитку рослин для варіанта удобрення  $N_{60}P_{90}K_{90}$  сумарна оптимальна норма мікродобрив становить 6,0 л/га: 2,0 — Вуксал Р Мах та 2,0+2,0 — Вуксал Grain.

Horash O.,<sup>1</sup> Klymyshena R.<sup>2</sup>

Podilsky State Agrarian Technical University, 13 Shevchenko Str., Kamianets-Podilskyi, Khmelnytskyi oblast, 32300, Ukraine; e-mail: <sup>1</sup>GorashAS@i.ua, <sup>2</sup>rita24@i.ua; ORCID: <sup>1</sup>0000-0001-9418-0310, <sup>2</sup>0000-0002-4643-7895

### *The effect of foliar feeding of plants of brewing barley on protein content in grain*

**Goal.** To determine the effectiveness of stabilization of grain quality of spring barley as a result of applying foliar feeding of plants with suspensions of micronutrients Vuksal. **Methods.**

2-factor field experiment was conducted in 2014–2016: factor A — norms of mineral fertilizers: N0P0K0 (control),  $N_{30}P_{45}K_{45}$ ,  $N_{60}P_{90}K_{90}$ ; factor B — norms of micronutrients at 3-time application. Assessment of the impact of these factors on brewing quality was carried out. The protein content in barley grain was determined in laboratory conditions using a destructive method and the device Infratek 1241. They also carried out an analysis of variance for the evaluation of factors included in the experiment. **Results.** The effectiveness was determined of the control over the brewing quality of spring barley grain

as to the protein content when applying foliar feeding of plants on different backgrounds of mineral nutrition. It is proved that the performance of technological activities depends on the norms and patterns of use of micronutrient Vuksal in conjunction with the basic norm of mineral fertilizers. **Conclusions.** The total optimal utilization rate of the suspensions Vuksal when applying foliar feeding of plants on a combined scheme in the technology of cultivation of brewing spring barley, which contributes to increasing of grain yield and quality for the variant with fertilizer  $N_{30}P_{45}K_{45}$  is 4.5 l/ha: 1.5 l/ha during tillering spraying with the micronutrient Vuksal R Max, and 1.5 l/ha

in phenophase «shooting» and at the beginning of flowering — Vuksal Grain. The parameters of protein content during the years of study were 10.2–10.6% for 3-times spraying of crops. Similarly, in this technological scheme and according to the phenological stage of the plant development for fertilizer  $N_{60}P_{90}K_{90}$  the total optimal provision of micronutrients is 6.0 l/ha: 2 l/ha — Vuksal R Max, and 2+2 l/ha — Vuksal Grain.

**Key words:** barley, brewing quality, fertilizer-suspension, micronutrient fertilizers, phenological phase of plant development, yield.

**DOI:** <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202004-04>

## Бібліографія

1. Гораш О.С. Управление продукцией процессом пивоварного ячменю: монография. Кам'янець-Подільський: ПП «Медобори-2006», 2017. 368 с.
2. Кунце В. Технология солода и пива; пер. с нем. СПб.: Профессия, 2001. 912 с.
3. Гораш О.С., Климишена Р.І. Ячмень: управление пивоварною якістю: монография. Кам'янець-Подільський: ТОВ «Друкарня Рута», 2020. 260 с.
4. Hartman I., Prokes J., Helanova A. Malting barley from quality of crop 2009 in the Czech Republic. *Barley year book*. 2010. P. 151–163.
5. Hartman I., Helanova A. Quality of malting barley crop 2010 in the Czech Republic. *Barley year book*. 2011. P. 164–174.
6. Hartman I., Helanova A. Malting barley and malt from harvest 2014 in the Czech Republic. *Barley year book*. 2015. P. 147–156.
7. Psota V., Dvorackova O., Sachambula L. et al. Characteristics of spring barley varieties (CISTA, 2012–2015). *Barley year book*. 2016. P. 32–33. doi: 10.18832/kp2019.65.97
8. Piedra-Munoz L., Galdeano-Gomez E., Percz-Mesa J.C. Is Sustainability Compatible with Profitability? An Empirical Analysis on Family Farming Activity. *Sustainability*. 2016. № 8. P. 893. doi: 10.3390/su8090893
9. Maleki Farahani S., Chaichi M.R., Mazaheri D. et al. Barley Grain Mineral Analysis as Affected by Different Fertilizing Systems and by Drought Stress. *J. Agr. Sci. Tech.* 2011. V. 13. P. 315–326. doi: 10.15258/sst.2010.38.2.21
10. Маслійов С.В., Беседа О.О., Гончаренко А.О. Вплив мікродобрив та окремих елементів технології вирощування на формування якісних показників озимої пшениці. *Таврійський науковий вісник*. 2018. № 104. С. 64–70.
11. Бикін А.В., Бордюжа Н.П., Ярешко В.І. та ін. Роль оптимізації живлення та удобрення пшениці озимої шляхом позакореневого підживлення на фоні твердих добрив у підвищенні якості зерна, борошна і хліба в умовах правобережного Лісостепу України. *Науковий вісник Нац. ун-ту біоресурсів і природокористування України*. 2010. Вип. 149. С. 96–108.
12. Романюк В.І. Формування високопродуктивних посівів ячменю ярого залежно від факторів інтенсифікації в умовах Лісостепу Правобережного. *Вісник аграрної науки*. 2018. № 9 (786). С. 79–84. doi: 10.31073/agrovisnyk201809-12