

УДК 633.16«321»: 004.12: 631.81

ВПЛИВ ПОЗАКОРЕНЕВОГО ПІДЖИВЛЕННЯ РОСЛИН ЯЧМЕНЮ НА ПИВОВАРНУ ЯКІСТЬ ЗЕРНА ЗА ЧИСЛОМ КОЛЬБАХА

Климишена Р.І. 

Подільський державний аграрно-технічний університет



Климишена Р.І. Вплив позакореневого підживлення рослин ячменю на пивоварну якість зерна за числом Кольбаха. Збірник наукових праць «Агробіологія», 2020. № 1. С. 49–56.

Klymyshena R.I. Vplyv pozakorenevoho pidzhyvlennia roslyn yachmeniu na pivovarnu yakist zerna za chyslom Kolbakha. Zbirnyk naukovykh prac' "Agrobiologija", 2020. no. 1, pp. 49-56.

Рукопис отримано: 27.02.2020 р.
Прийнято: 12.03.2020 р.
Затверджено до друку: 25.05.2020 р.

doi: 10.33245/2310-9270-2020-157-1-49-56

Мета дослідження – встановити залежність пивоварної якості зерна ячменю ярого за показником числа Кольбаха від впливу позакореневого підживлення рослин під час вегетації мікродобривами Вуксал на різних фонах мінерального удобрення.

Встановлено ефективність впливу позакореневого підживлення рослин ячменю ярого мікродобривами Вуксал під час вегетації на пивоварну якість за показником числа Кольбаха. Виявлено, що результативність проведеного технологічного агрозаходу залежить від кількості агроприймів, норми мікродобрив та фону мінерального живлення. Доведено, що за вирощування ячменю на фоні мінерального живлення $N_{30}P_{45}K_{45}$ кращі результати отримано за дворазового та триразового застосування мікродобрив за норми 1,5 л/га відповідно до фенофаз кушіння, вихід в трубку та цвітіння. На фоні мінерального живлення $N_{60}P_{90}K_{90}$ максимальної результативності досягнуто за умови триразового обприскування посівів розчином мікродобрив у кількості 2,0 л/га щоразу відповідно до зазначених вище фенофаз росту і розвитку рослин ячменю.

Ефективність позакореневого підживлення рослин ячменю ярого мікродобривами залежить від технологічної схеми застосування, а саме від кількості прийомів проведеного агрозаходу за відповідних фенофаз розвитку. Під час вирощування ячменю на фоні мінерального живлення $N_{30}P_{45}K_{45}$ кращими виявилися варіанти дворазового застосування мікродобрив – Вуксал Р Мах 1,5 л/га під час кушіння та Вуксал Grain 1,5 л/га на початку цвітіння; Вуксал Grain 1,5 л/га під час виходу в трубку та Вуксал Grain 1,5 л/га на початку цвітіння; а також варіант триразового позакореневого підживлення рослин мікродобривами – Вуксал Р Мах 1,5 л/га під час кушіння, Вуксал Grain 1,5 л/га під час виходу в трубку та Вуксал Grain 1,5 л/га на початку цвітіння, де отримано найбільше значення числа Кольбаха – 47,7; 47,5 та 48,0 %, відповідно. На фоні мінерального живлення $N_{60}P_{90}K_{90}$ найвищі параметри показника було встановлено за триразового обприскування рослин мікродобривами Вуксал Р Мах 2,0 л/га під час кушіння, Вуксал Grain 2,0 л/га під час виходу в трубку та Вуксал Grain 2,0 л/га на початку цвітіння – 46,9 %.

Ключові слова: ячмінь ярий, якість зерна, число Кольбаха, мікродобрива, позакоренево підживлення.

Постановка проблеми. Досягнення високої якості пивоварного ячменю європейських стандартів у технології вирощування можливе лише за умови високого рівня реалізації ресурсу біологічного чинника – сортового генотипу, або сорту. Відомо, що потенціал сучасного сорту пивоварного ячменю може бути реалізо-

вано лише за умови ефективної взаємодії його з чинниками вегетації та технологічними. Завданням досліджень було вивчення впливу позакореневого підживлення рослин під час росту і розвитку за різних фонів мінерального удобрення на показник пивоварної якості зерна – число Кольбаха.

Аналіз останніх досліджень. Під час виробництва пива основною сировиною є ячмінь дворядний. Він краще підходить для отримання солоду високої якості, ніж багаторядний [1, 2], оскільки характеризується крупнішим зерном, що рівномірно замочується, дружно проростає та дає більший вихід кінцевої продукції. Для оцінювання якості зерна пивоварного ячменю використовують ряд показників: уміст білка, екстрактивність, діастатична сила, число Кольбаха, фріабілітивність, уміст бета-глюкану тощо [3, 4].

Число Кольбаха – показник, який характеризує якість білків і позначається у відсотках [5, 6]. Згідно з вимогами, означеними Європейською Пивоварною Конвенцією, в оцінюванні якості солоду пивоварного ячменю його параметри обов'язково беруть до уваги.

В. Кунце зазначає, що під час встановлення числа Кольбаха отримують інформацію про відсоток білків ячменю за солодування, який був розщеплений та перейшов у розчинну форму [7]. Чим меншим є число Кольбаха, тим менше розчинений солод. У зв'язку з цим стінки клітин ендосперму недостатньо розщеплені, тому можуть виникнути проблеми з переходом крохмалю в розчинну форму. Високі значення числа Кольбаха свідчать про можливість незначного вмісту в технологічному розчині зайвих продуктів розщеплення, тому спеціалісти пивоварної галузі дотримуються параметрів ступеня розчинення національних нормативних вимог [8]. У Німеччині використовують наступну шкалу оцінки розчинення солоду: вище 41 % – дуже добре розчинений, 38–41 % – добре, 35–38 % – задовільно і нижче 35 % – незадовільно розчинений [7, 8]. У Чеській Республіці вимоги до числа Кольбаха є такими: оптимальне значення має становити 42,0–48,0 %, ліміт мінімального значення – 40,0 %, максимального – 53,0 %. Як менші, так і більші значення числа Кольбаха щодо оптимальних спричиняють зниження якості солоду, виготовленого з ячменю [9].

Встановлено, що за вирощування пивоварного ячменю застосування комплексних добрив з добавками мікроелементів забезпечувало не лише збільшення урожайності зерна, а й покращення його якості [10]. Аналіз літературних джерел свідчить також про важливе значення екологічних та біологічних чинників, які впливають на якість кінцевого продукту [11].

Ефективність технологічних чинників, а саме внесених мінеральних добрив та норм висіву насіння в управлінні якістю зерна ячменю ярого сорту Скарлет встановив у своїх дослідженнях О.С. Гораш [12]. Він довів, що най-

більше значення числа Кольбаха в середньому по досліді було на варіанті мінерального удобрення $N_{30}P_{45}K_{45}$ – 44,9 %, а найменше – на варіанті $N_{90}P_{120}K_{120}$ – 40,1 %. Щодо норм висіву насіння найбільші параметри отримано за норм 300–350 нас./м² – 43,6–43,9 %, найменші за 400 нас./м² – 41,4 %. У дослідженнях автор звертає увагу і на залежність числа Кольбаха від сортових особливостей ячменю. Встановлено, що цей показник знаходився в межах від 35,8 до 44,0 % [12].

У науковій літературі також зазначається, що за вирощування ячменю ярого на пивоварні потреби важливим технологічним заходом є застосування позакореневого підживлення мікродобривами з метою забезпечення рослин необхідними макро- і мікроелементами [13, 14]. Отжу, це є актуальним питанням, що потребує наукового обґрунтування.

Мета дослідження – встановити залежність пивоварної якості зерна ячменю ярого за показником числа Кольбаха від впливу позакореневого підживлення рослин під час вегетації мікродобривами Вуксал на різних фонах мінерального удобрення.

Матеріал і методи дослідження. Дослідження виконували впродовж 2015–2017 рр. в Подільському державному аграрно-технічному університеті.

Ґрунт – чорнозем типовий на карбонатно-лесовидному суглинкові. Забезпеченість вмістом гумусу – 3,9 %, основними елементами живлення: лужногідролізованим азотом – у межах 125 мг/кг ґрунту, рухомим фосфором – 118 та обмінним калієм – 140 мг/кг ґрунту. Реакція ґрунтового розчину близька до нейтральної або нейтральна – рН сольовий 6,8 мг-екв /100 г ґрунту, гідролітична кислотність низька – 0,7 мг-екв /100 г ґрунту, сума поглинутих основ – 34 мг-екв / 100 г ґрунту.

Досліди проведено з урахуванням відповідності ґрунтово-кліматичних умов біологічним потребам росту і розвитку рослин ячменю у взаємозв'язку з формуванням урожаю високої пивоварної якості. За останні десять років встановлено закономірність надходження тепла в забезпеченні посівів ячменю ярого в першій декаді березня.

Чорноземи типові й опідзолені, які представляють першу, другу та третю підзони Лісостепу України, належать до зони вирощування пивоварного ячменю. Вони за запасами вологи в 0–100 см горизонті ґрунту характеризуються високопродуктивною здатністю забезпечення реалізації біопотенціалу третього елемента структури урожайності ячменю.

Світловий режим умов проведення досліджень забезпечує вуглеводну спрямованість фотосинтезу. Показник розсіяної сонячної радіації до сумарної становить у червні – липні за середніх умов хмарності 50–52 %. Атмосферні опади за теплий період року березень-липень становлять 285–300 мм, за холодний період року листопад-березень – 120–160 мм. Засвоюваність опадів холодного періоду року – 58–60 %. Тривалість теплового періоду становить 256–277 діб, вегетативного періоду – 207–216 діб. Сума ефективних температур вегетативного періоду знаходиться в межах від 1716 до 1926 °С. Сума позитивних температур за період квітень–липень – 1750 °С. Гідротермічний коефіцієнт за період травень-липень – 1,3–1,6. Повторюваність сприятливих умов продуктивності ячменю рогу становить 80–85 %.

У період проведення досліджень метеорологічні умови були сприятливі для вирощування ячменю рогу. За передпосівний період – перша декада березня – сума позитивних температур становила 80,4 °С – у 2015 р., 93,9 °С – у 2016 р. і 114,7 °С – у 2017 р. Це забезпечило проведення сівби на початку другої декади березня. За період кушення ячменю сума ефективних температур становила у 2015 р. – 300 °С, у 2016 р. – 345 і у 2017 р. – 325 °С. Такі умови були сприятливими для формування бічних пагонів і вегетативної структури колоса, його осьових параметрів. Кількість опадів відповідно до років досліджень за травень становила 23,4; 46,8 та 73,2 мм, за червень – 6,4; 140,8 та 193,5 мм.

Розміщення ділянок внесення мінеральних добрив – систематизоване ярусне, варіантів застосування позакореневого підживлення рослин мікродобривами – рендомізоване. Кількість повторень – чотириразова. Облікова площа ділянки – 10 м².

Варіанти технологічної схеми застосування позакореневого підживлення рослин мікродобривами: 1) А0 – контроль, без підживлення рослин; 2) А1 – одноразове позакореневе підживлення рослин мікродобривом Вуксал Р Мах під час фенофази кушення; 3) А2 – одноразове позакореневе підживлення рослин мікродобривом Вуксал Grain під час фенофази вихід в трубку; 4) А3 – одноразове позакореневе підживлення рослин мікродобривом Вуксал Grain на початку фенофази цвітіння; 5) А4 – дворазове позакореневе підживлення рослин мікродобривами Вуксал Р Мах під час фенофази кушення та Вуксал Grain під час фенофази вихід в трубку; 6) А5 – дворазове позакореневе підживлення рослин мікродобривами Вуксал Р Мах під час фенофази кушення та Вуксал Grain на початку фенофази цвітіння; 7) А6 – дворазо-

ве позакореневе підживлення рослин мікродобривами Вуксал Grain під час фенофази вихід в трубку та Вуксал Grain на початку фенофази цвітіння; 8) А7 – триразове позакореневе підживлення рослин мікродобривами Вуксал Р Мах під час фенофази кушення, Вуксал Grain під час фенофази вихід в трубку та Вуксал Grain на початку фенофази цвітіння.

Мікродобрива Вуксал Р Мах та Вуксал Grain – це комплексні листові добрива-суплензії німецької компанії «Уніфер», які використовують для позакореневого підживлення рослин. Вуксал Р Мах характеризується високим вмістом фосфору – 450 г/л та азоту – 150 г/л, а також мікроелементами – цинк (15 г/л), сірка (5,25 г/л), залізо (1,45 г/л), мідь (0,73 г/л), марганець (0,73 г/л), бор (0,29 г/л), молібден (0,014 г/л). Вуксал Grain містить макроелементи калію – 144 г/л та азоту – 72 г/л, і мікроелементи – сірка (85 г/л), марганець (28,8 г/л), цинк (21,6 г/л), мідь (14,4 г/л), бор (1,4 г/л), молібден (0,29 г/л).

Забезпечення мінерального живлення рослин на фонах удобрення: N₃₀P₄₅K₄₅ – норма разового використання мікродобрив Вуксал 1,5 л/га та N₆₀P₉₀K₉₀ – норма разового використання мікродобрив Вуксал 2,0 л/га.

Для проведення досліджень використано сорт ячменю рогу Себастьян.

Біохімічний аналіз проводили з метою визначення якості зерна ячменю – встановлювали число Кольбаха на основі відношення розчинного білка солоду до загального.

Для математичного аналізу даних дослідження використовували критерій Стюдента ($t_{0,05}$) та дисперсійний аналіз на основі багаторангового статистичного критерію Дункана [15, 16].

Результати дослідження. Під час вирощування ячменю на фоні мінерального живлення N₃₀P₄₅K₄₅ встановлено вплив мікродобрив Вуксал на показник пивоварної якості число Кольбаха. Виявлено, що параметри варіантів А5, А6 та А7 є істотно більшими порівняно з даними інших варіантів. Наприклад, у 2015 р. за порівняння варіанта А5 – дворазове обприскування рослин мікродобривами Вуксал Р Мах під час фази кушення та Вуксал Grain на початку фази цвітіння та варіанта А4 – дворазове обприскування рослин мікродобривами Вуксал Р Мах під час фази кушення та Вуксал Grain під час виходу в трубку число Кольбаха становило 47,2 та 45,4 %, відповідно. Різниця даних становила 1,8 % за $t_{\phi} - 5,14 > t_{0,05} - 2,78$. Істотні розходження були також у 2016 р. – 1,4 % за $t_{\phi} - 4,24 > t_{0,05} - 2,78$ та у 2017 р. – 1,5 % за $t_{\phi} - 3,26 > t_{0,05} - 2,78$ (табл. 1).

Таблиця 1 – Залежність числа Кольбахів пивоварного ячменю від впливу застосування позакореневого підживлення мікродобривами Вуксал (1,5 л/га) на фоні мінерального живлення $N_{30}P_{45}K_{45}$

Варіант досліджу	Рік				Гомогенні групи		
	2015	2016	2017	середнє	1	2	3
A0 Контроль	43,0	44,4	44,7	44,0	***		
A1 Вуксал Р Мах під час кушення	43,3	44,6	44,5	44,1	***		
A2 Вуксал Grain під час виходу в трубку	43,1	44,3	44,1	43,8	***		
A3 Вуксал Grain на початку цвітіння	45,1	46,6	45,8	45,8		***	
A4 Вуксал Р Мах під час кушення + Вуксал Grain під час виходу в трубку	45,4	47,0	46,0	46,1		***	
A5 Вуксал Р Мах під час кушення + Вуксал Grain на початку цвітіння	47,2	48,4	47,5	47,7			***
A6 Вуксал Grain під час виходу в трубку + Вуксал Grain на початку цвітіння	47,0	48,3	47,2	47,5			***
A7 Вуксал Р Мах під час кушення + Вуксал Grain під час виходу в трубку + Вуксал Grain на початку цвітіння	47,5	48,7	47,8	48,0			***

Результати статистичного аналізу під час порівняння варіантів А5, А6, А7 доводять, що розходження даних знаходиться в межах не істотних різниць. Зокрема, у 2015 р. на варіанті А7 – триразове обприскування рослин мікродобривами Вуксал Р Мах під час фази кушення, Вуксал Grain під час фази вихід в трубку та Вуксал Grain на початку фази цвітіння встановлено значення 47,5 % та на варіанті А6 – дворазове підживлення мікродобривами Вуксал Grain під час фази вихід в трубку та Вуксал Grain на початку фази цвітіння – 47,0 %. Під час порівняння даних різниця становила 0,5 %, t_{ϕ} становило 1,43 за $t_{0,05} - 2,78$. Така само закономірність була в наступні роки: у 2016 р. різниця 0,4 % не істотна, за $t_{\phi} - 1,08 < t_{0,05} - 2,78$ та у 2017 р. – 0,6 %, за $t_{\phi} - 1,62 < t_{0,05} - 2,78$. Не суттєві розходження були під час порівняння даних варіантів А7 та А5: у 2015 р. вони становили 0,3 % за $t_{\phi} - 1,00 < t_{0,05} - 2,78$; у 2016 р. – 0,3 % за $t_{\phi} - 1,11 < t_{0,05} - 2,78$; у 2017 р. – 0,3 % за $t_{\phi} - 0,62 < t_{0,05} - 2,78$.

Щодо порівняння даних варіанта А4 з даними варіанта А3 у 2015 р. розходження було в межах 0,3 % за $t_{\phi} - 0,56 < t_{0,05} - 2,78$; у 2016 р. – 0,4 % за $t_{\phi} - 0,78 < t_{0,05} - 2,78$; у 2017 р. – 0,2 % за $t_{\phi} - 0,71 < t_{0,05} - 2,78$. Відповідно варіанти А3, де проводили одноразове обприскування рослин мікродобривом Вуксал Grain, на початку фази цвітіння, і А4, де застосовували дворазове позакореневе підживлення мікродобривами Вуксал Р Мах під час фази кушення і Вуксал Grain під час фази вихід в трубку, між собою не різнилися.

Наступні порівняння доводять, що контрольний варіант А0, варіант А1 – одноразове застосування мікродобрива Вуксал Р Мах під час фази кушення та варіант А2 – одноразове застосування мікродобрива Вуксал Grain під час фази вихід в трубку є рівнозначними. Це доводить, що одноразове позакореневе підживлення рослин ячменю мікродобривами не впливає на зміни показника пивоварної якості, безпосередньо на параметри числа Кольбахів. Однак одноразове застосування мікродобрива Вуксал Grain на початку фази цвітіння було ефективним. Це встановлено на основі статистичних порівнянь даних варіанта А3 з даними варіантів А1 та А2. У 2015 р. різниця за порівняння даних варіанта А3 з даними варіанта А1 становила 1,8 % за $t_{\phi} - 3,60 > t_{0,05} - 2,78$; у 2016 р. – 2,0 % за $t_{\phi} - 3,77 > t_{0,05} - 2,78$; у 2017 р. – 1,3 % за $t_{\phi} - 5,00 > t_{0,05} - 2,78$. Проводити порівняння даних варіанта А3 з даними варіанта А2 не потрібно, оскільки значення цього варіанта є дещо меншими, ніж значення варіанта А1. За аналогічного підходу також не потрібно статистично доводити перевагу варіанта А3 над контрольним.

Отже, на основі отриманих даних дисперсійного аналізу з використанням критерію Дункана можна стверджувати, що найефективнішими щодо впливу на показник пивоварної якості ячменю число Кольбахів виявились варіанти із застосуванням мікродобрив Вуксал А5, А6, А7. Вони є статистично однаковими і займають одну гомогенну групу. Істотно поступаються їм варіанти А3 та А4, які знаходяться в другій гомогенній групі, однак вони є впли-

вовішими, ніж варіанти А0, А1, А2. Це дає підставу стверджувати, що ефективність застосування мікродобрив на основі позакореневого підживлення рослин на фоні мінерального живлення $N_{30}P_{45}K_{45}$ залежить від фази розвитку та кількості прийомів проведеного агрозаходу.

За даними досліджень встановлено залежність числа Кольбаха від застосованого позакореневого підживлення рослин ячменю мікродобривами Вуксал, яка характеризується коефіцієнтом детермінації $R=74\%$.

Отримані дані під час вирощування ячменю на фоні мінерального живлення $N_{60}P_{90}K_{90}$ свідчать про вплив мікродобрив Вуксал на показник пивоварної якості число Кольбаха (табл. 2). Статистичні розрахунки показують, що дані варіанта А1 – одноразове застосування мікродобрива Вуксал Р Мах під час

$t_{\phi} - 2,5 < t_{0,05} - 2,78$ та у 2017 р. – $1,2\%$ за $t_{\phi} - 2,4 < t_{0,05} - 2,78$.

На варіанті А4 – дворазове позакореневе підживлення рослин мікродобривами Вуксал Р Мах під час фази кушення та Вуксал Grain під час фази вихід в трубку розходження даних порівняно з контролем були істотними: у 2015 р. – $2,3\%$ за $t_{\phi} - 7,9 > t_{0,05} - 2,78$, у 2016 р. – $2,6\%$ за $t_{\phi} - 5,0 > t_{0,05} - 2,78$ і у 2017 р. – $2,1\%$ за $t_{\phi} - 3,8 > t_{0,05} - 2,78$. Доведено також кращі результати застосування мікродобрив Вуксал варіанта А4 порівняно з варіантом А1. Різниця даних за 2015, 2016, 2017 рр. становила 1,9; 2,3 і 1,5 $\%$ за відповідних $t_{\phi} - 5,1; 6,6; 3,8$ ($t_{0,05} - 2,78$).

Отримані дані на варіанті А5 – дворазове застосування мікродобрив Вуксал Р Мах під час фази кушення та Вуксал Grain на початку фази цвітіння не є істотно більшими порівняно

Таблиця 2 – Залежність числа Кольбаха пивоварного ячменю від впливу застосування позакореневого підживлення мікродобривами Вуксал (2,0 л/га) на фоні мінерального живлення $N_{60}P_{90}K_{90}$

Варіант досліджу	Рік			
	2015	2016	2017	середнє
А0 контроль	40,6±0,14	42,3±0,43	42,2±0,41	41,7
А1 Вуксал Р Мах під час кушення	41,0±0,27	42,6±0,20	42,8±0,14	42,1
А2 Вуксал Grain під час виходу в трубку	42,1±0,38	43,9±0,26	43,8±0,32	43,3
А3 Вуксал Grain на початку цвітіння	41,8±0,29	43,7±0,38	43,4±0,29	43,0
А4 Вуксал Р Мах під час кушення + Вуксал Grain під час виходу в трубку	42,9±0,25	44,9±0,29	44,3±0,36	44,0
А5 Вуксал Р Мах під час кушення + Вуксал Grain на початку цвітіння	44,1±0,20	46,2±0,40	45,3±0,20	45,2
А6 Вуксал Grain під час виходу в трубку + Вуксал Grain на початку цвітіння	44,5±0,32	46,4±0,33	45,6±0,26	45,5
А7 Вуксал Р Мах під час кушення + Вуксал Grain під час виходу в трубку + Вуксал Grain на початку цвітіння	45,8±0,24	47,8±0,14	47,1±0,17	46,9

фази кушення та А0 – контроль є рівнозначними. Істотних розходжень у результатах не виявлено.

Аналіз експериментальних даних варіанта А2 – одноразове застосування мікродобрива Вуксал Grain під час фази вихід в трубку порівняно з контролем свідчить про закономірно істотні розходження у всі роки досліджень: у 2015 р. різниця становила $1,5\%$ ($t_{\phi} - 3,8 > t_{0,05} - 2,78$), у 2016 р. – $1,6\%$ ($t_{\phi} - 3,2 > t_{0,05} - 2,78$), у 2017 р. – $1,6\%$ ($t_{\phi} - 3,1 > t_{0,05} - 2,78$).

Щодо варіанта А3 – одноразове застосування мікродобрива Вуксал Grain на початку фази цвітіння, порівняно з контролем закономірних переваг за впливом на число Кольбаха не встановлено. У 2015 р. різниця даних була суттєвою і становила $1,2\%$ за $t_{\phi} - 3,8 > t_{0,05} - 2,78$. Однак у наступні роки досліджень розходження були не істотними: у 2016 р. – $1,4\%$ за

з даними варіанта А4, однак істотно різняться від контролю і даних варіантів А1, А2, А3.

Варіант А6 – дворазове позакореневе підживлення рослин мікродобривами Вуксал Grain під час фази вихід в трубку та Вуксал Grain на початку фази цвітіння за ефективністю характеризується однозначно, як і варіант А5.

Отримані дані на варіанті А7 – триразове застосування мікродобрив Вуксал Р Мах під час фази кушення, Вуксал Grain під час фази вихід в трубку та Вуксал Grain на початку фази цвітіння свідчать, що в середньому за три роки число Кольбаха становило $46,9\%$ та істотно різнилося від усіх інших варіантів щорічно більшими значеннями. Так, розрахунки на основі критерію Стьюдента показують істотні розходження між даними варіантів А7 та А6. У 2015 р. різниця становила

1,3 % за $t_{\phi} - 3,2 > t_{0,05} - 2,78$; у 2016 р. – 1,4 % за $t_{\phi} - 3,9 > t_{0,05} - 2,78$; у 2017 р. – 1,5 % за $t_{\phi} - 4,8 > t_{0,05} - 2,78$. Аналогічно під час порівняння варіантів А7 та А5 розходження даних за 2015, 2016, 2017 рр. становили 1,7; 1,6 та 1,8 % за встановлених $t_{\phi} - 5,5; 3,8; 6,9 (t_{0,05} - 2,78)$.

Обговорення. Дані досліджень та аналіз інформації, висвітленої у наукових літературних джерелах про пивоварну якість зерна ячменю ярого доводять, що на формування оптимальних параметрів, зокрема числа Кольбаха, впливають ряд чинників – технологічні, біологічні та вегетаційні.

Під час планування високої урожайності та пивоварної якості зерна ячменю ярого необхідно проводити додаткові технологічні заходи для забезпечення збалансованості живлення рослин макро- і мікроелементами. У рослинництві використовують мікродобрива за технологією позакореневого підживлення.

Позакореневе підживлення рослин ячменю ярого сорту Себастьян мікродобривами Вуксал впливає на пивоварну якість зерна, зокрема на число Кольбаха. Ефективність проведеного агрозаходу залежить від технологічної схеми – від кількості та норми застосування під час росту і розвитку рослин, а також від фону мінерального живлення.

Висновки. Під час вирощування ячменю на фоні мінерального живлення $N_{30}P_{45}K_{45}$ кращими виявилися варіанти дворазового застосування мікродобрив – Вуксал Р Мах 1,5 л/га під час кушення та Вуксал Grain 1,5 л/га на початку цвітіння; Вуксал Grain 1,5 л/га під час виходу в трубку та Вуксал Grain 1,5 л/га на початку цвітіння; а також варіант триразового позакореневого підживлення рослин мікродобривами – Вуксал Р Мах 1,5 л/га під час кушення, Вуксал Grain 1,5 л/га під час виходу в трубку та Вуксал Grain 1,5 л/га на початку цвітіння, де отримано найбільше значення числа Кольбаха – 47,7; 47,5 та 48,0 %, відповідно.

На фоні мінерального живлення $N_{60}P_{90}K_{90}$ найвищі параметри показника було встановлено за триразового обприскування рослин мікродобривами Вуксал Р Мах 2,0 л/га під час кушення, Вуксал Grain 2,0 л/га під час виходу в трубку та Вуксал Grain 2,0 л/га на початку цвітіння – 46,9 %.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Gupta M., Abu-Ghannam N., Gallagher E. Barley for Brewing: Characteristic Changes during Malting, Brewing and Applications of its By-Products. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 2010. Vol. 9 (3). P. 318–328. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1541-4337.2010.00112.x>
2. Климишена Р.І. Перспективи вирощування ячме-

ню озимого на пивоварні потреби. *Вісник аграрної науки*. 2010. № 6. С. 73–74.

3. The application of microsatellite analysis in barley malting quality breeding programmes / Leišová-Svobodová L. et al. *Czech J. Genet. Plant Breed.* 2014. No 50. P. 268–277.

4. Sedláček T., Psota V. Classification of barley varieties for «České pivo» using discriminant analysis. *Kvasny Prum.* 2015. Vol. 61. Issue 9. P. 262–267.

5. Krajčovič T., Psota V., Sachambula L., Maraček J. The effect of long-term storage on quality of malting barley grain and malt. *Journal of Central European Agriculture*. 2016. 17 (4). P. 917–931. DOI: <https://doi.org/10.5513/JCEA01/17.4.1791>

6. Psota V., Sachambula L., Paulů A. Sensitivity of the selected malting barley varieties to the degree of steeping. *Kvasny Prum.* 2015. Vol. 61. Issue 10–11. P. 288–295.

7. Кунце В., Мит. Г. Технология солода и пива: пер. с нем. СПб.: изд-во Профессия, 2001. 912 с.

8. Нарцисс Л. Пивоварение. Технология солодоращения / перевод с нем. под общ. ред. Г.А. Ермолаевой, Е.Ф. Шаненко. СПб.: Профессия, 2007. Т. 1. 584 с.

9. Psota V., Kosař K. Malting quality index. *Kvasny Prum.* 2002. No 6. 48. P. 142–148.

10. Пироговская Г.В., Грибко А.П., Филипенко С.В. Влияние удобрения пивоваренного ячменя на технологические характеристики солода. *Известия Национальной академии наук Беларуси. Серия аграрных наук*. 2011. № 4. С. 36–45.

11. Gorash O., Klymyshena R., Khomina V., Vilchynska L. Ecological and biological conformity of conditions of the brewing barley cultivation zone. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2020. 10(1). P. 246–253. DOI: https://doi.org/10.15421/2020_39.

12. Гораш О.С. Управління продукційним процесом пивоварного ячменю: монографія; 2 видання з доповненнями. Кам'янець-Подільський: ПП Медобори-2006, 2017. С. 60–63, 237–243.

13. Гораш О.С., Бігуляк С.П. Актуальність використання добрива «Нутривант плюс пивоварний ячмінь». *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур та цукрових буряків*. 2013. Вип. 17. Том 1. С. 70–72.

14. Гораш О.С., Климишена Р.І. Ячмінь: управління пивоварною якістю: монографія. Кам'янець-Подільський: Друкарня Рута, 2020. 260 с.

15. Єщенко В.О., Копитко П.Г., Костогриз П.В., Опришко В.П. Основи наукових досліджень в агрономії: підручник. Вінниця: ТД Едельвейс і К, 2014. 332 с.

16. Методика наукових досліджень в агрономії: навч. посібник / Ермантраут Е.Р. та ін. Житомир: ЖНАЕУ, 2010. 124 с.

REFERENCES

1. Gupta, M., Abu-Ghannam, N., Gallagher, E. (2010). Barley for Brewing: Characteristic Changes during Malting, Brewing and Applications of its By-Products. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. Vol. 9 (3), pp. 318–328. Available at: <https://doi.org/10.1111/j.1541-4337.2010.00112.x>
2. Klymyshena, R.I. (2010). Perspektyvy vyroshhuvannya jachmenju ozymogo na pivovarni potreby [Prospects of winter barley growing for brewing needs]. *Visnyk agrarnoi nauky [Bulletin of Agricultural Science]*, no. 6, pp. 73–74.
3. Leišová-Svobodová, L., Tomková, L., Sedláček, T., Psota, V., Kučera, L. (2014). The application of microsatellite analysis in barley malting quality breeding programmes. *Czech J. Genet. Plant Breed.* no. 50, pp. 268–277.

4. Sedláček, T., Psota, V. (2015). Classification of barley varieties for «České pivo» using discriminant analysis. *Kvasny Prum.* Vol. 61, Issue 9, pp. 262–267.

5. Krajčovič, T., Psota, V., Sachambula, L., Maraček, J. (2016). The effect of long-term storage on quality of malting barley grain and malt. *Journal of Central European Agriculture.* 17 (4), pp. 917–931. Available at: <https://doi.org/10.5513/JCEA01/17.4.1791>

6. Psota, V., Sachambula, L., Paulů, A. (2015). Sensitivity of the selected malting barley varieties to the degree of steeping. *Kvasny Prum.* Vol. 61, Issue 10–11, pp. 288–295.

7. Kuntse, V., Mit, G. (2001). *Tekhnologija soloda i piva* [Technology of malt and beer]. St. Petersburg, Profession Publishing House, 912 p.

8. Nartsiss, L. (2007). *Pivovarenie. Tekhnologija solodorashcheniia* [Brewing. Technology of malting]. St. Petersburg, Profession, Vol. 1, 584 p.

9. Psota, V., Kosař, K. (2002). Malting quality index. *Kvasny Prum.* no. 48 (6), pp. 142–148.

10. Pirogovskaja, G.V., Gribko, A.P., Filipenko, S.V. (2011). Vlijanie udobrenija pivovarennoho jachmenja na tehnologicheskie harakteristiki soloda [The influence of fertilizer brewing barley on the technological characteristics of malt]. *Izvestija Nacional'noj akademii nauk Belarusi. Serija agrarnyh nauk* [Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus. Agrarian Series], no. 4, pp. 36–45.

11. Gorash, O., Klymyshena, R., Khomina, V., Vilchynska, L. (2020). Ecological and biological conformity of conditions of the brewing barley cultivation zone. *Ukrainian Journal of Ecology.* no. 10 (1), pp. 246–253. Available at: https://doi.org/10.15421/2020_39.

12. Gorash, O.S. (2017). *Upravlinnja produkcijnym procesom pivovarnogo jachmenju: Monografija; 2 vydannja z dopovnennjamy* [Management of the brewing barley production process]. Kamianets-Podilskyi, PE Medobory-2006, pp. 166–177.

13. Gorash, O., Biguliak, S. (2013). Aktual'nist' vykorystannja dobrovy «Nutrivant plus pivovarnyj jachmin» [The relevance of the use of fertilizer «Nutrivant Plus Malt Barley»]. *Naukovi praci Instytutu bioenergetychnyh kul'tur i cukrovyh burjakiv* [Scientific works of the Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet], Issue 17, Vol. 1, pp. 70–72.

14. Gorash, O.S., Klymyshena, R.I. (2020). *Yachmin: upravlinnja pivovarnoiu yakisti: monografija* [Barley: brewing quality management]. Kamianets-Podilskyi, Printing House Ruta, 260 p.

15. Yeshchenko, V.O., Kopytko, P.G., Kostogryz, P.V., Opryshko, V.P. (2014). *Osnovy naukovyh doslidzen' v agronomii': pidruchnyk* [Fundamentals of Scientific Research in Agronomy]. Vinnytsia, Edelweiss & K, 332 p.

16. Ermantraut, E.R., Malinovsky, A.S., Didora, V.G. (2010). *Metodyka naukovyh doslidzen' v agronomii'* [Research methodology in agronomy]. Zhytomyr, ZhNAEU, 124 p.

Влияние внекорневой подкормки растений ячменя на пивоваренное качество зерна по показателю Кольбаха

Климишена Р.И.

Цель исследования – установить зависимость пивоваренного качества зерна ячменя ярового по показателю числа Кольбаха от влияния внекорневой подкормки растений в период вегетации микроудобрениями Вуксал на разных фонах минерального удобрения.

Установлено эффективность влияния внекорневой подкормки растений ячменя ярового микроудобрени-

ями Вуксал во время вегетации на пивоваренное качество по показателю числа Кольбаха. Выявлено, что результативность проведенного технологического агромероприятия зависит от количества агроприемов, нормы микроудобрений и фона минерального питания. Доказано, что при выращивании ячменя на фоне минерального питания $N_{30}P_{45}K_{45}$ лучшие результаты получены при двукратном и трехкратном применении микроудобрений при норме 1,5 л/га в соответствии с фенофазами кушения, выход в трубку и цветения. На фоне минерального питания $N_{60}P_{90}K_{90}$ максимальной результативности достигнуто при условии трехкратного опрыскивания посевов раствором микроудобрений в количестве 2,0 л/га каждый раз в соответствии с указанными выше фенофазами роста и развития растений ячменя.

Эффективность внекорневой подкормки растений ячменя ярового микроудобрениями зависит от технологической схемы применения, а именно от количества приемов проведенного агромероприятия при соответствующих фенофазах развития. При выращивании ячменя на фоне минерального питания $N_{30}P_{45}K_{45}$ лучшими оказались варианты двукратного применения микроудобрений – Вуксал Р Мах 1,5 л/га при кушении и Вуксал Grain 1,5 л/га в начале цветения; Вуксал Grain 1,5 л/га при выходе в трубку и Вуксал Grain 1,5 л/га в начале цветения; а также вариант трехкратной внекорневой подкормки растений микроудобрениями – Вуксал Р Мах 1,5 л/га при кушении, Вуксал Grain 1,5 л/га при выходе в трубку и Вуксал Grain 1,5 л/га в начале цветения, где получено наибольшее значение числа Кольбаха – 47,7; 47,5 и 48,0 %, соответственно. На фоне минерального питания $N_{60}P_{90}K_{90}$ высокие параметры показателя были установлены при трехкратном опрыскивании растений микроудобрениями Вуксал Р Мах 2,0 л/га при кушении, Вуксал Grain 2,0 л/га при выходе в трубку и Вуксал Grain 2,0 л/га в начале цветения – 46,9 %.

Ключевые слова: ячмень, качество зерна, число Кольбаха, микроудобрения, внекорневые подкормки.

Influence of foliar nutrition of barley plants on brewing quality of grain by Kolbach index

Klymyshena R.

The aim of the study was to determine the dependence of brewing quality of spring barley grain in terms of indicator of Kolbach number depending on the effect of foliar nutrition of plants during the growing season with micronutrients Wuxal on different backgrounds of mineral fertilization.

Effectiveness of the influence of foliar nutrition of spring barley plants by microfertilizers Wuxal during the growing season on the brewing quality according to the Kolbach number was established. It is revealed that the effectiveness of the technological agricultural measure carried out depends on the number of agri-receptions, the rate of microfertilizers and the background of mineral nutrition. It was proved that when growing barley on the background of mineral nutrition $N_{30}P_{45}K_{45}$ the best results were obtained with two and three times application of microfertilizers at the rate of 1.5 l/ha in accordance with the phenophases of tillering, stem elongation and flowering. Maximum productivity on the background of $N_{60}P_{90}K_{90}$ mineral nutrition is achieved by providing three times of crops spraying with a solution of microfertilizers in the amount of 2.0 l/ha each time in accordance with the above-mentioned phenophases of barley plants growth and development.

The efficiency of foliar nutrition of spring barley plants by microfertilizers depends on the technological

scheme of application, namely on the number of methods of the agro-measure carried out at the respective phenophases of development. The variants of double application microfertilizers were the best in growing barley on the background of mineral nutrition $N_{30}P_{45}K_{45}$, – Wuxal P Max 1.5 l/ha during tillering and Wuxal Grain 1.5 l/ha at the beginning of flowering; Wuxal Grain 1.5 l/ha during the stem elongation and Wuxal Grain 1.5 l/ha at the beginning of flowering. The optimal variant for three-times foliar nutrition of plants with microfertilizers was as follows: Wuxal P Max 1.5 l/ha during tillering,

Wuxal Grain 1.5 l/ha during of stem elongation and Wuxal Grain 1.5 l/ha at the beginning of flowering, where the highest Kolbach number is obtained – 47.7; 47.5 and 48.0 %, respectively. On the background of $N_{60}P_{90}K_{90}$ mineral nutrition, the highest parameters were established for three-time spraying of plants with microfertilizers Wuxal P Max 2.0 l/ha during tillering, Wuxal Grain 2.0 l/ha during of stem elongation and Wuxal Grain 2.0 l/ha at the beginning of flowering – 46.9 %.

Key words: spring barley, grain quality, Kolbach number, microfertilizers, foliar nutrition.



Copyright: © Klymyshena R.

This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.



КЛИМИШЕНА Р.І., <https://orcid.org/0000-0002-4643-7895>