



О. С. Гораш,
доктор с.-г. наук, професор
Подільський державний аграрно-технічний університет
(м. Кам'янець-Подільський), Україна
E-mail: GorashAS@i.ua



Р. І. Климишена,
кандидат с.-г. наук, докторант
Подільський державний аграрно-технічний університет
(м. Кам'янець-Подільський), Україна
E-mail: rita24@i.ua

ЗАЛЕЖНІСТЬ ФРІАБІЛІТИВНОСТІ ПИВОВАРНОГО ЯЧМЕНЮ ЯРОГО ВІД ВПЛИВУ ПОЗАКОРЕНЕВОГО ПІДЖИВЛЕННЯ

Мета досліджень полягала у встановленні залежності пивоварної якості ячменю ярого за параметрами фріабілітності від впливу позакореневого підживлення рослин під час вегетації мікродобривами «Вуксал» на різних фонах мінерального удобрення.

За умови дво- та триразового комбінованого позакореневого підживлення рослин ячменю під час вегетації мікродобривами «Вуксал» встановлено покращення показника фріабілітності на 1,3 – 3,8 %.

Ефективність позакореневого підживлення рослин ячменю ярого мікродобривами «Вуксал» залежала від технологічної схеми застосування, тобто від кількості прийомів проведеного агрозаходу за фаз розвитку – кущення, вихід в трубку, цвітіння.

При вирощуванні ячменю на фоні мінерального живлення $N_{30}P_{45}K_{45}$ кращими виявилися варіанти дворазового застосування мікродобрив – «Вуксал P Max» 1,5 л/га під час кущення та «Вуксал Grain» 1,5 л/га на початку цвітіння та «Вуксал Grain» 1,5 л/га під час виходу в трубку та «Вуксал Grain» 1,5 л/га на початку цвітіння, де показники фріабілітності становили 83,3 % та 84,7 %, відповідно. Варіант триразового позакореневого підживлення рослин мікродобривами – «Вуксал P Max» 1,5 л/га під час кущення, «Вуксал Grain» 1,5 л/га під час виходу в трубку та «Вуксал Grain» 1,5 л/га на початку цвітіння забезпечив найбільше значення фріабілітності 85,8 %.

На фоні мінерального живлення $N_{60}P_{90}K_{90}$ також кращими виявилися варіанти дворазового застосування мікродобрив – «Вуксал P Max» 2,0 л/га під час кущення та «Вуксал Grain» 2,0 л/га на початку цвітіння та «Вуксал Grain» 2,0 л/га під час виходу в трубку та «Вуксал Grain» 2,0 л/га на початку цвітіння, де показники фріабілітності становили 82,3 % та 83,1 %, відповідно. Варіант триразового позакореневого підживлення рослин мікродобривами – «Вуксал P Max» 2,0 л/га під час кущення, «Вуксал Grain» 2,0 л/га під час виходу в трубку та «Вуксал Grain» 2,0 л/га на початку цвітіння забезпечив найбільше значення фріабілітності 84,2 %.

Ключові слова: ячмінь ярий, мінеральні добрива, мікродобрива, позакоренево підживлення рослин, фріабілітність.

O. S. Gorash,

Doctor of Agricultural Sciences, Professor, State Agrarian and Engineering University in Podilia (Kamyanets-Podilskyi), Ukraine;

R. I. Klymyshena,

PhD of Agricultural Sciences, Doctoral student, State Agrarian and Engineering University in Podilia (Kamyanets-Podilskyi), Ukraine

THE DEPENDENCE OF THE FRIABILITY OF SPRING BREWING BARLEY ON THE EFFECTS OF FOLIAR NUTRITION

The purpose of the research was to determine the dependence of the brewing quality of spring barley on the parameters of friability on the effects of foliar nutrition of plants during vegetation by «Wuxal» microfertilizers on different backgrounds of mineral fertilizers.

In the case of two- and three-fold combined foliar nutrition of barley plants during the vegetation with «Wuxal» microfertilizers, the improvement of the friability value by 1.3 – 3.8 % was established.

The efficiency of foliar nutrition of spring barley plants by microfertilizers «Wuxal» depended on the technological scheme of application, ie on the number of receptions of the conducted agro-measure during the development phases – tillering, stem elongation, flowering.

When growing barley on the background of mineral nutrition $N_{30}P_{45}K_{45}$, the variants two times application of microfertilizers were the best – «Wuxal P Max» 1.5 l/ha during the tillering and «Wuxal Grain» 1.5 l/ha at the beginning of flowering and «Wuxal Grain» 1,5 l/ha during stem elongation and «Wuxal Grain» 1.5 l/ha at the beginning of flowering, where the friability values were 83.3 % and 84.7 %, respectively. Three-fold foliar nutrition of plants with microfertilizers – «Wuxal P Max»

1.5 l/ha during the tillering, «Wuxal Grain» 1.5 l/ha during stem elongation and «Wuxal Grain» 1.5 l/ha at the beginning of flowering provided the highest value of the friability 85.8 %.

On the background of mineral nutrition $N_{60}P_{90}K_{90}$ there were also the best variants of two times applications of microfertilizers – «Wuxal P Max» 2.0 l/ha during the tillering and «Wuxal Grain» 2.0 l/ha at the beginning of flowering and «Wuxal Grain» 2.0 l/ha during stem elongation and «Wuxal Grain» 2.0 l/ha at the beginning of flowering, where the friability values were 82.3 % and 83.1 %, respectively. Variant of three-fold foliar fertilization of plants with microfertilizers – «Wuxal P Max» 2.0 l/ha during the tillering, «Wuxal Grain» 2.0 l/ha during stem elongation and «Wuxal Grain» 2.0 l/ha at the beginning of flowering provided the highest value of friability 84.2 %.

Keywords: spring barley, mineral fertilizers, micro fertilizers, foliar plant nutrition, friability.

Постановка проблеми. Статистична система кореляцій пояснює інтегрованість показника фріабілітності не лише з біохімічними показниками. При дослідженні повної структури множинних зв'язків виявлено логічну послідовність: фактори технології вирощування ячменю, агрофітоценоз, урожайність зерна, якість. Відповідно якість пивоварного ячменю залежить від структурних компонентів урожайності (кількість зерен в колосі, маса зернівки), агрофітоценозу (кількість рослин на одиниці площі, кількість продуктивних пагонів, вертикальна стеблова різноманітність, коефіцієнт кущення), а також і від технологічних факторів, зокрема, внесених мінеральних добрив, норм висіву, глибини загорання насіння [1]. У науковій літературі відсутня інформація про вплив позакореневого підживлення рослин ячменю під час вегетації на пивоварну якість, зокрема, і на показник фріабілітності.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. За рішенням аналітичного комітету Європейської Пивоварної Конвенції фріабілітність входить до числа основних показників солодової властивості пивоварного ячменю. Саме тому в багатьох країнах Західної Європи при оцінці якості зерна, як сировини для пивоваріння, цей показник введено до статистичних розрахунків системного аналізу.

Отже, фріабілітність належить до важливих характеристик якості солоду. Її встановлюють за допомогою приладу фріабіліметр шляхом подрібнення зерен між резиноним валом і обертовим ситовим барабаном. Зерна солоду поділяються на борошністі, тобто крихкі, які легко розтираються та тверді, які погано розтираються, вони здебільшого лише подрібнюються і дають вихід значної кількості дрібних частинок. Результат виражають у відсотках крихкості або скловидності. Недостатня фріабілітність сигналізує про можливість проблеми фільтрування затору, освітлення сула, фільтрування пива.

Відомо, що показник фріабілітності за результатами наукових досліджень залежить від сортових особливостей ячменю. В оцінку групи сортів ячменю ярого за показником солодової властивості були включені показники числа Кольбаха, фріабілітності, бета-глюкана, діастатичної сили для яких частка впливу становила 0,15, а також білка – частка впливу 0,05 та екстрактивність відповідно 0,35. Показано, що параметри фріабілітності шести сортів знаходились в межах від 82,7 % до 89,6 %. За 9-ти бальною оцінкою значення становили від 5 до 9 балів [2].

В науковій публікації висвітлено залежність якості пивоварного ячменю за показником солодової властивості від впливу норм висіву насіння та норм мінеральних добрив, де включено до аналізу параметри фріабілітності. Показано, що збільшення як норм висіву насіння, так і норм внесення мінеральних добрив забезпечували істотні зміни показника. Зокрема, при нормі висіву 250 та 400 нас./м² значення показника були істотно меншими порівняно до даних норм висіву 300 та 350 нас./м². Щодо мінеральних добрив за умови живлення на фоні $N_{30}P_{45}K_{45}$ результати були кращими і становили 80,2 %, тоді як на варіанті $N_0P_0K_0$ лише 78,7 %. Збільшення норм внесення NPK призводило до істотного зменшення якості за цим показником [3].

Відомо також, що фріабілітність солоду ячменю залежить від досконалості технологічного процесу сівби ячменю. За умови рівномірно проведеної сівби середнє значення фріабілітності становило 78,9 %. За умови формування посівів в результаті нерівномірного розміщення насіння в процесі сівби значення параметра

було істотно меншим і становило лише 74,6 % [4].

Загалом в наукових дослідженнях щодо вирощування сільськогосподарських культур зазначається про достатньо вагоме значення еколого-біологічних факторів щодо якості кінцевого продукту, що являється важливою передумовою для досліджень технологічного характеру [5].

Відповідно за даними В. Кунце вимоги до нормативних значень фріабілітності для світлого солоду в Німеччині такі: вище 81 % – дуже добре; 78 – 81 % – добре; 75 – 78 % – задовільно; нижче 75 % – незадовільно. За кількістю скловидних зерен нижче 1 % – дуже добре; 1 – 2 % – добре; 2 – 3 % – задовільно, вище 3 % – незадовільно [6, 7]. В Чеській Республіці вимоги до якості солоду за показником фріабілітності знаходяться в межах від мінімального 79 % до максимального – 86 % [8, 9].

В чому полягає важливість цього показника? Частинки зерен солоду, які залишаються не подрібнені приладом, як правило, зберігають каркасну структуру ендосперму. Саме тому комплексом ферментів, який називають «цитазим» (до складу входять 1,3-бета-глюканаза, 1,4-бета-глюканаза, а також солубілаза) не забезпечено гідроліз бета-глюкану. Відповідно це свідчить, що кількість білків, які представляють ферментативну активність була в певній частині зерен солоду не достатньою. Як правило, це відбувається, коли загальний вміст білка в зерні більший норми. Безпосередньо, сам бета-глюкан може спричиняти в пивоварінні, крім зазначених, вище проблем умови гелюутворення в задіяних технологічних трубопроводах, що є зовсім небажаним явищем, якого слід уникати. Крім цього, недостатньо розчинений солод призводить до зниження екстрактивності.

На основі статистичного аналізу виявлено, що до фактора навантаження другого порядку, який є досить значущим в аналізі технології вирощування пивоварного ячменю щодо якості відносяться застосовані мінеральні добрива. Вони впливають на формування агрофітоценозу, параметри продуктивності колоса та урожайності зерна загалом, що безпосередньо пов'язано з якістю пивоварного ячменю, в тому числі з показником фріабілітності. Відповідно мінеральне живлення залишається актуальним питанням в технології вирощування пивоварного ячменю щодо його якості.

Мета досліджень – встановити залежність пивоварної якості ячменю ярого за параметрами фріабілітності від впливу позакореневого підживлення рослин під час вегетації мікродобривами «Вуксал» на різних фонах мінерального удобрення.

Методика досліджень. Дослідження виконані впродовж 2015–2017 рр. в Подільському державному аграрно-технічному університеті. Грунт дослідних ділянок чорнозем типовий.

Варіанти технологічної схеми застосування позакореневого підживлення рослин мікродобривами: 1) А0 – без підживлення рослин (контроль); 2) А1 – одноразове позакореневе підживлення рослин мікродобривом «Вуксал Р Мах» під час кущення; 3) А2 – одноразове позакореневе підживлення рослин мікродобривом «Вуксал Grain» під час виходу в трубку; 4) А3 – одноразове позакореневе підживлення рослин мікродобривом «Вуксал Grain» на початку цвітіння; 5) А4 – дворазове позакореневе підживлення рослин мікродобривами «Вуксал Р Мах» під час кущення та «Вуксал Grain» під час виходу в трубку; 6) А5 – дворазове позакореневе підживлення рослин мікродобривами «Вуксал Р Мах»

під час кушення та «Вуксал Grain» на початку цвітіння; 7) А6 – дворазове позакореневе підживлення рослин мікродобривами «Вуксал Grain» під час виходу в трубку та «Вуксал Grain» на початку цвітіння; 8) А7 – триразове позакореневе підживлення рослин мікродобривами «Вуксал Р Мах» під час кушення, «Вуксал Grain» під час виходу в трубку та «Вуксал Grain» на початку цвітіння.

Забезпечення мінерального живлення рослин на фонах удобрення: $N_{30}P_{45}K_{45}$ – норма разового використання мікродобрив «Вуксал» 1,5 л/га та $N_{60}P_{90}K_{90}$ – норма разового використання мікродобрив «Вуксал» 2,0 л/га.

Для проведення досліджень використано сорт ячменю ярого Себастьян.

На основі технологічного аналізу шляхом розмелювання наважки на приладі «PFEUFER» встановлювали фріабілітивність солоду.

Для математичного аналізу отриманих результатів досліджень використовували критерій Стьюдента ($t_{0,05}$) [10].

Основні результати досліджень. Отримані результати досліджень з вивчення впливу позакореневого підживлення рослин ячменю ярого мікродобривами «Вуксал» показують про зміни параметрів фріабілітивності залежно від технологічної схеми проведеного агротехнічного заходу. Це доведено на основі математичного аналізу експериментальних даних за принципом попарних порівнянь.

Отримані дані у 2015 р. при вирощуванні ячменю на фоні $N_{30}P_{45}K_{45}$ знаходяться в межах оптимальних параметрів якості зерна пивоварного ячменю прийнятих в Чеській Республіці, де допустима мінімальна фріабілітивність становить 79 %, максимальна – 86 %. За даними досліджу найвища результативність 86,0 % досягнута на варіанті А7 при триразовому проведенні позакореневого підживлення рослин: перший раз під час кушення мікродобривом «Вуксал Р Мах», другий раз під час виходу в трубку мікродобривом «Вуксал Grain» і третій раз на початку цвітіння мікродобривом «Вуксал Grain» (табл. 1). На варіанті А6, де застосовували мікродобриво «Вуксал Grain» під час виходу в трубку та на початку цвітіння встановлено фріабілітивність – 84,8 %. При порівнянні варіантів А7 та А6 різниця становить 1,2 % при $t_{\phi} - 5,0 > t_{0,05} - 2,78$. Аналогічно варіант А6 є ефективнішим порівняно з варіантом А5, де проводили дворазове позакореневе підживлення рослин мікродобривами «Вуксал Р Мах» під час кушення та «Вуксал Grain» на початку цвітіння. Значення фріабілітивності становлять – 84,8 % та 83,5 %, відповідно. Різниця 1,3 % достовірна при $t_{\phi} - 5,9 > t_{0,05} - 2,78$. Окрім варіантів А7 та А6 високі параметри показника встановлено також і на варіанті А5 – 83,5 %. Отримане значення є істотно більшим

порівняно до варіантів досліджу А0, А1, А2 та А4. Виняток становить лише варіант А3, де рослини обприскували мікродобривом «Вуксал Grain» на початку фази цвітіння, що забезпечило отримання фріабілітивності 83,4 %. Таким чином, між варіантами А5 та А3 різниця була не суттєвою, оскільки вони є статистично однаковими.

Аналіз експериментальних результатів 2016 р. характеризується закономірністю розподілу даних відповідно до варіантів досліджу 2015 р. Параметри фріабілітивності знаходяться в межах від мінімального значення 81,3 % до максимального значення 85,0 %. Виділяються аналогічно три кращих варіанта А5, А6, А7. Найвищі значення фріабілітивності 85,0 % отримано на варіанті А7, де проводили триразове обприскування посівів за вегетацію з витратою щоразу 1,5 л/га концентрованого розчину мікродобрив «Вуксал». Менші значення показника були на варіанті А6 – 84,0 %. При порівнянні даних варіантів А7 та А6 різниця становила 1 % при $t_{\phi} - 2,9 > t_{0,05} - 2,78$. Також суттєве розходження 1 % виявлено між даними варіантів А6 та А5, t_{ϕ} для цих порівнянь складає 2,9. На варіантах А5 та А3 фріабілітивність була статистично однаковою, різниця становила 0,3 % при $t_{\phi} - 1,2 < t_{0,05} - 2,78$. Для всіх інших варіантів досліджу А0, А1, А2, А4 встановлені параметри є істотно меншими.

З метою оцінки пивоварної якості ячменю ярого у 2017 р. аналіз результатів фріабілітивності солоду доводить про їх достовірність в цілому. Третій рік досліджень стверджує закономірність впливу позакореневого підживлення на покращення якості за відповідністю аналогії до попередніх років. Кращими варіантами досліджу також виявились варіанти А5, А6 та А7. Найвищі значення фріабілітивності солоду ячменю встановлено на варіантах А6 та А7 – 85,3 % та 86,4 %, відповідно. Між даними цих варіантів виявлена істотна різниця – 1,1 % ($t_{\phi} - 2,8$). Порівняння даних варіантів А6 та А5 характеризується також достовірними розходженнями 1,9 % при $t_{\phi} - 5,0 > t_{0,05} - 2,78$. Не виявлено різниці лише між даними варіантів А3 та А5, де фріабілітивність становила 83,0 % та 83,4 %, відповідно. Інші варіанти досліджу А0, А1, А2 та А4 поступаються за своїм впливом на фріабілітивність солоду ячменю порівняно до зазначених даних варіантів А5, А6 та А7.

В середньому за три роки при вирощуванні ячменю на фоні мінерального живлення $N_{30}P_{45}K_{45}$ для варіантів А5, А6 та А7 фріабілітивність становила 83,3 %; 84,7 % та 85,8 %, відповідно.

Результати досліджень щодо впливу оцінюваного фактора при вирощуванні ячменю на фоні мінерального живлення $N_{60}P_{90}K_{90}$ характеризуються подібними закономірностями, але на меншому рівні значень даних. У 2015 р. виділено три кращих варіанта А5, А6 та А7 з

1. Залежність параметрів фріабілітивності ячменю від застосування позакореневого підживлення рослин мікродобривами на фоні $N_{30}P_{45}K_{45}$

Варіант досліджу	Рік дослідження			Середнє за три роки
	2015	2016	2017	
А0 Без підживлення (контроль)	82,5±0,3	81,5±0,2	82,1±0,3	82,0
А1 «Вуксал Р Мах» під час кушення	82,7±0,2	81,3±0,2	82,0±0,3	82,0
А2 «Вуксал Grain» під час виходу в трубку	82,7±0,3	81,8±0,2	82,0±0,2	82,2
А3 «Вуксал Grain» на початку цвітіння	83,4±0,1	82,7±0,1	83,0±0,2	83,0
А4 «Вуксал Р Мах» під час кушення + «Вуксал Grain» під час виходу в трубку	82,9±0,2	81,8±0,2	82,3±0,2	82,3
А5 «Вуксал Р Мах» під час кушення + «Вуксал Grain» на початку цвітіння	83,5±0,2	83,0±0,2	83,4±0,2	83,3
А6 «Вуксал Grain» під час виходу в трубку + «Вуксал Grain» на початку цвітіння	84,8±0,1	84,0±0,3	85,3±0,3	84,7
А7 «Вуксал Р Мах» під час кушення + «Вуксал Grain» під час виходу в трубку + «Вуксал Grain» на початку цвітіння	86,0±0,2	85,0±0,2	86,4±0,2	85,8

2. Залежність параметрів фріабілітивності ячменю від застосування позакореневого підживлення рослин мікродобривами на фоні $N_{60}P_{90}K_{90}$

Варіант досліджу	Рік дослідження			Середнє за три роки
	2015	2016	2017	
A0 Без підживлення (контроль)	80,9±0,3	80,7±0,2	81,3±0,1	81,0
A1 «Вуксал Р Мах» під час кушення	80,7±0,2	81,0±0,2	81,3±0,2	81,0
A2 «Вуксал Grain» під час виходу в трубку	81,0±0,2	80,9±0,1	81,1±0,2	81,0
A3 «Вуксал Grain» на початку цвітіння	81,7±0,2	81,3±0,2	82,4±0,2	81,8
A4 «Вуксал Р Мах» під час кушення + «Вуксал Grain» під час виходу в трубку	81,0±0,2	81,0±0,1	81,7±0,1	81,2
A5 «Вуксал Р Мах» під час кушення + «Вуксал Grain» на початку цвітіння	82,2±0,2	81,8±0,2	82,9±0,1	82,3
A6 «Вуксал Grain» під час виходу в трубку + «Вуксал Grain» на початку цвітіння	83,1±0,2	82,7±0,1	83,5±0,1	83,1
A7 «Вуксал Р Мах» під час кушення + «Вуксал Grain» під час виходу в трубку + «Вуксал Grain» на початку цвітіння	84,0±0,3	83,9±0,3	84,6±0,2	84,2

отриманими даними 82,2 %, 83,1 та 84,0 % (табл. 2). Розходження між даними варіантів А7 та А6 достовірні, різниця становить 0,9 % при $t_{\phi} - 2,9 > t_{0,05} - 2,78$. Це доводить фактично про максимальну перевагу варіанта А7 порівняно до всіх інших варіантів. Краща результативність виявлена також у варіанта А6 порівняно з варіантом А5 за впливом на фріабілітивність. Різниця становить 0,9 %, при критерії Стюдента для цього порівняння $t_{\phi} - 3,5 > t_{0,05} - 2,78$. Також істотні розходження даних встановлені для варіанта А5 порівняно до всіх інших варіантів А0, А1, А2 та А4, за винятком варіанта А3, де фріабілітивність становила 81,7 %.

Експериментальні результати 2016 р. щодо залежності фріабілітивності від впливу позакореневого підживлення рослин ячменю мікродобривами за закономірністю були аналогічними до встановлених у 2015 р. Виділено три кращих варіанта А5, А6 та А7 для яких параметри відповідно становлять 81,8 %, 82,7 та 83,9 %. Серед виділених варіантів максимальний результат отримано при триразовому застосуванні позакореневого підживлення рослин впродовж вегетації з нормою використання щоразу по 2 л/га концентрованого розчину мікродобрив. При порівнянні варіантів А7 та А6 між даними 83,9 % та 82,7 % встановлена достовірна різниця, яка складає 1,2 % ($t_{\phi} - 3,9 > t_{0,05} - 2,78$). Також встановлений кращий результат фріабілітивності за впливом фактора для варіанта А6 порівняно до даних варіанта А5. Різниця становить 0,9 % при $t_{\phi} - 4,3$, що більше теоретичного значення $t_{0,05} - 2,78$. Щодо оцінки даних варіанта А5 не доведено переваги порівняно до варіанта А3, де фріабілітивність становила 81,3 %. Достовірна різниця виявлена лише до інших варіантів досліджу А0, А1, А2 та А4.

Результати досліджень у 2017 р. характеризуються отриманими даними від мінімального значення фріабілітивності 81,1 % до максимального 84,6 %. Це свідчить про ефективність позакореневого підживлення рослин ячменю за впливом на фріабілітивність солоду. Результативність впливу залежить від кількості разів проведеного агрозаходу. Аналогічно, як 2015 та 2016 роках, виділені варіанти А5, А6 та А7 для яких характерні високі параметри результативної ознаки: 82,9 %; 83,5 % та 84,6 %, відповідно. Порядок переваг на основі попарного порівняння для виділених варіантів такий: А7 – 84,6 % > А6 – 83,5 % > А5 – 82,9 %. Відповідно встановлено критерії достовірності між варіантами А7 та А6 – різниця даних 1,1 % ($t_{\phi} - 5,8 > t_{0,05} - 2,78$) та між варіантами А6 та А5 – 0,6 % ($t_{\phi} - 3,8 > t_{0,05} - 2,78$). Отримані дані на варіанті А5 є також істотно більшими порівняно до варіантів А0, А1, А2, А4. Тоді як між даними варіантів А5 та А3 достовірних розходжень на рівні

значущості похибки 5 % не встановлено.

В середньому за три роки на фоні мінерального живлення $N_{60}P_{90}K_{90}$ кращі результати отримані на варіантах А5, А6 та А7, де фріабілітивність солоду в оцінці якості ячменю ярого була високою і становила 82,3 %, 83,1 та 84,2 %, відповідно.

Висновки. Ефективність позакореневого підживлення рослин ячменю ярого мікродобривами «Вуксал» залежить від технологічної схеми застосування, тобто від кількості прийомів проведеного агрозаходу за фаз розвитку – кушення, вихід в трубку, цвітіння.

При вирощуванні 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 та «Вуксал Grain» 1,5 л/га під час виходу в трубку та «Вуксал Grain» 1,5 л/га на початку цвітіння, де показники фріабілітивності становили 83,3 % та 84,7 %, відповідно. 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 забезпечив найбільше значення фріабілітивності 85,8 %.

На фоні мінерального живлення $N_{60}P_{90}K_{90}$ також кращими виявилися варіанти дворазового застосування мікродобрив – «Вуксал Р Мах» 2,0 л/га під час кушення та «Вуксал Grain» 2,0 л/га на початку цвітіння та «Вуксал Grain» 2,0 л/га під час виходу в трубку та «Вуксал Grain» 2,0 л/га на початку цвітіння, де показники фріабілітивності становили 82,3 % та 83,1 %, відповідно. Варіант триразового позакореневого підживлення 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 забезпечив найбільше значення фріабілітивності 84,2 %.

Література

1. Гораш О. С. Управління продукційним процесом пивоварного ячменю: монографія; 2 видання з доповненнями. Кам'янець-Подільський: ПП «Медобори-2006», 2017. С. 276–285.
2. Гораш О. С. Сортовий фактор в управлінні якістю пивоварного ячменю. *Вісник аграрної науки*. 2007. № 2. С. 55–57.
3. Гораш О. С. Взаємозв'язок якості пивоварного ячменю залежно від норм висіву та мінерального удобрення. *Вісник аграрної науки*. 2007. № 7. С. 27–30.
4. Гораш О. С. Системний аналіз продукційного процесу пивоварного ячменю. *Вісник аграрної науки*. 2007. № 8. С. 25–27.
5. Gorash O., Klymyshyna 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.
6. Кунце В., Мит. Г. Технологія солода і пива: пер. с нем. СПб.: изд-во Профессия, 2001. 912 с.

7. Нарцисс Л. Пивоварение. Т.1. Технология солодоращения; перевод с нем. под общ. ред. Г.А. Ермолаевой, Е.Ф. Шаненко. СПб.: Профессия, 2007. 584 с.
8. Psota V., Kosař K. Malting quality index. *Kvasny Prum.* 48. 2002. No. 6. P. 142–148.
9. Psota V., Sachambula L., Paulu A. Sensitivity of the selected malting barley varieties to the degree of steeping. *Kvasny Prum.* 61. 2015. No. 10–11. P. 288–295.
10. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. Москва: Агропромиздат, 1985. 351 с.

References

1. Gorash O. S. (2017). Management of the brewing barley production process: Monograph; 2 editions with additions. Kamianets-Podilskyi: PE Medobory-2006. P. 166–177. (*In Ukrainian*).
2. Gorash O. S. (2007). Sorting factor in the quality management of brewing barley. *Bulletin of Agricultural Science.* No 2. P. 55–57. (*In Ukrainian*).
3. Gorash O. S. (2007). Interrelation between the quality of brewing barley depending on seeding rates and mineral fertilizers. *Bulletin of Agricultural Science.* No. 7. P. 27–30. (*In Ukrainian*).
4. Gorash O. S. (2007). System analysis of the production process of brewing barley. *Bulletin of Agricultural Science.* No. 8. P. 25–27. (*In Ukrainian*).
5. 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. (*In English*).
6. Kuntse, V., Mit, G. (2001). Technology of malt and beer; translation from German. St. Petersburg: Profession Publishing House. 912 p. (*In Ukrainian*).
7. Nartsiss, L. (2007). Brewing. Т. 1. Technology of malting; translation from German under total edit. Yermolaeva H.A., Shanenko E.F. St. Petersburg: Profession, 2007. 584 p. (*In Ukrainian*).
8. Psota V., Kosař K. (2002). Malting quality index. *Kvasny Prum.* 48. No. 6. P. 142–148. (*In English*).
9. Psota V., Sachambula L., Paulu A. (2015). Sensitivity of the selected malting barley varieties to the degree of steeping. *Kvasny Prum.* 61. No. 10–11. P. 288–295. (*In English*).
10. Dosphehov B. A. (1985). Methods of field experience. Moscow: Agropromizdat. 351 p. (*In Russian*).