

УДК 633.421: 631.811:
661.152.5

© 2016

О.С. Гораш,

*доктор сільсько-
господарських наук*

*Подільський державний
аграрно-технічний
університет*

ЗАЛЕЖНІСТЬ ЕКСТРАКТИВНОСТІ ПИВОВАРНОГО ЯЧМЕНЮ ВІД ВПЛИВУ ПОЗАКОРЕНЕВОГО ПІДЖИВЛЕННЯ РОСЛИН МІКРОДОБРИВОМ

Мета — дослідити вплив позакореневого підживлення рослин мікродобривом «Нутривант Плюс пивоварний ячмінь» на біохімічну якість зерна пивоварного ячменю ярого за показником екстрактивності. **Методи** — лабораторний, статистичний. **Результати.** Показано залежність екстрактивності пивоварного ячменю ярого від позакореневого підживлення рослин мікродобривом на різних фонах мінерального живлення. **Висновки.** Норма використання мікродобрива «Нутривант Плюс пивоварний ячмінь» при позакореновому підживленні рослин залежить від фону мінерального живлення. Встановлено сильну кореляційну залежність екстрактивності від фону мінерального живлення та норми мікродобрива при позакореновому підживленні рослин ячменю ярого.

Ключові слова: пивоварний ячмінь ярий, екстрактивність, позакореневе підживлення, мікродобриво.

Вступ. Екстрактивність — один з найвагоміших показників якості пивоварного ячменю [1–4]. В західноєвропейських країнах у системі комплексної оцінки він займає найбільшу частку. Показник залежить від кількості екстракту, який переходить у розчин і є джерелом живлення, що є необхідним для забезпечення життєдіяльності, а відповідно — активного метаболізму пивних дріжджів. Технологічний процес бродіння, який задіяний в пивоварінні великою мірою залежить не тільки від кількості екстракту, а й від його якості. Після процесів ферментації екстракт містить: глюкозу (забезпечує початкове бродіння), мальтозу (вуглевод головного бродіння), мальтотріозу (цукор доброджування). Декстрини, білки, гумі-речовини, пентози, мінеральні речовини — належать до групи незброджуваного екстракту. Ці речовини необхідні для забезпечення біологічної активності дріжджів. Зокрема, для синтезу білка, розмноження дріжджів, велике фізіологічне значення має цинк, оскільки за його нестачі уповільнюється

розмноження дріжджів, настає так зване в'яле бродіння. Технологи зацікавлені, щоб у сушло цинк потрапляв у достатній кількості саме з ячмінного солоду. Відомо, що в розчин переходить лише п'ята частина від кількості цинку, який міститься в солоді. Якщо його в суслі менше 0,10–0,15 мг/л, то під час бродіння виникають проблеми, які розв'язують через відповідні додаткові технологічні заходи. Проте ці заходи в більшості країн Європи заборонені законом про чистоту пивоваріння.

Проведені дослідження показують, що за умов високої врожайності зерна ячменю, екстрактивність, як показник якості знижується. Відповідно в технологічному плануванні потрібно задіювати додатково агротехнічні заходи.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. До важливих умов отримання високих показників урожайності зерна та його якості відноситься оптимізація живлення рослин. Відомо, що для нормального розвитку рослин необхідні не тільки азот, фосфор, калій,

а й мікроелементи, які беруть участь у всіх фізіологічних процесах росту та розвитку рослин, а також підвищують ефективність багатьох ферментів і покращують засвоєння рослинами елементів живлення з ґрунту. Як правило, більшість мікроелементів є каталізаторами, які активізують біохімічні реакції та впливають на їх спрямованість. У зв'язку з цим мікроелементи неможливо замінити ніякими іншими речовинами, їх нестача негативно позначається на рості та розвитку рослин [5]. В.В. Лихочвор вважає, що часто нестача кількох грамів одного з необхідних мікроелементів може обмежити засвоєння інших елементів живлення й зупинити подальше зростання врожайності навіть на високих фонах NPK. За високих норм застосування NPK різко збільшується швидкість і тривалість засвоєння мікроелементів. Мікроелементи не можуть бути замінені іншими поживними речовинами [6].

Важливим мікроелементом для росту та розвитку багатьох сільськогосподарських культурних рослин є бор. На відміну від інших мікроелементів бор не входить до складу ферментів, але впливає на значну кількість фізіолого-біохімічних процесів [7]. Установлено, що на фоні високих доз фосфорних добрив потреба рослин у борі зростає. Для забезпечення високої врожайності зерна ячменю пивоварного та його якості, фосфору вносять не менше 60–90 кг/га діючої речовини і завжди більше, як азоту. Звідси і виходить потреба додаткового застосування бору при вирощуванні ячменю.

У відношенні до пивоварного ячменю актуальною завжди є якість вирощеної продукції. Відомо, що всі складові, які забезпечують споживчу цінність пива наявні в ньому лише тоді, коли у технології його виробництва створюються оптимальні умови для метаболізму клітин дріжджів. Якість пива значною мірою залежить від біопродуктів — дріжджів, а саме — від обміну речовин у цих мікроорганізмів. Відповідно турботи пивовара полягають у тому, щоб у суслі, що представляє собою водний розчин екстрагованих речовин із солоду має бути достатня кількість компонентів, які забезпечують ефективну функціональну життєдіяльність дріжджів: амінокислоти — необхідні для утворення органів клітин; фосфати — для утворення АТФ;

жирні кислоти — для клітинних мембран; цукри — для запасних вуглеводів; солі, мікроелементи — зокрема цинк, який впливає на синтез білка дріжджами. Ці речовини екстрагуються з солоду виготовленого з ячменю. Тому завдання технології вирощування пивоварного ячменю полягає в тому, щоб забезпечити, як високу врожайність зерна, так і необхідну якість вирощеної продукції. Відповідно метаболізм дріжджів значною мірою залежить від мінеральних речовин і деяких іонів металу, до переліку яких відносять також сірку, калій, натрій, магній, кальцій, залізо, марганець.

Оскільки вирощування пивоварного ячменю в Україні зосереджено в основному на чорноземах типових і опідзолених у зоні Лісостепу західного, проблема нестачі цинку, як правило проявляється в забезпеченні потреби дріжджів у ньому під час бродіння. До цього часто призводять дві умови: недостатній уміст рухомого цинку в чорноземах (0,2 мг/кг ґрунту) та високий рівень урожайності зерна ячменю — понад 5 т/га.

Важливу роль у метаболізмі дріжджів відведено калію. Він сприяє покращенню всіх ферментативних перетворень пов'язаних з АТФ. Також важлива роль калію відводиться рН-регулюванню, яке пов'язане з обміном іонів водню на іони калію (іонний насос) [8, 9].

Отже, застосування в технології вирощування пивоварного ячменю при позакореновому підживленні рослин у посівах добривом «Нутривант Плюс пивоварний ячмінь» має сприяти поліпшенню його пивоварної якості.

Мета досліджень — дослідити вплив позакореневого підживлення рослин мікродобривом «Нутривант Плюс пивоварний ячмінь» на біохімічну якість зерна пивоварного ячменю ярого за показником екстрактивності.

Методика досліджень. Схема досліду: фактор А — норми мінеральних добрив, варіанти — $N_0P_0K_0$ (без добрив), $N_{30}P_{45}K_{45}$, $N_{60}P_{90}K_{90}$ (фони мінерального живлення); фактор В — норми застосування мікродобрива «Нутривант Плюс пивоварний ячмінь» за триразового проведення позакореневого підживлення рослин в період активної вегетації, кг/га фізичної ваги.

Перше проведення позакореневого підживлення рослин — початок фази кушіння, II етап органогенезу; друге — настання

Залежність екстрактивності ячменю від впливу позакореневого підживлення рослин мікродобривом «Нутривант Плюс пивоварний ячмінь», % (середнє за 2007–2009 рр.)

Фон мінерального живлення	3-разове позакореневе підживлення мікродобривом «Нутривант Плюс пивоварний ячмінь», норма добрив, кг/га					
	0	3,0	4,5	6,0	7,5	9,0
$N_0P_0K_0$	82,2	82,4	82,5	82,6	82,6	82,5
$N_{30}P_{45}K_{45}$	82,5	82,8	82,9	83,0	82,9	82,8
$N_{60}P_{90}K_{90}$	81,6	82,1	82,3	82,4	82,4	82,3

фенофази вихід у трубку, IV етап органогенезу, перехід рослин від вегетативного до генеративного періоду розвитку; третє — початок цвітіння, VII етап органогенезу.

Варіанти: 1-й — контроль (без проведення позакореневого підживлення рослин); 2-й — норма використання мікродобрива 3 кг/га (1 кг + 1 кг + 1 кг); 3-й — 4,5 кг/га (1,5 кг + 1,5 кг + 1,5 кг); 4-й — 6 кг/га (2 кг + 2 кг + 2 кг); 5-й — 7,5 кг/га (2,5 кг + 2,5 кг + 2,5 кг); 6-й — 9 кг/га (3 кг + 3 кг + 3 кг).

Мікродобриво «Нутривант Плюс пивоварний ячмінь» містить: фосфор водорозчинний (P_2O_5) — 23%; калій (K_2O) — 42%; бор (В) — 0,1%; цинк (Zn) — 0,5%; кислотність рН 1%-го розчину — 4,1–4,2; добре розчиняється у воді при $t=20^{\circ}C$. Зовнішній вигляд — жовтувато-білі дрібні кристали.

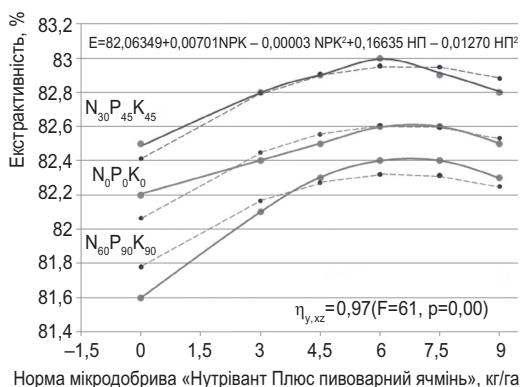
Об'єкт досліджень — рослини ячменю ярого сорту Себастьян чеської селекції.

Результати досліджень. Отримані результати застосування мікродобрива свідчать про залежність екстрактивності від основного внесення добрив (таблиця). Для проведення аналізу даних дії впливу позакореневого підживлення, застосований 2-факторний статистичний розрахунок, що дає можливість з'ясувати залежність оптимізації від фону мінерального живлення. Дані таблиці свідчать, що на варіанті без застосування мінеральних добрив $N_0P_0K_0$ ефективною є норма мікродобрива 6,0; 7,5 кг/га.

Відомо, що на фоні мінерального живлення $N_{30}P_{45}K_{45}$ посіви формуються за дещо одноріднішого розвитку пагонів, відповідно вертикальної ярусності, а це сприяє покращенню якості вирощеної продукції. Проте рівень урожайності зерна на фоні мінерального живлення $N_{30}P_{45}K_{45}$ набагато вищий порівняно з варіантом без унесення NPK.

Відповідно потреба в застосуванні технологічного варіанта позакореневого підживлення, таким чином має логічне обґрунтування. Без проведеного позакореневого підживлення екстрактивність становила 82,5%. За норми «Нутривант Плюс пивоварний ячмінь» 3 кг/га показник екстрактивності досяг у середньому за 3 роки рівня 82,8%. Кількість мікродобрива за однократного використання по 1,5 кг/га при 3-разовому застосуванні (загальна норма становила 4,5 кг/га) сприяла підвищенню екстрактивності до 82,9%. У разі подальшого збільшення норми добрив до 6 кг/га екстрактивність зростає до 83%. Підживлення рослин за норми внесення 7,5 та 9,0 кг/га спричиняло до зниження виходу екстракту солоду виготовленого з такого ячменю.

Щодо норми $N_{60}P_{90}K_{90}$, забезпечення вищої урожайності зерна на підвищеному фоні живлення призводить до зниження екстрактивних властивостей ячменю [10]. За встановленими результатами стає очевидною доцільність позакореневого підживлення мікродобривом «Нутривант Плюс пивоварний ячмінь». Без застосування досліджуваного технологічного заходу екстрактивність становила 81,6%. За 3-разового підживлення кожного разу нормою 1 кг/га «Нутриванта Плюс пивоварний ячмінь» показник становив 82,1%. Норма застосування 4,5 кг/га сприяла збільшенню екстрактивності до 82,3%, а норми мікродобрива 6,0 та 7,5 кг/га за 3-разового позакореневого підживлення рослин забезпечували розв'язання проблеми щодо оптимізації. Збільшення норми добрив за 3-разового підживлення



Норма мікродобрива «Нутривант Плюс пивоварний ячмінь», кг/га

Екстрактивність ячменю залежно від впливу позакореневого підживлення рослин «Нутривант Плюс пивоварний ячмінь»

з використанням кожного разу до 3 кг/га спричиняло до зменшення виходу екстракту, де встановлено значення 82,3%.

Отримані результати статистично обґрунтовані (рисунок). Установлено множинну кореляційну залежність екстрактивності від фону мінерального живлення та норми мікродобрива «Нутрівант Плюс пивоварний

ячмінь» за позакореневого підживлення рослин, коефіцієнт кореляції $\eta_{y,xz}=0,97$.

Форма зв'язку описується рівнянням регресії $E = 82,06349 + 0,00701 \text{ NPK} - 0,00003 \text{ NPK}^2 + 0,16635 \text{ НП} - 0,01270 \text{ НП}^2$. Достовірність рівняння висока. Відхилення теоретичних даних від емпіричних у межах допустимих похибок.

Висновки

Норма використання мікродобрива «Нутрівант Плюс пивоварний ячмінь» при позакореновому підживленні рослин залежить від фону мінерального живлення. На варіанті $N_{30}P_{45}K_{45}$ оптимальні витрати мікродобрива у загальній кількості за 3-разового використання по вегетації рослин становить 6 кг/га, за кожного застосування по 2 кг/га. За такого фону NPK показник екстрактивності становить 83%, що відповідає нормативним вимогам високої якості пивоварного ячменю.

На фоні мінерального живлення $N_{60}P_{90}K_{90}$ за 3-разового застосування мікродобрива однозначні за впливом сумарні норми 2 + 2 + 2 кг і 2,5 + 2,5 + 2,5 кг (6,0 та 7,5 кг) на 1 га, внаслідок чого забезпечується екстрактивність 82,4% відповідно обох варіантів.

Отримане рівняння регресії та побудовані графіки описують криволінійну за формою залежність екстрактивності від фактора впливу, норми застосування мікродобрива «Нутрівант Плюс пивоварний ячмінь».

Бібліографія

1. Гораш О.С. Залежність екстрактивності пивоварного ячменю озимого від сорту/О.С. Гораш, Р.І. Климишена//36. наук. праць. — К., 2013. — Вип. 17. Т. 1. — С. 73–76.
2. Васьо Н.І. Технологія та ефективність вирощування ячменю ярого, придатного для пивоваріння/Н.І. Васьо, М.Р. Козаченко, О.Г. Наумов та ін.// Вісн. ЦНЗ АПВ Харківської області, 2014. — Вип. 16. — С. 26–38.
3. Psota V. Barley and malt/V. Psota, O. Dvorackova, L. Sachambula, M. Necas, M. Musilova//Barley year book. — 2016. — Р. 11–155.
4. A simple and rapid test for gushing tendency in brewing materials/P. Vaag, P. Riis, A-D. Knudsen, S. Pedersen, E. Meiling//Proceeding of the European Brewery Convention Congress. — Oslo, 1993. — Р. 155–162.
5. Санін Ю.В. Особливості позакореневого підживлення сільськогосподарських культур мікроелементами/Ю.В. Санін, В.А. Санін//Агробізнес сьогодні. — № 6(229). — 2012. — <http://www.agro-business.com.ua/agronomii-siogodni/964-osoblyvosti-pozakorenevo-pidzhyvlennia-silskogospodarskykh-kultur-mikroelementamy.html>.
6. Лихочвор В.В. Найважливіші мікроелементи для озимини/В.В. Лихочвор//Агробізнес сьогодні. — № 9(280). — 2014. — С. 33–35.
7. Злобін Ю.А. Курс фізіології і біохімії рослин: підручник/Ю.А. Злобін. — Суми: ВТД «Університетська книга», 2004. — 464 с.
8. Кунце В. Технология солода и пива: пер. с нем./В. Кунце. — СПб.: Профессия, 2001. — С. 365, 368–369.
9. Нарцисс Л. Пивоварение. Т. 1. Технология солодоращения/Л. Нарцисс; пер. с нем. под ред. Г.А. Ермолаевой, Е.Ф. Шаненко. — СПб.: Профессия, 2007. — 73–74 с.
10. Гораш О.С. Вплив мінеральних добрив та норм висіву на екстрактивність пивоварного ячменю/О.С. Гораш//Аграрна наука і освіта. — 2006. — Т. 7, № 5–6. — С. 62–64.

Надійшла 15.11.2016.