

**НАЦІОНАЛЬНИЙ НАУКОВИЙ ЦЕНТР
“ІНСТИТУТ ҐРУНТОЗНАВСТВА ТА АГРОХІМІЇ
ІМЕНІ О. Н. СОКОЛОВСЬКОГО”**

**ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ В. В. ДОКУЧАЄВА**

Управління якістю зерна ячменю

**(рекомендації для спеціалістів
сільськогосподарських підприємств
і керівників господарств)**

Харків – 2010

Узагальнено результати досліджень співробітників Національного наукового центру “Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О. Н. Соколовського” і Харківського національного аграрного університету імені В. В. Докучаєва, а також численних польових досліджень та спостережень інших науковців. Рекомендації призначені спеціалістам сільськогосподарських підприємств і керівникам господарств для впровадження у виробництво систем управління якістю сільськогосподарської продукції.

Рекомендації підготували:

від ННЦ «ІГА»:

д. с.-г. н., проф. Фатєєв А. І., к. с.-г. н. Шедей Л. О., к. с.-г. н. Маклюк О. І., Доценко О. В., Найдьонова О. Є.

від ХНАУ:

к. с.-г. н. Залізовський В. С., к. с.-г. н. Клочко М. К., к. с.-г. н. Кудря С. І., к. с.-г. н. Попов С. І., Казаков В. О., Арцих Р. С., Панасенко О. В.

За редакцією доктора біологічних наук Мірошніченка М. М.

Рецензенти:

Рекомендації розглянуто і схвалено на засіданні Вченої ради ННЦ “ІГА імені О. Н. Соколовського” протокол № 12 від 15.09.2009 р., Вченої ради Інституту агробіології ХНАУ імені В. В. Докучаєва.

ЗМІСТ

ВСТУП

ОСНОВНІ ВИМОГИ ДО ЯКОСТІ ЗЕРНА ЯЧМЕНЮ

ВПЛИВ ПОГОДНО-КЛІМАТИЧНИХ УМОВ НА ЯКІСТЬ ЗЕРНА

ВПЛИВ ҐРУНТОВИХ УМОВ НА ЯКІСТЬ ЗЕРНА

ОБРОБІТОК ҐРУНТУ

СОРТИ ЯК ЗАСІБ УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ

РОЗМІЩЕННЯ ЯЧМЕНЮ В СІВОЗМІНІ

НОРМИ ВИСІВУ

ГЛИБИНА СІВБИ

ДОБРИВА ЯК ЗАСІБ УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ

СТРОКИ ЗБИРАННЯ ВРОЖАЮ

УЗАГАЛЬНЕННЯ

ЛІТЕРАТУРА

ВСТУП

Ячмінь є однією з найбільш розповсюджених у світі зернових культур. За площею посівів та валовим збором він займає четверте місце у світі, поступаючись лише пшениці, рису та кукурудзі. Зерно ячменю має широкий спектр використання у кормовиробництві для виробництва різних видів круп, в кондитерській промисловості для виготовлення сурогатів кофе, солоду та випікання дієтичного хліба. Особливо широко використовується ячмінь у пивоварному виробництві, де він є головною сировинною культурою для цієї галузі промисловості.

У зв'язку з швидким розвитком пивоварного виробництва в Україні два останніх десятиліття збільшуються потреби національного ринку в солодовій сировині. Під впливом цих потреб значно посилюється увага як науковців, так і виробників до пивоварного ячменю, вирощування якого стало економічно вигідним для сільськогосподарських підприємств. Проте, успішному практичному рішенню цього завдання нашим виробникам перешкоджають традиційні проблеми, пов'язані з низькою врожайністю та нестабільною якістю пивоварного ячменю, який вирощується у нашій країні. Над вирішенням питань створення оптимальних умов вирощування пивоварного ячменю успішно працює багато вчених, результати досліджень яких необхідно широко використовувати безпосередньо у виробництві, що сприятиме успішному розв'язанню цієї традиційної проблеми.

Завдання, яке ми ставимо перед собою, зводиться до того, щоб, використовуючи результати наукових досліджень з ячменем продовольчого, фуражного і пивоварного призначення, обґрунтовано визначити основні параметри (рамки) тих технологічних прийомів (норми добрив, норми висіву та глибина заробки насіння, вибір оптимального місця в сівозміні і т. ін.), які можуть бути успішно впровадженими у сучасне сільськогосподарське виробництво без суттєвих додаткових витрат, але з високою ефективністю.

ОСНОВНІ ВИМОГИ ДО ЯКОСТІ ЗЕРНА ЯЧМЕНЮ

Основні значення показників якості для першого/другого класу згідно ДСТУ 3769-98: вологість, %, не більше 14,5-15,0; маса 1000 зерен, г, не менше 40,0-38,0; масова частка білка, % не більше 11,0-11,5; крупність, % не менше 85,0-70,0; здатність до проростання, % не менше 95,0-92,0; життєздатність, % не менше 95,0; екстрактивність, % не менше 79,0-77,0 (рекомендовані вимоги).

Чехословацькі пивовари віддають перевагу сортам ячменю з умістом білка 9-11 % (високий уміст білка – причина помутніння пива, а низький – менше 8 % – мало пінестості пива).

ВПЛИВ ПОГОДНО-КЛІМАТИЧНИХ УМОВ НА ЯКІСТЬ ЗЕРНА ЯЧМЕНЮ

Забезпеченість рослин теплом, світлом та вологою в оптимальній кількості є необхідною передумовою для прояву ячменем свого біологічного потенціалу продуктивності та формування потрібних показників якості за нормального мінерального живлення.

Тепловий фактор. Біологічний мінімум температури для проростання висіяного в полі насіння ячменю відповідає значенню 4-5 °С, для формування органів плодоношення – 10-12 °С. Оптимальними умовами росту і розвитку ячменю є температурний інтервал 15-20 °С, у період цвітіння – 15-18 °С, під час формування і наливу зерна – 18-20 °С. У разі підвищення температури в період цвітіння і після його завершення підсилюється відтікання азотистих сполук із стебел у колос і зернівку, що обумовлює збільшення білковості. Сприятливим для формування маси зернівки ячменю є пізнє настання тепла навесні.

Світловий фактор. Важливим фактором впливу на якість пивоварного ячменю є забезпеченість світлом із певними характеристиками. Виявлено, що ультрафіолетові, фіолетові та сині промені (довжина хвиль <400 нм;

400-421 нм; 424-491 нм відповідно) сприяють утворенню в хлоропластах білків, а також прискорюють формування репродуктивних органів. Червоні промені довжиною хвиль 620-740 нм, навпаки, найактивніше сприяють синтезу вуглеводів. На біологічну якість сонячної радіації впливає атмосфера. Водяний пар, молекули газів поглинають короткохвильові ультрафіолетові, фіолетові та сині промені і пропускають довгохвильову частину спектра. Відповідно розсіяне хмарами світло збагачене (порівняно до прямого сонячного) важливими для забезпечення фотосинтезу вуглеводів помаранчево-червоними променями (600-680 нм), які сприяють формуванню урожаю ячменю пивоварної якості. Співвідношення розсіяного сонячного світла і прямого змінюється з півночі на південь, що є важливим для виділення зони вирощування пивоварного ячменю. У західному та центральному Лісостепу тривалість прямого сонячного світла в червні і липні становить 260-270 год. та 270-280 год. відповідно, на півдні України, в Херсоні, в червні – 311 год. і в липні – 350 год., в Одесі – 305 год. і 349 год. відповідно.

Фактор вологозабезпеченості. Загальною закономірністю є те, що вміст крохмалю в зерні ячменю зростає з просуванням посівів на захід і північ, тобто змінюється у зворотному порядку порівняно зі зміною кількості білка. Формування маси зернівки, як визначального чинника пивоварної якості, значною мірою залежить від кількості опадів за період вегетації, потреба у яких становить у середньому 285-290 мм. Встановлено, що дефіцит вологи у метровому шарі ґрунту в період формування продуктивності колосу (фаза цвітіння) є основним фактором, який обмежує поширення посівних площ пивоварного ячменю в Україні. Мінімальні запаси продуктивної вологи у метровому шарі ґрунту в цей період повинні становити не менше 100-125 мм, а оптимальні – 130-160 мм. Тому, за умов нестійкого та недостатнього природного зволоження при вирощуванні пивоварного ячменю доцільно використовувати зрошення для оптимізації вологозабезпечення.

Експериментальні дослідження впливу різного вологозабезпечення показали, що найвідповідальнішим періодом розвитку ячменя по забезпеченню

вологою є фаза трубкування. Найбільше висушування ґрунту в цей період різко знижує врожайність ячменю як без добрив, так і за їх застосування. У роки, сприятливі за зволоженням, вміст крохмалю у зерні, як правило, збільшується, а білка, навпаки, зменшується. У сухі роки спостерігається протилежна залежність. Ця закономірність простежується в усіх природно-кліматичних зонах вирощування ячменю – від дерново-підзолистих ґрунтів Полісся до темно-каштанових ґрунтів Сухого Степу.

В умовах Лісостепової зони на вилугуваних чорноземах встановлено, що величина гідротермічного коефіцієнта (ГТК) за травень-червень визначає рівень урожайності ячменю (Богомазов Н. П. и др., 1997; Ивойлов А. В. и др., 2002). Із покращенням вологозабезпеченості та збільшенням ГТК за цей період від 0,5 до 1,5 урожай ячменю зростає від 2,5 т/га до 3,1 т/га без внесення добрив. У посушливі роки (ГТК=0,50) приріст зерна від азотних добрив складає лише 0,1-0,4 т/га, причому від збільшення доз азоту від 30 до 90 кг/га приріст зменшувався, а за високої вологозабезпеченості зростає до 0,9-1,1 т/га. Післядія фосфорних та калійних добрив також збільшувалась із покращенням вологозабезпеченості від 0,10 до 0,4 т/га. З підвищенням вологозабезпеченості за травень-червень маса 1000 зерен зменшувалась від 43 г до 36 г, а розчинність білків знижувалась із 48 до 41. Вміст крохмалю у зерні, навпаки, збільшувався від 55,5 до 61,7 %, екстрактивність зерна – з 70,6 до 79,3 %, кількість мучнистих зерен – з 86 до 91 %. Розчинність солоду із зерна, вирощеного без добрив, за ГТК=1,00-1,25 оцінювалась як висока, а за ГТК=1,50 як нормальна.

Інститутом рослинництва ім. Юр'єва (Попов С. И. та ін., 2002) встановлено чітку зворотну залежність між опадами травня та білковістю зерна ($r=-0,91$). Між температурою повітря як у травні і у червні та вмістом білку в зерні також є пряма залежність ($r=-0,76$ та $r=-0,87$ відповідно). Зокрема, кількість опадів та температура повітря окремих років обумовили зміну білковості зерна ячменю сорту Одеський 100 від 7,7 до 16,1 %. Це дозволило теоретично розрахувати ту мінімальну кількість опадів (або поливів) для

травня, яка необхідна для різних фонів живлення, щоб забезпечити отримання зерна пивоварного ячменю, яке відповідало б 1 класу за параметрами білковості. Для отримання зерна пивоварного ячменю 1 класу на фоні без удобрення необхідна мінімальна кількість опадів у травні біля 54 мм, на фоні післядії 30 т/га гною – 69 мм, а на фоні післядії гною та мінеральних добрив (NPK)₃₀₋₆₀ – 73 мм. З цього добре видно, що кращі за родючістю фони потребують витрат додаткової вологи для формування нормативної білковості.

ВПЛИВ ҐРУНТОВИХ УМОВ НА ЯКІСТЬ ЗЕРНА ЯЧМЕНЮ

Технологія вирощування пивоварного ячменю передбачає оптимальну кількість однаково розвинутих і рівномірно розміщених на полі рослин. Цим обґрунтовуються його підвищені вимоги до родючості ґрунтів (теплові, водні, повітряні властивості і режими, щільність складення, біологічна активність).

Найкращими ґрунтами для забезпечення високої врожайності та пивоварної якості зерна ячменю є чорноземи типові та опідзолені значної частини Лісостепу України. Завдяки великому вмісту гумусу вони поглинають багато променевої енергії (на 10-15 % більше, ніж малогумусні ґрунти). Тепловий режим чорноземів забезпечує швидке поглинання води і елементів мінерального живлення ячменем із самого початку розвитку. Завдяки темному кольору, високому вмісту гумусу та сприятливому гранулометричному складу вони найкраще поглинають енергію сонця, довго зберігають тепло, що є важливим для забезпечення ранньої сівби пивоварного ячменю.

На родючих ґрунтах ячмінь значно менше використовує вологи на одиницю сухої речовини, ніж на ґрунтах з низькою родючістю. Відомо, що вміст капілярної підвішеної вологи зростає зі збільшенням у ґрунті фізичної глини і гумусу. Тому вважається, що кращими ґрунтами за гідрологічними властивостями є суглинкові чорноземи, для яких запаси продуктивної вологи в

метровому шарі ґрунту за найменшої польової вологості становлять 150-200 мм.

Проростання ячменю найкраще відбувається, коли вміст кисню в ґрунтовому повітрі становить близько 20 %, а максимум потреби в кисні для кореневої системи ячменю приходить на фазу цвітіння. Вміст кисню в ґрунтовому повітрі залежить від пористості ґрунтів, найвищі показники якої (37-62 %) мають чорноземи з найкращими умовами доступу кисню в ґрунт і виділення CO₂ в атмосферу.

За біологічними властивостями ячменю його розвиток найкраще відбувається за щільності орного шару 1-1,2 г/см³. Такі показники щільності верхніх горизонтів характерні для чорноземів. Чорноземи мають найкращі агрофізичні властивості, завдяки яким забезпечується інтенсивне поглинання поживних речовин, у них добре структурований верхній горизонт, під час розорювання вони не запливають і не утворюють кірку, стан стиглості у чорноземів настає раніше, ніж у сірих і дерново-підзолистих ґрунтів.

Хімічним властивостям ґрунтів належить визначальна роль у створенні умов інтенсивного поглинання рослинами поживних речовин, що є надзвичайно важливим у забезпеченні сприятливих умов початкового розвитку пивоварного ячменю. Ячмінь, протягом трьох тижнів після появи сходів, поглинає дві третини ($\frac{2}{3}$) загальної потреби калію і майже половину ($\frac{1}{2}$) фосфору, синтезуючи за цей час менше п'ятої частини ($\frac{1}{5}$) органічної маси. Завдяки цьому він належить до культур із коротким та інтенсивним періодом поглинання поживних речовин і з самого початку свого розвитку вимагає забезпечення оптимальних умов живлення. Між продуктивністю ячменю та агрохімічними показниками ґрунту є досить чітка залежність. Зокрема, простежується чітка тенденція до росту врожайності із збільшенням величини рН. До параметрів, що прямо впливають на врожайність цієї культури, належать також вміст гумусу в ґрунті ($r=0,41$), сума обмінних основ ($r=0,42$), вміст рухомого калію ($r=0,36-0,41$). У науковій літературі переважна більшість

відомостей щодо одержання кондиційного зерна пивоварного ячменю відноситься до ґрунтів, що мають вміст гумусу менше 3 %, азоту, що легко гідролізується – до 50 мг/кг, рухомого фосфору – понад 50 мг/кг, рухомого калію – понад 90 мг/кг, рН сольовий – від 5,1 до 6,9, рН водний – від 5,6 до 7,2.

Отже, відповідно до біологічних вимог і технології вирощування пивоварного ячменю, які полягають у потребі активного засвоєння елементів живлення з найперших етапів розвитку та сприятливих умов функціонування кореневої системи, кращими щодо забезпечення оптимальних умов є чорноземи. Проте, великим недоліком цих ґрунтів з точки зору придатності для вирощування пивоварного ячменю є значний вміст органічної речовини, який зумовлює інтенсивний розвиток процесів нітрифікації за сприятливих погоднокліматичних умов. Через високу ймовірність надлишкового азотного живлення рослин ячменю для стабільного одержання зерна кондиційних параметрів якості бажано вибирати ґрунти, які відповідають обмеженням, встановленим ДСТУ 4376:2005 «Якість ґрунту. Оцінювання придатності земель (ґрунтів) для вирощування пивоварного ячменю» (табл.).

Таблиця - Основні критерії оцінювання придатності ґрунтів для вирощування пивоварного ячменю згідно ДСТУ 4376 (у орному шарі)

Показники	Нормативні параметри
Гранулометричний склад — вміст фізичної глини (часток <0,01 мм), %	До 40 включно
Гумус, %	До 3 включно
Азот загальний, %	До 0,2 включно
Азот легкогідролізований, мг/кг	До 50 включно
Азот, що гідролізується лугом, мг/кг	До 150 включно
Азот нітратний, мг/кг	До 10 включно
Азот амонійний, мг/кг	До 15 включно
Азот мінеральний (нітратний+амонійний), мг/кг	До 25 включно
Нітрифікаційна здатність ґрунту, мг/кг	До 25 включно

Окрім цього, чорноземні ґрунти Степу і східної частини Лісостепу за запасами продуктивної вологи в шарі ґрунту 0-100 см обмежують можливості реалізації потенціалу сортів ячменю в період завершення формування урожайності за масою зернівки. Західна частина Лісостепу та зона Полісся, сприятливі за кліматичними умовами, дуже часто не відповідають вимогам пивоварного ячменю за ґрунтовими агрофізичними і фізико-хімічними показниками.

Для ячменю непридатні сухі, кислі, піщані, супіщані, торф'яні та засолені ґрунти. Суттєво впливає на врожайність ячменю та його пивоварну якість забруднення ґрунту техногенними викидами. Урожайність зерна на ґрунті, розміщеному на відстані 0,5 км від металургійного заводу без внесення добрив виявилась майже у шість разів нижчою, ніж з відстані 10 км. При цьому вміст білка у зерні на забрудненому ґрунті знизився до 77-86 % від незабрудненого, вміст жиру зменшився на 10-22 %, а кількість крохмалю, навпаки, збільшилася на 23-28 % (Гутиева Н. М., 1982).

СОРТИ ЯК ЗАСІБ УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ

У країнах, які підписали Європейську пивоварну конвенцію, допускається використання близько 300 ярих, 100 – дворядних і 100 – шестирядних озимих сортів ячменю. Для виготовлення солоду та пива більш придатні 2-рядні сорти ярого ячменю, оскільки систематичну роботу з поліпшення їхньої пивоварної якості проводять вже більше 100 років. Нині категорію пивоварного сорту ячменю у Європі присвоюють за результатами комплексного показника солодової властивості (ПСВ), який визначають згідно вимог математичних обчислень, прийнятих Комітетом з оцінки якості сортів солодового ячменю (місто Брно, Чехія). Оскільки у нових сортах максимально успадковуються вміст екстракту, діастатична сила, число Кольбаха, вміст білка, маса 1000 зерен, відносний екстракт та об'ємна маса, це свідчить про те, що сортовий генотип

ячменю значною мірою може визначати якість продукції солодового призначення.

Оцінка можливості управління якістю пивоварного ячменю за допомогою сортового фактора була зроблена О. С. Горашем на чорноземах типових південно-західної частини Лісостепу України. Середня врожайність сортів західної селекції Малз, Джерзей, Ебсон, Престиж, Анабель та Себастьян на фоні удобрення $N_{30}P_{45}K_{45}$ становила 5,9-6,2 т/га. Фактичний уміст білка в зерні всіх сортів знаходився у межах 10,7-11,0 %, що відповідає оптимальним параметрам. Зерно усіх сортів відповідало нормативним параметрам за числом Кольбаха та діастатичною силою. За екстрактивністю вимогам відповідало зерно тільки сортів Малз, Ебсон та Себастьян (83,0-83,1 %). За фріабілітивністю оптимальні значення були тільки у сортів Джерзей, Ебсон та Анабель, а за бета-глюканом – у сорту Анабель. У результаті найвищий ПСВ виявився у сорту Ебсон, чеської селекції – 8,1 бали. Сорти Малз та Себастьян набрали 7,0 та 7,3 бали, Джерзей – 6,5 бали (сорти з ПСВ понад 6 балів належать до добірних). До стандартних сортів із ПСВ від 6 до 4 балів відносяться сорти Престиж та Анабель (5,9 і 4,8 бали). Сорти з ПСВ 4 і менше балів непридатні для пивоварних цілей.

Серед сортів Джерзей, Барке, Скарлет, Абулет, Звершення, Гонар та Екзотів за параметрами однорідності зерна виявилися Джерзей, Барке та Скарлет, а за екстрактивністю – Скарлет. Цьому сорту, завезеному в Україну в 1999 р., властива послаблена диференціація у розвитку пагонів рослин порівняно з іншими сортами, завдяки чому забезпечується формування посівів кращого ступеня однорідності. Максимальна різниця за масою зерна між колосами окремої рослини становила 0,2 г., що є значно кращими у порівнянні з іншими сортами.

ячменю в Степу є просапні культури, які розміщуються в сівозміні після добре обробленої та удобреної кукурудзи на силос та зерно. У сприятливих за зволоженням роки ячмінь можна також висівати після цукрових буряків та озимої пшениці.

Дослідження показують, що просапні культури, і перш за все цукрові буряки, забезпечують отримання значно вищих врожаїв ячменю порівняно з такими попередниками, як зернові колосові культури. Після озимої пшениці спостерігається менша натура зерна, маса 1000 зерен, крупність, вирівняність, здатність до проростання, ніж там, де попередником ячменю є цукрові буряки (Дериглазова Г.М., 2006).

Добрими попередниками ячменю, окрім цукрових буряків, є також квасоля та кукурудза, а поганими - зернові колосові культури. Проте, в останньому випадку отримують зерно із значно вищим вмістом білку (на 1,5-2,0 %), що може бути корисним для кормовиробництва, проте зовсім небажане для пивоварного ячменю. У зв'язку з цим рекомендується при виборі попередника користуватися перш за все цільовим призначенням ячменю: пивоварний ячмінь слід вирощувати після просапних культур, які забезпечують високий урожай зерна з низьким вмістом білка, а для кормових цілей – після злакових культур.

У науковій літературі є дані й про те, що кращим попередником ячменю є чистий пар (Кузнецов Х. А., Корниенко А. Д., 1974) у порівнянні з вівсом на силос, горохом та соняшником. Проте, для умов Лісостепу України при вирощуванні пивоварного ячменю варто орієнтуватися на просапні попередники. Коли ячмінь вимушено розміщують після зернових культур, можна використовувати позитивний вплив поживних посівів гороху в суміші з соняшником та кукурудзою, або гірчиці білої та редьки олійної. Ці поживні посіви згладжують негативну післядію озимої пшениці як попередника, водночас збільшуючи врожайність ячменю на фоні удобрених поживних посівів на 0,5 т/га.

Інститутом землеробства та тваринництва західних районів (Зинченко А. И., Карасюк И. М., 1988) встановлено, що зерно ярого ячменю, який вирощували після цукрових буряків, в середньому за три роки мало високу вирівняність – 78,3 %, вміст крохмалю – 61,4 %, білка – 9,6 %, екстрактивність 78,2 %, плівчастість становила 9,4 %. Натомість, зерно ячменю, який розміщували після кукурудзи та картоплі, мало гірші показники: вирівняність – 66,3 та 59,6 %; вміст крохмалю – 58,2 та 58,3 %; білка – 10,9 та 11,2 %; екстрактивність 75,3 та 75,6 %; плівчастість – 10,0 та 11,8 % відповідно.

Інститутом зернового господарства УААН (Пабат І. А. та ін., 2002) встановлено перевагу як попередника ячменю соняшника над кукурудзою на зерно, що пояснюється фізичними властивостями ґрунту, реакцією на умови вирощування, алелопатичною лабільністю, рівнем залишкових запасів вологи і поживних речовин. Важливе значення має також кількісний та якісний склад післяжнивних-кореневих решток. На відміну від стебел кукурудзи, післяжнивні рештки соняшнику належать до ламких, вони легше подрібнюються і заорюються в ґрунт. Залежно від способу обробітку ґрунту ступінь загортання рослинних решток кукурудзи на 20-30 % менший, ніж у соняшнику. Різниця між цими культурами посилюється при застосуванні ґрунтообробних знарядь, робочі органи яких завдають сильної механічної дії на розрив, розріз, удар, згинання, тобто дискових і пружинних борін, луцильників.

Кукурудза порівняно із соняшником характеризується меншою алелопатичною пластичністю щодо більшості польових культур. Кореневі виділення її мають найвищу (до 20 кумаринових одиниць) фізіологічну токсичність, а післяжнивні рештки вивільняють у ґрунт фенольні сполуки, які можуть змінювати властивості клітинних оболонок, що призводить до гальмування проростання насіння, уповільнення росту коренів, ослаблення куціння, скорочення міжвузля, утворення щуплого зерна і зниження урожаю наступної культури сівозміни.

Викладені закономірності підтверджуються і у виробничих умовах. Зокрема, впродовж 1999-2000 років в СЗАТ „Підліснівське” Сумського району вивчали дію цукрових буряків, кукурудзи на силос, озимої пшениці та соняшнику як попередників ячменю сорту Роланд. Було засвідчено, що кращим попередником ячменю виявились цукрові буряки, після яких отримали 3,66 т/га зерна, після кукурудзи на силос – 3,38 т/га. Істотно менша урожайність ячменю спостерігалась після озимої пшениці та соняшнику – відповідно 3,1 т/га та 2,96 т/га. Там, де попередником ячменю були цукрові буряки, зафіксовано більшу вирівняність зерна та його крупність, меншу плівчастість у порівнянні з іншими попередниками, а такі показники як кількість дрібного зерна та життєздатність практично не залежали від попередників.

НОРМИ ВИСІВУ

Складною проблемою є рішення на перший погляд простого питання: кількість рослин на одиницю площі, яка забезпечила б вихід на оптимальні параметри формування високопродуктивних посівів пивоварного ячменю із добрими показниками якості. При вирішенні цієї проблеми виникає протиріччя. Відомо, що для отримання високого врожаю необхідно збільшувати кількість рослин на одиниці площі посіву, а з іншого боку доведено, що це збільшення призводить до зменшення кількості листків у пагонах кущіння, видовження нижніх міжвузлів стебел, листових пластинок, зменшуються розміри колоса, що спричиняє зниження продуктивності посівів. Це протиріччя існує постійно в практичному рослинництві. Зріджені посіви поглинають недостатньо сонячної енергії, а загущені, через значне перекриття листками площі посіву, обумовлюють виникнення фактору затінення, що веде до послаблення фотосинтезу. Отже, основою високих врожаїв є велика кількість рослин на одиницю площі, але не більша від тієї, що забезпечує нормальний розвиток кожної окремої рослини. Це загальне положення може бути реалізоване на

основі визначення конкретних норм висіву з урахуванням умов вирощування та у взаємозв'язку з елементами структури врожаю. Хімічний склад зерна, яким визначаються основні показники якості зерна ячменю, такі як уміст білка, екстрактивність, число Кольбаха, діастатична сила, фріабілітивність, наявність бета-глюкану і на основі яких розраховують статистичний показник солодових властивостей (ПСВ), великою мірою залежить від оптимальної норми висіву.

Для оптимального поєднання високої врожайності із добрими показниками якості зерна ячменю доцільно і необхідно диференціювати густоту посіву ярого ячменю залежно від біологічних особливостей сорту, рівня родючості ґрунту та доз добрив. Практичному вирішенню цієї проблеми присвячена значна кількість досліджень. Зокрема, П.І. Витриховським та ін. було встановлено, що оптимальною нормою для сортів ячменю Носівський 2 та Чернігівський є 5 млн. зерен/га, які забезпечили найвищий врожай як без добрив (1,44 т/га на дерново-підзолистому ґрунті та 4,03 т/га на чорноземі типовому), так і за умови використання добрив у помірній дозі $N_{30}P_{45}K_{45}$ (2,13 т/га і 4,49 т/га відповідно). Збільшення норм добрив, зокрема азотних, вже не забезпечувало суттєвого збільшення врожаїв. При загущенні посівів відмічається стійка тенденція до зниження вмісту протеїну і зольних елементів та зворотна залежність між білковістю та вмістом крохмалю й екстрактивністю. Мінеральні добрива, особливо азотні, певною мірою послаблювали вплив загущення на вміст білкового азоту.

У південних районах Лісостепової зони кращою виявилась норма висіву в 4,5 млн. схожих зерен на гектар, за якої також отримали найвищий приріст зерна (0,62 т/га) від норм добрив $N_{90}P_{90}K_{45}$. При збільшенні норми висіву з 3 до 6 млн. зерен/га показники структури врожаю (маса 1000 зерен, продуктивна та загальна куцистість, кількість зерен в колосі) постійно та послідовно зменшуються.

Подібні закономірності впливу норм висіву та фону мінеральних добрив були отримані й в умовах Західного Лісостепу на темно-сірих опідзолених

грунтах (Туапський О. Р., 2002), де оптимальною густотою продуктивного стеблостою, яка забезпечує добру озерненість і високу масу зерна з колоса та найбільший вихід зерна з 1 м², виявилась норма висіву 4,5 млн. схожих насінин на 1 га.

Дослідження О. С. Гораша, проведені в умовах південно-західного Лісостепу на чорноземах типових, показали, що стабільно прийнятої норми висіву бути не може. Відхилення від оптимальної норми висіву, як у сторону збільшення, так і за її зменшення, призводить до погіршення пивоварної якості зерна. Зокрема, для ячменю сорту Скарлет було встановлено практичну рівнозначність за впливом на врожайність таких норм висіву як 300, 350 та 400 насінин/м², проте за показниками якості (уміст білка, числом Кольбаха та екстрактивністю), а також за відсотком виживання рослин від схожості до дозрівання та за кількістю пагонів кушіння (446-442 шт./м²) безумовно кращими були норми висіву 300 і 350 насінин/м² на фоні N₆₀P₉₀K₉₀. Відповідно до сучасних європейських вимог якості до сортів солодового ячменю комплексний показник їх солодових властивостей (ПСВ) повинен бути не менше 4 балів. Фактично цей показник за густоти 300 і 350 насінин/м² без добрив знаходився у межах 4,3-4,5 балів, а за оптимальних норм добрив (N₃₀₋₆₀P₄₅₋₉₀K₄₅₋₉₀) – від 4,4 до 5,0 балів. Зменшення норм висіву до 250 насінин/м² або збільшення до 400 насінин/м² без використання добрив призвело до зменшення ПСВ до 3,7-3,9 балів, а на фоні N₆₀P₉₀K₉₀ – до 3,3-2,5 балів. Це свідчить про те, що інтервал оптимальних норм висіву для пивоварного ячменю знаходиться у межах від 3,0 до 3,5 млн. схожих насінин/га.

У кінці ХХ століття при аналізі умов живлення зернових культур вченими було зроблено висновок про доцільність зменшення міжрядь з 15 см до 8-12 см з метою збільшення відстані між зернинами в рядку від 1,1-1,3 см до 3-4 см. У дослідженнях взаємозв'язку норм загущення одиниці довжини посівного рядка ярого ячменю з пивоварною якістю було встановлено (Роїк М. Б., Гораш О. С., 2007), що існує тісна залежність між продуктивністю

посівів і продуктивністю рослин з одиниці довжини рядка. Відповідно до цього введено показник – оптимальне число рослин на одиницю довжини посівного рядка, або норма загущення посівного рядка. Встановлено, що на агрофоні удобрення $N_{60}P_{90}K_{90}$ при висіві 45 та 52 насінин/метр погонний (тобто при 3,0 та 3,5 млн. зерен на гектар) спостерігається оптимальне поєднання високої врожайності ячменю сорту Скарлет та якості одержаного зерна. Така відстань між насінинами в рядку виявилась достатньою для синтезу в зерні оптимальної кількості білка (10,8 %) та високої екстрактивності (82,3-82,4 %), а також зниження вмісту β -глюкану, що є позитивним для якості пива. Відхилення від оптимуму норми загущення як до 37 так і до 60 насінин на погонний метр призвело до погіршення показників якості зерна пивоварного ячменю.

Системний аналіз продукційного процесу формування пивоварного ячменю (Гораш О. С., 2007) показав, що якість зерна залежить від елементів структури врожайності на основі сильного зв'язку діастатичної сили з масою крупної зернівки. Водночас, маса крупної зернівки зворотно пов'язана з кількістю продуктивних стебел на одиниці площі посіву і позитивно - з масою зерна колоса та кількістю зерен. Здатність посівів як системи управління елементами структури врожайності визначається нормою висіву та відстанню розміщення рослин уздовж рядка.

Отже, за допомогою зміни норми висіву насіння можна управляти урожайністю та якістю зерна за рахунок кількості продуктивних стебел на одиниці площі посіву, кількості зерен колоса і маси крупної зернівки. Проте, урожайність зерна за норм висіву 300, 350, 400 насінин/м² залишається однаковою, а при висіві 250 насінин/м² – знижується лише на 6-8 %. Причиною такої малої різниці є різний рівень реалізації елементів врожайності відповідно до закону компенсації (із збільшенням норми висіву формується більше продуктивних стебел, але зменшується озерненість колоса та маса крупної зернівки), який полягає в авторегуляції структурних компонентів. На практиці це означає, що не потрібно намагатися досягти певного однакового рівня норми

висіву, а достатньо знати, у яких межах зміна норми висіву не призведе до небажаної зміни урожайності та показників якості. Для сучасних пивоварних ячменів західної селекції, які використовуються в Україні, оптимальною нормою висіву є 3,0-3,5 млн./га, а для вітчизняних сортів – 4,5-5,0 млн./га, але ці межі можуть змінюватись залежно від умов вирощування. Так, за сприятливих умов на багатих агрофонах оптимальною є норма 3,5-4 млн./га, на середніх – 4-5, на бідних – 5,5-6,5 млн./га насінин.

На основі численних дослідних даних та практики передових господарств за інтенсивної технології вирощування фуражного ячменю рекомендується висівати: в південному Степу України 3,5-4 млн./га, в центральному та північному Степу 4-4,5 млн./га, в Лісостепу 4,5-5 млн./га і на Поліссі – 4,5-5,5 млн./га схожого насіння. У кожному конкретному випадку ці норми треба конкретизувати. При внесенні високих доз добрив під попередник або оптимальних доз безпосередньо під ячмінь норму висіву дещо зменшують. На неудобрених фонах при посіві сортів з невисокою енергією кущіння, а також за несприятливих умов весняного періоду, рекомендовану норму висіву збільшують на 15-20 %.

У Лісостепу та на Поліссі України ярий ячмінь є основною покривною культурою, під яку підсівають багаторічні трави. У цьому випадку посівну норму зменшують на 10-15 % порівняно з чистими посівами.

ГЛИБИНА СІВБИ

Біологічний потенціал ячменю повною мірою може проявитися лише за оптимальної глибини розміщення насіння від поверхні ґрунту, яка може бути різною залежно від умов вирощування. Більшість дослідників вважає, що глибина загортання насіння ярого ячменю за достатньої вологості посівного шару ґрунту повинна становити 5-6 см, а на важких запливаючих ґрунтах 3-4 см.

Проте, з цього питання є й інші обґрунтовані твердження (Касаєва К. А., 1986) щодо необхідності визнати за оптимальну глибину посіву 2-3 см, тому що конус наростання злакових культур завжди виноситься в шар ґрунту 1-3 см. Для цього можна використовувати коткові сівалки та сівалки пунктирного і точного висіву, які дозволяють мілко сіяти.

Високих результатів урожайності за добрих показників якості зерна пивоварних сортів ячменю було досягнуто і за мілкої сівби (біля 3 см) на чорноземі опідзоленому Хмельницької області, використавши для цього сівалку СПУ-6 з анкерними сошниками полозоподібного типу з тупим кутом входження у ґрунт (Гораш О. С., Рожик М. Ф., Мастій В. В., 2008). У середньому за три роки урожай без добрив знаходився у межах 4,1-4,2 т/га, а при внесенні $N_{60}P_{90}K_{90}$ сягнув рівня 6,8-7,1 т/га за вмісту білка в зерні в межах 10,8-10,9 %.

Ще більш вражаючими були результати польових досліджень, проведених у 2002-2005 роках на чорноземі типовому, сформованому на карбонатних лесовидних суглинках Західного Лісостепу із глибиною загортання насіння близько 3 см. Весняний обробіток ґрунту полягав у розпушуванні перед посівом лише на глибину загортання насіння (Гораш О. С., Климишенко С. І., 2008). За мінімальних доз добрив $N_{30}P_{45}K_{45}$ урожай зерна знаходився в межах 6,2-6,6 т/га, досягнувши рівня у 8,2-8,7 т/га при дозах $N_{90}P_{120}K_{120}$.

З вищенаведеного можна зробити висновок, що за умов достатнього вологозабезпечення оптимальна глибина посіву ячменю пивоварного знаходиться близько 3 см.

У більш південних районах, переходячи до степової зони, така глибина може виявитися замалою. У дослідях ННЦ «ІГА», проведених на чорноземі звичайному важкосуглинковому степової частини Харківської області (Лісовий М. В., Носко М. С., 1975) встановлено, що врожай зерна, а також

приріст від мінеральних добрив практично не змінювався при збільшенні глибини посіву від 6-7 см до 8-10 см.

ДОБРИВА ЯК ЗАСІБ УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ ЗЕРНА

Добрива – першочерговий і найбільш ефективний засіб як збільшення врожайності зерна ячменю, так і управління його якістю.

Протягом останніх 30-40 років до цієї культури була привернута увага багатьох вітчизняних і зарубіжних дослідників. Результати наукових досліджень у різних ґрунтово-кліматичними зонах дозволяють вивести загальні закономірності та правила управління якістю ячменю за допомогою агрохімічних засобів.

Ячмінь є досить стійкою культурою, не проявляючи депресії, але й слабо збільшуючи врожайність за високих доз мінеральних добрив. Величина приросту врожаю з одиниці площі швидко зростає до рівня $N_{60}P_{90}K_{60}$, а з подальшим збільшенням доз добрив темпи приросту різко знижуються і в інтервалі від $N_{100}P_{150}K_{100}$ до $N_{160}P_{240}K_{160}$ можуть дорівнювати лише 0,1 т/га. Тому окупність 1 кг NPK приростами зерна ячменю дуже різко зменшується при підвищенні норм мінеральних добрив, а оптимум знаходиться у межах $N_{20-60}P_{30-90}K_{20-60}$. Узагальнення понад двох сотень дослідів з добривами, проведене Михайловим у 80-ті роки минулого сторіччя, показало, що в середньому від внесення $N_{45-70}P_{45-70}K_{40-60}$ збільшення урожаю ячменя в Поліській зоні України становить 0,8-0,9 т/га, а в Лісостепу на темно-сірих лісових ґрунтах і чорноземах – в межах 0,53-0,77 т/га.

У початковій фазі розвитку ячменя добрива сильніше впливають на процес коренеутворення порівняно з наступними фазами. Зокрема, внесення під ячмінь $N_{30}P_{60}K_{60}$ призвело до збільшення маси коренів: у фазі трубкування - в 2,1 рази, при колосінні – в 1,5 рази та у фазі повної стиглості – в 1,7 рази (Антонів С. Ф. та ін., 1976). Азот добрив у найбільшій мірі впливає на

формування коренів, маса яких без внесення азоту є меншою на 15-25 %. Відсутність фосфору у внесених добривах не впливає суттєво на коренеутворення. Водночас, відношення маси коренів до надземної маси за удобрення зменшується унаслідок більш продуктивного споживання елементів живлення та вологи і підвищення врожайності. Коренева система ячменю без удобрення досягала 72 см, а на удобрених варіантах – 81-87 см.

Позитивна дія добрив на врожайність і споживчу якість зерна пояснюється прискоренням початку фази кушіння та виходу в трубку на 3-5 днів, а фази колосіння та повної стиглості на 2-3 дні (Лютый М. Р. та ін., 1975). Найбільше первинних і вторинних коренів у рослин ячменю у фазі кушіння утворюється там, де вносили повне мінеральне добриво $N_{75}P_{150}K_{90}$ (збільшення з 3,4-3,0 шт./рослину до 4,4-4,6 шт./рослину). Найкращим за окупністю (8,6 кг зерна/кг NPK) виявилось внесення під ячмінь $N_{30}P_{60}K_{30}$ та під його попередник у сівозміні $N_{45}P_{90}K_{60}$, що збільшувало продуктивну кущистість на 0,15, озерненість колоса на 2,6 шт., вагу зерна 1 колоса на 0,13 г, масу 1000 зерен на 4,8 г та вміст білка у зерні на 0,75 %. Витрати вологи на формування 1 т зерна за внесення 15 т/га гною та $N_{150}P_{150}K_{90}$ за сівозміну склали 909 т, що на 410 т менше від варіанта без добрив.

Провідним засобом управління врожайністю та якістю зерна є азотні добрива, які можна вносити під передпосівну культивуацію одноразово та дробно, у фазу трубкування та колосіння. Встановлено (Берестов И. И., 1974), що суттєвої різниці на удобрених азотом в різні строки посівах практично немає, але вміст білку в зерні та його фракційний склад змінюється залежно від норм азотного живлення. За помірного азотного живлення (N_{60}) у складі білків міститься більше водо- та солерозчинних фракцій білків, ніж за високої забезпеченості азотом. Збільшення білковості зерна від азотних добрив відбувається переважно за рахунок спирто- то лужнорозчинних фракцій білків. Роздрібнене внесення азотних добрив у порівнянні з разовим не впливає суттєво на співвідношення між фракціями білка.

Як показують дослідження Я. Є. Ломницького і В. І. Федько, мінеральні добрива змінюють фракційний склад білка зерна ячменю. Під їх впливом в зерні ячменю збільшується вміст усіх фракцій білка, а в білку відзначається найбільше солерозчинник фракцій, які становили від суми фракцій 30,5-32,4 %, горденів 24,8-26,0 % і глютелінів 25,7-26,6 %. Найкращу пивоварну якість зерно ячменю формує на фоні фосфорно-калійного удобрення ($P_{60}K_{60}$). При внесенні невисоких доз азотних добрив (N_{30-60}) воно має добру вирівняність (83,4-85,2 %), невелику плівчастість (8,6-9,8 %) і невисокий вміст білка. Збільшення ж кількості азоту до N_{90-120} на фоні $P_{60}K_{60}$ погіршує пивоварні властивості зерна. Отже, після добре удобрених попередників безпосередньо під пивоварний ячмінь можна вносити лише фосфорно-калійні добрива в дозі $P_{60}K_{60}$, а після недостатньо удобрених – ще й азотні в дозі N_{30-60} кг/га. Азоту не слід вносити більше ніж 60 кг/га. Доза цього елемента 30-60 кг/га забезпечує достатньо високий рівень урожайності зерна доброї пивоварної якості. Вносити мінеральні добрива слід одноразово під передпосівну культивуацію, оскільки багаторазове їх застосування значно погіршує пивоварну якість зерна.

Узагальнення великої кількості наукових даних та досвід передового виробництва (Кононюк В. А. та ін., 1986) призвело до обґрунтованої думки, що застосовуючи оптимальні норми висіву (4,5-5,0 млн./га) за помірного удобрення ($N_{40-80}P_{40-60}K_{40-60}$), яке не викликає надмірного кущення рослин, можна отримати вирівняне зерно з добрими пивоварними властивостями.

Значну цінність в цьому питанні має досвід чеських і польських вчених. За даними досліджень у цих країнах з давніми пивоварними традиціями під впливом зростаючих доз азотних добрив (0-20-40-60 кг/га) зменшується вирівняність зерна, маса 1000 зерен і вміст екстрактивних речовин, а зростає вміст білка (Корецьку М; Dudas F. і Pelikan M.). Jerzy Sowinski вказує, що внесення азоту понад 30 кг/га (норми 60 та 90 кг/га) негативно впливає на пивоварну якість ячменю, зменшуючи відповідно на 4,4 і 8,5 % вирівняність зерна, на 0,4 і 0,6 % вміст екстракту та збільшуючи вміст білка на 1,2 і 3,1 %.

Пивоварні властивості зерна ячменю залежать від доз та співвідношення азотних і калійних добрив. А. В. Пасвінковим (2002) показано, що внесення K_{30} і K_{60} на фоні N_{30} знижує вміст білка на 0,56 і 0,12 % відповідно, а за доз K_{60} і K_{120} на фоні N_{60} проявляється стійка тенденція до зниження вмісту білка. Відмічено, що роль калію у зниженні вмісту білка у зерні ячменю зростає у несприятливих за погодними умовами роках.

Загалом технологія вирощування зерна ярого ячменю для пивоваріння, крім зазначених рекомендацій щодо густоти посіву й удобрення, нічим не відрізняється від технології вирощування зерна продовольчого та фуражного. Проте, удобрення ячменю за різних ґрунтово-кліматичних умов має свої особливості.

Удобрення ячменю на ґрунтах підзолистого ряду. Унаслідок несприятливих агрофізичних і фізико-хімічних властивостей дерново-підзолистих, ясно-сірих лісових та сірих лісових оглеєних ґрунтів окупність мінеральних добрив на них дуже залежить від ступеня окультуреності. На слабо окультурених ґрунтах спостерігається зростання врожайності зерна ярого ячменю до збільшення доз азоту від N_{30} до N_{60} , а фосфору від P_{60} до P_{120} . На окультурених ґрунтах врожайність збільшується за $N_{30-60-90-120}$ та P_{30-60} . На кислих ґрунтах з рН менше за 5 мінеральні добрива проявляють досить велику ефективність тільки на фоні вапнування. Водночас, і саме вапнування суттєво підвищує врожайність та білковість зерна ячменю. Зокрема, на чорноземах вилугуваних, які мають слабокислу реакцію середовища, вапнування ґрунту під попередник ячменю цукрові буряки підвищило вміст білка у зерні ячменю на 0,6-1,7 %.

На осушених дерново-карбонатних ґрунтах (Балан А. Г. та ін., 1973), яким притаманний низький рівень природної родючості, внесення під ячмінь $N_{30}P_{60}K_{60}$ збільшило врожайність зерна у 2,2 рази, до рівня 3,7 т/га. Проте, подальше подвійне збільшення норм мінеральних добрив забезпечило збільшення приросту зерна всього на 0,61 т/га, тобто окупність прямої дії

добрив зменшилась з 11,6 до 7,8 кг зерна на 1 кг NPK, причому окупність другої половини норми добрив у даному варіанті зменшилась до 4,1 кг зерна на 1 кг NPK, що свідчить про недоцільність такого збільшення. Вплив добрив на пивоварну якість зерна ячменю проявився наступним чином: натура зерна збільшувалась під впливом фосфорно-калійних добрив на фоні гною та зменшувалась під дією азотних добрив (особливо N_{60}); вага 1000 зерен досягла максимального значення (39,6 г) при внесенні під ячмінь $P_{60}K_{60}$ на фоні післядії гною та РК добрив, а найменша маса (30,2 г) – за $N_{120}P_{120}K_{180}$; крупність досягла максимального значення за $P_{60}K_{60}$ (80,2 %).

Отже, під впливом азотних добрив кількість крупних зерен зменшується, особливу у вологі роки при виляганні, а вміст білку збільшується пропорційно дозам добрив. Плівчастість (найцінніше низькоплівчате зерно ячменя: 7-9 %) під впливом добрив зменшується. За $N_{15}P_{30}K_{30}$ та $P_{60}K_{60}$ білковість зменшилась на 0,3-0,6 % унаслідок ростового розбавлення на фоні нестачі азоту, від N_{60} зросла до 10,9-11,9 %, а під впливом норми добрив $N_{60}P_{120}K_{120}$ - збільшилась до 12,9 %.

Між білком і крохмалем, а також білком та екстрактивністю зерна існує зворотна залежність. Тому найвищий вміст крохмалю спостерігається там, де білковість найменша. Встановлено наявність прямої залежності також між такими показниками, як вміст крохмалю та натура зерна, натура зерна – вага 1000 зерен, вміст крохмалю – вага 1000 зерен, екстрактивність – крупність, екстрактивність – натура зерна та екстрактивність – маса 1000 зерен.

Вміст N, P_2O_5 , K_2O , та Ca у рослинах ячменю найвищий у фазу кушіння, поступово зменшуючись до повної стиглості. Оптимальне співвідношення між азотом, фосфором і калієм можна встановити тільки під час колосіння ярого ячменю, коли настає період утворення генеративної органів. Таке співвідношення N, P_2O_5 , K_2O у фазі колосіння, яке забезпечує отримання максимального врожаю, дорівнювало 10:4:9. Зерно з високими пивоварними якостями одержано при співвідношенні у фазі колосіння між азотом, фосфором

та калієм 10:6:14. Із звуженням співвідношенням між азотом і фосфором у цій фазі спостерігається тенденція до поліпшення пивоварних якостей зерна ячменю, насамперед, за рахунок екстрактивності зерна.

Таким чином, для середніх умов дерново-підзолистих ґрунтів можна отримувати гарні врожаї зерна ячменю із хорошими показниками якості при використанні мінеральних добрив у дозах $N_{30-60}P_{60}K_{60-90}$.

На сірих лісових ґрунтах (Асаров Х.К. та ін., 1980) максимальний урожай отримали при внесенні PK_{90} восени та N_{90} навесні під культиватор, а позитивна дія рядкового внесення проявилася лише за низьких доз основного удобрення. Уміст білкового азоту в зерні зростав з 1,7 % до 2,0 % при збільшенні норм добрив, але рядкове удобрення на цей показник не вплинуло. Водночас, на темно-сірих лісових ґрунтах Львівської області встановлено (Тучанський О. Р., 2002), що перенесення частини азоту (N_{30}) на весняне підживлення є доцільним і для озимої культури ячменю. У цьому випадку добрива сприяють збільшенню загального (на 11-17 %) і продуктивного (на 15-16 %) кущення, збільшенню маси 1000 зерен (на 1,9-2,5 %), деякому зменшенню його плівчастості.

Отже, у зоні розповсюдження ґрунтів підзолистого ряду, за умов достатнього зволоження ячмінь дуже добре реагує на внесення добрив. Приріст урожаю від внесення мінеральних добрив може становити 1,5-2,0 т/га. Але для запобігання вилягання рослин необхідно вірно розрахувати співвідношення поживних речовин – азоту, фосфору та калію. Внесення фосфору сприяє кущинню ячменю, запобігає вилягання, прискорює досягання, підвищує якість зерна. Норма внесення фосфору коливається в межах 40-100 кг/га. Калій допомагає сформувати більш виповнене зерно, збільшує стійкість рослин до хвороб та вилягання, ячмінь стає стійкішим до посухи. Норма внесення калію 60-120 кг/га.

Удобрення ячменю на чорноземах. Чорноземні ґрунти Лісостепової зони України розповсюджені в доволі різноманітних фізико-географічних умовах, де параметри ГТК за теплий період коливаються від 0,9 до 1,8. Тому

оптимальні норми добрив, строки і способи їх внесення є різними залежно від типу ґрунту, погодних умов поточного року та інших впливових факторів.

Н. П. Богомазов (1997) вважає оптимальною дозою азоту N_{30} , яка на фоні післядії $N_{90}P_{90}K_{90}$ забезпечила зростання на вилугуваному чорноземі врожайності зерна на 0,36-0,94 т/га, а подальше підвищення норм азотних добрив до 60-90 кг/га, навіть у сприятливій за зволоженням роки, не забезпечило суттєвої прибавки, водночас підвищивши вміст білка у зерні з 9,1 до 13,8 %. Уміст крохмалю від азотних добрив зменшився з 60,2 % до 54,0-57,2 %. Цінними для пивоваріння є біля 80 % сполук зерна ячменю, які називаються екстрактивними і вміст яких у зерні по рокам коливався у межах 40,6-79,3 %, зменшуючись від азотних добрив на 0,8-1,3 %. Внесення зростаючих доз азотних добрив зменшує розчинність солоду та погіршує пивоварну якість зерна. Число Кольбаха, яке є показником розчинності білків, знижується на 2-5 %. Це свідчить про необхідність обмеження норм азотних добрив, які застосовуються під ячмінь для пивоварних цілей на чорноземних ґрунтах.

На чорноземі вилугуваному середньосуглинковому (Власенко Н. Г. і др., 2005) встановлено, що внесення N_{30} та N_{60} суттєво не впливає на масу 1000 зерен, а крупність зерна зростає на 3,3 та 6,2 % відповідно. Зерно з найбільшою масою формувалось при вирощуванні ячменю у варіанті з оранкою і внесенням N_{60} (45,1 г), а максимальний вихід крупної фракції насіння було отримано з рихленням при тій же дозі азоту (65,1 %).

На дослідному полі НАУ на чорноземі типовому (Пилипенко М. О., 2001) застосування під ячмінь $N_{60}P_{60}K_{60}$ на сортах ячменю Звершення та Екзотик дало оптимальні прибавки урожаю (від 1,08 т/га до 1,36 т/га), а подальше збільшення доз добрив до $N_{90}P_{60}K_{60}$ та $N_{90}P_{120}K_{120}$ не призвело до адекватного зростання врожайності. Удобрення зменшило плівчастість та вміст крохмалю, а енергія проростання та здатність до проростання незалежно від використання добрив знаходились практично на одному рівні. У інших дослідках в аналогічних ґрунтово-кліматичних умовах максимальний приріст зерна (0,59 т/га)

забезпечило внесення $N_{60}P_{90}K_{90}$. Вміст білка в зерні збільшувався із зростанням доз добрив, а вміст крохмалю в зерні, навпаки, знижувався на 0,7-1,0 %. Позитивний вплив добрив проявився на масі 1000 зерен, де відбулось збільшення від 39,9 до 41,5 г, на натурній масі (619-637 г-л) та на екстрактивності (73,0-74,8 %).

При вирощуванні зерна ячменю для пивоваріння норми азотних добрив і строки їх внесення необхідно так регулювати, щоб засвоєння рослинами азоту закінчувалось до колосіння. Дослідженням Г. П. Жемели також встановлено, що мінеральні добрива у нормах (NPK) 30-60 на фоні післядії 30 т/га гною підвищують вміст білка у зерні ячменю від 0,1 до 1,9 %.

На чорноземах типових Поділля О. С. Горашем (2007) проведено комплексну оцінку пивоварної якості зерна ячменю сорту Скарлет за статистичним показником солодової властивості (ПСВ) з урахуванням вмісту білка, екстрактивністю, числом Кольбаха, діастатичній силі, фріабілітності та наявності в суслі бета-глюкану. Згідно європейських стандартів якості до пивоварного ячменю його ПСВ повинен перевищувати 4 бали. Таким вимогам до якості зерна відповідали (при нормах висіву 3,0 і 3,5 млн./га) три варіанти: контроль без добрив (4,35 і 4,47 бали), $N_{30}P_{45}K_{45}$ (4,96 і 5,02) та $N_{60}P_{90}K_{90}$ (4,45 і 4,55). Подальше збільшення норм добрив до $N_{90}P_{120}K_{120}$ призвело до зниження ПСВ (1,35 і 1,28). Найбільш доцільним виявилось використання норми добрив $N_{60}P_{90}K_{90}$, яке призвело до збільшення урожаю на 2,9 т/га за збереження показників якості, які відповідають сучасним вимогам.

За свідченням зарубіжних спеціалістів, у межах 10,2-11 % відбуваються зміни білковості зерна пивоварного ячменю, які не призводять до небажаних наслідків за кількістю розчинного білка, необхідного для виготовлення затору та забезпечення дріжджів живильним середовищем. Тому $N_{60}(PK)_{90}$ може бути доцільним елементом технології. Ліміт нижньої межі екстрактивності, прийнятий у Чехії, становить не менше 81,5 %.

У східній частині Лісостепової зони на чорноземі типовому найбільш доцільним виявилось сумісне внесення під ячмінь $N_{40}P_{40}K_{40}$, забезпечивши найвищий приріст зерна ячменю (1,1 т/га) у порівнянні як з окремими видами добрив, так і їхніми парними поєднаннями. За методом Співаковського встановлено, що азотні добрива обумовили 53 % приросту зерна від сумарної дії NPK, фосфорні – 35 %, а калійні – 12 %. Окрім того, азотні добрива є не тільки засобом підвищення врожайності, але й необхідною передумовою (фоном) для ефективного використання фосфорних і калійних добрив.

У цій частині Лісостепу відмічено (Попов С. И. и др., 2002), що за підвищених та високих показників нитрифікаційної здатності та значних фактичних запасів мінерального азоту в ґрунті у орному шарі, або у шарі ґрунту 0-60 см, азотні добрива вносити взагалі не рекомендується. За цих умов можна обмежитись внесенням у рядки мінеральних добрив у дозах $N_{10}P_{15}K_{10}$, або P_{10-20} . Незалежно від попередника післядія 30 т/га гною практично не змінює вміст білка, а використання на фоні гною $N_{60}P_{60}K_{60}$ підвищило білковість з 10,6-11,1 % до 11,7-11,9 %. У схожих кліматичних умовах на чорноземі типовому Белгородської області (Доманов Н. М. и др., 2008) встановлено, що за використання низьких доз добрив $N_{30}P_{30}K_{30}$ на фоні гною і на контролі зерно містило 10,1-11,0 % білка. У сполученні з високими фізичними показниками це можна розглядати як пивоварну сировину. При внесенні підвищених доз мінеральних добрив $N_{60}P_{60}K_{60}$ та $N_{90}P_{90}K_{90}$ зерно ячменю містило 12,0-12,8 % білка, тобто отримали фуражне зерно.

Узагальнюючи результати досліджень щодо удобрення ячменю пивоварного призначення на чорноземних ґрунтах, можна констатувати, що оптимальні норми мінеральних добрив знаходяться у межах $N_{30-60}P_{45-90}K_{45-90}$.

Удобрення ячменю за посушливих умов. Зміни якості зерна ячменю від удобрення на ґрунтах Степової зони, або за посушливих погодних умов є набагато виразнішими. Як показано А. К. Жигулевим (1977), повне мінеральне добриво (NPK) та їх парні поєднання обумовили збільшення вмісту білка у

зерні ячменя від 15,2 до 16,4 % та зменшення крохмалю від 55,2 до 52,9 %. Азотні добрива (N_{60}) у більшій мірі поліпшували натуру зерна та масу 1000 зерен у порівнянні з P_{45} , а калійні добрива (K_{30}) на якість зерна не вплинули.

За посушливих умов азотні добрива краще вносити однократно, тому що переваги розділення дози азоту немає. У посушливі роки (особливо в першій половині вегетації) підживлення азотом не збільшує урожаю зерна ячменю. Внесений восени азот на важких ґрунтах Степу не вимивається і ефективно використовується рослинами у весняно-літній період вегетації. У Лісостепу та в Поліссі азот у ґрунт можна вносити під передпосівну культивуацію, а також у підживлення. Надмірне азотне живлення ячменю на високих агрофонах викликає інтенсивне кущіння, призводить до вилягання посівів, нерівномірному досягненню, підвищеній ламкості стебел та колосся. За недостатнього азотного живлення зменшується інтенсивність кущіння, посилюється редукція потенційно продуктивних стебел, колосків, формується недорідне зерно. Норма внесення азоту на високому агрофоні 45-60 кг/га, а після гірших попередників та на ґрунтах з відносно невисокою родючістю 60-80 кг/га. Для вирощування кормового ячменю в умовах достатнього зволоження окрім передпосівного внесення N_{30-40} можна двічі проводити підживлення і довести дозу до $N_{100-120}$.

На території східної частини України, яка характеризується континентальним кліматом, частими посухами, дуже нерівномірним випаданням атмосферних опадів, для одержання максимальної урожайності зерна можна вносити фосфорних добрив за рядкового способу в 2-2,5 разів менше, ніж за допосівного (P_{40}). Подальше зростання дози припосівного фосфорного удобрення до P_{30-40} не сприяє значному приросту урожаю ячменю у порівнянні з дозою P_{20} . Якщо до сівби ячменю вносити тільки фосфорні добрива (наприклад P_{40}), то азотні доцільно вносити у рядки під час сівби. За такого способу найефективнішою є доза N_{40-50} (Шабашов В. В. та ін., 1994).

Удобрення ячменю на еродованих ґрунтах. Вплив добрив на продуктивність та якість зерна ячменю не може не залежати від еродованості

грунту, яка позначається на забезпеченості рослин вологою та рухомими сполуками елементів живлення. Встановлено (Солдат І. Е. і др., 2006), що на слабозмитому чорноземі урожайність ячменю без використання добрив знижувалась відносно незмитого аналога на 0,56 т/га (21,5 %), а за внесення $N_{60}P_{60}K_{60}$ під оранку – на 0,76 т/га (16,9 %). Це зниження врожайності ячменю на неудобреному ґрунті супроводжувалось зменшенням і вмісту сирого протеїну в зерні на 8 %. Проте, внесення $N_{60}P_{60}K_{60}$ під осінню оранку, навпаки, сприяло зростання вмісту сирого протеїну на 9,8 % на слабозмитому ґрунті. На середньозмитому чорноземі у більшості випадків прибавки урожаю ячменю від стрічкового внесення азоту є вищими, а вміст сирого протеїну – нижчим, ніж на незмитому аналізі (Явтушенко В. Е., Слободянюк К. В., 1992). За цих умов весняне внесення азоту за впливом на вміст білка в зерні ячменю не має переваги над осіннім.

Таким чином, внесення мінеральних добрив в дозі $N_{60}P_{60}K_{60}$ під осінню оранку дозволяє не тільки значно підвищити урожайність ячменю, але і поліпшити білковість зерна в зерні, вирощеному на слабозмитих ґрунтах. Проте, підвищення врожайності або білковості зерна ячменю на еродованих ґрунтах загалом потребує більше ресурсів, ніж на незмитих. Зокрема, на незмитому чорноземі звичайному важкосуглинковому внесення $N_{60}P_{60}K_{60}$ підвищило вміст білка в зерні з 10,6 % до 12,2-12,4 %, а на чорноземі слабозмитому, розташованому на схилі північної експозиції в 6⁰, збільшення вмісту білку з 10,2 % до 12,6 % досягалось лише за дози $N_{120}P_{120}K_{120}$ (Котлярова О. Г., Шапошников Ю. Ф., 1986).

Види добрив. На показники якості зерна ячменю за певних умов впливають, окрім основних елементів живлення у складі добрив, й інші хімічні елементи та їх сполуки. Зокрема, сірка, яка входить до складу добрив (суперфосфат простий, сульфат амонію та ін.) сприяє підвищенню вмісту білка на 0,7-1,1 % (Курулюк Л. В., 1974). Для удобрення може мати значення навіть сировина, з якої виробляють добрива, особливо фосфорні. На Граківському

дослідному полі ННЦ «ІГА» на чорноземі типовому важкосуглинковому (Лісовий М. В. та ін., 2001) встановлено, що нові форми фосфорних добрив слабо впливали на вміст білка в зерні ячменю, і лише використання гранфосу верхньокамського знизило вміст білка до 10,94 % у порівнянні з 11,81 % на контролі. Застосування гранфосу верхньокамського та амонізованого суперфосфату позитивно позначилось і на вмісті крохмалю в зерні ячменю.

Способи внесення. Найбільш ефективною технологією застосування мінеральних добрив є локальне внесення. На дерново-підзолистих ґрунтах сумісне внесення NPK стрічкою на глибину 12 см під ячмінь збільшило коефіцієнт використання азоту із добрив на 8,2-12,8 %. На сірих лісових ґрунтах у вологі роки (Семенов В. М. и др., 1984) коефіцієнт використання азоту із добрив за локального внесення добрив сягав 64%, а за розкидного способу рівнявся лише 31 %. У роки з метеоумовами, близькими до середньобогаторічних, різниця ефективності локального і розкидного способу внесення значно зменшується.

Локальне допосівне застосування добрив забезпечує одержання зерна з підвищеним (12,0 %) вмістом білка. Натомість, підживлення посівів ячменю у фазу кушіння аміачною селітрою на фоні рядкового внесення P_{10} не сприяло значному зростанню вмісту білка. Використання добрив суттєво збільшувало вміст у зерні ячменю екстрактивних речовин, найбільшим воно було при допосівному внесенні добрив врозкид.

Рівномірне розкидання азотних добрив по поверхні під основний обробіток ґрунту, весняне застосування їх до сівби, а також підживлення відразу ж після сівби і в період кушіння ячменю забезпечують практично однакові прирости урожаю. Однак при внесенні навесні фосфорно-калійних добрив у поєднанні з азотними одержується дещо нижчий урожай, ніж за інших строках їх застосування.

На ефективність азотних добрив, внесених під передпосівну культивуацію, також впливають фони живлення. Найвищий коефіцієнт використання

поживних речовин мінеральних добрив спостерігається на фоні без внесення добрив. Зокрема, в Інституті рослинництва ім. В. Я. Юр'єва (Попов С. І. та ін., 2006) встановлено, що за дози N_{30} азот використовувався сортами Звершення та Скарлет відповідно на 35,0 % та 24,8 %. З підвищенням доз азотних добрив ефективність їх знижувалась і за N_{90} використовувалась на 18,6 % та 13,2 % відповідно. Така ж тенденція спостерігалась і на інших фонах живлення. Внесення під передпосівну культивуацію азоту в дозах 30, 60 та 90 кг/га збільшило вміст білка в зерні ячменю з 10,9-11,2 % до 13,0 %. Отже, передпосівне внесення більше 30 кг/га азоту значно збільшує вміст азоту в зерні і цей ячмінь можна використовувати на продовольчі та фуражні цілі.

Рівномірність удобрення. Важливою умовою формування кондиційних параметрів якості зерна пивоварного ячменю є вирівняність кожного поля за параметрами агрохімічних властивостей ґрунтів та відповідність удобрення потребам рослин у окремих його частинах. Строкатість посівів визначається цілим рядом чинників: неоднорідністю ґрунтового покриву, нерівномірним внесенням добрив, попередньою історією поля, фітосанітарною обстановкою (осередки розвитку хвороб, куртини багаторічних бур'янів) тощо. Природна неоднорідність ґрунтового покриву, як правило зменшується від поліських і лісостепових ландшафтів до степу, але є індивідуальною для кожного поля (Медведєв В. В., 2009). Наприклад, в чорноземі типовому візуально однорідного поля ТОВ «Агротех» Харківської області вміст лужногідролізованого азоту в орному шарі коливався від 90 до 155 мг/кг ґрунту, а вміст білку в зерні ячменю змінювався від 9,9 % до 12,0 %, тобто на межі допустимого рівня для пивоваріння (рис. 2).

З цього видно, що орієнтація на середні значення агрохімічних параметрів для визначення норм мінеральних добрив ризикована і краще застосовувати зональні рекомендації або враховувати неоднорідність кожного поля. Зокрема, В.Д. Огаревим (1997) на чорноземі вилугуваному було показано, що в зерні ячменю сорту Каскад використання рекомендованої дози добрив

$N_{40}P_{60}K_{40}$ збільшило вміст білка з 10,4- 10,6 % до 11,2- 11,5 %, а розрахункових доз $N_{78-90}P_{44-62}K_{48}$ – до 12,9- 13,4 %. Найкращим у цьому відношенні є застосування технологій точного землеробства з диференціацією доз добрив залежно від рівня вмісту азоту в ґрунті, що дозволяє одержувати максимальну врожайність зерна кондиційної якості на кожному окремому полі.

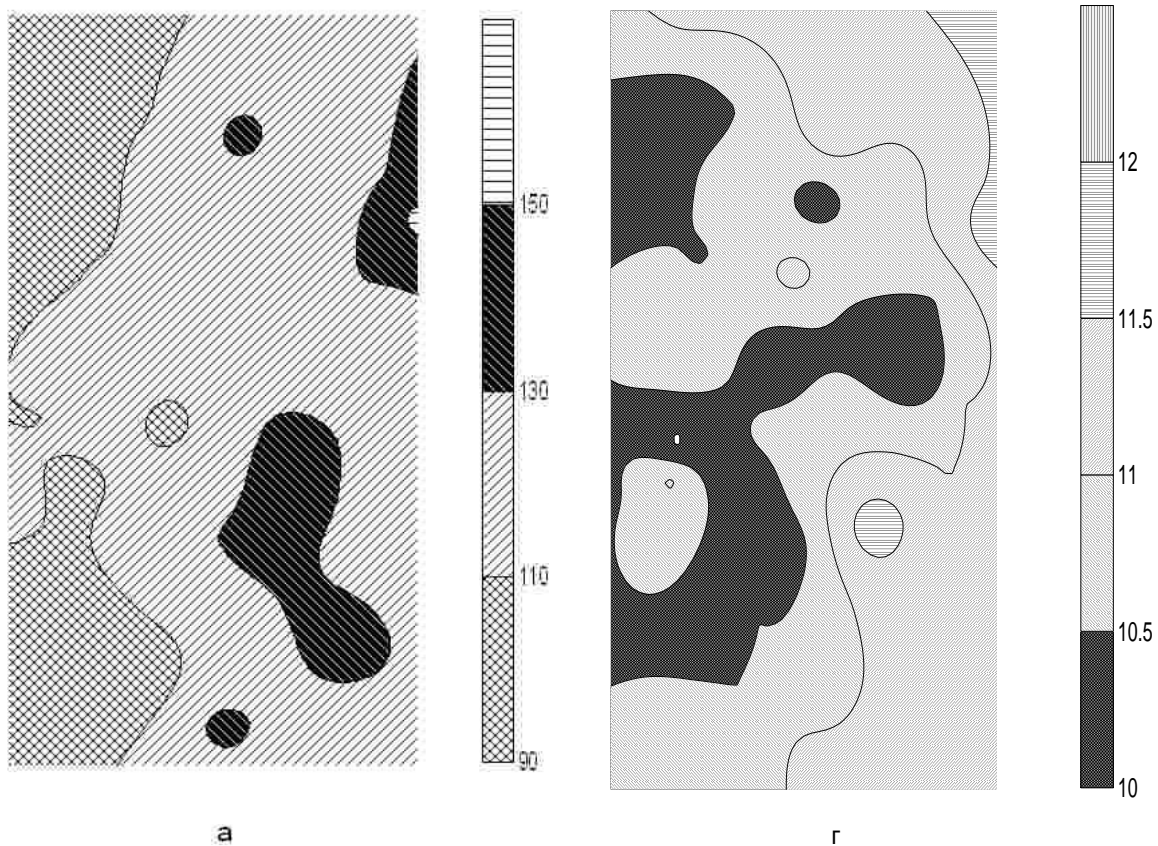


Рисунок 2 – Просторова неоднорідність поля за вмістом у ґрунті лужногідролізованого азоту (а), мг/кг, та вмістом білку в зерні ячменю (г), %

Післядія удобрення. Суттєве значення для врожайності та якості зерна ячменю має ступінь забезпеченості попередника добривами, перш за все органічними, післядія яких дуже висока. Так, збільшення дози гною під буряки із 35 до 60 т/га у польових дослідях, проведених у Чехословаччині, призвело до зростання врожаю ячменю з 3,1 т/га до 5,1 т/га. Післядія мінеральних добрив значно слабкіша. Проте, загалом, ячмінь добре відзивається на післядію добрив. На чорноземних ґрунтах Черкаської дослідної станції (Першак Н. Т. и др., 1972)

було встановлено, що внесення $N_{120}P_{120}K_{120}$ під цукрові буряки як попередник ячменю збільшило врожайність на 1,15 т/га, проте знизилась натурна маса і маса 1000 зерен, а вміст протеїну збільшився.

Ще у 80-ті роки минулого сторіччя було доведено (Лютый Н. Г. и др., 1985), що мінеральні добрива особливо радикально впливають на урожайність та якість зерна ячменю, який вирощується після кукурудзи на зерно. Вміст білка в зерні ячменю на удобрених ділянках значно перевищував 12 % і при підвищених дозах азоту досягав 13,9-14,1 %, тобто спостерігалось покращення якості кормового ячменю. Максимальний вміст білка в зерні ячменю (18,0 %), маса 1000 зерен та плівчастість зерна спостерігалась при внесенні дози $N_{45}P_{60}K_{40}$ у складі органо-мінеральної системи удобрення.

Коли яровий ячмінь висівається після достатньо удобрених просапних культур (цукрові буряки, картопля), під які внесено 40-50 т/га гною і мінеральні добрива в межах $N_{80}P_{80}K_{80}-N_{120}P_{120}K_{120}$, то безпосередньо під ячмінь добрива не вносять (Гошко В., 2007). На такому фоні ячмінь за достатнього піклування здатен формувати 4,0-5,0 т/га зерна.

При вирощуванні ячменю після малоудобрених попередників норму добрив підвищують на 25-30 %. При вирощуванні пивоварного ячменю, а також при підсіванні багаторічних бобових трав, дозу азотних добрив зменшують на 25-30 %. Вона не повинна перевищувати після удобрених просапних культур N_{30} , а після інших попередників N_{60} .

Вплив органічних добрив та побічної продукції. За впливом на врожайність ярого ячменю гною, соломи та мінеральних добрив кращий ефект забезпечує спільна дія цих засобів, створюючи найкомфортніші умови для живлення рослин. На Граківському дослідному полі ННЦ «ІГА» на чорноземі типовому встановлено, що повне мінеральне добриво в дозі $N_{40}P_{40}K_{40}$ як в чистому вигляді, так і сумісній дії з соломою стерньових культур та гноєм збільшує вміст білка в зерні на 1,0-1,8 % (Гіржев Р. А., 2001).

За даними ННЦ «Інститут землеробства УААН» (Шморгун О. В., 2000), у відносно посушливі роки підвищення доз добрив до $N_{45}P_{90}K_{90}+N_{45}$ в підживлення за інтенсивної енергонасиченої технології забезпечує приріст урожаю 2,5-7,5 ц/га. Внесення половинної дози мінеральних добрив у поєднанні з побічною продукцією попередника (гичка цукрових буряків) дозволяє підвищити урожайність майже до рівня інтенсивної базової технології. Важливо відмітити, що за енергонасиченої технології вміст білка в зерні, як правило, є найвищим.

Сортова специфіка удобрення. За спостереженнями А.В. Ивойлова (2006) всі без винятку сорти можуть давати зерно ячменю із вмістом білка, який перевищує критичні 11,5 %. У посушливий рік з добрими умовами для розвитку нітрифікаційної активності на чорноземі вилугуваному навіть без добрив залежно від сорту в зерні містилось 11,6-13,7 % білка. Застосування добрив в дозах $N_{40}P_{40}$, $N_{40}P_{40}K_{40}$ та $N_{80}P_{40}K_{40}$ підвищило вміст білка відповідно до 11,6-14,0 %; 11,7-14,0 % та 12,8-15,1 %. Проте, для усіх сортів, що вивчалися, загальні закономірності формування якості зерна залишилися незмінними: вміст екстрактивних речовин в зерні знаходився в тісній прямій залежності від рівня накопичення крохмалю та в тісній, але зворотній – від вмісту білка в зерні. -

Натомість, за сприятливих погодних умов дія добрив не виводить пивоварні сорти з інтервалу допустимих значень показників якості зерна. На чорноземі опідзоленому (Гораш О. С. та ін., 2008) за трьома сортами ячменю Скарлет, Джерзей та Малз врожайність зерна не проявила явної залежності від сортів і збільшувалася з 4,0-4,2 т/га на контролі до 5,5-5,7 т/га за $N_{30}P_{45}K_{45}$ і до 6,6-6,7 т/га за $N_{60}P_{90}K_{90}$. Уміст білка в зерні на удобреному ґрунті збільшувався з 10,1-10,5 % до 10,3-10,6 % та 10,8-10,9 % відповідно. За екстрактивністю зерна також усе зерно знаходились у допустимих межах (82,2- 82,8 %).

Норма добрив для сортів ячменю, які схильні до вилягання, не повинна перевищувати $N_{60}P_{60}K_{60}$. Високопродуктивні, чутливі до удобрення, стійкі до

вилягання сорти забезпечують максимальні урожаї з підвищенням доз добрив до $N_{90}P_{90}K_{90}$ - $N_{120}P_{90}K_{90}$.

Застосування бактеріальних препаратів і мікродобрив. В умовах постійного зростання вартості мінеральних добрив відносно цін на рослинницьку продукцію перспективним засобом підвищення урожайності та якості зерна є бактеріальні препарати. Результати польових і виробничих дослідів із новими бактеріальними препаратами, розробленими Інститутом сільськогосподарської мікробіології УААН, свідчать про позитивний ефект від їхнього застосування. Для ярого ячменю рекомендується застосовувати бактеріальні препарати мікрогумін та поліміксобактерин, які найбільш ефективно діють у поєднанні з невеликими дозами мінеральних добрив. Мінеральні добрива в помірних дозах $N_{20}P_{20}K_{20}$ - $N_{30}P_{30}K_{30}$ вносять при сівбі або під передпосівну культивуацію, а бактеріальні препарати застосовують шляхом передпосівного обробітку насіння. Передпосівний обробіток насіння проводиться вручну або за допомогою машини для протруєння насіння типу ПС-10. Загальний об'єм робочого розчину, який складається з гектарної норми бактеріального препарату та води, не повинен перевищувати 2 % від ваги насіння. Відповідно до інструкції може додаватися прилипач На-КМЦ з розрахунку 1 % від ваги робочого розчину.

За даними ННЦ "ІГА", приріст урожаю зерна ярого ячменю від застосування мікрогуміну в середньому за 2007-2009 рр. склав 36 % до контролю. За сприятливих агрометеорологічних умов (2008 р.) застосування мікрогуміну за впливом на урожай ячменю рівноцінне внесенню мінеральних добрив в дозі $N_{60}P_{60}K_{60}$. Висока ефективність мікрогуміну обумовлена комплексністю дії корисних бактеріальних культур і фізіологічно активних речовин, яка забезпечує підсилення енергії проростання насіння, сприяє збільшенню кількості продуктивних стебел та інтенсифікує процес фотосинтезу у рослин. Активний розвиток вторинної кореневої системи починається раніше, ніж у не інокульованих рослин, що сприяє більш повному використанню

запасів продуктивної вологи з ґрунту навесні. У зоні лівобережного Лісостепу України, де часто спостерігаються весняні посухи, остання властивість мікрогуміну має надзвичайне значення. За стресових умов під час посухи або різкого зниження температури повітря (2009 р.) ефективність мікрогуміну зменшується.

Передпосівний обробіток насіння мікрогуміном сприяє збільшенню вмісту білку в зерні на 0,3-0,8 % порівняно з фоном без бактеризації (табл. 2).

Таблиця 2 - Вплив бактеризації насіння мікрогуміном на показники якості зерна ярого ячменю, 2008 р.

Варіант	Без бактеризації		Мікрогумін	
	вміст білку, %	приріст вмісту білку від добрив, %	вміст білку, %	приріст вмісту білку від біопрепарату, %
Контроль	10,6	-	11,3	0,7
N ₃₀	11,3	0,7	12,0	0,7
P ₃₀	11,2	0,6	11,8	0,6
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	11,2	0,6	12,0	0,8
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	11,9	1,3	12,2	0,3

За результатами польових досліджень 2004-2006 рр., передпосівний обробіток насіння ярого ячменю фосфатмобілізуєчим біопрепаратом поліміксобактерин забезпечив приріст урожаю зерна на рівні 19 %, що рівноцінно внесенню фосфорних добрив в дозі 20 кг/га д. р. на фоні без бактеризації.

Мікродобрива

Широкі можливості управління якістю зерна надає сполучення мінеральних добрив, мікродобрив та біопрепаратів у одній технології. Зокрема, на чорноземі типовому дослідного поля ХНАУ за дуже сприятливих погоднокліматичних умов 2008 року внесення мінеральних добрив під передпосівну культивуацію в дозі N₁₈P₆₀K₆₀ підвищило врожайність ячменю на 34 %, але вміст

азоту і білку в зерні зменшувався. Подвійний обробіток рослин розчином мікродобрих (на початку трубкування у дозі 5 л/га і перед цвітінням у дозі 5 л/га) не дав суттєвої прибавки врожаю або покращення його якості. Проте, застосування мікродобрих на фоні мінеральних добрив дозволило зберегти параметри білковості зернової продукції за підвищення врожайності культури на 28%. Таким чином, застосування мікродобрих є доцільним лише за умов оптимізації живлення рослин макроелементами, дозволяючи при цьому уникнути явища ростового розбавлення.

Гумати

Вплив добрив на елементний склад продукції.

Винос N, P₂O₅, K₂O на 1 т зерна ячменю з відповідною кількістю соломи не є постійними величинами, а змінюються в широких межах залежно від рівня врожайності, норм добрив і ґрунтово-кліматичних умов.

Так, на дерново-підзолистих ґрунтах (Пошляков А.А. и др., 1971) без внесення добрив винос N, P₂O₅, K₂O ячменем становив відповідно 24-13-18 кг/т зерна з відповідною кількістю соломи. На сірих лісових ґрунтах та чорноземах (Городній М.М. та ін., 2003) ці показники узагальнено мають таке значення: 25-10-25. Між виносом та дозами добрив, особливо азотних, простежується досить тісна залежність. На дерново-підзолистих ґрунтах за внесення N₆₀ у складі (NPK)₆₀ винос азоту на 1 т зерна з відповідною кількістю соломи зріс на 4,3-6,0 кг; а за внесення N₉₀ – на 6,8-12,3 кг. За виносом K₂O простежується така саме залежність: від K₆₀ у складі (NPK)₆₀ винос K₂O зріс на 1,5-3,9 кг/т, а від K₁₂₀ – на 4,1-5,1 кг/т. Винос фосфору на формування 1т зерна з відповідною кількістю соломи є найбільш стабільною величиною, яка змінюється у незначній мірі.

Кальцій майже повністю знаходиться у вегетативній частині врожаю. Концентрація його в зерні становить приблизно 0,05% і є досить стабільною величиною за всіх рівнів забезпечення рослин азотом та калієм (Романенкова М. М. и др., 1977). Кожна доза азоту N₂₀ збільшує вміст СаО в

соломі на 0,01%. Вміст калію у соломі знаходиться у прямій залежності від дози калійних добрив і мало залежить від азотних. На вміст калію у зерні калійні добрива впливають слабо, а азотні - виключали його зниження.

На вміст K_2O в зерні калійні добрива впливають слабо, а азотні викликають зниження його вмісту. Різні дози та співвідношення добрив не впливають помітно на вміст Ca та Mg в зерні ячменю, а їх уміст в соломі збільшувався від азотних добрив, та зменшувався від калійних.

Винос поживних речовин з урожаєм ячменю перевищує їхнє накопичення у кореневій системі у фазу повної стиглості за азотом – в 3,7-4,2 рази, за фосфором – в 2,8-5,1 рази і за калієм – в 3,2-4,9 рази, причому найменша різниця спостерігається без добрив, де відносно більша коренева система. Вміст поживних речовин у коренях на протязі вегетації поступово зменшується як у відсотках до одиниці маси коренів, так і в розрахунку на одиницю площі. Останнє чітко простежується від фази колосіння до повної стиглості, коли втрати поживних речовин коренями на одиницю площі досягають: N – 24,8-38,2 % від максимального, P_2O_5 – 17,8-22,9 % і K_2O – 21,7-9,0 %.

СТРОКИ ЗБИРАННЯ ВРОЖАЮ

У фазі повної стиглості у злаків часто спостерігається зменшення абсолютної маси зерна, що пояснюється витратою частини накопичених раніше поживних речовин на дихання. У вологу погоду ці втрати можуть досягти 20-25 % маси зерна, що спричинює відповідне зниження врожаю. Наприклад, у досліді з ячменем через тиждень після повної стиглості врожай знизився з 2,29 до 1,84 т/га. При досяганні зерна відбувається не тільки абсолютна й відносна зміна вмісту азотних речовин, але й їхньої якості. У перший період формування зерна в ньому багато небілкового азоту (головним чином вільних амінокислот та амідів) і синтезуються більш рухомі легкорозчинні білки – альбуміни та глобуліни, які корисні для пивоваріння. Під час повного досягання різко

знижується вміст небілкових форм азоту, а також водорозчинних і солерозчинних білків та інтенсивно синтезуються проламіни і глютеліни, які небажані у виробництві солоду.

Дослідженнями, проведеними на Київщині, встановлено (Линчак М. С. та ін., 1992), що максимальний урожай із кращими технологічними показниками якості зерна ячменю отримують при збиранні врожаю в кінці воскової стиглості роздільним способом.

УЗАГАЛЬНЕННЯ

При вирощуванні ячменю пивоварного (солодового) призначення всі технологічні складові необхідно обов'язково виконувати своєчасно та якісно. Пивоварний ячмінь слід вирощувати після просапних культур, які сприяють отриманню високого врожаю зерна з низьким умістом білка.

Основним принципом визначення оптимальної норми висіву ячменю є положення про розміщення на одиниці площі максимально великої кількості рослин, але не більшої від тієї, що забезпечує нормальний розвиток кожної окремої рослини. Однієї стабільної норми висіву, прийнятної для всіх сортів ячменю та умов його вирощування, бути не може. Для сучасних європейських сортів пивоварного ячменю, які досліджувались в умовах південно-західного Лісостепу України, оптимальні норми висіву знаходяться у межах від 3,0 до 3,5 млн. схожих зерен/га, а для вітчизняних сортів – 4,5-5,0 млн./га., які можуть змінюватись залежно від умов вирощування: на багатих агрофонах за сприятливих умов оптимальною є норма висіву 3,5-4,0; на середніх 4,0-5,0; на бідних – 5,5-6,5 млн./га.

Оптимальна глибина посіву ячменю пивоварного знаходиться близько 3 см при умові достатнього волого забезпечення та рівномірного загортання.

Для середніх умов дерново-підзолистих ґрунтів при використанні мінеральний добрив у нормах N30-60P60K60-90 можна отримувати гарні врожаї зерна ячменю із хорошими солодовими показниками якості.

На сірих лісових ґрунтах доцільними нормами мінеральних добрив для удобрення ячменю пивоварного можуть бути N40P60K60-90.

Вченими України встановлено, що при вирощуванні зерна ячменю солодового призначення на чорноземних ґрунтах норми азотних добрив і строки їх внесення необхідно так регулювати, щоб засвоєння рослинами азоту закінчувалось до колосіння. При підвищених та високих показниках нітрифікаційної здатності чорноземів типових та значних фактичних запасах мінерального азоту у ґрунті в орному шарі, або в шарі 0-60см, азотні добрива під пивоварний ячмінь вносити не рекомендується. Можна обмежитись внесенням у рядки N10P15K20, або P10-20. На чорноземах опідзолених та типових Правобережного Лісостепу гарно себе зарекомендували норми добрив під пивоварних ячмінь N30-60 (PK)45-90.

Локальне внесення добрив під ячмінь може бути корисним елементом технології, особливо у роки з холодним та вологим вегетаційним періодом.

Добрива позитивно впливають і на розвиток кореневої системи ячменю, абсолютна маса якої зросла на 50-80% по відношенню до контролю без добрив, та глибше (на 9-15 см) проникала в ґрунтах на удобрених ділянках.

Погодні умови Харківщини (кількість опадів та температура повітря) можуть призвести до зміни білковості зерна ячменю від 7,7 до 16,1%. Встановлено наявність сильної оберненої залежності між опадами травня та білковості зерна ($r=-0,91\pm 0,26$) на основі якої вчені розраховали ту мінімальну кількість опадів (або поливів) для травня, які необхідні для різних фонів живлення щоб забезпечити отримання зерна пивоварного ячменю, яке відповідало б 1 класу по білковості. Зокрема, для отримання зерна пивоварного ячменю 1 класу за вмістом білка без удобрення необхідна мінімальна кількість опадів у травні біля 54мм, на фоні післядії 30 т/га гною – 69мм, а на фоні

післядії гною та внесених мінеральних добрив (NPK)30-60 – 73мм. Таким чином, кращі за родючістю фони потребують витрат додаткової вологи, можливо у вигляді поливів для формування нормативної білковості 1 класу.

Загальна кількість опадів за період вегетації ячменю для пивоваріння повинна становити у середньому 285-290 мм., мінімальний запас продуктивної вологи у метровому шарі ґрунту на фазу цвітіння 100-125 мм, а оптимальний – 130-160 мм. В умовах нестійкого та недостатнього природного зволоження при вирощуванні пивоварного ячменю доцільно використати зрошення для оптимізації волого забезпечення.

Оптимальними умовами росту і розвитку у ячменю є температурний інтервал 15-20 °С, у період цвітіння – 15-18°с, під час формування і наливу зерна – 18-19°С. У разі підвищення температури в період цвітіння та після його завершення підсилюється відтікання азотистих сполук із стебел у колос і зернівку, що обумовлює зростання білковості.

Розсіяне хмарами світло збагачене важливими для забезпечення фотосинтезу вуглеводів помаранчево-червоними променями, які сприяють формуванню врожаю ячменю пивоварної якості, а білковість зерна збільшується від прямого сонячного світла . Співвідношення розсіяного сонячного світла і прямого змінюється з півночі на південь. Що є важливим для виділення зони вирощування пивоварного ячменю.

Для пивоварного ячменю непридатні сухі, кислі, піщані, супіщані, торф'яні та засолені ґрунти, а найкраще підходять чорноземи типові та опідзолені суглинкові значної частини Лісостепу України.

Найкращими сортами пивоварного ячменю які перевірялись в Україні у 2004-2007 рр. є Ебсон, Малз, Себастьян, Скарлет, Джерзем і Бархе.

Максимальний урожай ячменю із кращими технологічними показниками якості зерна отримують при збиранні врожаю у кінці воскової стиглості роздільним способом.

За показниками виносу азоту та калію з урожаєм ячменю у розрахунку на 1 тону зерна з відповідною кількістю соломи є недоцільним збільшення норм азотних та калійних добрив зверх 60 кг/га діючих речовин, так як це призводить до суттєвого зростання виносу цих елементів на одиницю врожаю.

ЛІТЕРАТУРА

1. Антонив С.Ф., Балан А.Г. Развитие корневой системы ярового ячменя и усвоение ею питательных веществ в зависимости от удобрения в севообороте на дерново-карбонатных почвах // *Агрохимия*, №9, 1976.-с.66-71.
2. Антонів С.Ф., Засвоєння поживних речовин рослинами ярого ячменю залежна від удобрення в сівозміні. // *Агрохімія і ґрунтознавство*. - №32, -1976.- С.31-37.
3. Асаров Х.К., Демин В.А., Чепурин В.К. Урожайности ячменя на серой лесной почве при различных дозах и способах внесения минеральных удобрений // *«Известия ТСХА»*, вып.4, 1980,-с.64-69.
4. Балан А.Г., Антонів С.Ф. Дзвоник О.М. Удобрення ячменю з підсівом трав на осушених дерново-карбонатних ґрунтах Західного Полісся УРСР.// *Землеробство*. Вип.33, «Урожай», К.,-1973.-с.52-57.
5. Балан А.Г., Антонів С.Ф. Урожай та пивоварна якість ячменю на дерново-карбонатних ґрунтах залежно від удобрення в сівозміні. // *Вісник с.-г. науки*, №9.-1974,-с.45-52.
6. Бергет С. В., Лопатний И. М., Челяда А. С. Влияние пожнивных посевов на урожайность ярового ячменя в условиях Малого Полесья и Прикарпатья // *Резервы повышения продуктивности зерновых культур в условиях западных районов УССР*. Труды Львовского СХИ. Львов, 1980, том 82. – С. 31-36.
7. Берестав И.И. Урожай и качество ячменя в зависимости от условий азотного питания растений // *Агрохимия*, №9,1974.-с.75-79.
8. Богомазов Н.П., Шильников И.А., Нетребенко Н.Н. влияние удобрений и погодных условий на урожай и качество пивоваренного ячменя на черноземе выщелоченном в Белгородской области.// *Агрохимия*, 1977,№2.- с.60-65.
9. Болотських Н.О. Ресурсозберігаючі технології застосування мінеральних добрив під ярий ячмінь у Лівобережному Лісостепу України. //

агрохімія і ґрунтознавство. Спец. випуск, ч.2. 6-10 липня 1998р. м. Рівне,- с.144-145.

10. Бровкин В.И. Минеральные удобрения и урожай фуражных культур// Зерновое хозяйство. 1985. № 11.С. 21 – 22.

11. Буджерак А.И. Реакция сельскохозяйственных культур на последствие различных систем удобрения// Агрохимия. 2000. № 1. С. 43 – 48.

12. Витриховський П.І., Пузік І.А., Афендулов К.П., Перенечай В.Я. Вплив добрив на врожай різних сортів Ячменю залежно від густоти посіву // Вісник с.-г. науки., №12, 1970.- с.34-39.

13. Гораш О.С. Біологічні особливості сортів ячменю ярого за параметрами маси зернівки // Вісник аграрної науки, 2008,-№8, -с.30-32.

14. Гораш О.С. Взаємозв'язок якості пивоварного ячменю залежно від норм висіау та мінерального удобрення // Вісник аграрної науки, 2007, №7, - с.27-30.

15. Гораш О.С. Обґрунтування зонн вирощування пивоварного ячменю. // Вісник аграрної науки, 2007, - №1, - с.24-29.

16. Гораш О.С. Особливості формування урожаю пивоварного ячменю у взаємозв'язку з якістю.// Вісник аграрної науки, 2007, - №3,-с.27-30.

17. Гораш О.С. Оцінка виділених фенотипів ячменю ярого сорту скарлет // Вісник аграрної науки.-2008, - №9.-с.38-41.

18. Гораш О.С. Системний аналіз продукційного процесу пивоварного ячменю // Вісник аграрної науки, 2007.-№8.-с.25-27.

19. Гораш О.С. Сортівий фактор в управлінні якістю пивав орного ячменю. // Вісник аграрної науки, 2007, - «2, - с.55-57.

20. Гораш О.С. Формування урожайності зерна ячменю ярого// Вісник аграрної науки, 2008,-№6.-с.25-27.

21. Гораш О.С., Рожик М.Ф., Мастій В.В. Ефективність вирощування пивоварного ячменю ярого в умовах Західного Лісостему// Вісник аграрної науки, 2008.-№5.-с.41-43.

22. Горобец Н.Д. Влияние норм посева и различных доз удобрений на урожай ярового ячменя, возделываемого на рекультивированных землях // Днепропетровский с.-х. институт, труды, том 43,1980,- с.52-55.
23. Гутцева Н.М. Влияние загрязнения почвы техногенными выбросами на урожай и химический состав ячменя // Химия в с.-х.,1982,№3.-с.26-28.
24. ДСТУ 4376:2005 Якість ґрунту. Оцінювання придатності земель (ґрунтів) для вирощування пивоварного ячменю. – К: Держспоживстандарт України, 2006. – 7 с.
25. Жигулев А.К. Качество зерна ячменя в связи с применением минеральных удобрений // Агрехимия, 1977,-№12.-с.48-52.
26. Залізівський В.С. Формування продуктивності ячменю під впливом різних видів добрив на чорноземі типовому // Вісник ХНАУ, -2003,- №1. Агрехімія.-с.47-51.
27. Иванова Т.И. Кожемякова Р.Н., Пушенков В.С. Отзывчивость ячменя на возрастающие дозы азотных, фосфорных и калийных удобрений в полевом многофакторном опыте на дерново-подзолистой почве // агрохимия, - №7, - 1971.-с.77-87.
28. Иванова Т.И., Спиридовская С.В., Мосина Л.В. Зависимость урожая ячменя от доз удобрений, почвы и погодных условий //весник с.-х. науки, -№5,- 1972.-с.43-51
29. Ивойлов А.В., Копылов В.И., Бессонова М.Н. Влияние удобрений на урожайности и качество зерна ячменя в зоне неустойчивого увлажнения // Агрехимия, -2002,-№4.-с.23-31.
30. Капельян И.Н. О зависимости урожая ячменя от некоторых свойств дерново-подзолистых почв.// Научные труды. Вып.ХХIV, Ленинград, - 1973.- с.64-69.
31. Касаева К.А. Формирование высокопродуктивных посевов зерновых колосовых культур. М., ВНИИТЭИ агропром, 1986.-с.1-45.

32. Кононюк В.А., Борисонок З.Б., Мусатов А.Г. та ын. Ячмынь. К., «Урожай», 1986,- 142с.
33. Копчик З.П. Пивоварний ячмінь на заході України.
34. Кузнецов Х.А., Корниенко А.Д. Влияние предшественника на азотное питание и урожай ячменя // Труды Якутского НИИСХ, вып.10, 1970.- с.163-167.
35. Курулюк Л.С. Підвищення вмісту білка в зерні ячменю на еродованих ґрунтах Донецької області під впливом сірки в добривах // Агрохімія і ґрунтознавство, вид. 26, 1974. – с. 57-60.
36. Линчак М.С., Подрятов Г.И. влияние фонов удобрения и сроков уборки на урожайность и качество ячменя // Вісник аграрної науки, - №6.-1992, -с.38-40.
37. Лісовий М.В., Носко М.С. Вплив мінеральних добрив на врожай і якість зерна ярого ячменю // Агрохімія і ґрунтознавство. Вип..28, – 197 с.
38. Ломницький Я.Є., Федько В.І. Вплив мінеральних добрив на урожайність і якість зерна сортів ярого ячменю // Передгірне та гірське землеробство і тваринництво.-1974.-Вип.17.-с.56-60.
39. Лютий М.Г., Турчин В.В., Гладиш О.Г. Вплив добрив при систематичному їх внесенні в сівозміні на урожай ячменю // Землеробство, 42 вип.,-1975.-с.35-40.
40. Медведев В.В., Лактионова Т.Н. Почвенно-технологическое районирование пахотных земель Украины. – Харьков: Изд-во «13 типография», 2007. – 395 с.
41. Минеев В.Г., Арташкова Н.А. Урожай и качество ярого ячменя при разных уровнях мінерального питания (обзор) // С.-х. за рубежом, - 1976, - №10. – с.2-5.
42. Михайлов Н. Минеральные удобрения и урожай // Зерновое хозяйство. - 1972. - №3. -с.26-29.

43. Неоднородность почв и точное земледелие. Часть 2. Результаты исследований. / Под ред. В.В. Медведева. – Харьков: КП «Городская типография», 2009. – 260 с.

44. Пасынков А.В. Урожайность и пивоваренные качества зерна различных сортов ячменя в зависимости от дозы соотношения азотных и калийных удобрений // Агрохимия, - 2007, - №7, - с.25-31.

45. Першак И.Т., аркуша В.Е., Галкина А.А., Саркисьянц Г.Б., Буржерак А.И., Пушкарь Е.Ф. Последствие удобрений на урожай и качество ячменя в Правобережной Лесостепи УССР // Агрохимия, - №11, - 1972.-с.89-92.

46. Попов С.И., Панченко И.А., Полеско Ю.А. Белковость зерна ячменя в связи с использованием удобрений и условиями погоды. // Вісник ХНАУ, - №2, - 2002.- с.253-256.

47. Пошляков А.А., Бубнов А.А. О выносе азота, фосфора и калия урожаем ячменя на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве. // Агрохимия, - №10. – 1971.- с.69-77.

48. Прокошев В.Н., Попова С.И. Влияние длительного применения удобрений на урожай и качество ячменя. // агрохимия, - №8, - 1971.-с.63-68.

49. Роїк М.В., Гораш О.С. Взаємозв'язок норми загущення одиниці довжини посівного рядка ярого ячменю з пивоварною якістю. // Вісник аграрної науки. - №4, - 2007.- с.22-25.

50. Семенов В.М., Соколов О.А. Усвоение азота ячменем при локальном внесении азотного удобрения на разную глубину. // Химия в с.-х., - 1981, Т. XIX, - №10. – с.58-60.

51. Тучанський О.Р. Вплив норм висіву і фону удобрення на врожайність і якісні показники зерна ячменю озимого в умовах Західного Лісостепу України. // Вісник аграрної науки. - №2, - 2002.- с.76-78.

52. Федько В. І. Урожай та зміни фракційного складу протеїну зерна сортів ярого ячменю під впливом мінеральних добрив // Землеробство. –1975. – Вип. 42. – с.40-45.
53. Dudas F., Pelikan M. Vliv agrotechniky na kvalitu sladu // Rostlinna vyroba. – 1978. – 24(1). – S. 9-18.
54. Копецький М. Одрудова реакція яриного ячменю на N при розділенні передодиною та агротехнічних заходів // Rostlinna vyroba. – 1973. – 19(12). – S. 1245-1251.
55. Копецький М. Вплив глибини осередкового обробітку ґрунту в інтеракції з сортом, передодиною та зростаючими дозами N на врожай та якість соло доводничого яриного ячменю // Rostlinna vyroba. – 1973. – 19(11). – S. 1159-1166.
56. Sowinski J. Umiejetne nawozenie azotem warunkiem uzyskania wysokiej jakosci jeczmienna browarnego // Nowe Rolnictwo.-1978.-Nr 20.-S.21-23.