

Лекція – Ячмінь пивоварний

План лекції:

1. Особливості вирощування пивоварного ячменю.

2. Ресурсозберігаюча технологія вирощування

1. Потенціальні можливості України з виробництва зерна пивоварного ячменю оцінюються у близько 2 млн тонн. Такий ресурс зумовлений, зокрема, відповідністю ґрунтово-кліматичних умов територіально виділеної зони частини Лісостепу біологічним потребам, необхідним для високої продуктивності та якості вирощеної продукції.

ВИМОГИ ДО ЯКОСТІ ПИВОВАРНОГО ЯЧМЕНЮ

До ячменю пивоварного висуваються певні вимоги щодо якості, які поділяють на технологічні, фізіологічні та біохімічні.

Сорти пивоварного ячменю повинні мати такий комплекс показників якості:

- екстрактивність — 79–82% — абсолютно сухі речовини;
- вміст крохмалю — не нижче 62–68%;
- вміст білка — не більше 9,0–11,0%, плівки — 9,0%;
- вологість зерна — не вище 14–15%;
- проростання — не менше 95%;
- тривалість досягання після збирання — не менше 4–6 тижнів;
- вміст смітних і зернових домішок — не більше 1–2%;
- маса 1000 зернин — 45–50 г, натура — 650–730 г/л;
- зараженість комірними шкідниками не допускається.

Технологічні вимоги пивоварного ячменю обумовлюють певну крупність зерна (ячмінь вважається добірним, якщо після просіювання на решеті з розміром вічок 2,8 мм залишається мінімум 95% зерна, добрим – 90%, середньої якості – 85%); маса 1000 зернин (зі збільшенням маси 1000 зернин зростає екстрактивність ячменю, найкращими показниками вважаються значення понад 45 г).

Часто звертають увагу на оболонку зерна: якщо вона за характером поверхні зморшкувата, це є ознакою тонкоплівчатості, що свідчить про якість пивоварного ячменю. Висока плівчастість зерна ячменю говорить про підвищений вміст дубильних речовин, або поліфенолів. Ці речовини знижують смакові якості пива і можуть спричиняти його помутніння. Зморшкуватість зерна дуже легко помітити, проводячи візуальну первинну оцінку відразу після збирання урожаю.

Фізіологічні властивості пивоварної сировини: енергія та здатність до проростання зерна. **Пивоварний ячмінь**, який не проростає, практично є баластом у технології виробництва солоду, а надалі й у процесі виготовлення

пива. Енергія проростання зерна визначається через 3 доби; за своїми значеннями вона має бути якомога ближче до здатності проростання, що встановлюється через 5 діб. За здатністю до проростання добірним вважається ячмінь, у якого цей показник становить мінімум 98%; у зерна середньої якості він, як правило, дорівнює не менше ніж 95%. Такі показники свідчать про добрі фізіологічні властивості зерна, завдяки яким його можна успішно переробляти на солод.

Водопоглинання ярого ячменю у процесі підготовки до солодоращення залежить від фізіологічних властивостей зерна. Зерно, яке поглинає воду через зародок, ділиться на дві групи: з високою інтенсивністю водопоглинання і з низькою здатністю до водопоглинання. Перша група характеризується високою життєздатністю, друга – пониженою. Важливо, щоб зерно було однорідним за своїми фізіологічними властивостями щодо водопоглинання, і слово «однорідним» тут ключове.

Важливо звернути увагу виробників зерна на технологічний процес його збирання, а саме: не допускати **травмування зерна** під час обмолоту посівів. Необхідно брати до уваги температурний режим зовнішнього середовища та технічні режими робочих органів молотильних агрегатів. Навіть незначні механічні пошкодження поверхні зерна призводять у процесі замочування в солодовнях до поглинання в цих місцях води на основі осмотичного тиску, внаслідок чого частина ендосперму не буде задіяна біохімічно у забезпеченні реалізації ферментативного потенціалу, що в технології **виробництва пивоварного ячмінного солоду** є несприятливим чинником.

До основних біохімічних показників якості зерна ячменю належать: вміст білка, екстрактивність, число Кольбаха, фріабілітивність, діастатична сила, релятивний екстракт, вміст бета-глюкану, кінцевий ступінь зброджування. Ці показники є основними у більшості країн Європейського Союзу, де їх узагальнюють до одного критерію для зручності інтерпретації або пояснення якості відповідно до положень Комітету ячменю та солоду при Європейській пивоварній конвенції. Узагальнений функціональний показник характеризують на основі окремих складових за 9-бальною оцінкою кожного.

Білок – один із досить поширених показників якості, який встановлюють безпосередньо шляхом аналізу зерна не деструктивним методом визначення, тобто через експрес-аналіз. Це дає можливість вже при заготівлі сировини розподіляти та окремо формувати партії зерна за передбачуваною пивоварною цінністю. Решту зазначених вище показників визначають за готовим солодом, тобто вже на пророщеному зерні ячменю. Параметри показників білка можуть бути в межах від 9,5 до 11,7%, оптимальні значення становлять 10,2–11,0%.

Встановлено, що кожен відсоток збільшення вмісту білка спричиняє зменшення на один відсоток виходу екстракту. Тому вміст білка відіграє особливу роль у вимогах до якості сировини. Речовини, які в результаті ферментативних процесів переходять у водний розчин, називають екстрактом, а їх кількість характеризується показником екстрактивності. Використання ячменю, який забезпечує високий вихід екстрактивних речовин, дає змогу отримати більшу кількість кінцевої продукції в пивоварінні.

РОЛЬ ТЕХНОЛОГІЇ У ВИРОЩУВАННІ ПИВОВАРНОГО ЯЧМЕНЮ

Якість зерна пивоварного ячменю формується під час вирощування цієї культури, і важливу роль тут відіграє технологія. Технологічного стандарту **вирощування пивоварного ячменю** немає. Наприклад, існує безліч рекомендацій щодо норми висіву насіння. В більшості прикладів обґрунтовується орієнтовний параметр млн схожих насінин на 1 га. Водночас за одних умов у зоні вирощування, для якої вони рекомендовані, ці норми можуть бути доцільними, за інших – ні. Норма висіву залежить від сорту, норми **внесених мінеральних добрив**, якості підготовки ґрунту, попередника, строків сівби, ширини міжрядь.

Найважливішою запорукою організації виробничого процесу вирощування пивоварного ячменю мають бути теоретичні знання, на підставі яких технолог приймає виважені обґрунтовані рішення щодо технологічних прийомів та заданих параметрів у відповідності до умов, що склалися.

БІОЛОГІЧНИЙ ЧИННИК . Розпочнемо із сорту, який є першою і найважливішою умовою як високої продуктивності посівів, так і якості вирощеного пивоварного ячменю.

Управління ростом і **розвитком рослин ячменю** на основі застосування біологічного чинника в технології вирощування здійснює селекціонер. Його наукова діяльність ведеться на рівні структури ДНК за використання методів рекомбінації в напрямку забезпечення бажаних результатів у виробничих умовах. Фактично він задає програму росту та розвитку рослин на відповідну продуктивність та якість.

Підтримуючу функцію збереження заданої структури **ДНК сортів ячменю**, рекомендованих виробництву, забезпечують фахівці відділів або лабораторій первинного та елітного насінництва при наукових закладах або інших установах освітянського характеру.

В чому полягають вимоги до насіння репродукцій, тобто генерацій після еліти, яке, як правило, вирощують безпосередньо в умовах виробництва

товарної сировини? Найважливіша вимога, що потребує особливої уваги, – слід уникати різної якості насіння в одних партіях. Відтак запасні речовини, які зосереджені в **ендоспермі насіння**, слід розглядати, як енергетичний ресурс, від обсягу якого залежить інтенсифікація на початковому етапі росту та розвитку (стартовому) після проведеної сівби. Це досить важливий ресурс: якщо його недостатньо або він використаний нераціонально, із втратами, це може призвести до непоправних наслідків. Знижується ефективність використання рослинами застосованих мінеральних добрив, ослаблюється **кущіння рослин ячменю**, внаслідок чого не реалізовується біологічний потенціал продуктивності. Отже, важливо, щоб насіння характеризувалося високими показниками параметрів маси 1000 зернин. Для сучасних сортів пивоварного ячменю бажано, щоб маса 1000 зернин була на рівні 50 г і більше.

Друга важлива умова якості насіння ячменю щодо енергетичного ресурсу – має бути досягнута однорідність за значеннями маси окремо взятих зернівок. Розглянемо приклад: маса першої зернівки становить 40 мг, другої – 50 мг, третьої – 60 мг. В середньому значення становитиме 50 мг. Другий приклад: параметри маси трьох зернівок становлять відповідно 48, 50 та 52 мг, середнє значення також 50 мг. Якщо перевести у середні значення параметрів на масу в грамах 1000 насінин, різниці не побачимо. Проте в першому варіанті насіння недостатньо вирівняне, тому в посівах воно спричинятиме неоднорідний, диференційований розвиток. Відтак буде формуватися агрофітоценоз із посиленою нерівнозначною конкуренцією між рослинами за використання як технологічних, так і екологічних чинників, тобто ресурсів забезпечення вегетації. Очікуваний кінцевий результат – недобір урожаю зерна та його пивоварна різноякісність.

Крім цього, слід мати на увазі, що зернівка насіння низької маси може за певних умов проростання призводити до зниження польової схожості. Закономірно, що часто рослини, які з'явилися від такого насіння, не виживають, і це також спричиняє посилену несприятливу конкуренцію між рослинами у процесі формування агрофітоценозу.

Крім описаних вище показників, насіння може відрізнитись між собою і за своїм ферментативним потенціалом. Звертаємо увагу на такий відомий показник його якості, як енергія проростання. В лабораторному аналізі він буває, як правило, досить високим, проте в польових умовах – не завжди. Наслідок такий: тривалість проростання рослин розтягнута, отримуємо не дружні сходи. В підсумку різнорідність розвитку забезпечена, а на високому фоні мінерального живлення вона посилюватиметься іще більше. Такі посіви формуватимуть урожай зерна, неоднорідний за своїми пивоварними властивостями. Тому якість насіння має важливе значення.

Отже, на що слід звернути увагу. Перше – біологічна якість, адже саме вона забезпечує інтенсивність використання енергетичних ресурсів під час його проростання в польових умовах. Біологічна якість значною мірою залежить від **фітосанітарного стану** посівів. При вирощуванні пивоварного ячменю необхідно забезпечити його належний **фунгіцидний захист**. Друга важлива вимога до насіння – це його енергетичний потенціал та однорідність. Досягається вона досконалою технологією сортування. Відбір за допомогою технічного устаткування здійснюють не лише за розмірами зернівки, але й за масою. Слід ретельно відібрати технічним способом легковагові зерна. Іноді вихід партії насіння за такого підходу може становити 50%, але це завжди виправдано.

Вольганг Кунце у своїй праці «Технологія солоду і пива» часто наголошує, що пивоварна якість ячменю – це передусім однорідність біохімічних параметрів якості зерна в межах встановлених вимог. Справедливо буде зауважити, що забезпечення таких вимог якості прямо залежить від досконалості технології вирощування пивоварного ячменю.



2. ТЕХНОЛОГІЧНІ ЧИННИКИ ВИРОЩУВАННЯ ЯЧМЕНЮ

До них належать норми висіву насіння, застосування мінеральних добрив, ширина міжрядь, глибина загортання насіння, рівномірність розміщення насіння вздовж рядка, **позакореневе підживлення рослин**. Ці технологічні прийоми характеризують як чинники управління ростом і розвитком рослин.

Норми висіву насіння встановлюють залежно від строків сівби. В результаті глобальних кліматичних змін умови південно-західного Лісостепу сприяють проведенню сівби ярого ячменю вже на початку березня, тобто в першій декаді. За таких умов на фоні мінерального живлення N_{30-60} , P_{60-90} , K_{60-90} кг/га д.р. норма висіву насіння може становити 250–300 нас./м², враховуючи, що у рослин ячменю (за раннього строку сівби) куштиння відбувається при короткій тривалості світлового періоду доби і невисокому температурному режимі. Такі норми висіву будуть доцільними за умови використання високоякісного насіння, досконалого процесу сівби та дотримання технологічних вимог щодо якості підготовки ґрунту до сівби.

Добре розкушені рослини ячменю формують посіви, які ефективно трансформують енергію сонячного світла в енергію енергетичних структур рослини. У зв'язку з цим рослини забезпечують кращу фотосинтетичну продуктивність. Теоретична основа сучасних технологій вирощування зернових культур базується саме на сприянні реалізації біологічного потенціалу рослин за рахунок чинників вегетації. Теоретичні основи такого розвитку технологій були експериментально обґрунтовані ще в двадцятих роках минулого століття британськими екологами, які довели, що **три одностебельні рослини** злаків в посівах менше продуктивні разом, ніж одна рослина із трьома продуктивними пагонами.

При проведенні сівби наприкінці березня – на початку квітня дотримуються норми висіву 350 нас./м², а на початку другої декади квітня її збільшують. Проте слід пам'ятати, що з кожним запізненням щодо строків сівби якості пивоварного ячменю покращуватись не буде.

Сівба та глибина загорання насіння ярого ячменю. Це питання важливе. На практиці бувають різні підстави для прийняття рішень щодо глибини розміщення насіння у ґрунті. Проте в основному вони зводяться до зволоження або наявності вологи у ґрунті. За ранньої сівби в зоні вирощування пивоварного ячменю, принаймні впродовж 20 й навіть більше років, не було випадків дефіциту вологи на глибині загорання насіння 2–3 см. Звісно, якщо волога не була втрачена внаслідок проведення весняних польових робіт задля вирівнювання поверхні ґрунту на полях.

Біологічні вимоги щодо глибини загорання насіння ячменю знаходяться саме в межах значень 2–3 см. Чому так? Біологічна сутність сходів ячменю полягає не лише в розгортанні першого **фотосинтезуючого листка**, а й у винесенні конуса наростання зародкового пагона в горизонти ґрунту під поверхню 2–3 см у разі, якщо насіння під час сівби було розміщене глибше. Тобто якщо розмістити насіння на глибині 4–5 см і більше, конус наростання завжди буде винесено під поверхню ґрунту на 2–3 см. При досягненні 2–3 см ріст зародкового пагона зупиняється, на ньому починає формуватися зона, або вузол кушіння. Відповідно за більшої глибини загорання насіння у процесі його проростання відбувається формування додаткового зайвого підземного міжвузля, розміри якого залежать від того, наскільки більше було заглиблене насіння порівняно з біологічними вимогами. На розвиток такого міжвузля витрачається частина енергетичного ресурсу насіння, внаслідок чого з самого початку знижується потенціал розвитку рослин, що є непоправним недоліком у технології вирощування.

Реалізація процесу кушіння таких рослин не буде сприятливою, оскільки перший пагін кушіння розвивається завжди із глибини розміщення насіння, а другий – із глибини зони кушіння. В результаті формується небажана

горизонтальна різноярусність зародкової кореневої системи на глибині локалізації насіння, а вторинних або додаткових коренів, які відносяться до пагонів кущіння, – в горизонті ґрунту розміщення вузла кущіння. Це небажана морфологічна структура підземної частини рослини, і в характеристиці стану посівів за проведеним біологічним контролем вона вказується як наслідок допущеного недоліку технологічного характеру.



Біологічні вимоги щодо глибини загортання насіння ячменю знаходяться в межах значень 2–3 см. Збільшення глибини призводить до формування додаткового зайвого підземного міжвузля, на розвиток якого витрачається частина енергетичного ресурсу насіння. На фото добре розкущені рослини за сівби на оптимальну глибину

При заданій глибині загортання 2–3 см ріст зародкового пагона відновлюється лише після того, як на конусі наростання сформувалися уже зачатки колоса, що відповідає фактично початку фенофази виходу в трубку, або четвертому етапу органогенезу (розходження в термінах означеного росту та розвитку може становити до 40 днів). За таких умов у рослин повноцінно реалізується процес кущіння, забезпечується бажаний фенотип рослин із синхронним розвитком головного і бічних пагонів.

В технології вирощування ячменю слід брати до уваги потребу забезпечення вологою насіння для початку його проростання. При масі зернівки 50 мг потреба вологи досить незначна, всього лише 45–65% від її маси. Ця кількість становить 25–30 мг і за потребою води для набухання зернівки міститься в 1 см³ ґрунту при його вологості, що на 1–2% перевищує вологість в'янення. Відповідно польова схожість насіння, його проростання залежатимуть від забезпечення контакту висіяного насіння із ґрунтом.

Обробіток ґрунту. Основний обробіток слід проводити якомога раніше після збирання урожаю попередника, щоб забезпечити природне осідання та структурування ґрунту до настання холодного періоду року. Це сприятиме накопиченню та утримувannya вологи в капілярному стані. Інколи за потреби після основного обробітку ґрунту доцільно відразу ж або через незначний проміжок часу провести вирівнювання культивацією.

Навесні передпосівний обробіток ґрунту, розпушування поверхні проводять на глибину загортання насіння, за якого має утворитись насіннєве ложе, куди і слід розмістити насіння під час сівби. Такий підхід унеможлиблює різноглибинне загортання насіння, що є однією із важливих вимог технологічного процесу сівби, звісно, при використанні сучасних **зернових сівалок**.

Застосування мінеральних добрив. Фосфорні та **калійні добрива** вносять під основний обробіток ґрунту. Основна вимога при внесенні добрив – рівномірний розподіл по поверхні ґрунту при їх розкиданні. **Азотні добрива** вносять у передпосівний обробіток ґрунту навесні, бажано у формі аміачної селітри.

Співвідношення елементів живлення: азоту, фосфору та калію за раннього строку сівби в технології вирощування пивоварного ячменю має бути 1:1,5:1,5 відповідно. Це зумовлено досить повільним поглинанням фосфору при температурних режимах ґрунту менше ніж 10°C порівняно з азотом. Вирішальний вплив на процес кушіння справляють азотні добрива разом із фосфорними, внаслідок чого формуються добре розвинуті та продуктивні головний і бічні пагони, або пагони кушіння.



Порівняно з іншими культурами, ячмінь за своїми біологічними властивостями характеризується коротким періодом поглинання поживних речовин із ґрунту. До виходу в трубку він поглинає майже 2/3 калію, близько 50% фосфору та досить велику кількість азоту порівняно із загальною кількістю їх використання за весь **період вегетації**. Тому для отримання високих врожаїв дуже важливо, щоб ячмінь мав сприятливі умови мінерального живлення вже із самого початку розвитку. Недостатнє забезпечення мінеральним живленням на початку вегетації неможливо компенсувати пізніше, в період генеративного розвитку. Ця біологічна особливість є вирішальною в підвищенні вимог ячменю до умов живлення у період стартового розвитку рослин.

Існує такий технологічний агрозахід, як внесення в рядки мінеральних добрив у складі NPK по 15–20 кг д.р. під час сівби. Оцінюється він як досить

ефективний, однак його результативність залежить від наявності вологи у ґрунті. Внесення «добрива в рядки» доцільне в разі недостатнього запланованого забезпечення мінеральним живленням за рахунок норм добрив при основному внесенні.

Ширина міжрядь. При організації сівби на початку березня ширину міжрядь можна збільшувати до 19,5–20,0 см, за дещо пізніших строків доцільно дотримуватися ширини 15 см, а за пізньої сівби бажано використовувати сівалки з міжряддям 12,5 см. З кожним відтермінуванням строків сівби при збільшенні норми висіву насіння з метою зменшення загущення рослин в рядку сучасна технологія потребує більшої кількості рядків на 1 м². Такі підходи спрямовані на зменшення загущення в рядку, оскільки при загущенні взаємовплив між рослинами спричиняє видовження нижніх міжвузлів пагонів. Як наслідок, ячмінь за такого розвитку схильний до вилягання і до втрати здатності зберігати вертикальну стійкість. Це призводить до зменшення маси зернівок при формуванні урожаю та до **зниження урожайності зерна**. Заодно погіршуються пивоварні якості вирощеної продукції.

Часто у виробництві для запобігання таким наслідкам застосовують регулятори росту, що сприяє стійкості до вилягання. Проте слід звернути увагу на той факт, що, скажімо, в Німеччині та Чеській Республіці заборонено застосовувати регулятори росту в технології вирощування пивоварного ячменю – і небезпідставно.

Отже, сучасна технологія вирощування пивоварного ячменю передбачає застосування елементів точного рослинництва, ретельне виконання всіх технологічних заходів, забезпечення реалізації потенціалу біологічних чинників та ефективне використання ресурсів середовища або чинників вегетації.