

## Зміни в хімічному складі зерна ячменю після його пророщування

Шаповаленко О.І., доктор технічних наук, Євтушенко О.О., кандидат технічних наук, Степчук І.М., магістрант Національний університет харчових технологій

У наш час біологічні способи обробки зерна потребують переходу на більш високий рівень розвитку, значного розширення етапів дослідів виробництва та поліпшення якості їх роботи.

Такі способи обробки зерна як осолодження, пророщування, ферментація передбачають зміну хімічного складу його за рахунок дії біологічних каталізаторів ферментів, які діють лише за певних умов середовища та температури. Зерно після осолодження чи ферментації використовують для годівлі молодняка сільськогосподарських тварин старшого віку, оскільки у молодняка в період молочного живлення не завжди корисно змінювати мікробіологічний склад травного тракту. А пророщене зерно і солод використовують в пивоварінні [1].

Солод – це продукт, який одержують при пророщуванні насіння злаків, головним чином, ячменю.

Процес отримання ячмінного солоду ділиться на замочування і пророщування насіння. Замочування зерна є важливим етапом у виробництві солоду. Достатня вологість, наявність кисню і оптимальна температура - найважливіші попередні умови для солодовирощування. Вологість зерна складається з первісної його вологості (14 %) і кількості води, поглиненої зерном у період замочування. Кінцева вологість зерна, яка необхідна для його пророщування, називається ступенем замочування. Оптимальна ступінь замочування ячменю становить 44 %, з тривалістю 10 год. Тривалість і ступінь замочування зерна залежать також від температури води, застосовуваного способу замочування, розмірів і стану зерна. Температура води є головним чинником, що впливає на швидкість замочування. З підвищенням її поліпшується набухаємість білків, крохмалю та клітковини, а також зростає швидкість дифузії води внаслідок зниження в'язкості. Так, при замочуванні зерна у воді температурою 20 °С ступінь замочування 45 % досягається в два рази швидше, ніж при 10 °С. Однак, при температурі вище 15 °С відбувається активний розвиток мікроорганізмів. Для їх інгібування в промисловості широко використовують різні антисептики, які є одночасно і стимуляторами росту зерна. Замочування зерна слід розглядати як комплексний процес

зволоження і біологічної фази росту. Чим швидше протікає насичення вологою зерна і чим інтенсивніше видаляються інгібуючі речовини, тим активніше йдуть ферментативні процеси, що призводять в подальшому до його розчинення.

Метою пророщування зерна є синтез і активація ферментів, під впливом яких в процесі затирання досягається повне розчинення всіх резервних речовин. В одних випадках цінним є тільки одне - утворення при цьому речовин - діастаз (винокурне виробництво), в інших же випадках користуються сукупністю змінених розчинних продуктів (пивоварне виробництво). В обох випадках користуються властивістю крохмалю розчинятись і оцукрюватись, при цьому отримується мальтоза – цукор, що володіє здатністю бродіння. У проростаючому зерні відбуваються ті ж біохімічні та фізіологічні зміни, що і при природному пророщуванні його в ґрунті. Протікання біохімічних процесів в проростанні зерна сприяють розщепленню всіх високомолекулярних сполук (крохмалю, білків) і переходу їх в низькомолекулярні речовини, які використовуються для живлення зародка. Проростання характеризується двома взаємно пов'язаними процесами: гідролізом запасних речовин ендосперму і синтезом нових речовин в зародку, що змінюють біохімічний склад зерна. Найважливішим енергетичним процесом пророщування є дихання зерна, що протікає під дією оксидаз. Крохмаль під впливом ферментів перетворюється в цукри, які потім окислюються до двоокису вуглецю (CO<sub>2</sub>) і води (H<sub>2</sub>O) з виділенням 2822 кДж тепла на одну грамм-молекулу глюкози. У результаті виділення теплової енергії при диханні проростаючого зерна температура в шарі підвищується, що сприяє інтенсивному утворенню ферментів. Однак при цьому збільшуються втрати найбільш цінної складової частини зерна - екстракту. При пророщуванні зерна близько 24 % крохмалю перетворюється на цукор, з них 10 % витрачається на дихання, 3...4 % - на побудову корінців і паростків, приблизно на 10 % залишається в солоді у вигляді цукру. Загальний вміст розчинних цукрів у солоді залежить від умов солодовирощування і якості вихідного ячменю і становить 8-14 % за масою сухої речовини солоду. Підвищення кислотності про-

ростання зерна є необхідною передумовою для активної дії ферментів. В результаті ферментативних процесів при пророщуванні зерна кількість розчинного екстракту в солоді зростає приблизно в два рази, тобто з 7 % у вихідному ячмені до 14 % в отриманому з нього солоді [2].

■ Таблиця 1. Вплив спеціальної обробки на активність пророщування зерна

Досліджувані зразки ячменю	pH середовища	Енергія проростання, %	Схожість, %
Зразок 1	7,1	62	59
Зразок 2	6,2	93	90
Зразок 3	10,3	78	65

Нами були проведені досліді щодо динаміки пророщування в залежності від зміни pH середовища, що дало змогу встановити схожість та енергію проростання зерна ячменю (таблиця 1). Для зміни pH середовища замість хімічних реагентів були використані електродисоційовані водні розчини.

В результаті проведення дослідів (табл. 1) встановлено, що зміна pH середовища як в лужну, так і в кислу сторону позитивно впливає на пророщування ячменю. Такі значення як енергія проростання (93 %) та схожість (90 %), які є максимальними, досягались при pH 6,2, що можна пояснити інгібіторним впливом середовища на мікроорганізми (зокрема плісневі гриби), а також підвищенням вмістом гідроксильних груп.

В подальшому, нами були проведені досліді по визначенню хімічного складу зерна ячменю після пророщування при pH 6,2 (табл. 2).

Отримані нами експериментальні дані (табл. 2) свідчать про перевагу пророщеного зерна за складом та якістю декстринів перед не обробленим зерном ячменю. Вміст крохмалю зменшується з 47,0 % до 25,6 % при відповідному збільшенні частки декстринів до 26,3 %. Спостерігається значне збільшення ступеня декстринізації крохмалю (50,77) та розчинності вуглеводів зерна (209,2 мг/г). Такі зміни досягаються за рахунок власного біологічного впливу зерна, хоча при цьому є відповідні втрати вуглеводів при проходженні цього процесу.

У той же час підвищення розчинності вуглеводної частки є результатом зміни не тільки крохмалю. Встановлено, що склад і властивість азотистих речовин у пророщеному зерні суттєво відрізняється від вихідного зерна (табл. 3).

Такі зміни (табл. 3) в основному пов'язані з підвищенням розчинності білка та динамікою наростання небілкового азоту з 1,5 % до 2,3 %. У процесі пророщування суттєво перебудовуються білкові молекули ендосперму та зародка. Це зумовлює зміну рухомості азоту за рахунок утворення поліпептидів та інших проміжних речовин.

Таким чином, білок пророщеного зерна проявляє фізико-хімічні властивості, що схожі з тими, які отримуються при середньому ступені теплової денатурації, яка є оптимальною з точки зору поживної цінності [1].

Після осолоджування зерна вологу сировину піддають

■ Таблиця 2. Якісний та кількісний склад продуктів розщеплення крохмалю

Показник	Вид обробки зерна ячменю	
	До обробки	Після пророщування
Концентрація в сухій речовині:		
крохмалю		
декстринів	47,0	25,6
у тому числі :	7,83	26,3
- амілодекстринів	1,48	0,13
- еритродекстринів	0,73	0,12
- ахродекстринів	0,36	0,48
- вільних цукрів	0,31	1,13
Ступінь декстринізації крохмалю	4,95	24,44
Розчинність вуглеводів зерна, мг/г	14,28	50,77
	13,59	209,2

сушінню. Сухий солод є основним напівфабрикатом для виготовлення різних концентратів лікувально-профілактичного призначення, квасу та інших безалкогольних напоїв, а також пива. У процесі сушіння солоду досягаються дві мети: зниження вологості матеріалу з 50-40 % до 10-13 % загальної маси і надання продукту в процесі термічної обробки певних технологічних якостей - специфічного смаку, кольору і аромату з високою ферментативною активністю. Проте, сушіння солоду є складним нестаціонарним процесом тепло- і масообміну, а також біохімічних перетворень, тому в технології виробництва комбікормів його переважно не проводять, а виготовляють з його додаванням рідкі комбікорми.

■ Таблиця 3. Порівняльна характеристика білкового комплексу зерна під дією пророщування

Показник	Ячмінь, % на суху речовину	
	вихідний	пророщений
Протеїн,	13,7	13,8
у тому числі:		
- білок;	12,2	11,5
- небілковий азот.	1,5	2,3
Небілковий азот, % до протеїну.	10,95	16,67
Співвідношення легко- і важкорозчинних фракцій білка.	0,23:1	0,85:1

Отже, проведені досліді дозволили розробити пердумови для удосконалення біологічного процесу виробництва ячмінного солоду. Лабораторними дослідженнями встановлено, що за допомогою активаторів біохімічних реакцій, якими є електродисоційовані водні розчини, можна прискорювати процес пророщування та пригнічувати вплив мікроорганізмів, а отримані результати щодо змін хімічного складу пророщеного зерна підтвердили можливість проведення глибоких перетворень вуглеводного та білкового комплексів на рівні, який відповідає високоенергетичній тепловій обробці.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Подобед Л.І. Комбікорми і кормосуміші для молодняка сільськогосподарських тварин. – К: Урожай, 1994 – 145 с.
2. Федоренко Б.Н. Инженерия пивоваренного солода. – К: Профессия, 2004 – 248 с.