

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ
ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

ХАРЧОВА ПРОМИСЛОВІСТЬ

НАУКОВИЙ
ЖУРНАЛ

Заснований у 1965 р.

№ 5

Київ НУХТ 2007

Б.І. ХІВРИЧ, кандидат технічних наук
А.І. УКРАЇНЕЦЬ, доктор технічних наук
О.В. ОЛЕКСІЙЧУК, аспірант
Національний університет харчових технологій

ВИЗНАЧЕННЯ РАЦІОНАЛЬНИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ РЕЖИМІВ СОЛОДОРОЩЕННЯ ЗЕРНА СОЇ

Висвітлено результати досліджень процесів сортування, миття, замочування і пророщування зерна сої, за якими визначено раціональні технологічні режими солодородження зерна сої в промислових умовах. Встановлено вплив фракційного складу, травмування оболонки зерна, інтенсивності дихання на процеси солодородження сої.

Ключові слова: соя, солод із сої, фракційний склад, дихання, ступінь травмування насінневої оболонки.

Высветлены результаты исследований процессов сортирования, мытья, замачивания и проращивания зерна сои, по которым определены рациональные технологические режимы солодороджения зерна сои в производственных условиях. Установлено влияние фракционного состава, травмирования оболочки зерна сои, интенсивности дыхания на процессы солодороджения сои.

Ключевые слова: соя, солод из сои, фракционный состав, дыхание, степень травмирования семенной оболочки.

Соя в арсеналі світових рослинних ресурсів за вмістом поживних речовин належить до найцінніших культур. Актуальною проблемою є переробка сої на продукти харчування з низьким вмістом непоживних речовин і високими органолептичними показниками. Серед відомих ефективних способів переробки сої на продукти харчування є її солодородження. Пророщування зерна сої веде до активації різних ферментних систем, під впливом яких і відбуваються необхідні зміни хімічного складу, зменшення вмісту непоживних речовин, підвищення харчової і фізіологічної цінності та утворення біологічно активних речовин у солоді.

Біотехнологія солоду із сої дає змогу одержати гігієнічно безпечні для людини високобілкові продукти оздоровчого харчування із повножирової сої [1, 3—5].

Зерно сої — нетрадиційна сировина для виробництва солоду. У технології виготовлення солоду найчастіше використовують посівне насінне зерно з високою здатністю до проростання. За цим, фактично єдиним показником оцінюють придатність зерна для солодородження. Проте умови проростання висіяного в землю зерна істотно відрізняються від виробничої переробки зерна на солод.

Під впливом процесів миття, замочування і пророщування зерно зазнає інтенсивних механічних навантажень, що спричиняють руйнування зернівки на сім'ядолі і зниження якості солоду. За сортовими ознаками соя має значні відмінності за формою, крупністю і вимірністю зерна, що впливає на тривалість його набухання у воді та пробудження до проростання. До того ж значна кількість зерна сої має тріщини в насінневій оболонці, що негативно позначається на процесах солодородження і мікробіологічних показниках солоду. Останні досліджені

недостатньо і у літературних джерелах не систематизовані [1—7, 8, 11].

Все це зумовлює потребу поглибленого дослідження і визначення впливу цих факторів на процеси солодородження сої і на цій основі — встановлення раціональних режимів, які б забезпечили одержання солоду в промислових умовах зі стабільно, високими показниками якості.

Метою роботи було визначення раціональних режимів солодородження зерна сої на технологічних стадіях сортування, миття, замочування і пророщування.

Об'єктами дослідження були шість сортів сої (Київська 91, Іванка, Чернівецька 9, Медея; Фаєтон, Київська 27) різної репродукції та років вирощування і солод з них.

У дослідженнях застосовували стандартні методи аналізу фізичних, фізіологічних і мікробіологічних показників якості зерна, що застосовують у масложировій і пивоварній промисловості [8, 9]. Інтенсивність дихання визначали за модифікованим нами методом, основанийому на врахуванні кількості виділеного вуглекислого газу, який поглинається гідроксидом барію [10].

Значення параметрів солодородження і особливо замочування, як відомо, тісно пов'язані з крупністю і вирівняністю зерна (фракційним складом) [11]. Авторами роботи проаналізовано фракційний склад різних поширених сортів товарного зерна сої. Фракціонували сою на ситах з круглими отворами. Результати дослідів (рис.1) показали, що розміри зерна сої в основному залежать від сорту і перебувають в інтервалі від 4,5 до 8,0 мм, а 97—98 % від загальної маси сої, перебуває в межах від 5 до 7,5 мм. Різниця в діаметрі зерна кожного сорту становила від 2,2 до 3,1 мм. Отримані дані дають можливість вибору параметрів сит

машин для очищення і сортування товарного зерна, визначення кількості можливих відходів в умовах промислового виробництва солоду.

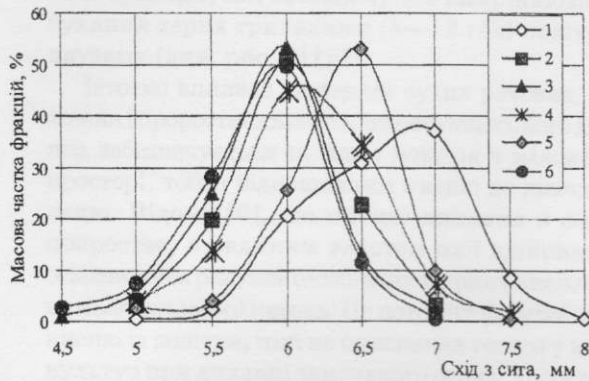


Рис. 1. Фракційний склад зерна сої сортів: 1 — Іванка; 2 — Медея; 3 — Київська 91; 4 — Фаєтон; 5 — Київська 27; 6 — Чернівецька 9

Важливим процесом є миття зерна від органічних і неорганічних забруднень та мікроорганізмів. Методом змивання бруду з поверхні зерна і визначення сухого залишку після випаровування води було встановлено, що на зерні може міститись від $1,5 \cdot 10^{-2}$ до $5,0 \cdot 10^{-4}$ % бруду різного походження. Миття зерна з інтенсивним перемішуванням забезпечує видалення бруду протягом 30—45 хв. Ураження поверхні зерна мікроорганізмами після миття таким способом зменшується з $3,0 \cdot 10^6$ до $2,0 \cdot 10^2$ КУО на 1 г зерна.

Як відомо, зерно сої дуже чутливе до механічного пошкодження насінневої оболонки під час збирання, обробки, зберігання та до впливу технологічних і біологічних факторів. Зерно з мікро- і макротріщинами в оболонці значно швидше набухає, руйнується в процесі миття, замочування і пророщування та інфікується мікроорганізмами. Нами досліджено ступінь травмування насінневої оболонки та залежність цього показника від розмірів зерна і сорту сої.

Ступінь травмування зерна визначали таким чином: замочували зерно на 30 хв у воді, візуально відбирали і підраховували зерна, які набухали швидше від інших. Дані дослідів показали (рис. 2), що в шести дослідних зразках сої кількість зерна з травмованими оболонками становила від 15,2 до 20 %. Зерно найменших фракцій має менший ступінь травмування оболонки порівняно з більшими за розмірами фракціями, що становило відповідно 10,6 і 28,16 %. Дані дослідів вказують на те, що за технологічними властивостями кращими для солодоращення є сорти з меншими розмірами зерна, а висока здатність до травмування зерна зумовлює необхідність його обов'язкового видалення на стадіях сортування, миття або замочування.



Рис. 2. Залежність травмування зерна від розміру фракції

Для забезпечення такого видалення нами запропоновано спосіб [7], за яким після миття відсортованого зерна зернову суміш калібрують за розміром і формою на фракції цілого та зруйнованого зерна, після чого ціле зерно пророщують а зруйноване сушать до вологості 8—12 % і використовують як вторинний продукт для виробництва різних продуктів харчування. Одержані в напівпромислових умовах зразки солоду відповідали показникам наведені в таблиці.

Порівняльна характеристика показників якості солоду

Показник якості	Солод виготовлений		
	за традиційною технологією	за вдосконалим способом	
		Солод	Вторинний продукт
Кількість пророслого зерна у свіжопророслому солоді, %	84,1	97,4	—
Кількість мезофільних, аеробних і факультативно-анаеробних мікроорганізмів, КУО в 1,0 г	9,2·10 ⁵	4,0·10 ³	3,2·10 ²
Органолептичні показники солоду (колір, запах, смак)	Світло-коричневого кольору; солодовий запах з присмаком плісняви	Світло-коричневого кольору; солодовий запах; без ознак плісняви і побічного присмаку	Світло-жовтий колір; без побічного присмаку

Кінетика замочування, як відомо, залежить від крупності і вимірності зерна. Значна різниця в розмірах зерна, що надходить на замочування, потребує проведення попереднього фракціонування або ж застосування певних режимів замочування. Нами було досліджено кінетику замочування зерна сої для трьох фракцій в межах 5—7,5 мм (5,0—5,5 мм; 6,0—6,5 мм; 7,0—7,5 мм) при температурі води 15—16 °С. Результати експериментів показали, що зерно сої найменшої фракції практично повністю набирає потрібну кількість води (61—62 %) для нормального проростання за 24—26 год, а найкрупніша фракція набухає до необхідної вологості протягом 30—32 год (рис. 3).

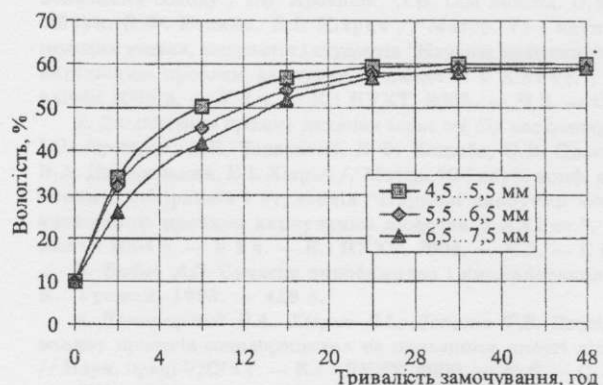


Рис. 3. Динаміка набухання зерна сої різних фракцій

Такі результати вказують на необхідність проведення фракціонування зерна перед солодоращенням на дві — три фракції або ж застосування методів замочування, які забезпечують вирівнювання набухання зерна тривалими (8—12 год) повітряними паузами (див. рис. 3) [11].

Істотно впливає на втрати сухих речовин, пробудження і проростання зерна, інтенсивність його дихання, яка забезпечується складом повітря в міжзерновому просторі, тобто відношенням кисню до діоксиду вуглецю. Відомо [6], що процес дихання в зерні, що проростає, з великим вмістом олії здійснюється в основному за рахунок окиснення жирних кислот, бідних на молекулярний кисень. Це потребує більшої кількості кисню із повітря, ніж на окиснення гексоз у злакових культур при диханні замоченого зерна. Тому важливо було визначити, яка інтенсивність дихання сої є порівняно з культурами, для яких ці показники відомі [2, 6]. У досліді було використано метод, оснований на врахуванні кількості виділеного вуглекислого газу, який поглинається гідроксидом барію. На основі одержаних експериментальних даних було встановлено закономірність дихання зерна сої порівняно з ячменем, під час замочування та пророщування (рис. 4).



Рис. 4. Інтенсивність дихання зерна різних культур

Дані дослідів показують, що інтенсивність дихання зерна сої в умовах природного складу повітря в процесі замочування і пророщування більша в 1,3—1,7 раза від інтенсивності дихання зерна ячменю. Для забезпечення оптимальних умов пробудження і проростання зерна під час замочування та на початковій стадії пророщування потрібна більша кількість повітря, ніж для ячменю та інших злакових культур, а на стадії пророщування кількість повітря має бути значно меншою.

За нашими дослідями для нормального пробудження і проростання зерна на стадії замочування та на початку пророщування потрібно витратити близько 80 мг кисню на 1 кг сої за 1 год. На третю — восьму добу пророщування треба зменшити кількість кисню до 30—40 мг / кг зерна. Такий режим пророщування сприяє накопиченню продуктів ферментативного гідролізу, дає змогу зменшити втрати сухих речовин на дихання, одержати високу якість свіжопросоложеного солоду.

За традиційною технологією солодоращення супроводжується періодичним перегріванням шару зерна, що проростає. Цей процес істотно впливає на руйнування сім'ядолей та якість солоду із сої. На підставі дослідів вирощування солоду з різною

висотою шару було встановлено, що за оптимальних умов продування шару зерна кондиціонованим повітрям змінюючи частоту продування шару і параметри самого кондиціонованого повітря, під час сдодоращення, можна здійснювати ефективно пророщування зерна без перегрівання грядки заввишки до 60 см. Виборів таких способу і режимів пророщування сприяє висока шпаруватість (повітряний об'єм міжзернового простору) зернового шару, яка становить 45—48 % і особливість процесів дихання зерна сої.

Висновки. На основі теоретичних і експериментальних досліджень визначено вплив найважливіших факторів на процеси солодоращення сої і на основі цього встановлено раціональні режими, які забезпечують одержання солоду із високими показниками якості.

Миття зерна з інтенсивним перемішуванням дає змогу повністю видалити бруд і зменшити ураження зерна мікроорганізмами з $3 \cdot 10^5$ до $2 \cdot 10^2$ КУО на 1 г зерна.

Запропонований спосіб видалення зерна з травмованими оболонками, кількість якого в сої може буди до 20 %, забезпечує одержання солоду високої якості за органолептичними і мікробіологічними показниками.

Незважаючи на те, що зерно, яке може надходити на переробку, значно відрізняється за крупністю (від 5 до 7,5 мм), замочування його при температурі 15—16 °С до вологості 61—62 % можна здійснювати застосуванням першої тривалої повітряної паузи протягом 8—12 годин.

Інтенсивність дихання зерна сої змінюється від 20 до 200 мг CO₂ / кг · год, що в 1,3—1,7 раза більше, ніж у ячменю. Для нормального перебігу процесів пробудження зерна до проростання, накопичення продуктів ферментативного гідролізу та зменшення втрат сухих речовин на дихання на стадії замочування треба подавати близько 80 мг O₂ / кг · год, а в останні три — вісім днів пророщування 30—40 мг O₂ / кг · год.

Завдяки високій шпаруватості (45—48 %) шару зерна, що проростає, і особливостям процесу дихання зерна сої, можна здійснювати ефективно пророщування зерна без перегрівання грядки, за підібраними режимами кондиціонування холодним повітрям в шарі до 60 см.

ЛІТЕРАТУРА

1. Дослідження впливу процесу пророщування сої на якісні показники солоду / І.В. Арсенюк, О.В. Сім'яниста, О.В. Олексійчук, В.Ф. Коцюба, Б.І. Хіврич // Матер. 71-ї наук. конф. молодих вчених, аспірантів і студентів "Наукові здобутки молоді — вирішення проблем харчування людства у XXI ст.", 18—19 квітня 2005 р. — У 2 ч. — К.: НУХТ, 2005. — Ч.2. — С.16.
2. Дослідження процесу дихання зерна сої під час солодування / І.С. Арсенюк, А.В. Тарасенко, В.Ф. Коцюба, О.В. Олексійчук, В.А. Домарецький, Б.І. Хіврич // Матер. 70-ї наук. конф. молодих вчених, аспірантів і студентів "Наукові здобутки молоді — вирішення проблем харчування людства у XXI ст.", 20—21 квітня 2004 р. — У 2 ч. — К.: НУХТ, 2004. — Ч.2. — С.19.
3. Бабич А.О. Сучасне виробництво і використання сої. — К.: Урожай, 1993. — 429 с.
4. Домарецький В.А., Хіврич Б.І., Лопато Т.В. Дослідження впливу процесів солодоращення на показники якості ліпідів сої // Наук. праці УДУХТ. — К.: УДУХТ, 2000. — № 6. — С. 87—88.
5. Домарецький В.А., Хіврич Б.І., Лопато Т.В. Деструктивні перетворення галактосахаридів в процесі солодування сої // Наук. праці УДУХТ. — К.: УДУХТ, 2001. — № 9. — С. 67—68.

6. Кретович В.Л. Биохимия растений: Учебник. — 2-е изд. — М.: Высш. шк., 1986. — 503 с.

7. Рішення про видачу деклараційного патенту на корисну модель за результатами формальної експертизи № u 2005 007952 від 16.11.05 р., МПК 7 А 23L1/202 Спосіб одержання солоду та вторинного продукту із сої / В.І. Хіврич, А.І. Українець, О.В. Олексійчук. — Заявл. 11.08.05 р.

8. Соя (генетика, селекція, семеноводство) / А.К. Лещенко, В.И. Сичкарь, В.Г. Михайло, В.Ф. Марьюшкин. — К.: Наук. думка, 1987. — 256 с.

9. Слюсаренко Т.П. Лабораторный практикум по микробиологии пищевых производств. — М.: Лег. и пищ. пром-сть, 1984. — 249 с.

10. Федорова А.И., Никольская А.Н. Практикум по экологии и охране окружающей среды. — М.: ВЛАДОС, 2001. — 285 с.

11. Чернишов С.О., Егорова І.К., Хіврич В.І. Визначення раціональних режимів замочування сої при солодуванні // Харч. пром-сть. — К.: УДУХТ, 2000. — С. 87—91.

Одержана редколегією 04.04.06 р.

УДК 664.002.612

В.Л. ЯРОВИЙ, кандидат технічних наук

Р.Л. ЯКОБЧУК, аспірант

Національний університет харчових технологій

ДОСЛІДЖЕННЯ В'ЯЗКОСТІ ПИВНИХ ДРІЖДЖІВ

Досліджено структурно-механічні властивості пивних дріжджів на прикладі в'язкості, а також вплив на в'язкість концентрації, температури та однорідності дріжджової суспензії.

Ключові слова: ефективна в'язкість, концентрація, пивні дріжджі, швидкість зсуву.

Исследованы структурно-механические свойства пивных дрожжей на примере вязкости, а также влияние на вязкость концентрации, температуры и однородности дрожжевой суспензии.

Ключевые слова: эффективная вязкость, концентрация, пивные дрожжи, скорость сдвига.

Сировина, напівфабрикати, готова продукція галузей харчової та переробної промисловості характеризуються рядом структурно-механічних властивостей, таких як пружність, пластичність, в'язкість, поверхневий тощо. Ці властивості залежать від температури, вологості, тиску та якості вихідної речовини, засобів та термінів її зберігання. Зазначені та інші фактори впливають на поведінку структури під час її деформації у процесі механічної обробки: подрібнення, розпилення, формування [1].

Для наукового обґрунтування завдань технологічного оброблення харчових матеріалів вагоме значення має вивчення реологічних характеристик під час змінення технологічних параметрів, які характеризують перебіг процесу. Більшість харчових матеріалів належать до неньютонівських рідин, щодо яких відомо ряд теорій, які пояснюють їх плинність. Але здебільшого інформація про поведінку цих матеріалів отримана емпіричним шляхом. Найважливішою реологічною характеристикою, яка визначає стан матеріалу є в'язкість.

В'язкість пивних дріжджів досліджували на ротаційному віскозиметрі "Реотест 2", використовуваному як для визначення динамічної в'язкості ньютонівських рідин, так і для проведення глибоких реологічних досліджень неньютонівських рідин. Дріжджами заповнювали робочий об'єм системи співвісних циліндрів вимірювального пристрою. Дослідження проводили при зміні концентрацій дріжджів в межах 6,3—9,5 %, температури — 20—60 °С, швидкості зсуву — 0—1350 с⁻¹.

В'язкість пивних дріжджів при заданій температурі величина не стала, а залежить від швидкості дефор-

мації, тому залежність напруження зсуву від швидкості зсуву має нелінійний характер. Відношення напруження зсуву τ до швидкості зсуву ξ характеризується ефективною в'язкістю, Па·с,

$$\eta_{\text{эф}} = \frac{\tau}{\xi}$$

Дослідження проводили з вихідними і подрібненими дріжджами при різних температурах і концентраціях сухих речовин. Отримано відповідні графіки залежності в'язкості від швидкості зсуву, температури і концентрації сухих речовин, які мають важливе практичне значення, оскільки визначають оптимальні параметри технологічних процесів оброблення пивних дріжджів. При цьому встановлюється безпосередній зв'язок між характером течії, ступенем руйнування структури і напрутою зсуву.

На рисунках 1, 2 зображено графіки залежностей ефективною в'язкості від швидкості зсуву вихідних і подрібнених пивних дріжджів при сталій температурі $T=22$ °С і різних концентраціях сухих речовин в них. Наведені графіки мають вигляд, характерний для колоїдних капілярно-пористих речовин. Передовсім звертає на себе увагу спадання в'язкості зі збільшенням швидкості зсуву. Як видно з графіків, ефективна в'язкість зменшується зі збільшенням швидкості зсуву, досягаючи найменшого значення при швидкості близько 150—250 с⁻¹ для вихідних дріжджів (рис. 1), а при швидкості близько 250—500 с⁻¹ — для подрібнених (рис. 2). Зі зменшенням концентрації сухих речовин як у вихідних дріжджах, так і у подрібнених, ефективна в'язкість зменшується і швидше настає руйнування

© В.Л. Яровий, Р.Л. Якобчук, 2007