

Визначення раціональних режимів замочування сої при солодуванні
Определение рациональных режимов замачивания сои при солодоращении
Definition of rational modes of soaking soybeans in the production of malt

Чернишов, С. О. Єгорова, П. С. Б.І.Хіврич

Чернишов, С. О. Егорова, П. С. Б.И.Хиврич

Chernyshov, S. Yehorova, P. B.I.Hivrych

Анотація

Представлені результати досліджень процесу замочування сої та визначено умови його проведення для досягнення максимальної енергії проростання. Наведено рівняння регресії вологості сої від температури води і часу замочування, а також тривалості мокрих і сухих інтервалів.

Представлены результаты исследований процесса замачивания сои и определены условия его проведения для достижения максимальной энергии прорастания. Приведены уравнения регрессии влажности сои от температуры воды и времени замачивания, а также длительности мокрых и сухих интервалов.

The results of studies of the process of soaking soybeans and determined its conditions for maximum vigor. The equations of regression soybean moisture on the water temperature and soaking time, and duration of wet and dry intervals.

Keywords: соя, солод, замочування зерна, температура, вологість.

Ключевые слова: соя, солод, замачивания зерна, температура, влажность.

Ключові слова: soy, malt, soaking grains, temperature, humidity.

Соя відрізняється від інших зернових культур рідкісним співвідношення білків, жирів, вуглеводів, вітамінів, антиоксидантів, ферментів, фосфатидів та мікроелементів. Застосовуючи екологічно чисту технологію - солодування - можна досягти позитивного впливу смакові властивості і харчову цінність сої, зменшити до безпечного рівня кількість антипоживних речовин у ній.

Визначення раціональних характеристик процесу замочування (першої стадії солодування) має великий вплив на отримання високо-якісного солоду сої.

Як відомо, при замочуванні злакових культур (ячменю, пшениці, жита, вівса) та представника бобових культур - гороху спостерігається спочатку стрімке підвищення вологості з її наступною стабілізацією протягом певного часу. Набрякання поверх-ового шару зерна затримує передачу вологи до внутрішніх шарів, і градієнт дифузії вологи дорівнює 0. Починаються структурні і мета-болічні зміни. Процес має ступінчастий характер (рис.1).

У проведених дослідженнях ми встановили, що у сої на початку замочування вологість також різко зростає, а потім, на відміну від вищезгаданих культур, продовжується її плавне підвищення. Тобто градієнт дифузії вологи зменшується поступово і досягає тільки в кінці замочування при вологості сої 61...62 %. Це можна пояснити біохімічним складом і структурною будовою зерна- Головним чинником, що впливає на таку поведінку сої, є наявність у її складі лише незначної кількості крохмалю. Саме поступове набрякання зерен крохмалю у клітинах різних культур визначає швидкість і загальну тривалість замочування.

Ми дослідили зміну вологості сої при чисто водяному замочуванні і температурі 17 °С. Для узагальнення результатів взяли середні дані з багатьох дослідів, а залежність між вологістю w і тривалістю замочування x розраховували із застосуванням всього масиву даних. Вологість зерна в перші кілька годин збільшується дуже швидко. Так, вже після двох годин замочування вологість сягала 41 %. В той же час швидкість набухання dw/dx різко зменшувалась. Рівняння регресії вологості від часу має вигляд

$$w = 69,2 - 42,0 t T(Г, 36,9) \quad (1)$$

де w - вологість, %; t - тривалість замочування, год

На швидкість замочування значною мірою впливає температу-ра замочної води. Для дослідження були вибрані три значення темпе-ратури: 12 °С ~ звичайна температура водопровідної води, 17 °С - температура, близька до кімнатної, і 30 °С ~ максимальна температу-ра, яка не впливає на життєздатність пророщуваної сої.

При 30 °С соя набухає дуже швидко і досягає вологості 60 % вже через 6 год. Але навіть при 12 °С такої ж вологості можна досягти вж^ приблизно через 16 год

Для визначення залежності між вологістю, часом і температурою ми застосували методи нелінійного моделювання - квазіньютонівський і сімплексний. Максимальна кількість ітерацій була 300, критерій збіжності - 0.0001. В результаті було одержано рівняння регресії 88

$$w = 13,9 + 0,48 x - 0,281 - 0,075t t + 6,89 x^{-3} tw, \quad (2)$$

де t - температура замочування, °С.

Коефіцієнт кореляції між спостереженими і розрахованими величинами становив 0,99. За допомогою цього рівняння можна розрахо-вувати вологість сої в довільний момент часу при заданій температурі замочувальної води.

Критерієм, що визначає правильність вибору режиму замочу-вання, є енергія проростання, яка являє собою процентну частку про-рослих зерен до їх загальної кількості.

Ми дослідили, що вологість, яка гарантує високу енергію проро-стання, становить 58...62 %. її можна досягти за 24 год у разі чисто водяного замочування, але воно застосовується рідко. І пов'язане це насамперед з тим, що зерно пробуджується, починає рости і повинно дихати. Тому треба оптимізувати режими замочування з погляду співвідношення мокрих і сухих проміжків часу.

Для експерименту було взято 10 зразків і складено план замочу-вання з різним співвідношенням мокрих і сухих інтервалів. Температура води і повітря під час експерименту коливалася в діапазоні 16... 18 °С.

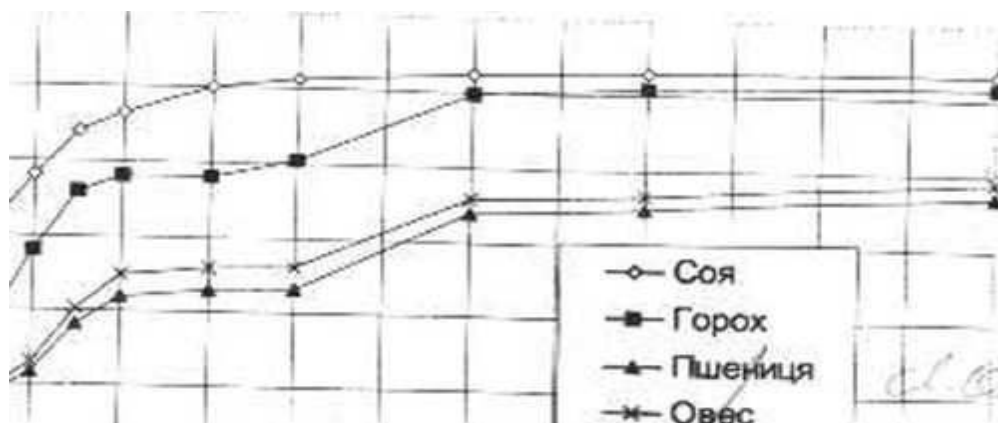
Для побудови моделі замочування, в якій враховувалась би три-валість мокрих і сухих інтервалів, ми також застосували нелінійні мето-ди, бо спроба описати процес замочування з допомогою лінійних рівнянь множинної регресії скінчилася невдачею - дуже великою була стандар-тна помилка регресії і низьким коефіцієнт кореляції між спостережени-ми і розрахованими даними. Вибираючи сумарний час, протягом якого зерно сої було у воді і на повітрі, можна з високим ступенем точності визначити вологість. Одержане рівняння регресії має такий вигляд:

$$w = 5,79 - 0,61t_w - 0,08t_a + 32,85t_w^{*1} + 1,20(t_w + t_a)^1$$

де t_w - час перебування у воді, год; t_a - час перебування на повітрі, год.

Зерно пробуджується і починає інтенсивно розвиватися при во-логості 53...55 %. Перше замочування дає можливість наситити водою зародок і навколозародкову область, внаслідок чого починається гідроліз запасних речовин зерна. Розмочена оболонка перетворюється на мем-брану, яка сприяє процесу нормального газообміну зерна. Зерно почи-нає дихати. При вологості, меншій за вищевказану, темп розвитку сої уповільнений, а якщо передержати у воді - зерно не дихає і затримує свій розвиток. Тому вимальовується така картина розподілу мокрих і сухих інтервалів. Тривалість першого замочування - 5...7 год, залеж-но від температури води і сортових особливостей зерна. Перша суха пауза має тривати 5...8 годин. Ця величина залежить від температури повітря, фракційного складу сої. Друге замочування у воді продов-жується 2...3 год і доводить вологість сої до 59...61 %. Цієї кількості

Рис. 1. Характерні криві набухання різних культур





Блок 2 производит последовательное рас воды практично достатньо для нормального розвитку переважної більшості зерен сої. Але щоб досягти рівномірного проростання (з урахуванням некондиційності деякої частки зерна), сою слід замочити в кінці замочування ще протягом однієї години. В цей час потрібно також провести її дезінфекцію перед пророщуванням. Кінцева вологість замочування має бути 61...62 %. Загальна тривалість перебування у воді - 9...11 годин.

На рис.2 наведено результати дослідження впливу сухих і мокрих інтервалів на енергію проростання сої. Найбільший вплив на енергію проростання мають перші мок-рий і сухий інтервали, а оптимальна їх тривалість дорівнює приблизно по 6 год. Саме за цих умов можна одержати здоровий солод, що рівномірно проростає.

Ми провели дослідження для визначення впливу фракційного складу зерна на ступінь і швидкість замочування. Сою поділили на дві фракції - крупну і середню. Крупна фракція - залишок на ситі з круглими отворами 0 7мм, а середня - прохід крізь сито 0} 7мм і залишок на ситі .0 5 мм. Проходу крізь сито 0 5 мм майже не'було, тому що зерно було "попередньо оброблене.

Результати експериментів показали, що в перші кілька годин замочування середня фракція набирає вологу дещо швидше, але потім різниця в темпі замочування скорочується і наприкінці замочування вологість обох фракцій стає однаковою. В подальшому при пророщуванні якихось помітних відмінностей між фракціями не було.

Висновки.

1. Водяне замочування сої відбувається з поступовим зменшен-ням градієнта дифузії вологи, що підтверджується плавним характе-ром кривої набухання зерна. При температурі 17... 18 °С зерно сої за 1 добу практично повністю набирає потрібну для нормального пророс-тання кількість вологи (60...62 %).

2. При повітряно-водяному замочуванні на енергію проростання зерна суттєво впливає співвідношення водяних і повітряних інтер-валів. Виходячи з температурних умов замочування і сортових особ-ливостей зерна, встановлено, що оптимальна послідовність водяних і повітряних інтервалів така: перший - водяний, тривалістю 5...7 год; другий - повітряний, 5...8 год; третій - водяний, 2...3 год; четвертий - повітряний, 8... 10 год; вимочувальний - 1...3 год.

3. Для забезпечення раціонального режиму замочування вирівняй і сть зерна у фракції має бути не менше ніж 85 %. Крупність фракцій практично не впливає на загальну тривалість замочування.

4. Дотримання визначеного режиму повітряно-водяного замочування дає змогу досягти 93...95 % енергії проростання зерна і застосувати цей режим у промисловості

ЛІТЕРАТУРА

1. Мармоза А.Т. Практикум по математической статистике. - К.: Вища шк., 1990. - 191 с.
2. Реклейтис Г., Рейвиндран А., Рэгсдел К. Оптимизация в технике: В 2-х кн.: Пер. с англ. - М.: Мир, 1986. Кн. 1. - 300 с., Кн. 2. - 320 с.
3. Технология солода: Пер. с нем. - М.: Пищ. пром-сть, 1980. - 504 с.
4. Физиология и биохимия покоя и прорастания семян / Пер. с англ Н.А. Аскоческой и др.; Под ред М.Г. Николаевой. - М.: Колос, 1982. - 495 с
5. Хіврич Б.І. Розробка технології солоду гороху; Автореф. дис. ... канд. техн. наук / Український державний університет харчових технологій. - Київ, 1998. - 19 с.

Одержано редколегією 02.03.99 р.

КАФЕДРА БІОТЕХНОЛОГІЇ ПРОДУКТІВ БРОДІННЯ І ВИНОРІБСТВА

Чернишов, С. О. Визначення раціональних режимів замочування сої при солодуванні / С. О. Чернишов, П. С. Єгорова, Б. І. Хіврич // Харчова промисловість : міжвідомчий тематичний наук. зб. - К.: УДУХТ, 2000. - Вип. 45. - С. 87-91.