

ОЛЕКСІЙЧУК ОКСАНА ВОЛОДИМИРІВНА

УДК 663.433

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ СОЛОДУ ІЗ СОЇ

05.18.07 – Технологія продуктів бродіння

АВТОРЕФЕРАТ

дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Національному університеті харчових технологій Міністерства освіти і науки України.

Науковий керівник: кандидат технічних наук, доцент
Хіврич Борис Іванович
Національний університет харчових технологій,
доцент кафедри біотехнології продуктів бродіння, екстрактів і напоїв

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор
Левандовський Леонід Вікторович,
Національний університет харчових технологій,
професор кафедри біохімії та екології харчових виробництв

кандидат технічних наук, старший науковий співробітник
Ткаченко Любов Володимирівна
Український науково-дослідний інститут спирту та біотехнології бродильних продуктів

Провідна установа: Інститут харчової хімії і технології НАН України
(м. Київ)

Захист відбудеться “___” _____ 2007 р. о __ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 26.058.04 Національного університету харчових технологій за адресою: 01033, м. Київ-33, вул. Володимирська, 68, аудиторія A-311.

З дисертацією можна ознайомитися в бібліотеці Національного університету харчових технологій за адресою: 01033, м. Київ-33, вул. Володимирська, 68.

Автореферат розісланий “___” _____ 2007 р.

Учений секретар
спеціалізованої вченої ради, к.т.н.

С.І. Літвинчук

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Забезпечення населення екологічно чистими білковими харчовими продуктами рослинного походження, підвищення їх конкурентоспроможності є актуальною та інноваційною проблемою державного значення. Важлива роль у вирішенні проблеми належить удосконаленню технологій харчових продуктів із сої з використанням біотехнологічних процесів солодоращення.

Як сировина для харчових продуктів соя відрізняється від інших бобових культур оптимальним співвідношенням найважливіших нутрієнтів – білків, жирів і вуглеводів. В Україні вирощують понад 50 сортів сої, біля 90 тис. тон на рік і посівні площі під нею з кожним роком збільшуються, що може забезпечити виробництво високоякісних білкових харчових продуктів.

Безпосереднє використання сої для виробництва харчових продуктів обмежується наявністю в ній антипоживних речовин. Їх вміст суттєво зменшується в результаті ферментативних процесів, які протікають під час солодоращення, за рахунок чого солод із сої набуває кращих споживчих властивостей і його можна використовувати у виробництві хлібобулочних і кондитерських виробів, напоїв, харчових концентратів, м'ясних комбінованих продуктів та дитячого харчування.

Наукові основи технології солоду бобових культур в тому числі із сої започатковані такими вченими – В.Л. Кретович, А.О. Бабич, В.А. Домарецький, Н.О. Ємельянова, Б.І. Хіврич, Н.Е. Фролова та інші.

Проте, солод із сої ще не виробляється у промисловості і не набув належного широкого використання в харчових продуктах. Основними причинами цього є недосконала технологія солодоращення бобових культур.

Виходячи з цього, актуальним є проведення комплексу теоретичних та експериментальних досліджень з метою розроблення конкурентоспроможної ресурсо- та енергозберігаючої технології солоду із сої для широкого його використання в харчових продуктах.

Зв'язок роботи з науковими темами. Робота виконувалась згідно із планами науково-дослідної роботи кафедри біотехнології продуктів бродіння, екстрактів і напоїв НУХТ “Розробка теоретичних основ ресурсозберігаючих та безвідходних технологій харчового та технічного спирту, солоду, пива, вина, безалкогольних напоїв, концентратів та екстрактів лікувально-профілактичної дії”; національної програми “Діти України” за темою: “Розробка технології та обладнання переробки харчової сировини для дітей різних вікових груп” (№ 0105U006298).

Автором особисто розроблено програми та методики проведення лабораторних і промислових випробувань, взято участь в експериментальних дослідженнях, проведено узагальнення результатів, підготовлено матеріали до публікацій та розроблені відповідної нормативної документації.

Мета і завдання досліджень. Метою роботи є удосконалення технології солоду із сої на основі оптимальних режимів солодоращення і висушування, що дає змогу покращити органолептичні і біохімічні його властивості для широкого використання у виробництві харчових продуктів.

Для досягнення цієї мети були визначені такі науково-технічні завдання:

- дослідити технологічні властивості різних сортів сої та обґрунтувати доцільність використання їх у виробництві солоду;
- враховуючи велику чутливість насінневої оболонки сої до травмування та інфікування зерна мікроорганізмами, розробити способи вилучення травмованих зерен із процесу солодоращення;
- вивчити вплив основних технологічних параметрів на процеси замочування, пророщування зерна сої, сушіння свіжопророслого солоду, оброблення висушеного солоду для визначення їх оптимальних значень;
- визначити і науково обґрунтувати вплив фізіолого-біохімічних процесів солодоращення на хімічний склад і якість кінцевого продукту;
- розробити раціональну технологію та апаратурно-технологічну схему виробництва солоду із сої;
- розробити технічні умови і технологічну інструкцію на промислове виробництво солоду із сої для широкого використання його в харчових продуктах.

Об'єкт дослідження – технологія солоду із сої.

Предмет дослідження – різні сорти сої, проміжні продукти її солодоращення, солод із сої.

Методи дослідження – аналітичні, хімічні, фізико-хімічні, органолептичні методи дослідження з використанням сучасних приладів та математичного моделювання, що застосовуються в дослідженнях і виробництві.

Наукова новизна одержаних результатів. Теоретично обґрунтовано можливість виробництва солоду високої якості із зерна різних сортів сої за умов встановлених оптимальних параметрів їх солодоращення і висушування. Удосконалено технологію солоду із сої (деклараційний патент України № 12583 U, опубл. 15.02.2006).

Встановлено закономірності накопичення різних ферментних систем та гідролізу і синтезу нових речовин під їх дією.

Вперше запропоновано критерії технологічної оцінки якості сортів сої і придатності їх для виробництва солоду.

Вперше обґрунтовано доцільність виробництва і використання як добавок до різних харчових продуктів світлого і темного типів солодів із сої.

Практичне значення одержаних результатів. На основі експериментальних і теоретичних досліджень удосконалено технологію солоду із сої з поліпшеними органолептичними і біохімічними властивостями.

Розроблено нормативно-технічну документацію для виробництва солоду із сої: технічні умови, технологічну інструкцію і апаратурно-технологічну схему, які затверджені в установленому порядку.

Запропоновано і апробовано використання солоду із сої в різних галузях харчової промисловості – приготування продуктів функціонального призначення і бродильних виробництв, продуктів дитячого харчування, хлібобулочних і кондитерських виробів.

Очікуваний економічний ефект від впровадження удосконаленої технології солоду із сої становитиме 128,4 тис. при обсязі виробництва солоду 500 т на

рік. Соціальний ефект полягає в розширенні асортименту харчових продуктів і оздоровленні населення.

Особистий внесок здобувача. Автором особисто проведено експериментальні дослідження технологічних властивостей і хімічного складу сировини, якості солоду, режимів солодоращення, вдосконалено методики визначення показників процесів дихання сої, проведено статистичне оброблення результатів досліджень, розроблено нормативно-технічну документацію.

Аналіз та узагальнення результатів досліджень проведено спільно з науковим керівником к.т.н., доц. Хівричем Б.І.

Апробація результатів дисертації. Основні положення дисертаційної роботи обговорювалися і були схвалені на кафедрі біотехнології продуктів бродіння, екстрактів і напоїв НУХТ, кафедрі загальної та експериментальної екології Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича, а також на 70-й, 71-й наукових конференціях молодих вчених, аспірантів і студентів “Наукові здобутки – вирішенню проблем харчування людства у ХХІ столітті” (м. Київ, 2004, 2006 рр.), 8-й міжнародній науково-практичній конференції “Наука і освіта 2005” (м. Дніпропетровськ, 2005 р.), 9-й міжнародній науково-технічній конференції “Нові технологічні рішення в харчовій промисловості: сьогодення і перспективи” (м. Київ, 2005).

Публікації. Основні результати досліджень опубліковано у 8 наукових працях, в тому числі 3 – у фахових виданнях, перелік яких затверджено ВАК України, 4 – матеріалах і тезах доповідей на наукових конференціях, 1 – деклараційному патенті України на винахід; ТУ, зареєстрованих в УкрЦСМ.

Структура та обсяг роботи. Дисертація викладена на 145 сторінках друкованого тексту: складається із вступу, 6 розділів, висновків, списку літератури та додатків. Містить 26 рисунків, 15 таблиць, 6 додатків. Список літератури складається із 187 бібліографічних джерел.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтовано актуальність дисертаційної роботи, визначено мету та задачі досліджень, охарактеризовано новизну та практичне значення роботи.

У розділі 1 “СОЯ ЯК СИРОВИНА ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА СОЛОДУ” на основі аналітичного огляду літературних джерел викладено переваги зерна сої як продовольчої культури в порівнянні з іншими культурами за вмістом білка, жиру, співвідношенням незамінних амінокислот, фосфоліпідів, лецитину, вітамінів, мінеральних речовин та інших важливих для організму людини нутрієнтів. Визначено, що вибір сої для виробництва солоду відповідає загальносвітової тенденції збільшення використання рослинної сировини в забезпеченні людства білком.

Проаналізовані нами наукові дослідження вказують на те, що біотехнологічні процеси солодоращення сої в штучних умовах дозволяють отримати екологічно безпечний кінцевий продукт з мінімальним вмістом антипоживних речовин (стахіоза, рафіноза, інгібітори трипсину, фітин та інші).

В літературі практично відсутні рекомендації щодо оптимальних показників якості зерна, за якими визначають придатність найпоширеніших в Україні

сортів сої для солодоращення. Показано, що зерно сої, чутливе до травмування насінневої оболонки. Зміни у співвідношенні білкових фракцій різної розчинності, склад ліпідів, активність основних ферментів в тому числі, уреазі, присутність якого в солоді не бажана, практично не досліджувалися за різних режимів солодоращення. Необхідно розглянути можливість розширення використання солоду за рахунок покращення його смакових властивостей вдосконаленням режимів пророщування, сушіння і термічного оброблення свіжопророслого солоду.

На основі аналізу літературних джерел показано необхідність теоретичних та експериментальних досліджень по удосконаленню технології солоду із сої.

У розділі 2 “ОБ’ЄКТИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ” наведено характеристики використаних шести сортів сої (табл. 1), лабораторного устаткування, приведено перелік використаних методів досліджень.

Таблиця 1

Основні показники відібраних для досліджень сортів сої

Сорт сої	Вміст білка, г/100г СР (N \times 6,25)	Вміст жиру, %	Здатність до проростання, %	Маса 1000 зерен, г
Київська 27 (2003 р.)	42,7 \pm 0,5	17,9 \pm 0,3	85,0 \pm 1,5	143,5 \pm 2,6
Київська 91 (2003 р.)	41,0 \pm 0,5	18,7 \pm 0,3	84,2 \pm 1,5	112,0 \pm 2,6
Чернівецька 9 (2004 р.)	40,4 \pm 0,5	19,3 \pm 0,3	90,4 \pm 1,5	117,0 \pm 2,6
Іванка (2004 р.)	41,2 \pm 0,5	18,4 \pm 0,3	89,3 \pm 1,5	141,7 \pm 2,6
Медея (2005 р.)	38,6 \pm 0,5	21,2 \pm 0,3	86,7 \pm 1,5	121,1 \pm 2,6
Фаетон (2005 р.)	38,4 \pm 0,5	20,8 \pm 0,3	85,1 \pm 1,5	120,5 \pm 2,6

Предмет досліджень: зерно, зразки свіжопророслого і висушеного солодів із сої за різної температури термообробки, аналіз яких проводили в лабораторних умовах, а також на ЗАТ “Пивзавод на Подолі”.

Дослідження фізико-хімічних показників сировини, солоду здійснювали за загальноприйнятими та спеціальними методами. Вміст і властивості окремих речовин визначали за такими методами: об’ємну і абсолютну масу зерна, круність, масову частку вологи, зернові і сміттєві домішки за методиками прийнятими в масложировій промисловості, які відповідають вимогам стандартів; здатність до проростання за ГОСТ 10968; масову частку білка – за методом К’ельдаля; розчинний азот фракціонували за молекулярною масою – методика Лундіна; вміст амінного азоту визначали за методикою мідних сполук; розчинність у різних розчинниках білків в зерні і солоді визначали за Осборном; редуруючі цукри (мальтозу) визначали йодометричним методом з осадженням білків; титровану кислотність за ГОСТ 25555.0; вміст α -токоферолу (вітаміну Е) – колориметричним методом; мікробіологічну забрудненість в зразках зерна і солоду визначали шляхом вирощування мікроорганізмів на м’ясопептонному і капустяному агарі за загальновідомими методами; амінокислоти – на аналізаторі Biotronik (Німеччина); активність амілолітичних і протеолітичних ферментів – за методами SKB і Петрова, уреазі за ГОСТ 13979.9; масову частку жиру за методом Сокслета, вміст жирних кислот на газовому хроматографі; кислотне число жиру згідно з ГОСТ 5476; перекисне число жиру згідно з ГОСТ 26593; ступінь травмування зерна – за методом І. Чалого; інтенсивність дихання – модифікованим нами методом А. Федорова.

Для обробки експериментальних даних застосовували методи математичної статистики. Обробку цифрових даних і графічне оформлення результатів дослідів здійснювали за допомогою персонального комп'ютера з застосуванням програм MS Excel 7, Statistica, Table Curve.

У розділі 3 “ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ МИТТЯ І ЗАМОЧУВАННЯ ЗЕРНА СОЇ” наведено результати досліджень фракційного складу різних сортів сої, ступеню травмування насінневої оболонки, способів видалення травмованого зерна. Обґрунтовано оптимальні режими замочування зерна сої.

Визначали показники, за якими можна оцінювати придатність зерна сої для солодощення і вплив їх на якість солоду.

Результати досліджень фракційного складу зерна сої показали (рис. 1), що розміри зерна в основному залежать від сорту сої і перебувають в інтервалі від 4,5 до 8,2 мм, а 97...98 % від загальної маси зразків перебуває в межах від 5 до 7,5 мм. Отримані дані покладені в основу процесу підготовки сої до солодощення, вибору розмірів отворів сит сортувальних машин.

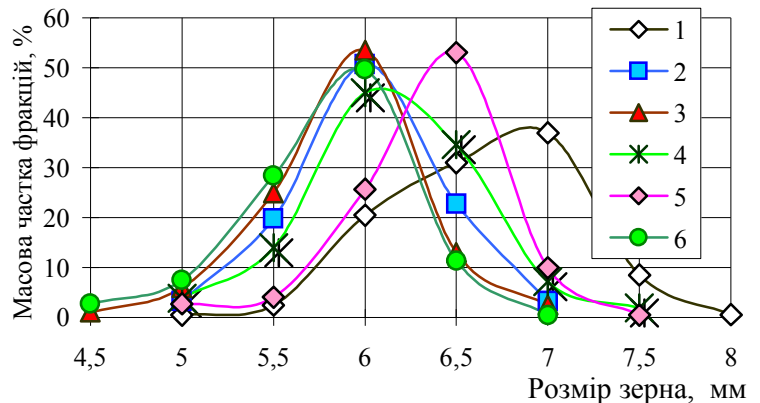


Рис. 1. Фракційний склад зерна сої різних сортів: 1 – Іванка; 2 – Медея; 3 – Київська 91; 4 – Фаєтон; 5 – Київська 27; 6 – Чернівецька 9

За результатами дослідів було встановлено, що на поверхні зерна може міститись від $1,5 \cdot 10^{-2}$ % до $5,0 \cdot 10^{-4}$ % бруду різного походження. Повне очищення поверхні зерна від бруду та мікроорганізмів (до $2,0 \cdot 10^2$ КУО на г зерна) можна здійснити миттям його з інтенсивним механічним перемішуванням протягом 30...45 хв, що істотно підвищує якість солоду.

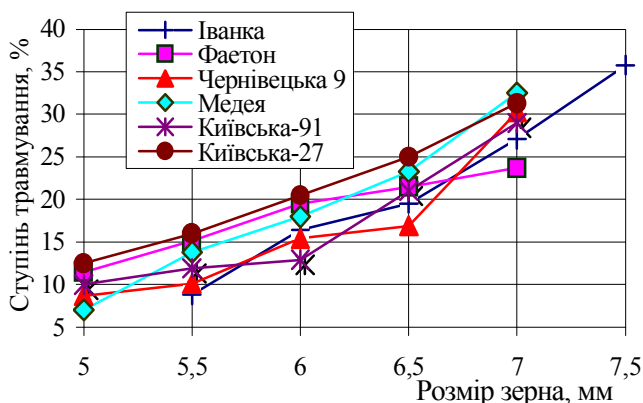


Рис. 2. Ступінь травмування різних фракцій зерен сої в залежності від сорту

Найчутливішими до пошкодження оболонки виявилися сорти “Іванка” та “Київська 27” з масою 1000 зерен 145,8 і 141,5 г відповідно, в яких ступінь травмування насінневої оболонки найкрупніших фракцій становила відповідно 35,8 і 32,5 %. Сорти сої “Київська 91” і “Чернівецька 9” з масою 1000 зерен 112,0 і 117,0 г відповідно, мають відносно низьку травмованість оболонки зерна. Дані статистичної обробки результатів фракційного складу 6 сортів сої показали, що сту-

Процеси миття і замочування зерна зумовлюють руйнування зернівки з мікро- і макротріщинами оболонки на дві сім'ядолі, що викликало необхідність дослідити ступінь травмування насінневої оболонки різних сортів сої та залежність цього показника від інших показників якості зерна.

Дані дослідів (рис. 2) свідчать про те, що дрібні фракції мають меншу ступінь травмування насінневої оболонки порівняно з крупними фракціями зерна.

пінь травмування насінневої оболонки коливається в межах від 10,6 до 28,2 %. Для розроблення і обґрунтування раціонального способу видалення травмованого зерна досліди проводили наступним чином. Визначали у вихідному зразку кількість зерна з травмованими оболонками (18,4 %) і здатність зерна до проростання (85,2 %). Після цього зерно мили протягом 60 хв з інтенсивним перемішуванням. Визначали кількість зруйнованих на сім'ядолі зерен (16,2 %) і ділили зернову суміш на два рівних за масою зразки (№1 і №2). Зразок №1 замочували, а зразок №2 калібрували (просіювали) через сита з прямокутними отворами (4,5x20 мм) для виділення із зернової суміші зруйнованого зерна (18,0 %).

Після замочування в обох зразках знову визначали відсоток зруйнованого на сім'ядолі зерна (зразок №1 – 18,4 %, зразок №2 – 0,5 %). Потім зразки пророщували, щодобово визначали в них кількість пророслого зерна, висушували і аналізували якість готового солоду.

Аналіз послідовних змін кількості травмованого зерна в зразках на різних стадіях і за різних способів обробки показав, що перед пророщуванням у зразку №1 кількість зруйнованого зерна становила у вихідному зразку 18,4 %, а в зразку №2 кількість зруйнованого в зернової суміші зерна становило лише 0,5 %, що не суттєво впливає на якість солоду.

Аналіз динаміки проростання зерна (рис. 3) показав, що в зразку №2 зерно пробуджувалося і проростало швидше. Кількість пророслого зерна в свіжопросолому солоді досягало 97,4 %, тобто на 13,3 % більше, ніж у зразку №1. Солод виготовлений за таким способом має кращі мікробіологічні і органолептичні показники порівняно з виготовленим без видалення зерна з травмованими насінневими оболонками.

Отже, калібрування за формою і розмірами дає змогу видалити зерно з травмованими оболонками після стадії миття сої, що створює сприятливі умови для солодоращення і забезпечує підвищення якості солоду.

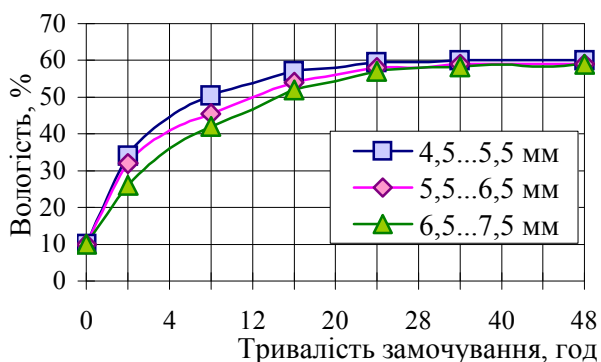


Рис. 4. Динаміка набухання зерна сої різних фракцій

параметрів на властивості зерна при його замочуванні. Було встановлено, що повітряно-водяним способом зерно замочується до оптимальної вологості інтен-

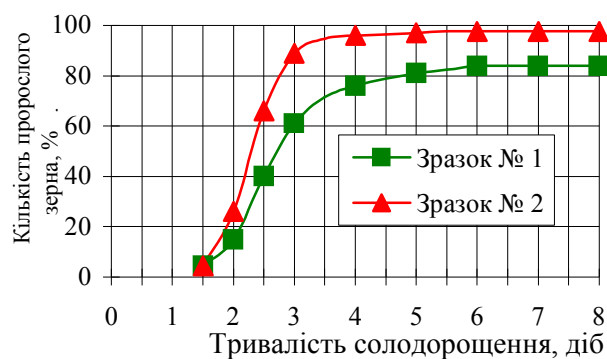


Рис. 3. Динаміка проростання зерна сої за різних умов оброблення його на стадії миття

сивали закономірність набухання зерна сої за різних значень температури замочування і крупності зерна.

На основі експериментальних даних (рис. 4) було встановлено, що в зернівці крупністю 5,0...7,5 мм за температури замочування 14...18 °C градієнт дифузії вологи зменшується до нуля за вологості 61...62 % (оптимальне значення) протягом 24...32 год. Досліджували вплив різних способів і технологічних параметрів на властивості зерна при його замочуванні. Було встановлено, що повітряно-водяним способом зерно замочується до оптимальної вологості інтен-

сивніше, ніж водяним. При цьому його об'ємна маса збільшується в 2,2...2,3 рази залежно від крупності зерна.

На рис. 5 наведено динаміку проростання найхарактерніших 6 зразків із 10 дослідних, які замочували за різної тривалості повітряних (0...20 год) і водяних інтервалів (10...30 год). Характер розташування кривих свідчить про те, що найкраще проростало зерно, коли його перебування у воді і на повітрі становило відповідно 10...11 год та 16...20 год (криві 6, 5, 9). Подальше збільшення перебування у воді до 30 год (крива 10) або подальше зменшення перебування його на повітрі до 12 год (крива 1) призводить до погіршення умов проростання зерна.

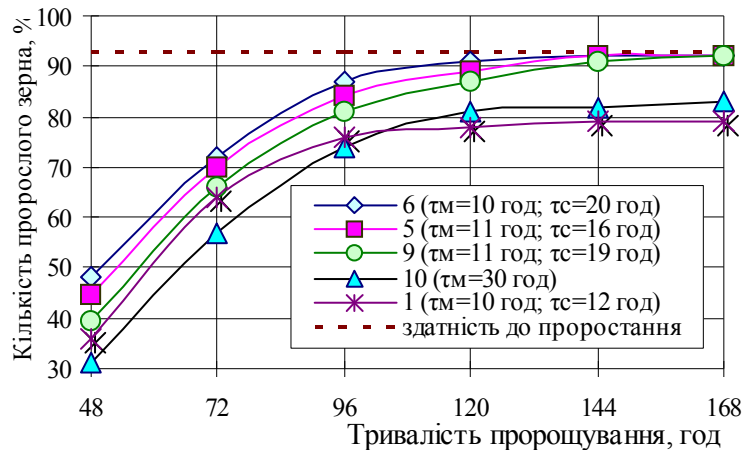


Рис. 5. Залежність динаміки проростання зерна сої від тривалості водяних і повітряних пауз замочування

За допомогою статистичних методів нелінійного моделювання отримали рівняння множинної регресії ($R^2=0,995$).

За цим рівнянням (1) можна розрахувати вологість зерна (w), обираючи тривалість водяних (τ_m) і повітряних (τ_c) пауз для різних за крупністю сортів сої:

$$w = 5,79 - 0,61\tau_m - 0,15\tau_c + 32,85\tau_m^{0,2} + 1,15(\tau_m + \tau_c)^{0,7} \quad (1)$$

Оптимальну вологість замочування $61,5 \pm 0,5$ % за якої найкраще проростає зерно, можна досягти коли $\tau_m = 10,5 \pm 0,5$ год, $\tau_c = 18 \pm 2,0$ год.

У розділі 4 “ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ ПРОРОЩУВАННЯ І СУШІННЯ СВІЖОПРОРОСЛОГО СОЛОДУ” наведені результати досліджень впливу технологічних параметрів пророщування на інтенсивність дихання, втрати сухих речовин, розвиток вегетативної частини, сушіння і термооброблення солоду та на його органолептичні властивості. Обґрунтовано вибір оптимальних режимів пророщування і сушіння солоду.

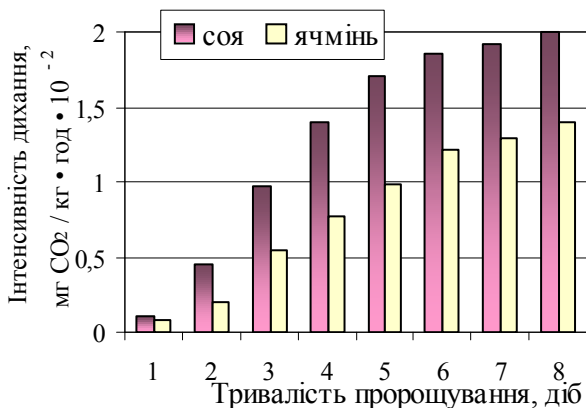


Рис.6. Інтенсивність дихання зерна різних культур

На стадії пророщування посилюється інтенсивність дихання (ІД) зерна і його потреба в кисні. Тому було досліджено ІД зерна сої в порівнянні з ячменем в умовах постійного продування повітрям за методом Федорова в нашій модифікації. Дослідні зразки замочували, пророщували і щодобово аналізували.

Встановлено (рис. 6), що ІД замоченого зерна сої не суттєво відрізняється від ячменю, однак на 2 і 3 добу при диханні сої виділяється CO_2 майже в два рази більше. В наступні дні пророщування різниця в ІД зменшується. Протягом усього

періоду пророщування ІД сої була більшою порівняно з ячменем в 1,3...1,7 рази. Очевидно, що для забезпечення оптимальних умов замочування і пророщування сої та мінімальних втрат сухих речовин на дихання в перші дні пророщування необхідна більша кількість повітря.

Перебіг біохімічних перетворень, накопичення ферментів і втрати сухих речовин залежать від інтенсивності розвитку вегетативної частини зерна. Тому виникла необхідність провести відповідні дослідження за різних значень температури пророщування.

Дані дослідів показали (рис. 7), що коли температура пророщування була 20 °С, то зерно пробуджується і проростає швидко, але тривале пророщування призводить до значного збільшення (70 мм) вегетативних органів зерна і значних втрат сухих речовин (понад 5 %). За температури 15 °С зерно пробуджується втричі повільніше і швидкість росту вегетативних органів значно менша.

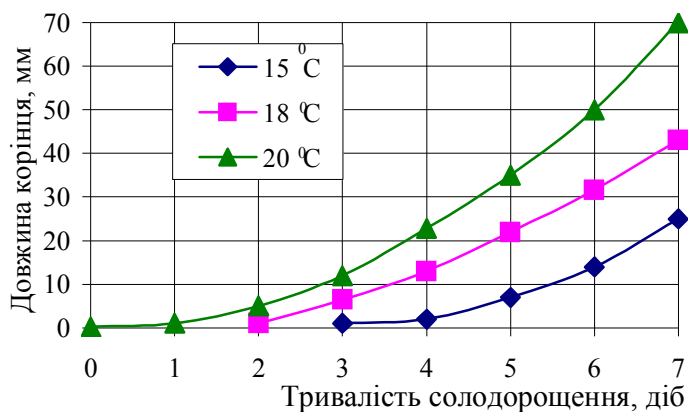


Рис. 7. Залежність інтенсивності росту вегетативних органів зерна (корінця) від тривалості і температури солодоращення

Моделювали пророщування зерна за різних способів і значень температурних параметрів. Було встановлено, що втрати сухих речовин на дихання і ріст вегетативних органів можна значно зменшити, коли пророщування розпочинати за температури 18...19 °С, а після третьої доби пророщування температуру і вологість солоду зменшувати до 16...17 °С та 58...59 % відповідно.

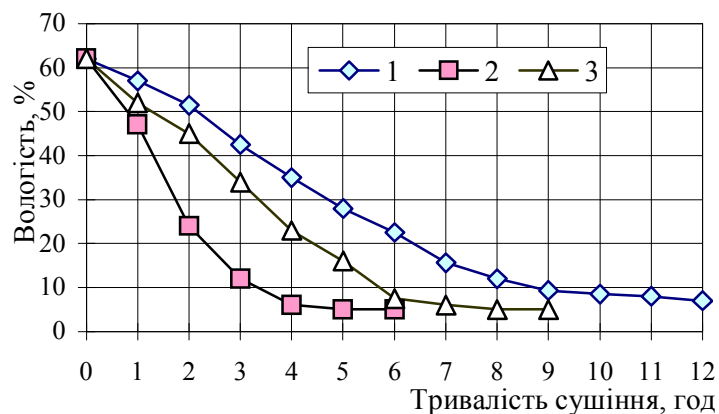


Рис. 8. Зміна вологості солоду із сої в тонкому шарі за різних температур сушильного агента: 1 – ТСА 25 °С; 2 – ТСА 75 °С; 3 – ТСА 40 °С (0...5 год) і 75 °С (5...9 год)

Визначали кінетику сушіння свіжопросоложеного солоду за різної висоти шару і температури сушильного агента (ТСА). Моделюванням сушіння в тонкому шарі (до 5 см) за різних температур сушильного агента – 25, 40 і 75 °С (рис. 8) та сушінням в шарі 0,6 м за ступеневим графіком зміни температури сушильного агента 40–60–75 °С. Було встановлено, що десорбція вологи із солоду відбувається швидко. В промисловості економічно доцільним є висушування солоду протягом 12 год за ступеневим температурним графіком. Доведено, що за температури термообробки 110 °С солоду на хімічній фазі сушіння, солод набуває кращих органолептичних властивостей.

У розділі 5 “ДОСЛІДЖЕННЯ ОСНОВНИХ БІОХІМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ СОЛОДОРЩЕННЯ СОЇ” встановлювали закономірності зміни активності основних ферментів, вмісту білкових речовин, вуглеводів, ліпідів,

антиоксидантів, жирних кислот і продуктів їх окиснення. Наведені дані впливу тривалості пророщування зерна і температури термооброблення солоду (ТТ) на вміст антипожи-вних речовин та біологічно активних сполук.

Сою після миття і відокремлення травмованих зерен замочували до вологості 61...62 % з поступовим підвищенням температури від 14 до 19 °С, пророщували протягом 7 діб за температури 16...19 °С, висушували за температури 40...75 °С і 40...110 °С до вологості 4,5...6,0 %. Значення відповідних показників перераховували на масу зерна без оболонок.

На основі досліджень закономірності зміни активності ферментів в зерні і солоді (табл. 2) було встановлено, що активність α -амілази в зерні і солоді практично відсутня. Активність β -амілази і протеолітичних ферментів у свіжопророслому солоді двох сортів сої збільшується більше, ніж у 2,3 рази, а активність уреазі зменшується приблизно на 9 %.

Таблиця 2

Активність ферментів свіжопророслого солоду та висушеного за різних умов

Зразки	Активність α -амілази	Активність β -амілази	Протеолітична активність	Активність уреазі Δ рН
Сорт сої "Чернівецька 9"				
Зерно	сліди	6,4	47,4	1,92
Свіжопророслий солод	сліди	18,6	112,0	1,75
Солод отриманий за ТТ:				
75 °С	сліди	13,1	58,3	1,3
90 °С	сліди	2,6	3,5	0,9
110 °С	0	0	0	сліди
Сорт сої "Іванка"				
Зерно	сліди	8,7	55,2	2,0
Свіжопророслий солод	сліди	20,3	140,0	1,85
Солод отриманий за ТТ:				
75 °С	сліди	14,6	64,6	1,23
90 °С	сліди	5,7	4,2	1,05
110 °С	0	0	0	сліди

Примітка: 1.) Активність α - і β -амілази – кількість мальтози (г), яка утворюється під дією 100г солоду; 2.) Протеолітична активність – кількість (в мг %) азоту розчинних продуктів протеолізу, утворених дією ферментів на казеїн, що містяться в 100 г продукту

За ТТ солоду 75 °С активність β -амілази і протеолітичних ферментів в 1,2 рази більша, ніж у вихідному зерні, проте активність уреазі зменшується майже на 45 % від початкового значення. За ТТ солоду 110 °С усі ферменти втрачають свою активність.

Гідролітичну активність ферментів визначали в суслі виготовленому із зерна і солоду на різних стадія солодоращення.

Результати аналізу якісних показників сусла показали що, гідролітичні процеси у зерні починають відбуватися уже після стадії замочування. На четверту добу пророщування накопичується біля 80 % продуктів гідролізу від загальної їх кількості в солоді. Очевидно, що з цього часу зменшується накопичення гідролітичних ферментів, а продукти гідролізу запасних речовин поступово витрачаються на живлення зародку і побудову вегетативних органів зерна.

Для оцінки складу і властивостей білкових речовин досліджували зміни в процесі солодоращення сої, загального і розчинного білка і його фракцій за Лун-

діним, та також співвідношення соле-, луго-, спирто- і нерозчинних фракцій білка.

Аналіз результатів досліджень зміни різних форм азотних речовин (табл. 2) в процесі солодоращення сої (сорт Чернівецька 9) показав, що протягом 8 діб солодоращення відбувається

Вміст різних форм азотних речовин в зерні і солоді із сої, г 100 г СР

	Вихідне зерно	Свіжопророслий солод	Висушений солод за ТТ	
			75 °С	110 °С
Загальний білок, (Nx6,25)	40,45±0,3	41,28±0,3	41,30±0,3	41,22±0,3
Розчинний білок, (Nx6,25)	23,15±0,15	27,28±0,15	26,72±0,15	20,40±0,15
Амінний азот	0,270±0,005	0,708±0,005	0,724±0,005	0,695±0,005

незначне збільшення відносного вмісту загального білка в солоді. Це можна пояснити тим, що на дихання в проростаючому зерні олійних культур витрачаються ліпіди і вуглеводи, тому в загальному співвідношенні речовин кількість загального білка збільшується. Вміст розчинного білка і амінного азоту в свіжопророслому солоді збільшується відповідно на 5,13 і 0,43 % порівняно з вихідним зерном.

В процесі сушіння за ТТ солоду 75 °С вміст розчинного білка зменшується приблизно на 0,5 %, а за 110 °С на 6,9 % порівняно з його кількістю у свіжопророслому солоді, що пояснюється частковою денатурацією високомолекулярних фракцій білків (легкорозчинних глобулінів і альбумінів).

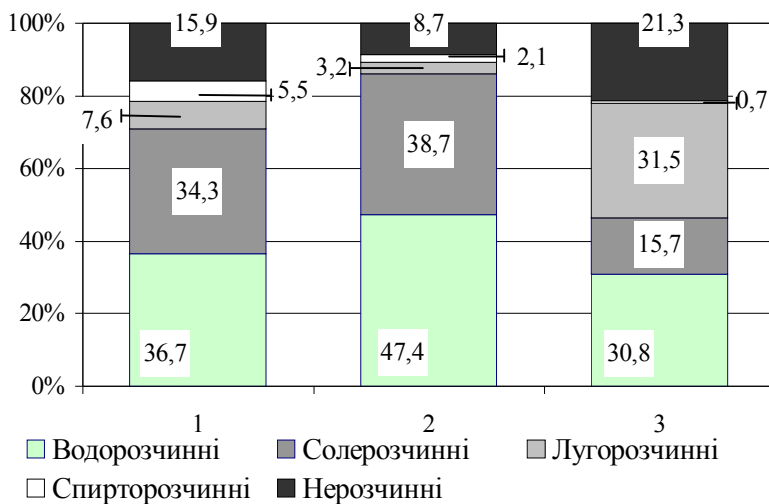


Рис. 9. Розподіл білків зерна та солоду із сої за розчинністю у різних розчинниках: 1 – вихідне зерно; 2 – солод за ТТ 75 °С; 3 – солод за ТТ 110 °С

білків, вміст яких у солоді зменшується приблизно в 2 рази (з 15,9 до 8,7 %).

Вміст лугорозчинних і нерозчинних фракцій в солоді збільшується більше, ніж у два рази. За ТТ солоду 110 °С відбуваються значні перетворення білкових речовин. Значно зменшується вміст водо-, соле- і спирторозчинних фракцій відповідно на 16,4, 23 і 1,4 % але істотно збільшується кількість фракцій нерозчинних та лугорозчинних білків відповідно на 12,6 і 28,3 %.

Аналіз вмісту білків за молекулярно-масовими властивостями (за методом Лундіна) показав, що порівняно із вихідним зерном сої за ТТ солоду 75 °С вміст високомолекулярної фракції практично не змінюється, вміст середньомолекулярної зменшується приблизно на 0,12 %. За ТТ солоду 110 °С вміст фрак-

На рис. 9 представлено розподіл білків зерна та солоду із сої за розчинністю у різних розчинниках.

Як свідчать отримані дані, під впливом ферментативних і хімічних процесів солодоращення сої вміст білків водорозчинної фракції в солоді за ТТ 75 °С збільшується на 12 % порівняно із вихідним значенням. Таке збільшення фракцій водорозчинних білків в солоді може відбуватися за рахунок фракції нерозчинних

цій А, В в солоді зменшується відповідно на 0,15 і 1,35 % очевидно за рахунок часткової коагуляції білків.

За даними аналізів встановлено, що вміст амінокислот в процесі солодоращення сої біологічна цінність його білків практично не змінюється. Вміст деяких амінокислот (треонін, тирозин, валін, ізолейцин) дещо збільшується, а вміст інших (гістидин, триптофан, лізин) зменшується; істотно збільшується (майже на 50 %) лише вміст глютамінової кислоти. За ТТ солоду 110 °С загальний вміст амінокислот зменшується на 11,4 % порівняно із солодом висушеним за ТТ 75 °С.

Активність α -токоферолу, жирокислотний склад, перекисне і кислотне число ліпідів сої мають важливе значення для оцінки харчової цінності солоду та обґрунтування вибору значень технологічних режимів солодоращення.

Отримані результати щодо вмісту α -токоферолу в зерні і солоді із сої Чернівецька 9 і Іванка наведено на рис. 10.

Аналіз цих даних показує, що під час пророщування у зерні сої активно синтезується α -токоферол. У солоді із сої протягом 8 діб солодоращення його вміст збільшується в 2,4...2,6 рази. У солоді, що термооброблювали за температури 110 °С вміст його приблизно на 2,5 % менший, ніж у солоді при ТТ 75 °С.

Високий вміст у солоді із сої такого активного антиоксиданту як α -токоферол забезпечить підвищення терміну зберігання і якості солоду, широке його використання у харчових продуктах функціонального призначення.

Жирокислотний склад зерна солоду досліджували в сої сорту Чернівецька 9 (табл. 3).

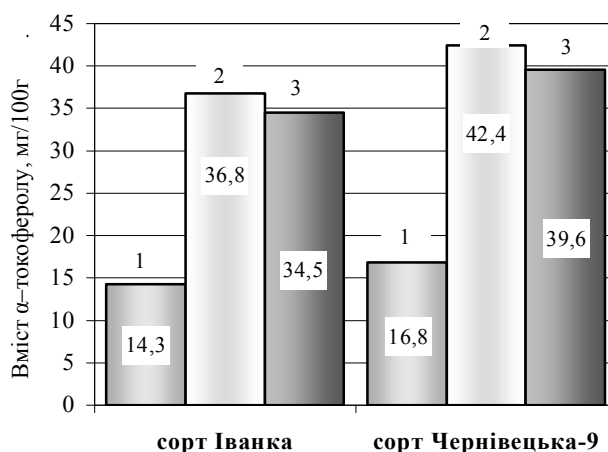


Рис. 10. Вміст α -токоферолу (вітаміну Е) в зерні і солоді із сої: 1 – вихідне зерно; 2 – солод за ТТ 75°C; 3 – солод за ТТ 110°C

Таблиця 3

Зміни вмісту жиру та співвідношення жирних кислот в процесі солодоращення сої

Зразки	Насичені жирні кислоти, %		Ненасичені жирні кислоти, %			Вміст жиру, %
	пальмітинова С 16:0	стеаринова С 18:0	олеїнова С 18: 1	лінолева С 18:2	ліноленова С 18:3	
Вихідне зерно (без оболонки)	6,8	4,3	28,7	53,1	7,4	20,7±0,2
Солод за ТТ 75 °С	6,9	5,0	27,0	55,3	7,8	19,5±0,2
Солод за ТТ 110 °С	7,8	6,2	28,3	51,7	6,9	19,1±0,2

Результати аналізу жирокислотного складу зерна і солоду з нього показали, що соя містить в переважній кількості мононенасичену ліноленову кислоту (53,1 %). Співвідношення жирних кислот в зерні і солоді мало чим відрізняється. Так, вміст ненасичених пальмітинової і стеаринової кислот збільшуються в солоді відповідно з 6,8 до 7,8 % та 4,3 до 6,2 %, а вміст олеїнової кислоти практично не змінюється.

Температура сушки по різному впливає на вміст жирних кислот. Вміст мононенасичених кислот ліноленової і лінолеїнової в солоді за ТТ 110 °С менший на 3,6 % та 0,9 % відповідно, ніж при ТТ 75 °С, а вміст насичених жирних кислот пальмітинової і стеаринової в солоді висушеному за більш високих температур збільшується. Це можна пояснити тим, що мононенасичені жирні кислоти за високих температур частково руйнуються. Привертає увагу те, що вміст жиру у солоді зменшується приблизно на 1,5 %, що очевидно пов'язано з втратами його на дихання зерна в процесі солодоращення.

Каталітичну дію ліполітичних ферментів оцінювали за змінами кислотного (КЧ) та перекисного (ПЧ) чисел ліпідів сої. Ці показники регламентуються нормативно-технічною документацією на олію.

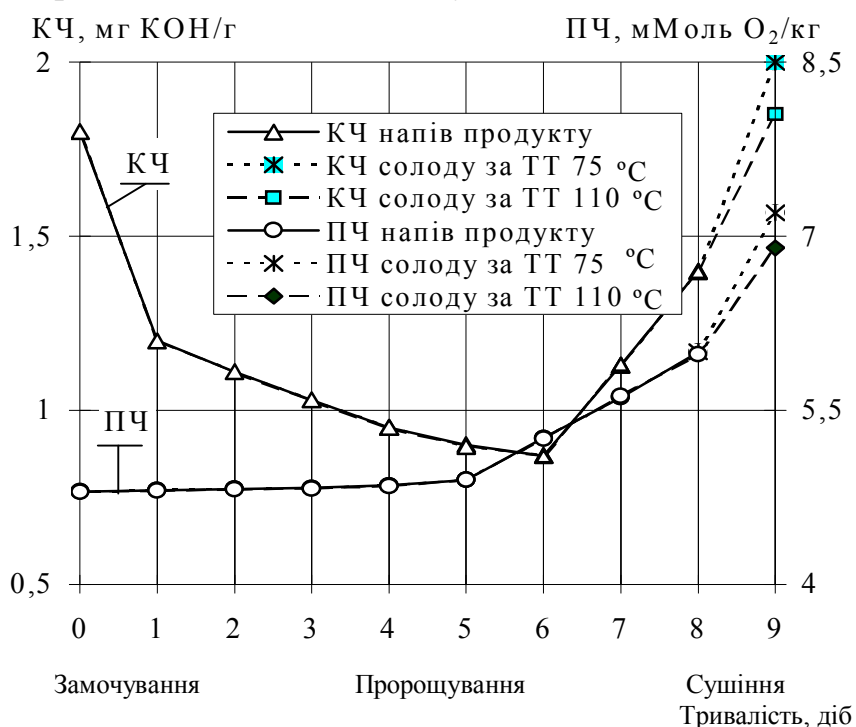


Рис. 11. Зміна кислотного (КЧ) і перекисного (ПЧ) числа ліпідів сої на різних стадіях виробництва солоду

за різних температур термообробки впливають на показники КЧ і ПЧ за однією і тією ж закономірністю. За більших значень ТТ солоду показники КЧ і ПЧ зменшуються порівняно із ТТ 75 °С приблизно на 9 і 5 % відповідно.

Сушіння свіжопросоложеного солоду із сої за високих ТТ звужує інтервал часу активної дії як ліпоксигенази, так і ліпази, тому значення КЧ і ПЧ за даного режиму сушіння менші. Окрім того, монокарбоніві кислоти леткі, що також впливає на зменшення КЧ.

Встановлено, що тривале солодоращення (більше 6 діб), погіршує показники ПЧ, підвищує значення КЧ та зменшує вміст жиру в солоді, а термообробка за високої температури покращує показники КЧ і ПЧ.

У розділі 6 “УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ І АПАРАТУРНО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ ВИРОБНИЦТВА СОЛОДУ ІЗ СОЇ” висвітлено обґрунтування і вибір технологічних режимів солодоращення сої, апаратурно-технологічну схему виробництва солоду із сої та результати впровадження розробок в промислове виробництво.

Експериментальні дослідження (рис. 11) показали, що в процесі солодоращення КЧ зменшується до 6 доби солодоращення приблизно на 50 % від його значення у зерні, потім швидко зростає, до значення 1,4 мг КОН/г на 8 добу солодоращення. Показники ПЧ до 5 доби солодоращення збільшується дуже повільно на (0,1 ммоль O₂/кг). Подальше пророщування призводить до значного зростання ПЧ (до 6,0 ммоль O₂/кг).

Процеси сушіння

На основі одержаних експериментальних даних і проведених розрахунків розроблено спосіб одержання солоду із сої, який дає змогу підвищити якість і харчову цінність готового продукту, а також інтенсифікувати виробництво за рахунок оптимізації і вибору раціональних технологічних режимів процесів солоторощення сої та висушеного солоду. Розроблений спосіб є основою для удосконалення технології солоду із сої. Встановлено, що для розширення використання солоду із сої в харчових продуктах необхідно виробляти світлий і темний солод.

Згідно апаратурно-технологічної схеми виробництва солоду із сої (рис. 12) відсортоване зерно (після підготовки) завантажують в нижній бункер, звідки норією 1 подають у верхній бункер 2. Із бункера зерно через автоматичні ваги 3 подають в мийний апарат 4, де його інтенсивно промивають водопровідною водою.

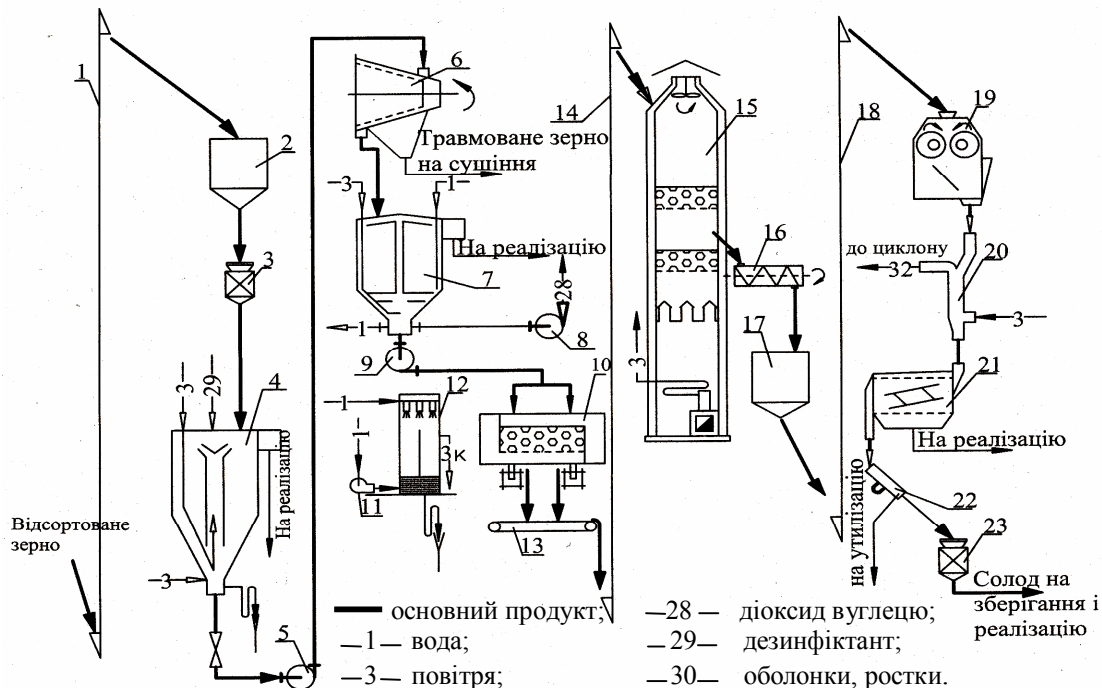


Рис. 12. Апаратурно-технологічна схема виробництва солоду із сої

Після миття зернову суміш перекачують насосом 5 в апарат для відокремлення травмованого зерна 6, ціле зерно подається в замочувальний апарат 7 (відокремлені сім'ядолі перекачують в очищувальний бункер і подають на сушарку). Після замочування зерно з водою подають насосом 9 в солоторостильний апарат барабанного типу 10, в підситовий простір якого вентилятором 11 через камеру 12 подається кондиціоноване повітря. Пророщене протягом 3...5 діб зерно вивантажують на стрічковий транспортер 13 і норією 14 подають на двоярусну сушарку 15. Висушений солод вивантажують на шнековий транспортер 16 і направляють в бункер 17, звідки норією 18 подають в ростковідбивну машину 20, потім готовий солод подають норією 21 на луцильну машину 19 (типу У1-БШВ).

Після луцення суміш сім'ядолей, оболонок і корінців надходить в аспіраційну колонку 20, в якій відділяють сім'ядолі від оболонок і корінців. Відокремлені сім'ядолі надходять на ситовий сепаратор 21, де відділяють колоті сім'ядолі солоду і залишки корінців та оболонок. Очищені сім'ядолі солоду із сої надходять у магнітний сепаратор 22, ваги 23, а потім на зберігання та реалізацію.

При будівництві цеху з виробництва солоду із сої доцільно застосовувати ресурсо- і енергозберігаючі апарати, в яких технологічні процеси замочування сої, пророщування замоченого зерна, сушіння і термічне оброблення свіжопророслого солоду реалізують в одному апараті. Це дає змогу скоротити цикл виробництва солоду, зменшити ступінь травмування зерна, енерговитрати на одиницю готової продукції і собівартість солоду майже 1,5 рази.

Технологія і апаратура для виробництва солоду сумісним способом розроблені на кафедрі біотехнології продуктів бродіння, екстрактів і напоїв НУХТ.

ВИСНОВКИ

В результаті проведених теоретичних і експериментальних досліджень щодо удосконалення технології солоду із сої показано, що при дотриманні встановлених оптимальних умов проведення технологічного процесу на усіх його стадіях, можна отримувати цільовий продукт, який відповідає санітарно-гігієнічним вимогам до харчових продуктів та містить значну кількість фізіологічно цінних для організму людини речовин.

1. Встановлено, що важливим критерієм технологічної оцінки і придатності сої для виробництва солоду є кількість зерен з травмованою насінневою оболонкою, яка залежить від крупності і сорту сої і істотно впливає на вибір режимів замочування, пророщування зерна та на якість солоду. Кращими для солододорощення є зерна сортів сої з масою 1000 зерен не більше 120 г.

2. Для підвищення якості солоду, отриманого із різних за крупністю зерен сої, необхідним і економічно доцільним є видалення із зернової суміші травмованих під час інтенсивного миття зерен та подальшого калібрування (сортування) цілих здорових зерен за розмірами і формою.

3. Для рівномірного водопоглинання і подальшого проростання різного за розмірами зерна рекомендовано замочувати його до вологості 61...62 % повітряно-водяним способом за оптимального співвідношення водяних і повітряних пауз та поступового підвищення температури замочування від 14 до 19 °С.

4. Встановлено, що найвища активність ферментів проявляється на 3...4 добу пророщування зерна, коли в ньому у певному співвідношенні накопичується 80...85 % продуктів ферментативного гідролізу: амінного азоту, розчинного білка, жирних кислот, простих вуглеводів, вітамінів, органічних і неорганічних кислот тощо. Оптимальна тривалість пророщування сої становить 4,5...6 діб.

5. Доведено, що найменші втрати сухих речовин на дихання і розвиток вегетативних органів зерна, що не перевищують 11 %, мають місце за наступних оптимальних значень параметрів пророщування: висота шару зерна – 0,4...0,6 м; температура пророщування – 19...16 °С і вологість зерна – 62... 58 %.

6. В результаті оптимізації процесів пророщування та сушіння солоду і на підставі досліджень змін його хімічного складу, технологічних і органолептичних властивостей встановлено, що термічне оброблення свіжопророслого солоду на хімічній фазі сушіння за температури 105...110 °С значно покращує органолептичні показники, зменшує вміст антипоживних речовин в кінцевому продукті і розширює можливість його використання у виробництві різних харчових

продуктів.

7. Удосконалено технологію солоду із сої (декларційний патент України № 12583 U), апаратурно-технологічну схему для базового підприємства з виробництва солоду АЗТ “Пивзавод на Подолі”. Розроблено ТУ і ТІ на виробництво світлого і темного солоду для їх використання у виробництві різних високобілкових харчових продуктів, в тому числі, дитячого харчування.

8. Впровадження технології солоду із сої на підприємствах-виробниках та в інших галузях харчової промисловості дозволить отримати річний економічний ефект в розмірі 128,4 тис. грн. при обсязі виробництва солоду 500 т на рік, а також вирішити соціальні проблеми щодо розширення асортименту і якості харчових продуктів.

ПЕРЕЛІК РОБІТ, ЩО ОПУБЛІКОВАНІ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Біотехнологія пива / А. Фесенко, О. Олексійчук, В. Домарецький, А. Мелетьєв // Харчова і переробна промисловість. – 2002. – № 7. – С. 18–19.

Особистий внесок здобувача полягає в обробці літературних джерел, проведенні експериментальних досліджень, опрацюванні і узагальненні отриманих результатів та підготовці матеріалів до друку.

2. Удосконалена технологія солоду / О.В. Олексійчук, Б.І. Хіврич, А.І. Українець, В.А. Домарецький // Харчова і переробна промисловість. – 2006. – № 4. – С. 23–24.

Особистий внесок здобувача полягає в обробці літературних джерел, проведенні експериментальних досліджень, опрацюванні і узагальненні отриманих результатів та підготовці матеріалів до друку.

3. Солод із сої це не лише важливий харчовий продукт, а й цінні ліки / В.А. Домарецький, Б.І. Хіврич, О.В. Олексійчук, А.Б. Хіврич // Харчова і переробна промисловість. – 2006. – № 6. – С. 20–21.

Особистий внесок здобувача полягає в обробці літературних джерел, проведенні експериментальних досліджень, опрацюванні і узагальненні отриманих результатів та підготовці матеріалів до друку.

4. Патент № 12583 U України, МПК А23L 1/202. Спосіб одержання солоду та вторинного продукту із сої / Б.І. Хіврич, А.І. Українець, О.В. Олексійчук. – № U200507952; Заявл. 11.082005; Опубл. 15.02.2006; Бюл. № 2.

Здобувачем було виконано дослідження, результати яких покладені в основу винаходу та здійснено патентний пошук за темою винаходу.

5. Хіврич Б.І., Олексійчук О.В., Домарецький В.А. Деякі аспекти удосконалення технології солоду із сої // VIII Міжнародна науково-практична конференція “Наука і освіта `2005”. Том 53. Сільське господарство. – Дніпропетровськ: Наука і освіта, 2005. – С. 64–67.

Особистий внесок здобувача полягає в обробці літературних джерел, проведенні експериментальних досліджень, опрацюванні і узагальненні отриманих результатів та підготовці матеріалів до друку.

6. Олексійчук О.В., Хіврич Б.І. Дослідження способів миття і замочування зерна сої в процесі солодоращення // IX Міжнародна науково-технічна конференція “Нові технологічні рішення в харчовій та переробній промисловості: сьо-

годення і перспективи”, 17–19 жовтня 2005 р. – У 2 ч. – К.: НУХТ, 2005. – Ч.1. – С. 71.

Особистий внесок здобувача полягає в обробці літературних джерел, проведенні експериментальних досліджень, опрацюванні і узагальненні отриманих результатів та підготовці матеріалів до друку.

7. 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 // 70-а наукова конференція молодих вчених, аспірантів і студентів “Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у ХХІ столітті”, 20–21 квітня 2004 р. – У 2 ч. – К.: НУХТ, 2004. – Ч.2. – С. 19.

Особистий внесок здобувача полягає в обробці літературних джерел, проведенні експериментальних досліджень, опрацюванні і узагальненні отриманих результатів та підготовці матеріалів до друку.

8 а. 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 // 71-а наукова конференція молодих вчених, аспірантів і студентів “Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у ХХІ столітті”, 18–19 квітня 2005 р. – У 2 ч. – К.: НУХТ, 2005. – Ч.2. – С.16.

Особистий внесок здобувача полягає в обробці літературних джерел, проведенні експериментальних досліджень, опрацюванні і узагальненні отриманих результатів та підготовці матеріалів до друку.

8 б. Дослідження впливу фізичних показників якості бобових на водопоглинання і проростаємість / Ю.М. Величко, О.В. Калениченко, О.В. Олексійчук, Б.І. Хіврич // 71-а наукова конференція молодих вчених, аспірантів і студентів “Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у ХХІ столітті”, 18–19 квітня 2005 р. – У 2 ч. – К.: НУХТ, 2005. – Ч.2. – С.16.

Особистий внесок здобувача полягає в обробці літературних джерел, проведенні експериментальних досліджень, опрацюванні і узагальненні отриманих результатів та підготовці матеріалів до друку.

ТУ У 15.9–02070938–086:2006 Солод із сої. Технічні умови. Термін дії встановлено з 26.12.2006 р. до 25.12.2011 р. Зареєстровано УкрЦСМ 26.12.2006 р., кн. обл. № 02569750/000969.

АНОТАЦІЯ

Олексійчук О.В. Удосконалення технології солоду із сої. – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.18. 07 – Технологія продуктів бродіння. – Національний університет харчових технологій, Київ, 2007.

Дисертація присвячена вирішенню проблеми створення конкурентоспроможної технології солоду із сої для широкого використання його в харчових продуктах.

На основі одержаних експериментальних даних і проведених розрахунків розроблено спосіб одержання солоду із сої та удосконалена його технологія, що дозволяє підвищити якість і харчову цінність готового продукту.

Досліджено і встановлено, що в результаті активної дії ферментів в проро-

щених зернах сої збільшується вміст амінного азоту, жирних кислот, простих вуглеводів, вітамінів, органічних і неорганічних кислот. За визначених оптимальних значень технологічних параметрів пророщування зерна сої, сушіння і термічної обробки солоду із сої значно покращуються його якісні показники, а вміст антипоживних речовин в ньому зменшується.

Розроблена апаратурно-технологічна схема і нормативно-технічна документація виробництва солоду із сої.

Високі технологічні і фізіолого-біохімічні властивості солоду із сої одержаного за удосконаленою технологією та виробнича база харчової промисловості України дозволяють організувати виробництво з нього широкого асортименту продуктів в хлібопекарній, кондитерській, пивоварній, безалкогольній промисловості, при виготовленні продуктів дитячого харчування, як добавку у м'ясні комбіновані продукти, а також для приготування страв у домашніх умовах. Результати роботи впроваджено в промисловість.

Ключові слова: технологія солоду, соя, солододорощення, ферменти, білкові речовини, ліпіди, вітаміни, харчові продукти.

АННОТАЦІЯ

Олексійчук О.В. Усовершенствование технология солода из сои. – Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.18.07 – Технология продуктов брожения. – Национальный университет пищевых технологий, Киев, 2007.

Диссертация посвящена решению проблемы создания конкурентноспособной технологии солода из сои для широкого использования его в пищевых продуктах. На основе полученных экспериментальных данных и проведенных расчетов разработан способ получения солода из сои, а также усовершенствованную технологию, которая позволяет повысить качество и пищевую ценность готового продукта, интенсифицировать производство за счет выбора рациональных технологических режимов солодоращения зерна сои, сушки и термической обработки конечного продукта.

Установлено, что важнейшим показателем технологической оценки качества и пригодности сои для производства из нее солода является количество зерен с макро- и микротрещинами семенной оболочкой, значение которого зависит от крупности и сорта сои, существенно влияет на выбор режимов замачивания и проращивания зерна, а так же на качество солода. Лучшими для солодоращения являются сорта сои с массой 1000 зерен не более 120 г. Для получения солода высокого качества из разных за крупностью сортов сои, необходимо и экономически целесообразно осуществлять удаление из зерновой смеси травмированных после интенсивной мойки зерен путем калибровки их за размерами и формой. Использование такого способа позволяет осуществлять оптимальные условия замачивания зерна и повысить количество проросших зерен в свежопросошенном солоде.

Для равномерного водопоглощения и дальнейшего прорастания разного за размерами зерна рекомендовано замачивать его до влажности 61...62 % воз-

душно-водяным способом при оптимальном соотношении водяных и воздушных пауз при постепенном повышении температуры замачивания от 14 до 19 °С.

Установлено, что наибольшая активность ферментов проявляется на 3...4 сутки проращивания зерна, когда в нем в определенном соотношении накапливается 80...85 % продуктов ферментативного гидролиза: аминного азота, растворимого белка, жирных кислот, простых углеводов, витаминов, органических и неорганических кислот. Оптимальная продолжительность проращивания сои составляет 4,5...6 суток.

Доказано, что наименьшие потери сухих веществ на дыхание и рост вегетативных органов зерна не превышает 11 % при следующих оптимальных значениях параметров проращивания: высота слоя зерна 0,4...0,6 м; температура проращивания 19...16 °С и влажность зерна 62...58 %.

В результате оптимизации процессов проращивания и сушки солода и на основе исследований изменения его химического состава, технологических и органолептических свойств установлено, что термическая обработка свежепропущенного солода на химической фазе сушки при температуре 110 °С значительно улучшает органолептические показатели, уменьшает содержание антипитательных веществ в конечном продукте, а также расширяет возможность его использования в производстве различных пищевых продуктов.

Усовершенствовано технологию солода из сои, аппаратно-технологическую схему для промышленного производства солода. Разработано технические условия и технологическую инструкцию на производство светлого и темного солодов для широкого использования в производстве различных высокобелковых пищевых продуктах, в том числе, для детского питания.

Высокие технологические и физиологические свойства солода из сои, а так же производственная база пищевой промышленности Украины позволяют организовать производство из него широкого ассортимента пищевых продуктов в хлебопекарной, кондитерской, пивоваренной и безалкогольной промышленности, для приготовления продуктов детского питания, в качестве добавки в мясные комбинированные продукты, а также для приготовления пищи в домашних условиях. Результаты работы внедрены в промышленность.

Ключевые слова: технология солода, соя, солодоращение, ферменты, белковые вещества, липиды, витамины, пищевые продукты.

ANNOTATION

Oleksiychuk O.V. "Improvement of soybean malt processing". – Manuscript.

Dissertation for the academic degree of a Candidate of Engineering Sciences in the specialty 05.18.07 – Fermentation products processing. – National University of Food Technologies, Kyiv, 2007.

The dissertation considers the problem of elaboration of competitive soybean malt processing for a wide use of such malt in foodstuffs.

Based on experimental data obtained and on calculations made, there has been elaborated a method of production of malt from soybean and its technology has been improved, and this allows improvement of quality and nutritional value of finished

product, as well as production intensification owing to selection of expedient process conditions for soybean malting, drying and thermal treatment of end product.

It has been investigated and ascertained that as a result of enzymatic activity, the germinated soybeans accumulate amine and soluble nitrogen, fatty acids, simple carbohydrates, vitamins, organic and inorganic acids. In optimum conditions of germination of soybean, drying and thermal treatment of soybean malt, the qualitative characteristics of finished product are notably improved, and the content of anti-nutritional substances in such product reduces.

Superior processing and physiological properties of soybean malt, and the manufacturing capabilities of food industry in Ukraine allow organization of production, using soybean malt, of a wide range of products in baking, confectionery, brewing, soft-drink industries, in infant food production, as supplement to meat compound products, as well as for home cooking.

Key words: malt processing, soybean, malting, enzymes, proteins, lipids, vitamins, foodstuffs.