

ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

ШПИРКО ТЕТЯНА ВАСИЛІВНА

УДК 664.2:664.7.002.35

**РОЗРОБКА БІОТЕХНОЛОГІЇ ПЕРЕРОБКИ ЗЕРНОВОЇ СИРОВИНИ В
ХАРЧОВІ ДОБАВКИ**

Спеціальність 03.00.20 – біотехнологія

АВТОРЕФЕРАТ

дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Одеса - 2003

Дисертацією є рукопис

Робота виконана в Одеській національній академії харчових технологій,
Міністерство освіти і науки України

Науковий керівник: доктор технічних наук, професор,

лауреат Державної премії України

Капрельянець Леонід Вікторович,

Одеська національна академія харчових технологій,
завідувач кафедри біохімії та мікробіології

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор

Моргун Валентина Олексіївна,

Одеська національна академія харчових технологій,
завідуюча кафедри технології переробки зерна

кандидат біологічних наук

Цісельська Лариса Йосипівна,

Одеський Селекційно-генетичний інститут -

Національний центр насіннєзнавства та сортовивчення,

науковий співробітник лабораторії біохімії і фізіології рослин

Провідна установа: Національний університет харчових технологій,

проблемна науково-дослідна лабораторія, Міністерство

освіти і науки України, м.Київ.

Захист відбудеться “29” жовтня 2003 року о 13³⁰ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 41.088.02 Одеської національної академії харчових технологій (65039, м. Одеса, вул. Канатна, 112).

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Одеської національної академії харчових технологій (65039, м. Одеса, вул. Канатна, 112).

Автореферат розісланий “26” вересня 2003 року

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради

Станкевич Г.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Аналізуючи якість зерна, що переробляється на борошномельних заводах України, можна констатувати, що вона нестабільна. За останні 30 років хімічний склад пшениці за вмістом білка знизився від 15 % до 10-11 %, що привело до зниження кількості і якості клейковини і, таким чином, до погіршення біохімічних показників хлібобулочних виробів.

Внаслідок змін, які відбуваються у структурі харчування, і погіршення екологічних обставин значно зросло число захворювань, що вимагають елементарної корекції за рахунок збагачення раціону білком, легкозасвоюваними вуглеводами, біокоректорами та іншими.

У ситуації, що сталася, розв'язати задачу насичення вітчизняного ринку якісними харчовими продуктами в досить різноманітному асортименті можливо також шляхом створення виробництв з перероблення низькосортної пшениці в харчові добавки і збагачувачі білкової і вуглеводної природи.

Виробництво клейковини біотехнологічними методами може розв'язати питання коректування якості хліба і позбавить вітчизняного виробника від її імпортової закупівлі. В наш час деякі хлібозаводи України виробляють сиру клейковину з борошна вищого ґатунку для випічки дієтичних білкових сортів хліба, тоді як виробництво сухої клейковини у Німеччині, Фінляндії, Австралії, Австрії та інших країнах перетворилося у велику динамічно розвинуту галузь харчової індустрії.

Перспективним напрямком у реалізації біотехнологічних методів у переробній промисловості є створення нових технологічних рішень, заснованих на цілеспрямованому використанні ферментних препаратів мікробіологічного походження. Ферментні препарати різного спектра дії дозволяють повніше використовувати сільськогосподарську сировину, інтенсифікувати технологічні процеси, розширювати асортимент продукції, що випускається, поліпшувати смак, аромат і консистенцію готових виробів, забезпечувати їх стабільність і стійкість при зберіганні.

У результаті перероблення зерна пшениці 5, 6 класів із застосуванням прогресивних біотехнологічних методів стає можливим отримання добавок з використанням на харчові цілі, що вимагає підготовки науково-технічної бази, яка передбачає глибокий аналіз вітчизняної сировини, вибір ефективної технології, устаткування, підготовки нормативно-технічної документації відповідно до існуючих в країні медико-біологічних і санітарно-гігієнічних вимог.

Таким чином, розв'язання проблеми одержання харчових добавок із пшениці 5, 6 класів може стати важливою ланкою в стабілізації і поліпшенні якості хлібних виробів, для лікувально-дієтичного призначення, а також у використанні їх в інших галузях харчової промисловості. Виробництво сухої клейковини за власною технологією зможе дозволити Україні стати в один

ряд з провідними країнами-експортерами цього продукту, а комплексний підхід у розв'язанні проблеми переробки зерна пшениці 5, 6 класів дозволить поряд із клейковинними білками одержувати вуглеводні підсолоджувачі і тим самим розширити асортимент харчових зернових добавок. У зв'язку з вищевикладеним, актуальною є розробка біотехнології перероблення пшениці 5, 6 класів в харчові добавки.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Робота відповідає тематиці міжвузовської програми науково-дослідної роботи № 31 “Будова, склад, властивості і перетворення компонентів рослинної сировини як основи створення поліфункціональних добавок, збагачувачів і модулів для одержування продуктів з новими властивостями, які забезпечують продовольчу безпеку населення України”, затвердженої наказом Міністерства освіти і науки України № 271 від 15.08.96 р., зокрема, темі досліджень проблемної лабораторії Одеської національної академії харчових технологій 1/2000 – П “Фізико-хімічні та біотехнологічні основи одержання фітоферментних комплексів, симбіотиків, каротиноїдів та поліфенолів як компонентів біологічно активних добавок” (№ держреєстрації 0100U004565).

Мета і задачі дослідження. Метою дисертаційної роботи є розроблення технології переробки зерна пшениці 5, 6 класів у харчові білкові і вуглеводні добавки з використанням біотехнологічних прийомів. Для досягнення зазначеної мети були поставлені такі задачі:

- охарактеризувати хімічний склад пшениці 5, 6 класів, районованих на півдні України;
- дати характеристику біополімерного складу сировини як субстрату для ферментативної модифікації;
- з'ясувати активність гідролітичних ферментів та їх дію на полісахариди крохмалю в різних умовах;
- проаналізувати окисні дії ферменту глюкозооксидази на біополімери білків пшениці;
- розробити спосіб зміцнення пшеничної клейковини з використанням ферменту окисної дії;
- дослідити та встановити оптимальні технологічні режими одержання пшеничної клейковини;
- розробити загальну технологічну схему одержання сухої модифікованої пшеничної клейковини, вуглеводно-білкового сиропу і стійкого крохмалю з борошна пшениці;
- вивчити вплив сухої модифікованої пшеничної клейковини на якість хліба та збереження його свіжості;
- розробити нормативно-технічну документацію та провести промислову апробацію отримання сухої модифікованої пшеничної клейковини та її використання при виробництві хліба.

Об'єкт дослідження – біотехнологія переробки клейковини і крохмалю з використанням ферментів.

Предмет дослідження – зерно пшениці 5, 6 класів та отримана з неї мука.

3

Методи дослідження фізико-хімічних, мікробіологічних властивостей сировини та харчових добавок були традиційні і сучасні біохімічні, технологічні і мікробіологічні методи.

Наукова новизна одержаних результатів. Обґрунтовано вибір вітчизняної низькоякісної сировини – пшениці 5, 6 класів для виробництва сухої клейковини за раціональною технологічною схемою, яка дозволяє отримувати продукти з високими функціональними властивостями. Вперше в Україні розроблена технологія переробки борошна, отриманого з пшениці 5, 6 класів, з використанням ферментних препаратів у харчові добавки: сухої модифікованої пшеничної клейковини, вуглеводно-білкового сиропу, стійкого крохмалю, які можна використовувати в хлібопеченні, макаронній, кондитерській, м'ясній та інших галузях харчової промисловості.

Встановлено, що амінокислотний склад сильної, середньої і слабкої пшениці взагалі однаковий, за винятком зменшення кількості цистин-цистеїнових залишків, що призводить до порушення дисульфідних зв'язків і утворення вільних сульфгідрильних груп, тобто сприяє послабленню структурно-механічних і реологічних властивостей тіста. Встановлено, що при спільній дії ферменту глюкозооксидази та аскорбінової кислоти на білковий комплекс клейковини відбувається її зміцнення, тобто поліпшення реологічних і структурно-механічних властивостей, що надає можливість її виділення та застосування.

Науково обґрунтована технологія виробництва хлібних виробів з використанням сухої модифікованої пшеничної клейковини. Встановлено, що диференціація у функціональних властивостях продуктів, збагачених сухою клейковиною в мінімальному ступені виявляється на стадії змішування напівфабрикатів і в максимальному ступені при бродінні та на початкових стадіях випічки. Наукова новизна роботи підтверджена патентом України.

Практичне значення одержаних результатів. В результаті проведених досліджень підготовлена науково-технічна база для організації вітчизняного виробництва сухої модифікованої пшеничної клейковини та розроблені рекомендації до застосування її у виробництві хліба.

Дослідження вітчизняної бази сировини для виробництва сухої модифікованої пшеничної клейковини дозволили рекомендувати використання для цих цілей партій зерна пшениці зі зниженою якістю, як сировину для виробництва сухої модифікованої пшеничної клейковини борошно другого гатунку, отримане при 78-80 % помолі зерна. Якість клейковини такого борошна може складати від 100 до 118 од. пр. ІДК, а кількість 20-23 %. Тобто це борошно, отримане з пшениці 5, 6 класів, що відноситься до фуражного зерна.

Отримані результати розробленої технології увійшли в основу нормативно-технічної документації на виробництво сухої модифікованої пшеничної клейковини. Розроблена технологія апробована на Білгород-Дністровському хлібозаводі у 2002 р. Отримана суха модифікована

пшенична клейковина застосована при виробництві хліба для поліпшення якості борошна та пшеничного хліба.

Особистий внесок здобувача складається в забезпеченні методичного оформлення роботи, у проведенні основних аналітичних і експериментальних досліджень, аналізі й узагальненні отриманих даних, формуванні висновків і рекомендацій, підготовці матеріалів дослідження до публікації, розробці проекту нормативно-технічної документації, промислової апробації розробленої технології. Особистий внесок здобувача підтверджується поданими документами і науковими публікаціями.

Апробація результатів дисертації. Основні положення дисертації були обговорені і схвалені на засіданні кафедри мікробіології і біохімії ОНАПТ, на науково-практичній конференції “Прогресивні технології та вдосконалення процесів харчових виробництв” (Харків, березень 2000 р.); третій національній науково-практичній конференції “Хлібопродукти–2000” (Одеса, вересень 2000 р.); першій міжнародній науковій конференції “Крахмал и крахмалосодержащие источники – структура, свойства и новые технологии” (Москва, жовтень 2001 р.); наукових конференціях Одеської національної академії харчових технологій (Одеса, 2002, 2003 р.).

Публікації. Результати дисертації опубліковані у восьми друкованих працях, включаючи три статті в наукових журналах, три статті в збірниках наукових праць, деклараційний патент України, тези доповіді на першій московській міжнародній конференції.

Структура й обсяг роботи. Дисертація складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, переліку літератури і додатків. Зміст роботи викладений на 183 сторінках, включаючи 37 таблиць (22 стор.), 36 рисунків (15 стор.), 8 додатків (25 стор.). Список використаних бібліографічних джерел склав 167 найменувань (14 стор.).

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтована актуальність теми досліджень, визначені наукова новизна і практична цінність, сформульовані загальна мета і спрямованість роботи.

У першому розділі на базі аналізу літературних джерел розглянуті питання про необхідність використання пшениці 5, 6 класів для одержання харчових добавок. За останні 30 років якість пшеничного зерна значно погіршала. Причини такого нестабільного становища в тому, що склалися важкі погодні умови й ускладнилось матеріально-технічне забезпечення агропромислового комплексу, намітився спад у селекційній роботі.

Але все-таки основна причина – це значне порушення вимог технології вирощування, складний фітосанітарний стан (недотримання оптимальних термінів посіву, незадовільний захист

сілськогосподарських рослин від хвороб, шкідників і бур'янів), недоліки в системі насінництва,

застосування добрив і зменшення посівних площ зернових культур. У більшості випадків фактично фуражну пшеницю в останні роки зараховують до харчової. Лікарі-дієтологи встановили, що люди без нанесення шкоди своєму здоров'ю повинні їсти хліб з вмістом клейковини не менш 25 %.

У силу цього важливим підходом у корекції властивостей борошна з низьким вмістом клейковини може стати внесення до рецептури додаткової білкової добавки – пшеничної клейковини, що може бути отримана із зерна пшениці 5, 6 класів. Крім того, пшеничну клейковину можна використовувати як білкову добавку в макаронній та м'ясній промисловості.

Проведено порівняльний аналіз технологічних способів сучасного світового виробництва клейковини, переробки борошна у харчові добавки, їх переваги і недоліки.

У другому розділі викладені відомості про об'єкти і методи досліджень. Представлено структурну схему, що відображає основні напрямки досліджень і взаємозв'язок етапів розв'язання поставлених задач (рис.1).

Як сировину для біотехнологічної переробки використовували пшеницю різних гатунків врожаю 1999–2000 р., представлену Білгород-Дністровським комбінатом хлібопродуктів. Це зерно пшениці погіршеної якості з вмістом клейковини 20–23 % і якістю від 100–118 од. пр. ІДК, що відноситься до фуражного зерна пшениці 5, 6 класів. Для порівняння, як контрольний зразок, використовували зерно пшениці з вмістом клейковини 25 % і якістю 92 од. пр. ІДК, що відноситься до 4 класу.

Основна частина досліджень проведена в лабораторіях кафедри біохімії і мікробіології, кафедри хлібопечення, проблемній науково-дослідній лабораторії Одеської національної академії харчових технологій, Центральній санітарно-епідеміологічній станції водного транспорту України, у фізико-хімічному інституті НАН України. У дослідженнях використовували як стандартні, так і оригінальні методи з використанням сучасних методів досліджень.

У третьому розділі наведені результати власних експериментальних досліджень з вивчення хімічного складу борошна з пшениці 5, 6 класів як об'єкта для одержання білкової і вуглеводних харчових добавок.

Данні хімічного і якісного складу свідчать, що борошно, отримане з пшениці 5, 6 класів, характеризується пониженим вмістом білку, крохмалю в порівнянні з контрольними зразками, борошна, отриманого з пшениці 4 класу.

У досліджених зразках масова частка білкових речовин склала 9–10 %. Амінокислотний склад білків представлений 17 амінокислотами, серед яких 8 незамінних. Борошно з якістю клейковини 92–100 од. пр. ІДК містять значно більше залишків цистину і цистеїну, ніж зразки з якістю клейковини 118–120 од. пр. ІДК. Зразки більш міцної клейковини відрізняються від аналогічних

зразків слабшої вдвічі меншим вмістом залишків серину і великим – проліну. За іншими

амінокислотами істотних розходжень немає. Експериментальні дослідження дозволяють установити певні розходження в структурі білкових комплексів клейковини різної якості і ближче підійти до розуміння фізико-хімічних та реологічних властивостей клейковини.

Результати проведених аналізів показали, що клейковина різної якості відрізняється за розчинністю в розчинах оцтової кислоти і саліцилату натрію. Досліджено розчинність клейковини різної якості у водяному розчині оцтової кислоти з молярною концентрацією еквівалента 0,05 моль/л та у водяному 12 % розчині саліцилату натрію (рис.2). Встановлено, що чим міцніша клейковина, тим нижча її розчинність. Отже, клейковина з різними реологічними властивостями характеризується неоднаковою міцністю міжмолекулярних зв'язків у структурі білкового гелю.

З літературних джерел відомо, що міжмолекулярні зв'язки, за допомогою яких створюється певна структура клітковинного білку, обумовлюють фізичні властивості клейковини. Найбільшу увагу при цьому звертають на рівновагу в білках дисульфідних S-S і сульфгідрильних SH-груп. Були проведені кількісні визначення вмісту S-S і SH- груп у ліофілізованих препаратах клейковини різної якості методом амперометричного титрування.

За кількістю дісульфідних зв'язків усі фракції більш міцної клейковини переважають аналогічні фракції слабкої клейковини. Співвідношення дисульфідних зв'язків до сульфгідрильних груп зі збільшенням показника ІДК зменшується, виняток складає клейковина з якістю більш 120 од. пр. ІДК. Такі конформаційні зміни можна пояснити роздрібненням молекул глютеніну, при якому швидше руйнуються менш стійкі, великі за розмірами молекули. Про це свідчить зниження реакційної спроможності SH-груп.

Відомо, що окисний вплив на білково-протеїназний комплекс борошна призводить до зміцнення клейковини внаслідок утворення дисульфідних зв'язків шляхом окислювання суміжних сульфгідрильних груп.

Збільшити кількість дисульфідних зв'язків уявляється можливим за допомогою впливу окислювачів на клейковину низькоякісного борошна. Як фермент окисної дії використовували глюкозооксидазу. Активність використовуваного ферментного препарату 103500 од/г. Фермент глюкозооксидаза викликає окислювання вільних сульфгідрильних груп у структурі клейковинних білків, внаслідок чого утворюються дисульфідні зв'язки, що призводить до зміцнення клейковини, збільшення еластичності тіста та покращення реологічних властивостей. Фермент глюкозооксидаза активний у тісті, інактивується в процесі випічки, стійкий при рН 3,5–7,0 і за температури 40–60 °С. Досліджували вплив різних дозувань ферменту глюкозооксидази на якість клейковини дослідних зразків борошна. В експериментах використовували борошно 6 партій з різним вмістом клейковини і показником ІДК від 92 до 120 од. (рис. 3,4).

Встановлено, що фермент глюкозооксидаза не впливає на кількість клейковини, але

позитивно діє на її якість, що сприяє укріпленню, тобто зменшує розтягування клейковини і

7

показник ІДК. При дії 0,0014 % фермента глюкозооксидази на борошно з якістю клейковини 92 од. пр. ІДК розтяжність клейковини зменшилась на 0,5 см, показник ІДК – на 4,3 %, при дії тієї ж дози ферменту на борошно з якістю 105 од. пр. ІДК розтяжність зменшилась на 2,7 см, показник ІДК – на 7 %, а при дії на борошно якістю 118 од. пр. ІДК розтяжність зменшується тільки на 1,1 см, показник ІДК – на 3 %. Збільшення дози ферменту до 0,0018 % приводить до покращення якості клейковини з показником 118 од. пр. ІДК на 11 % і зменшенню розтяжності на 5,1 см. При дії 0,004 % аскорбінової кислоти на борошно тієї ж якості ці зміни значно менші (рис.3,4).

Але при наявності в борошні аскорбінової кислоти фермент глюкозооксидаза каталізує її окислення в дегідро–L–аскорбінову кислоту, яка активно окислює SH–групи до S–S зв'язків і таким чином покращує структурно-механічні властивості клейковини. При дії 0,0016 % ферменту глюкозооксидази і 0,004 % аскорбінової кислоти на борошно з якістю клейковини 118 од. пр. ІДК розтяжність зменшується на 5,7 см, а показник ІДК – на 13,5 %. Отже, за рахунок синергічного ефекту аскорбінової кислоти і ферменту глюкозооксидази зменшуються їх витрати, що вказує на необхідність та доцільність їх спільного використання.

Глибина модифікації клейковини ферментом глюкозооксидазою і аскорбіновою кислотою свідчить про окисні процеси, що відбуваються в клейковині, про внутрішні конформаційні зміни у білках. Однак клейковина з якістю більш 120 од. пр. ІДК не піддається окислюванню, ймовірно це відбувається через глибокі структурні зміни в білках цієї клейковини, що робить неможливим вплив модифікуючих агентів на біополімерні компоненти клейковини (рис.5). Для встановлення впливу глюкозооксидази й аскорбінової кислоти на склад високомолекулярних компонентів клейковини проводили електрофоретичні дослідження в 12,5 % поліакриламідному гелі.

Електрофоретичний спектр спирторозчинних білків пшениці 4 і 6 класів вихідної і модифікованої клейковини залишається майже незмінним. Те ж спостерігалось після попередньої двогодинної інкубації водної бовтанки зі шроту при кімнатній температурі.

Зміна спектра гліадинової частини електрофореграми в цьому випадку не виявлена. Отже, високомолекулярний склад білків модифікованої і вихідної клейковини не змінюється. Таким чином, вплив глюкозооксидази й аскорбінової кислоти не призводить до порушення складу і ваги високомолекулярних компонентів клейковини.

Використання ферменту глюкозооксидази в комбінації з аскорбіновою кислотою підсилює процес зміцнення клейковинних білків слабого борошна. Установлено, що для слабого борошна з якістю клейковини 118 од. пр. ІДК цьому сприяє внесення 0,0016 % ферменту глюкозооксидази і 0,004 % аскорбінової кислоти. Таким чином, після процесу окиснювання, що призводить до зміцнення клейковинних білків, стає доцільним її технологічне виділення з метою одержання сухого продукту. Після виділення білкової фракції залишається вуглеводна частина, яка може бути

використана для одержання вуглеводних добавок. Для розв'язання конкретних прикладних питань

розробки біотехнології одержання пшеничного сиропу вивчали закономірності деполімеризації полісахаридів крохмалю до глюкози. При цьому можлива, як спільна, так і послідовна дія ендо- і екзоамілаз.

Кінетичні криві осахарювання розрідженого пшеничного борошна при різних дозах глюкаваморину Г20х і глюкоендомікопсину Г15х представлені на рис.6 (а). На підставі отриманих даних обрані оптимальні дози глюкоамілаз 2,0–2,5 ГлС од./г, так як глюкозний еквівалент не повинен перевищувати 92–93 %. Осахарювання розрідженого пшеничного крохмалю проводили протягом 48 годин. Як видно з кінетичних кривих приведених на рис. 6 (б), пшеничний крохмаль осахарюється глюкавамоорином Г20х на 92 %, а глюкоендомікопсином Г15х – на 87 %. Вплив рН середовища і температури на стабільність глюкаваморину Г20х вивчали в інтервалі рН 3-6 в ацетатному буфері з іонною силою 0,05 за температури 55 °С і рН 4,5 за температури 40-65 °С.

Дослідження показали, що глюкаваморин Г20х має високу стабільність у широкому інтервалі рН. Відзначено, що при гідролізі висококонцентрованих крохмалевмісних субстратів температурний оптимум зміщується у бік більш високих температур. Отримані результати склали основу технології одержання вуглеводно–білкових сиропів. Встановлено, що не весь крохмаль піддається ферментативному гідролізу. Стійкість крохмалю обумовлена наявністю псевдокристалевих утворень, які виникають після охолодження клейстеризованого крохмалю за рахунок наявності у середині молекул фосфоефірних і α -1,6–глікозидних зв'язків. Оскільки псевдокристалові системі збудовані за участю молекул амілози, то процес утворення стійкого крохмалю розглядають як процес кристалізації амілози.

Фактором впливу стійкого крохмалю на мікробіоценоз товстої кишки є його спроможність змінювати мікробний склад в напрямку підвищення пробіотичних мікроорганізмів, завдяки чому стійкий крохмаль був віднесений до пробіотиків. Досліджували вплив гідротермічної обробки різних зразків пшеничного крохмалю на вміст стійкого крохмалю. Встановлено, що автоклавовани й крохмаль при 120 °С та охолоджений до 6 °С має найбільшу кількість стійкого крохмалю, тобто має найменшу ступінь гідролізу з представлених зразків. З цієї причини стійкий крохмаль важко піддається гідролізу ферментами товстої кишки, що призводить до його накопичення і використання біфідобактеріями як субстрату.

Для виявлення різних факторів на вихід стійкого крохмалю були досліджені: вплив кількості циклів нагрівання-охолодження (табл. 1), кількість води (рис. 7), вміст ліпідів (рис. 8). Отримані дані можуть бути використані для корекції технологічних режимів переробки зернової сировини з метою збагачення крохмальовмісних продуктів стійким крохмалем.

У четвертому розділі наведена технологічна схема (рис.9) одержання сухої модифікованої пшеничної клейковини, вуглеводно-білкового сиропу і стійких крохмалів, опис технологічних

процесів, дані про виробничу апробацію розробленої технології і медико-біологічні дослідження.

З урахуванням експериментальних даних розроблена апаратурна схема одержання харчових добавок.

З метою оптимізації окремих технологічних параметрів виробництва були використані методи математичного моделювання експерименту, отримане рівняння регресії, що адекватно описує процес. Оптимальними технологічними параметрами при одержанні сухої модифікованої клейковини були: концентрація ферменту глюкозооксидази 0,0016 %; концентрація аскорбінової кислоти 0,004 %; температура процесу ферментування 39 °С; тривалість процесу ферментування 0,5 год.

Проведено виробничі іспити з одержання і використання у виробництві хліба сухої модифікованої пшеничної клейковини на Білгород-Дністровському хлібозаводі. Показана можливість використання серійного устаткування для одержання харчових добавок. Показники продуктів з досліджених партій відповідають розробленим нормативно-технічній документації.

В результаті експериментально-виробничих досліджень був розрахований економічний ефект від впровадження розробленої сухої модифікованої пшеничної клейковини при виробництві хлібу, який складає 5672,70 грн./рік.

У дослідженні *in vivo* показана спроможність стійких крохмалів корегувати видовий склад кишкової мікробіоти, зменшувати розвиток патогенних і гнильних мікроорганізмів і збільшувати кількість біфідобактерій.

ВИСНОВКИ

1. Вивчено хімічний і біополімерний склад сортів пшениці 5, 6 класів, районованих на півдні України як потенційного джерела продуктів харчового призначення. Обґрунтовано можливість використання крохмалю, білкових речовин і продуктів, їх ензиматичної модифікації для отримання харчових добавок з різними функціональними властивостями. Представлені нові технології переробки низькоякісної пшениці, засновані на використанні окисних і гідролітичних ферментних препаратів мікробного походження, здатних направлено регулювати функціонально-технологічні властивості біополімерів сировини шляхом їхньої структурної модифікації.

2. Встановлено, що амінокислотний склад пшениці 5, 6 класів значно відрізняється тільки за змістом цистин-цистеїнових залишків і дисульфідних зв'язків, які призводять до зниження якості клейковини. Проведено дослідження впливу ферментів – оксидаз на білки пшеничної клейковини. Встановлено, що глюкозооксидаза шляхом окислювання сульфгідрильних груп білків і утворення додаткових дисульфідних зв'язків сприяє зміцненню клейковини. Визначено технологічні режими одержання сухої модифікованої пшеничної клейковини : концентрацію ферменту глюкозоокси-

дази 1,6 од/г і аскорбінової кислоти 0,004 % від маси борошна; температура 35-40 °C; pH 6,5-7,0; тривалість 0,5 ч. Вихід сухої модифікованої пшеничної клейковини складає 13-14 %. Досліджено

10

амінокислотний і молекулярний склад білків, їхня розчинність, наявність дисульфідних зв'язків і сульфгідрильних груп; отримана математична модель процесу модифікування білків клейковини.

3. Отримано і систематизовано відомості про специфіку деполімерізованих процесів зернових

крохмалів у залежності від стану субстрату й умов впливу різних ферментних систем, що

дозволило обґрунтувати і встановити параметри технологій виробництва вуглеводних підсолоджувачів. Показано, що глюкоамілаза має значну спорідненість до високомолекулярних субстратів. При спільній дії препаратів амілоризина П10х у кількості 0,4-0,6 од. АС/г крохмалю в композиції з глюкавамоорином Г20х підвищується вміст глюкози в гідролізаті в середньому на 3,5 %. Вивчено вплив двоосновних органічних кислот (янтарної і фумарової) на розчинність білків і активізацію ферментних препаратів амілоризину П10х і термамилу 120L.

Складена мультиензимна композиція, що складається з 0,45 од. АС/г термамилу 120L і 2,0 од. ГлС/г глюкавамоорину Г20х для оцукрювання зернової сировини, що дозволила одержувати вуглеводні сиропи з вмістом редукуючих речовин 96 %.

4. Вивчено хімічні властивості і склад стійких пшеничних крохмалів. Максимальна кількість стійких крохмалів була отримана автоклавуванням 25 % суспензії крохмалю при температурі 120 °C з наступним охолодженням до 6 °C і витриманням протягом 24 год. Досліджено пробіотичні властивості стійкого крохмалю *in vivo* і показана здатність їх ефективно нормалізувати мікрофлору кишечника. Розроблено принципову технологічну схему одержання стійких крохмалів із пшениці.

5. Розроблено технологічну схему переробки низькоякісного борошна у харчові добавки: суху модифіковану пшеничну клейковину, вуглеводно-білковий сироп, стійкі крохмалі. Технологія апробована в промислових умовах на Білгород-Дністровському хлібозаводі. Вивчено структурно-механічні і реологічні властивості тіста з різними дозуваннями сухої модифікованої клейковини і їх вплив на якість хліба. На суху модифіковану пшеничну клейковину розроблена нормативно-технічна документація. Наукова новизна підтверджена деклараційним патентом України.

Основний зміст роботи викладений у публікаціях

1. Капрельянц Л.В., Величко Т.А., Шпырко Т.В. Биоконверсия пшеничной муки в

сахаристые продукты // Сб.науч. тр./ Акад. технол.общест. пит. – Харьков, – 2000. – Ч. 1. – с. 107–111.

Автором проведені дослідження по вивченню хімічного складу крохмалю та його ферментативного гідролізу з використанням препаратів амілоризину П10х, глюкаваморину Г20х, глюкочендомікопсину Г15х.

2. Капрельянц Л.В., Величко Т.А., Шпырко Т.В. Устойчивые зерновые крахмалы // Зб. наук. пр./ Держ. акад. харч. технол. Вип.21.– Одеса, 2001. – с. 324–327.

11

Автором проведені дослідження по вивченню хімічного складу зразків пшеничного, житнього, вівсяного, кукурудзяного крохмалів. Досліджено впливу різних факторів (нагрівання-охолодження, кількість води, знежирення) на кількість виходу стійкого крохмалю.

3. Капрельянц Л.В., Пшенишнюк Г.Ф., Шпырко Т.В. Влияние белкового улучшителя на структурно–механические свойства пшеничного теста и качество хлеба // Зб. наук. пр./ Націон. акад. харч. технол. Вип. 24. – Одеса, 2002. – с. 221–223.

Автором проведені дослідження хімічного складу пшеничного борошна та вплив різних дозувань сухої модифікованої пшеничної клейковини на структурно-механічні та реологічні властивості тіста і якість хліба.

4. Шпырко Т.В., Капрельянц Л.В., Пшенишнюк Г.Ф. Исследование кинетики клейстеризации крахмала зерен пшеницы различной дисперсности // Хранение и перераб. зерна. – 2002. – № 4. – с. 42–43.

Автором проведені дослідження впливу дисперсності молотої пшениці на процеси клейстеризації та ферментативного гідролізу крохмалю.

5. Капрельянц Л.В., Шпырко Т.В. Биотехнологические приемы при получении клейковины из низкокачественной пшеницы //Зерн. продукты і комбікорми. – 2002. – №4. – с. 23 –26.

Згідно з проведеними біотехнологічними дослідженнями автором розроблена технологічна схема переробки борошна з низькоякісної пшениці у харчові добавки: суху модифіковану пшеничну клейковину, вуглеводно-білковий сироп. Визначено склад харчових добавок.

6. Капрельянц Л.В. Ферментативная модификация зерновых крахмалов / Л.В. Капрельянц, Е.Г. Иоргачева, Т.В. Шпырко // Хранение и перераб. зерна – 2002. – №10. – С.53-55.

Автором проведені дослідження умов ферментативної обробки ячмінного, рисового, кукурудзяного, пшеничного, просяного крохмалю ферментним препаратом амілосубтиліном Г10х.

7. Пат. 49362. Україна МКП А 23 J 1/12. Спосіб одержання клейковини з пшеничного борошна / Л.В. Капрельянц, Т.В. Шпырко. – № 2001117909; заявл. 20.11.2001; опубл. 16.09.2002, Бюл. № 9.

Автором проведені дослідження впливу різних дозувань ферменту глюкозооксидази, аскорбинової кислоти та їх сумісної дії на якість пшеничної клейковини різної якості.

Встановлени оптимальні параметри застосування ферменту глюкозооксидази та аскорбінової кислоти.

8. Шпырко Т.В., Капрельянц Л.В. Гидролиз крахмалов пшеничной муки амилазами // Труды Междунар. конф. “Крахмал и крахмалосодержащие источники – структура, свойства и новые технологии”. – Тез. докл. – М., – 2001. – с. 119–120.

12

Автором проведена частина експериментальних досліджень по впливу різних дозировок ферментних препаратів амилоризину П10х і глюкаваморину Г15х на гідроліз пшеничних крохмалів.

АНОТАЦІЯ

Шпырко Т.В. Розробка біотехнології переробки зернової сировини у харчові добавки.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за фахом 03.00.20 – біотехнологія. – Одеська національна академія харчових технологій, Одеса, 2003.

Дисертація присвячена розробці технології отримання харчових добавок з борошна пшениці 5, 6 класів.

Досліджено хімічний склад сортів пшениці, районованих на півдні України. Дослідження хімічного складу борошна пшениці 5, 6 класів, показало, що вони мають приблизно однаковий амінокислотний склад в порівнянні з якісним борошном за винятком кількості сульфгідрильних груп та дисульфідних зв'язків.

Вивчено процес окислення білків клейковини ферментом глюкозооксидазою та аскорбіновою кислотою і встановлено, що при дії окисників поліпшує якість клейковини за рахунок утворення додаткових дисульфідних зв'язків.

Досліджено хімічний склад, мікробіологічні та реологічні показники одержаних харчових добавок. Розроблено та оптимізовані окремі процеси отримання сухої модифікованої пшеничної клейковини, яка апробована у виробничих умовах.

Ключові слова: клейковина, крохмаль, вуглеводно-білковий сироп, технологія, стійкий крохмаль, пшениця 5, 6 класів.

АННОТАЦИЯ

Шпырко Т.В. Разработка биотехнологии переработки зернового сырья в пищевые добавки.

Диссертация на соискание научной степени кандидата технических наук по специальности 03.00.20 – биотехнология. – Одесская национальная академия пищевых технологий, Одесса, 2003.

Диссертация посвящена разработке технологии получения пищевых добавок из муки пшеницы 5, 6 классов.

Основными задачами работы являлись: изучение химического состава муки низкосорт-

ной пшеницы, исследование процесса окисления белков клейковины ферментом глюкозооксидазой и аскорбиновой кислотой; получение сухой модифицированной пшеничной клейковины и изучение реологических, структурно-механических свойств теста с добавлением ее от 1 до 4 % к муке 1 сорта.

Химический состав пшеницы 5, 6 классов, районированной на юге Украины характеризуется пониженным содержанием белка и крахмала по сравнению с мукой, полученной из пшеницы 4 класса. Аминокислотный состав белков пшеницы 5, 6 представлен 17 аминокислотами, среди

13

которых 8 незаменимых. Мука с качеством клейковины 90-92 ед. пр.ИДК содержит в 2 раза больше остатков цистина и цистеина, чем образцы клейковины 112-118 ед. пр. ИДК, а также вдвое меньшим содержанием остатков серина и большим – пролина. По остальным аминокислотам существенных различий нет. Однако исследование количества дисульфидных связей показало, что соотношение дисульфидных связей к сульфгидрильным группам с увеличением показателя ИДК уменьшается, что приводит к ухудшению структурно-механических и реологических свойств клейковины. При воздействии 0,0016 % фермента глюкозооксидазы и 0,004 % аскорбиновой кислоты на муку с качеством клейковины 112-118 ед. пр. ИДК происходит укрепление клейковины с уменьшением показателя качества до 100-102 ед. пр. ИДК, что свидетельствует об окислительных процессах, происходящих в клейковине этого качества, приводящих к образованию дополнительных дисульфидных связей. Эти данные дают возможность использовать муку пшеницы 5, 6 классов для получения сухой клейковины. Выход сухой модифицированной пшеничной клейковины по разработанной технологии составляет 13- 14 % от массы муки.

Исследовано влияние сухой модифицированной пшеничной клейковины в количестве от 1-4 % на качество пшеничного теста, приготовленного из муки 1 сорта. Установлено, что при добавлении 2 % сухой модифицированной пшеничной клейковины к муке 1 сорта наблюдаются наилучшие показатели объемного выхода хлеба.

Изучен процесс получения углеводно-белкового сиропа с использованием ферментных препаратов амилазы П10х, глюкоэндомикопсина Г15х, глюкаваморина Г20х. Исследованы физико-химические свойства полученного углеводно-белкового сиропа.

Установлено, что при ферментативном гидролизе не весь крахмал гидролизуется, а образуется т.н. резистентный, устойчивый к действию ферментов крахмал. С медицинской точки зрения такие крахмалы могут ферментироваться только в толстом отделе кишечника до одноосновных карбоновых кислот, которые являются субстратом для бифидобактерий. Т.о. получение устойчивых крахмалов становится целесообразным, поэтому их получение вошло в технологическую схему переработки низкосортной муки в пищевые добавки. Проведены испытания пробиотических свойств полученных устойчивых крахмалов *in vivo*. Исследованы и обоснованы при помощи методов математического моделирования оптимальные технологические

параметры получения сухой модифицированной клейковины. На основании полученных данных разработана и апробирована в производственных условиях технология получения сухой модифицированной пшеничной клейковины и произведена пробная выпечка хлеба с ее использованием.

Ключевые слова: клейковина, крахмал, углеводно-белковый сироп, технология, устойчивые крахмалы, пшеница 5, 6 классов.

ANNOTATION

Shpirko T.V. Development of the biotechnology of converting grain raw material into food additives.

Dissertation for the degree of candidate of technical sciences on speciality 03.00.20 – biotechnology. - The Odessa National Academy of Food Technologies, Odessa, 2003.

The dissertation is devoted to development of the technology of obtaining food additives from the 5 and 6 class wheat flour.

The chemical composition of the wheat cultivars zoned in the south of Ukraine has been analyzed. The analysis of the chemical composition of the 5 and 6 class wheat flour has shown that their amino acid contents are about the same as compared with that of the 4 class flour, except for the number of sulphohydril groups and disulphide bonds.

Oxidation of gluten proteins by means of the glucose oxydase enzyme and the ascorbic acid has been studied. It has been established that the quality of gluten acted upon by oxidants improves due to the formation of extra disulphide bonds. The scheme of obtaining dry modified wheat gluten from the 5 and 6 class flour has been developed. The carbohydrate-protein syrup and resistant starch have been obtained from the carbohydrate fraction.

The chemical composition and the microbiological and rheological properties of food additives obtained have been studied.

The technology of obtaining dry modified wheat gluten has been developed, optimized, and tested under production conditions.

Key words: gluten, starch, carbohydrate-protein syrup, resistant starch, technology, 5 and 6 class wheat.

Підписано до друку 23.09.2003 р. Формат 60х90/16

Об.-вид.арк. 1,3. Тираж 100 прим. Зак № 386

Одеська національна академія харчових технологій

65039, м. Одеса, вул. Канатна, 112