

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ УКРАЇНИ

**УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

**На правах рукопису
УДК 663.433**

ХІВРИЧ Борис Іванович

Розробка технології солоду гороху

05.18.07 Технологія продуктів бродіння

АВТОРЕФЕРАТ

**дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук**

Київ – 1998

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Українському державному університеті харчових технологій

Наукові керівники: д.т.н., проф., академік міжнародної Академії комп'ютерних систем і наук,
Заслужений працівник освіти
Домарецький Віталій Афанасійович,
завідувач кафедри БПБЕН УДУХТ.

к.т.н., доц. **Кошова Валентина Миколаївна**,
доцент кафедри БПБЕН УДУХТ

Офіційні опоненти: д.т.н., проф. **Маринченко Віктор Опанасович**,
професор кафедри БПБЕН УДУХТ

д.б.н., проф., член кореспондент УААН
Левицький Анатолій Павлович,
директор науково-дослідного центру науково-виробничої асоціації “Одеська технологія”

Провідна установа: Інститут харчової хімії і технології Комітету харчової промисловості Мінагропромкомплексу та НАН України, Київ.

Захист відбудеться “24” червня 1998 р. о 14 годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 26.058.04 Українського державного університету харчових технологій, зал засідань ректорату.

З дисертацією можна ознайомитися в бібліотеці Українського державного університету харчових технологій за адресою: 252033, м. Київ, вул. Володимирська, 68

Автореферат розісланий “___” _____ 1998 р.

Вчений секретар
Спеціалізованої вченої ради,
К.т.н., с.н.с.

Л.О. Федоренченко

ВСТУП

Актуальність теми. Одним із найважливіших завдань соціально-економічного розвитку України є збільшення випуску високобілкових продуктів харчування рослинного походження масового і лікувально-профілактичного призначення, необхідних для зміцнення здоров'я і забезпечення довголіття населення.

Основною зернобобовою культурою з високим вмістом білку є горох, виробництво якого в Україні становить біля 1 млн. тон на рік. Харчова промисловість використовує лише 1 % цієї цінної білково-крохмалистої культури. Продукти переробки зерна гороху (крупа, борошно, концентрати), які виробляються за традиційними технологіями, користуються незначним попитом у населення внаслідок притаманного їм “бобового” смаку і наявності в значних кількостях стахіози, рафінози, інгібіторів трипсину, фітину, ліпідних сполук, сапонінів та інших непоживних хімічних сполук, які негативно впливають на організм людини з ослабленою функцією травлення їжі. Тому розроблення нової ефективної технології, яка підвищить харчову та біологічну цінність гороху, є актуальною проблемою.

Найбільш доцільним для реалізації цього завдання є спосіб солодування зерна. Проте технології, які були запропоновані фахівцями раніше, не забезпечували отримання високоякісного солоду гороху і нових продуктів з нього.

Ці положення були нами враховані при формулюванні мети і завдань дисертаційної роботи, а також при обґрунтуванні її наукової та практичної цінності.

Зв'язок роботи з науковими темами. Робота виконувалась згідно з планами науково-дослідних робіт проблемної науково-дослідної лабораторії УДУХТ протягом 1989 - 1994 р.р., національної програми “Діти України” (1995 - 1997 р.р.) за дорученням Кабміну України № 425-Р від 01.10.94 р.

Мета і задачі досліджень. Метою роботи є розробка раціональної технології солоду гороху для широкого використання його в продуктах харчування.

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

1. Вивчити вплив основних технологічних параметрів на процеси замочування, пророщування зерна гороху і сушіння свіжопророслого солоду для визначення їх оптимальних значень.

2. Визначити і науково обґрунтувати вплив фізіологічних, ферментативних і біохімічних процесів солодування на хімічний склад і мікроструктурні властивості солоду.

3. Дослідити динаміку мікробіологічного забруднення зерна в процесі його солодування та вплив дезінфектантів на розвиток мікроорганізмів і відповідність

якості солоду санітарно-гігієнічним вимогам.

4. Розробити раціональну технологію та апаратурно-технологічну схему виробництва солоду гороху.

5. Розробити технічні умови (ТУ) і технологічну інструкцію (ТІ) на промислове виробництво солоду з гороху.

6. Науково обґрунтувати і визначити практичні напрями використання солоду гороху в продуктах харчування широкого вжитку.

7. Провести комплексну медико-біологічну оцінку солоду гороху і продуктів на його основі.

Наукова новизна одержаних результатів. 1. На основі теоретичних і експериментальних досліджень встановлено механізм утворення фізіологічно цінних для людини речовин у горосі в процесі його солодування

2. Теоретично обґрунтовано і експериментально підтверджено, що виробляти із зерна гороху продукти високої якості, збагачені біологічно активними речовинами, можливо після його солодування за оптимальних умов. Розроблено технологію солоду гороху (Патент України № 2499), визначено практичні напрями використання його в продуктах харчування.

3. Експериментально визначено і теоретично обґрунтовано закономірності змін хімічного складу, мікроструктури та якості солоду в залежності від режимів солодування гороху.

4. На основі комплексних медико-біологічних досліджень встановлено, що продукти з солоду гороху мають дієтичні властивості і є ефективними в харчуванні дітей. Розроблено технологію і рецептури продуктів для дитячого харчування.

Практичне значення одержаних результатів. На основі експериментальних і теоретичних досліджень розроблено раціональну технологію солоду гороху і технології та рецептури продуктів харчування широкого вжитку із нього. Розроблено апаратурно-технологічну схему, ТУ і ТІ для промислового виробництва солоду на ТЗТ “Пивзавод на Подолі”.

Розроблено технологію і рецептури на 11 видів продуктів з солоду гороху, в тому числі і продуктів дитячого харчування. Для освоєння виробництва цих продуктів Київському хлібокомбінату № 11 та Бориспільському заводу продтоварів передано відповідну документацію.

Очікуваний економічний ефект від впровадження технології солоду гороху та розроблених продуктів харчування на його основі становитиме 365,8 тис. грн. при обсязі виробництва солоду 500 т на рік. Соціальний ефект полягає в розширенні асортименту продуктів харчування і оздоровленні населення.

Особистий внесок здобувача. Полягає в проведенні теоретичних та експериментальних досліджень якості сировини, солоду, продуктів на його основі, процесів солодування, узагальненні, обґрунтуванні і публікації

отриманих результатів, практичній їх апробації, розробці технології та нормативно-технічної документації.

Апробація роботи. Основні положення дисертаційної роботи обговорювалися і були схвалені на кафедрі біотехнології продуктів бродіння, екстрактів та напоїв УДУХТ, а також на Республіканській науково-технічній конференції “Разработка и внедрение высокоэффективных ресурсосберегающих технологий, оборудования и новых видов пищевых продуктов в пищевую и перерабатывающие отрасли АПК”, Київ, 1991 р., та на Міжнародних науково-технічних конференціях: “Розробка та впровадження нових технологій і обладнання у харчову та переробну галузі АПК”, Київ, 1993 р.; “Научно-технический прогресс в пищевой промышленности”, Могильов, 1995 р.; “Научно-техническое и технологическое обеспечение увеличения производства конкурентоспособных продуктов для детского питания”, Одеса, 1995 р.; “Лечебно-профилактическое и детское питание”, Санкт-Петербург, 1996 р.; “Пищевая промышленность – 2000”, Казань, 1996 р.

Публікації. За темою дисертації опубліковано 27 робіт, в тому числі 4 огляди, 8 статей, 9 тез, 3 патенти, 3 ТУ, зареєстрованих в УкрЦСМ.

Достовірність отриманих результатів, висновків та рекомендацій забезпечено застосуванням сучасних методів досліджень та приладів, а також методів статистичної обробки, підтверджується адекватністю результатів лабораторних досліджень і промислових випробувань.

Структура та обсяг роботи. Дисертацію викладено на 141 сторінці друкованого тексту: складається із вступу, 5 розділів, висновків, списку літератури та додатків. Містить 19 рисунків, 25 таблиць, 19 додатків. Список літератури складається із 195 бібліографічних джерел.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** обґрунтовано актуальність роботи, сформульовано мету і задачі досліджень, подано новизну та практичне значення роботи.

У **першому** розділі викладено основні переваги зерна гороху над іншими зерновими і зернобобовими культурами за показниками харчової, біологічної і фізіологічної цінності, технологічними властивостями, функціональними властивостями білка і крохмалю. Особливу увагу приділено вивченню антихарчових речовин білкової, вуглеводної і ліпідної природи, які спричиняють неприємний “бобовий” смак і негативно впливають на основні функції людини при споживанні продуктів із бобових. Показано, що пошукові дослідження щодо застосування технології солодування в виробництві продуктів із зернобобових свідчать про її ефективність у вирішенні проблеми одержання високоякісних продуктів широкого вжитку із гороху. Саме це дозволило сформулювати мету і

завдання досліджень.

В другому розділі “Об’єкти і методи досліджень” наведено характеристику об’єктів досліджень та лабораторного устаткування, приведено перелік використаних методів досліджень. Робота виконувалась у проблемній науково-дослідній лабораторії УДУХТ. Медико-біологічні дослідження продуктів солоду гороху проводились в Інституті педіатрії, акушерства і гінекології (ІПАГ), Українському НДІ харчування та Всесоюзному науковому центрі радіаційної медицини АМН СРСР (ВНЦРМ). Деякі якісні показники солоду визначалися на устаткуванні Інституту ботаніки НАН України, Московського інституту харчування, Української центральної лабораторії по якісній оцінці сільськогосподарських культур.

Об’єкти досліджень: зерно та солод гороху, продукти харчування на основі солоду гороху – крупи, борошно, вироби екструзійної технології, кондитерські вироби (печиво, бісквітний напівфабрикат, соломка). Дослідження фізико-хімічних показників сировини, солоду та продуктів харчування здійснювали за загальновідомими стандартними методами. Вміст і властивості окремих речовин визначали за такими методами: амінокислоти – на аналізаторі Biotronin, Германія (триптофан – колориметрично); аскорбінову кислоту (C) – індофенольним методом; тіамін (B₁), ніацин (PP) і піродиксин (B₆) – мікробіологічно; рибофлавін (B₂) – флуорометрично; активність амілолітичних і протеолітичних ферментів – за методами SKB і Петрова; стахіозу, рафінозу і цукрозу – на рідинному хроматографі; інгібітори трипсину – за Кекейде; трипсинінгібіруючу активність – спектрофотометрично за Бенкіним; гумі-речовини – методом Пірса і Маредіта; мікроструктуру зерна і солоду – на електронному мікроскопі SSM-35, Японія; коефіцієнт дихання солоду – за допомогою евідіометра.

У третьому розділі “Дослідження основних процесів солодування гороху” наведено результати дослідження впливу основних технологічних параметрів на процеси солодування зерна гороху та зміни хімічного складу, мікробіологічної забрудненості, структурних властивостей. Дослідження були зосереджені, в основному, на 4-х сортах гороху: Рапорт, Богатир чеський, Труженник, Напарник.

Досліджували вплив різних способів і технологічних параметрів на властивості зерна при його замочуванні. Було встановлено, що повітряно-водяним способом зерно замочується до оптимальної вологості (58 - 59 %) інтенсивніше, ніж водяним. При цьому його об’єм збільшується в 2,10 – 2,25 рази в залежності від його крупності і хімічного складу. На рис.1 відображено динаміку проростання 7-ми дослідних зразків зерна гороху, які замочували при різних режимах.

Послідовність розташування кривих свідчить про те, що найкраще проростало зерно, коли повітряні паузи становили 6 і 8 години. Подальше

збільшення тривалості повітряних пауз (крива 6, 7), або їх зменшення (крива 1, 2, 3) призводить до погіршення умов проростання зерна.

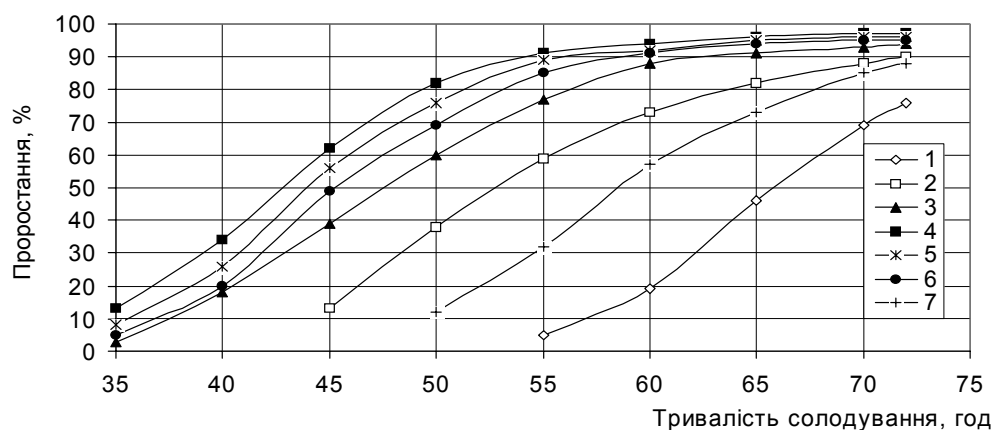


Рис.1. Залежність проростання гороху від тривалості повітряних пауз при замочуванні:

1 - водяне замочування; 2 - повітряна пауза 2 год; 3 - 4 год; 4 - 6 год; 5 - 8 год; 6 - 10 год; 7 - 18 год

Процеси солодування пов'язані з травмуванням зерна, що викликало необхідність змодельювати його ступінь в умовах, наближених до виробничих. На рис. 2 представлені залежності ступеню травмування замоченого зерна від

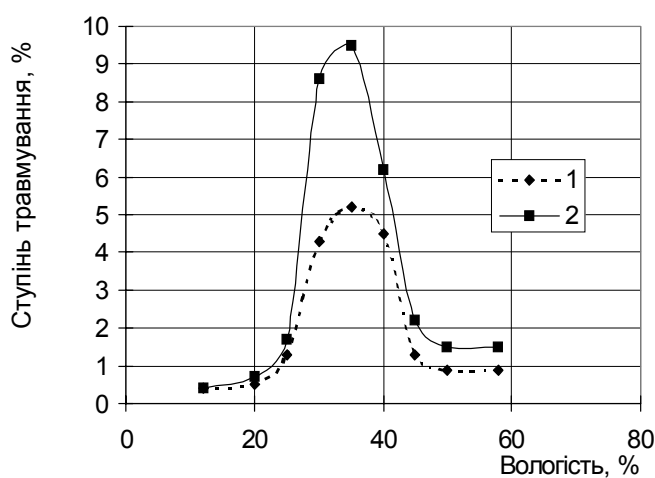


Рис.2. Залежність ступеню травмування зерна від його вологості:

1 - під дією удару; 2 - під дією тертя

удару і тертя. Травмування від удару визначали після падіння зерна з висоти 3 м на металеву поверхню, а від тертя – за допомогою шнеку.

На основі цих дослідів встановлено, що оболонка зерна при його вологості 28 – 45 % морщиться та відшаровується від ядра, внаслідок чого зерно втрачає міцність. А при вологості понад 45 % зерно набуває пружні і міцніші властивості, що необхідно враховувати при замочуванні гороху.

На стадії пророщування посилюється активність дихання зерна і його потреба в кисні. Тому було досліджено коефіцієнт (RQ) і інтенсивність дихання (L) зерна гороху в порівнянні з ячменем протягом пророщування в умовах щодобового провітрювання і без провітрювання (рис. 3, табл. 1). Дослідні зразки гороху Труженик з діаметром зерна 5 – 7 мм і 7 – 8 мм, а також ячменю (2,5 – 3,0 мм), після замочування вкладали в евідіметри, пророщували і вимірювали об'єм виділеного CO₂ (в першому випадку – щодобово, в другому - одноразово, після 8 діб пророщування).

Таблиця 1
Середні значення RQ і L, одержані при різних умовах пророщування

Зразки зерна	Коефіцієнт дихання		Інтенсивність дихання, г CO ₂ /(г СР * год)	
	Щодобове вимірювання	Одноразове вимірювання	Щодобове вимірювання	Одноразове вимірювання
Ячмінь	0,80	1,15	0,00077	0,00042
Горох (d=7-8 мм)	0,78	1,31	0,00024	0,00022
Горох (d=5-7 мм)	0,80	1,26	0,00029	0,00024

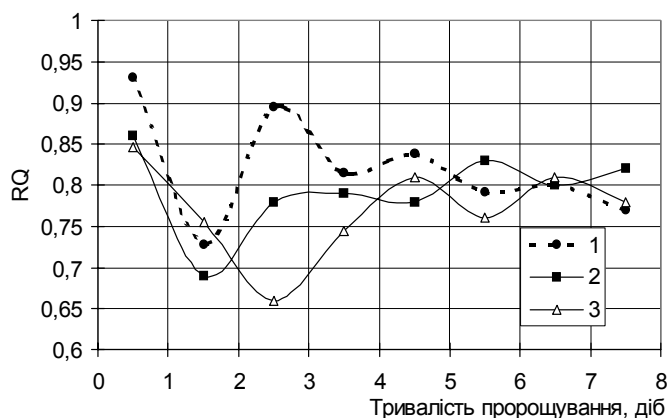


Рис.3. Залежність між коефіцієнтом дихання і тривалістю пророщування зерна:
1 - ячмінь; 2 - горох 5<d<7 мм; 3 - горох d>7 мм

За даними дослідів було встановлено, що закономірності виділення CO₂ і поглинання O₂ підпорядковані синусоїдальним законам (рис. 3), амплітуда яких поступово зменшується, що пов'язано, очевидно, з покращанням умов вивільнення CO₂ і поглинання O₂ за рахунок розвитку ростків зерна. Для всіх зразків значення RQ менше 1 і приблизно однакове за величиною.

Дані табл. 1. Показують, що в умовах провітрювання L гороху менше приблизно в 3 рази від L ячменю, а в умовах дефіциту кисню (без провітрювання) це відношення зменшується за рахунок зменшення L ячменю.

Очевидно, що на інтенсивність дихання більше впливають крупність зерна і його морфологічні властивості, ніж вид зерна. Для забезпечення оптимальних умов пророщування гороху знадобиться менша кількість повітря, ніж для ячменю.

Для практичних розрахунків визначено кореляційну залежність між L і часом (t) пророщування гороху, при d = 5 – 7 мм (L₁) і d = 7 – 8 мм (L₂).

$$L_1 = -2,24 \cdot 10^{-4} + 9,27 \cdot 10^{-6} t - 2,15 \cdot 10^{-8} t^2 - 2,09 \cdot 10^{-3} t^3 + 7,43 \cdot 10^{-13} t^4.$$

$$L_2 = -1,37 \cdot 10^{-4} + 5,74 \cdot 10^{-6} t + 7,04 \cdot 10^{-9} t^2 - 2,98 \cdot 10^{-10} t^3 + 8,31 \cdot 10^{-13} t^4.$$

При дослідженні кінетики сушіння свіжопророслого гороху при різній висоті шару встановлено, що для забезпечення інтенсифікації процесу і зменшення енергетичних витрат доцільно збільшити початкову температуру сушіння до 55 – 58 °С, а солод висушувати до вологості 5 – 6 %. В умовах сушіння на двоярусній сушарці товщина шару має бути 0,25 – 0,35 м.

Вивчаючи вплив ферментативних і біохімічних процесів при солодуванні зерна на хімічний склад і мікроструктурні властивості солоду, горох замочували до W = 58 – 59 % і пророщували при температурі 14 – 20 °С протягом 6 діб,

потім сушили при температурі 40 – 80 °С до W = 4,5 – 6,0 %. Значення експериментальних даних перераховували на масу зерна без оболонки.

На основі досліджень якісних показників сусла (табл.2) встановлено, що біохімічні процеси в зерні активізуються після другої доби пророщування. Так, в суслі починають збільшуватись редуруючі цукри і аміний азот на 32 і 35 %, екстрактивність солоду – на 12 %, титрована кислотність і забарвленість – на 16 і 18 %.

Таблиця 2

Вплив процесів солодування гороху різних сортів на якісні показники сусла

Зразок	Екстрактивність, % на СР	Аміний азот, мг на 100 г екстракту	Редуруючі цукри, г на 100 г екстракту	Кислотність, см ³ р-ну NaOH 1г-моль/1 дм ³ на 100г екстракту	Забарвленість, см ³ р-ну йоду 0,1 г-моль/1 дм ³ на 100 г екстракту	В'язкість відносна, на 1 г СР екстракту
Зерно 1*	27,69	352	25,4	29,1	4,12	0,315
Замочене зерно	28,60	364	27,5	30,7	4,23	0,324
Свіжопророслий солод						
2 доби	31,12	475	33,6	33,8	4,90	0,315
4 доби	32,62	852	48,3	45,4	6,08	0,301
6 діб	32,93	938	56,1	49,2	6,87	0,288
Сухий солод	31,72	921	54,7	51,6	7,15	0,280
Зерно 2*	28,35	471	31,2	34,0	4,31	0,328
Сухий солод	33,72	1190	64,5	57,7	7,28	0,291
Зерно 3*	30,25	726	40,7	39,5	5,37	0,347
Сухий солод	36,73	1974	83,5	70,8	11,23	0,312

Примітки: 1* - Рапорт; 2* - Богатир чеський; 3* - Напарник

На четверту добу пророщування зерна сповільнюються зміни досліджуваних фізико-хімічних показників сусла, досягаючи 80 – 85 % їх значень при 6-добовому пророщуванні. Очевидно, що з цього часу зменшується активність ферментів, а процеси гідролізу запасних речовин поступово урівноважуються з процесами синтезу нових речовин, які витрачаються на живлення зародку і побудову корінця. Активність амілаз горохового солоду невелика і вони не оцукрюють крохмаль в суслі. Протеолітична активність солоду збільшується в 5 – 7 разів, порівняно з зерном, але вона значно менша від активності ферментів солоду ячменю.

Динаміка азотних речовин гороху сорту Рапорт наведена на рис. 4.

Аналіз експериментальних даних показує, що найбільші зміни в складі азотних речовин гороху відбуваються на четверту добу пророщування. Так, вміст розчинного азоту збільшується приблизно на 85 % відносно шестидобового пророщування. Загальний азот практично не змінюється. В зерні

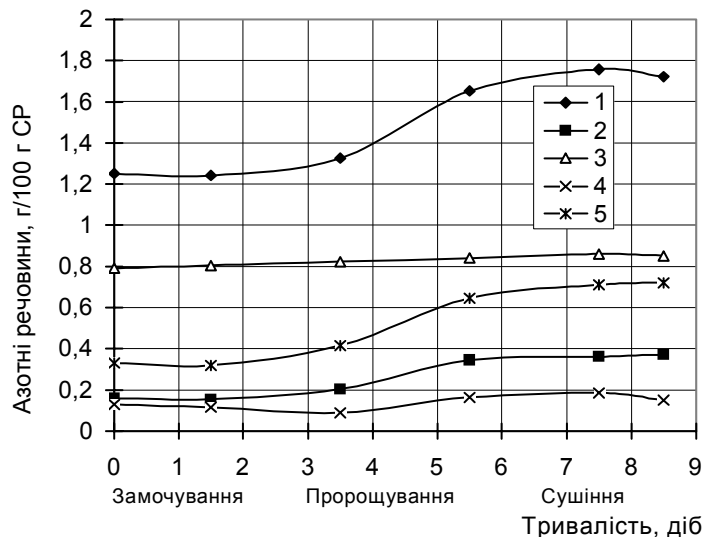


Рис.4. Зміна азотних речовин в процесі солодування гороху:
1 - розчинний азот; 2 - аміний азот; 3 - фракція А; 4 - фракція Б; 5 - фракція С

понад 60 % розчинного азоту міститься з високомолекулярній фракції білкових речовин. При солодуванні гороху вміст високомолекулярної фракції азоту зменшувався на 14 %, а середньо- і низькомолекулярної фракції збільшується відповідно на 1,7 % і 15,5 %. Аміний азот збільшується приблизно в 2,4 рази. Це свідчить про більшу активність ендопептидаз порівняно з екзопептидазами в кінці солодування.

Встановлено, що в процесі солодування гороху біологічна цінність його білків практично не змінюється. Вміст деяких амінокислот (треонін, валін, ізолейцин, сірин, аланін, гліцин) дещо збільшується, а вміст інших (лізин, фенілаланін, аргінін, тирозин) – зменшується. Істотно збільшується (на 60 %) лише вміст глютамінової кислоти.

Динаміка вмісту інгібіторів трипсину (ІТ) і трипсинінгібуючої активності (ТІА) в процесі солодування зерна гороху Труженик представлена на рис. 5.

Ці дані свідчать, що ІТ і ТІА в зерні на четверту добу його пророщування зменшуються приблизно на 50 % і 35 % відповідно.

Це пояснюється високою активністю протеолітичних ферментів, які гідролізують високомолекулярні білки, в тому числі і білкові інгібітори (сполуки альбумінів та глобулінів), що підтверджується збільшенням вмісту низькомолекулярних продуктів гідролізу.

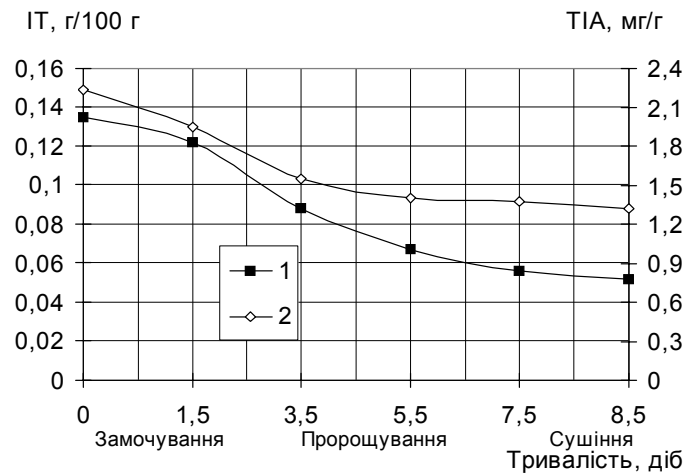


Рис.5. Зміна вмісту ІТ і ТІА в процесі солодування гороху:
1 - ІТ; 2 - ТІА

Досліджували вплив процесів солодування на вміст в зерні гороху рафінози, стахіози, гумі-речовин, редукуючих цукрів, декстринів. Графічні дані на рис. 6 показують, що після солодування гороху Рапорт вміст рафінози зменшується більше, ніж в 7 разів, стахіози – в 10 разів, а вміст цукрози зростає приблизно в 1,5 рази. Це пояснюється тим, що олігоцукри – рафіноза, стахіоза, які є

галактозидами цукрози, під дією активізованої α -галактозидази гідролізуються до вільної цукрози і галактози. Встановлено, що процеси солодування гороху дозволяють поліпшити його вуглеводний склад. Збільшення вмісту редуруючих цукрів (на 1,5 – 2 %) і зменшення кількості рафінози та стахіози та гумі-речовин (на 13 – 15 %) в солоді характеризує його як продукт вищої поживної цінності порівняно з зерном.

Для оцінки харчової цінності солоду визначали його мінеральний і вітамінний склад. Встановлено, що за 4 доби солодування зерна вітаміни групи В збільшуються в середньому в 1,5 рази, а вітамін С – в 10 разів. Загальний вміст мінеральних речовин в солоді порівняно з ядром зерна практично не змінюється.

На основі експериментальних даних динаміки розвитку мікроорганізмів в процесі солодування зерна встановлено, що промивання зерна 0,005 % розчином KMnO_4 або насиченим розчином NaCl , який забезпечує одночасно і флотацію пошкоджених зернівкою (брухусом) зерен, дозволяє практично повністю позбавитися на стадії замочування від молочнокислих бактерій, грибів і дріжджів. Проте, в процесі пророщування вони знову розвиваються на поверхні, досягаючи значно меншого рівня, ніж без використання дезінфектантів. На стадії сушіння при температурі сушильного агента 80°C інактивується значна частина термолабільних бактерій, дріжджів і мікроскопічних грибів. Застосування цих засобів дозволяє досягти необхідної відповідності якості солоду санітарно-гігієнічним вимогам до продуктів харчування.

Структурні зміни в зерні, що виникли після його солодування, досліджували в зрізах і сколах сім'ядолей під скануючим електронним мікроскопом. На фото 1 (рис.7) показано, що клітина сім'ядолі гороху містить приблизно 25 – 30 крохмальних зернин різної величини (10 – 25 мкм), які спаковані в білковій матриці, але з нею не скріплені. Поверхня крохмального зерна вкрита білковою плівкою завтовшки не більше 1 мкм. Після солодування (фото 2) білки та інші хімічні сполуки матриці частково гідролізуються ферментами і вона руйнується. Крохмальні зерна також частково гідролізуються, втрачають пружність і стають крихкими.

Результати дослідів показали, що під впливом солодування в зерні утворилася нова структура, що може позитивно впливати на подрібнювальні та інші технологічні властивості солоду.

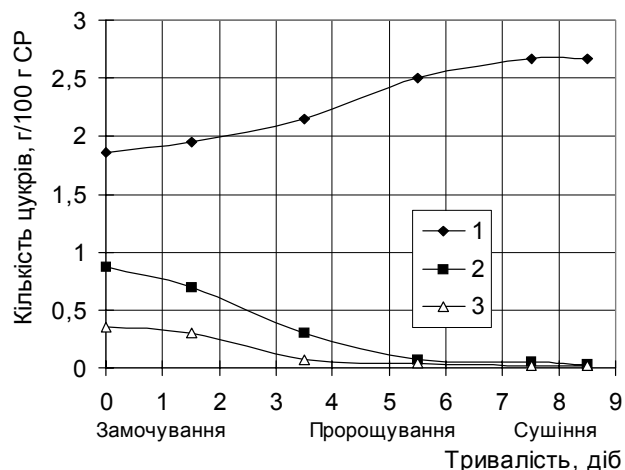


Рис.6. Зміна кількості цукрів в процесі солодування гороху:
1 - цукроза; 2 - стахіоза; 3 - рафіноза

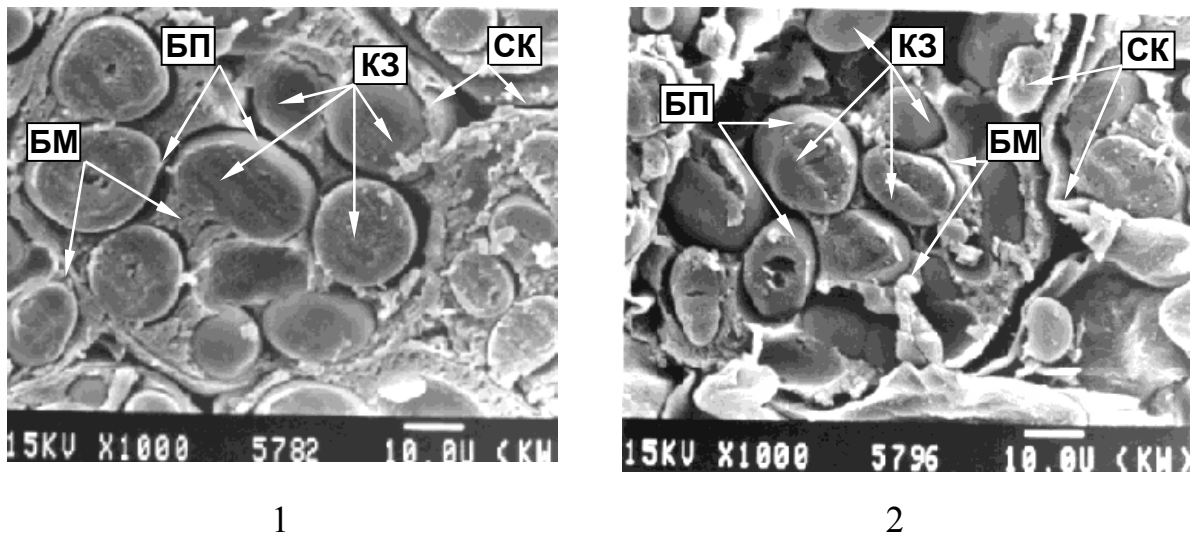


Рис.7. Розріз клітини сім'ядолі під скануючим електронним мікроскопом:
1 – зерно; 2- солод

СК – стінка клітини; КЗ – крохмальне зерно; БП – білкова плівка; БМ – білкова матриця

Встановлено, що втрати СР на дихання і пророщування зерна за кожні 2 доби збільшуються на 4,7 %, тому пророщувати горох необхідно не більше 5 діб.

В четвертому розділі “Розробка технології і апаратурно-технологічної схеми виробництва солоду гороху” викладено технологію і апаратурно-технологічну схему виробництва солоду та результати впровадження розробок в промислове виробництво.

На основі теоретичних і експериментальних досліджень визначені раціональні режими солодування, розроблено технологію і апаратурно-технологічну схему виробництва солоду гороху в умовах ТЗТ “Пивзавод на Подолі”.

За розробленою схемою (рис. 8) відсортоване зерно подають норією 1 в бункер 2, а потім через автоматичні ваги 3 в апарат для миття 4, де його мийть водою і дезінфікують, або обробляють насиченим розчином кухонної солі (при необхідності), який подають з сольового бака 5. Після миття соляний розчин викачують насосом 6 в бак 5 для повторного використання, а зерно з водою подають насосом 7 в замочувальний апарат 8. Після замочування зерно з водою подають насосом 9 в ростильний барабан 10, в підситовий простір якого вентилятором 11 через камеру 12 подається кондиціоноване повітря. Пророщене зерно вивантажують на транспортер 13 і норією 14 подають на двоярусну сушарку 15. Висушений солод транспортером 16 направляють в бункер 17, звідки норією 18 подають через бурат 19 на ростковідбивну машину 20. Далі солод подають норією 21 на лушильну машину 22 (типу У1-БШВ). Після лушіння суміш сім'ядолей, оболонок і зародків поступає в аспіраційну колонку 23, в якій відділяються сім'ядолі від оболонок і зародків. Відділені сім'ядолі поступають на ситовий сепаратор 24, де відсіваються колоті сім'ядолі, залишки зародків та інші домішки. Оболонки і ростки відбираються в циклоні. Очищені

сім'ядолі солоду гороху поступають через магнітний сепаратор 25 і ваги 26 на зберігання і реалізацію.

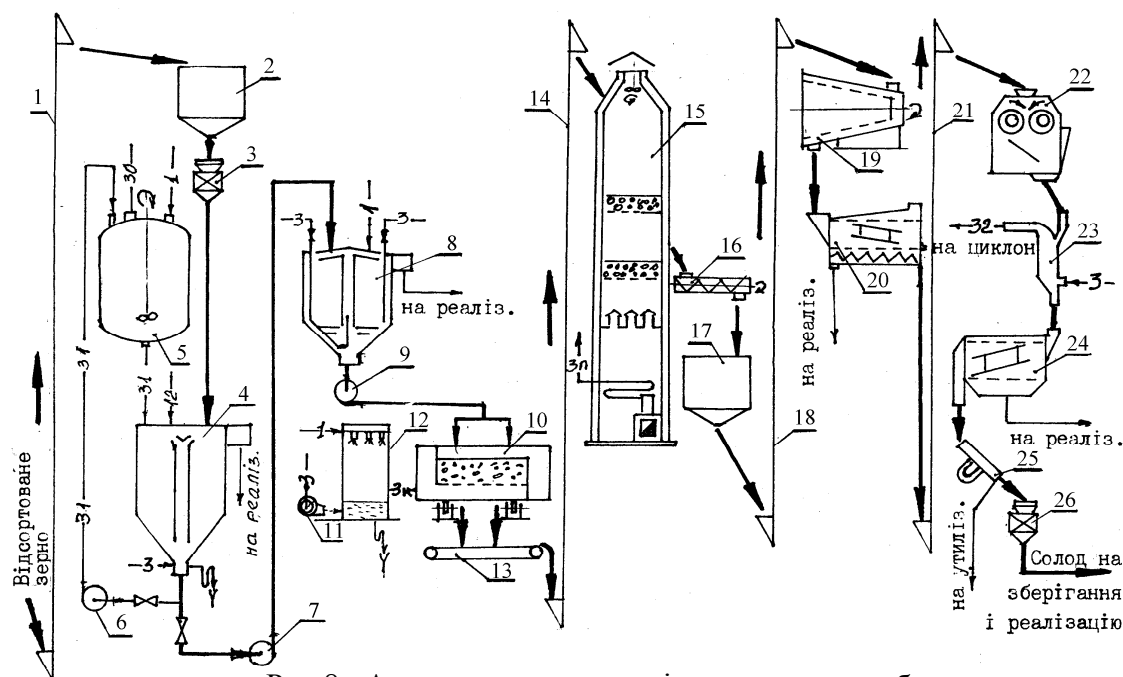


Рис.8. Апаратурно-технологічна схема виробництва солоду

— 1 — основний продукт — 12 — дезінфектор — 31 — розчин солі
— 3 — вода — 30 — сіль — 32 — оболонка
— 3 — повітря

На основі промислових випробувань встановлено, що розроблені технологія та ТП забезпечують виробництво солоду високої якості згідно вимогам ТУ.

В п'ятому розділі “Дослідження харчової і фізіологічної цінності солоду та визначення практичних напрямів використання його в виробництві продуктів харчування” викладено результати досліджень хімічного складу солоду, його медико-біологічних властивостей і перспектив використання в виробництві продуктів харчування широкого вжитку.

Порівняльні дані хімічного складу зерна гороху Рапорт і солоду з нього наведено в табл. 3. Дані таблиці свідчать, що харчова цінність солоду порівняно з зерном підвищується, в основному, за рахунок збільшення вмісту вітамінів, а також внаслідок вилучення оболонок, які на 60 % складаються з клітковини. Кількість білка, вуглеводів, жирів, клітковини і мінеральних речовин практично не змінюється в порівнянні з аналогом (лущеним горохом). Проте, солод гороху суттєво відрізняється функціональними властивостями білків, вуглеводів, органічних і неорганічних сполук, які мають підвищену біологічну активність і фізіологічну цінність для живого організму. Так збільшився вміст розчинного (в 1,35 рази) і амінного (в 2,2 рази) азоту; моно- і дицукрів - на 1,5 %, значно зменшилась кількість стахіози, рафінози та інгібіторів трипсину.

В Українському НДІ харчування АМН України і лабораторії профілактики внутрішнього опромінювання ВНЦРМ в дослідях на щурах вивчали характер дії на організм теплотворних кормів з подрібненим солодом гороху.

Таблиця 3

Біохімічний склад гороху і солоду гороху, г/100 г СР

Показники	Горох		Солод гороху
	Зерно	Лущений	
Білок N x 6,25	22,52±1,12	24,45±1,22	24,84±1,24
Розчинний азот	1,152±0,057	1,250±0,063	1,690±0,085
Амінний азот	0,156±0,78	0,169±0,085	0,360±0,018
Вуглеводи	55,52±2,78	60,28±3,14	58,35±2,93
в тому числі:			
- крохмаль	47,84±2,39	51,05±2,55	48,57±2,43
- моно- та дицукри	7,43±0,37	8,16±0,041	9,83±0,49
- рафіноза	0,48±0,04	0,38±0,03	0,07±0,01
- стахіоза	1,15±0,09	0,87±0,07	0,09±0,01
Інгібітори трипсину	0,060±0,005	0,065±0,005	0,035±0,003
Жир	1,72±0,08	1,85±0,09	1,84±0,09
Клітковина	7,93±0,40	1,19±0,09	1,20±0,08
Зола	2,52±0,13	2,47±0,12	2,35±0,11
Вітаміни, мг/100 г СР			
С	3,50±0,28	3,80±0,30	43,00±3,44
В ₁	0,95±0,08	1,06±0,08	1,27±0,09
В ₂	0,20±0,01	0,22±0,01	0,29±0,02
РР	2,45±0,20	2,65±0,21	4,25±0,34
В ₆	0,15±0,01	0,17±0,01	0,26±0,02
Кислотність, см ³ р-ну NaOH 1г-моль/дм ³ на 100 г СР солоду	7,64±0,38	8,25±0,41	12,53±0,63
Загальна кількість мікроорганізмів (КУО) в 1,0 г СР	3*10 ⁴	2*10 ⁴	4*10 ⁴

Встановлено, що продукти характеризуються високою біологічною цінністю білків, легко анаболізують в організмі і сприятливо впливають на мікрофлору кишечника, збільшуючи кількість біфідо- і лактобактерій. Вони дозволяють зменшити накопичення радіоактивного цезію-137 на 17 %, підвищують резистентність організму до внутрішнього іонізуючого опромінювання.

В ШПАГ АМН України проведено клінічні дослідження, де використовували продукти з солоду гороху в харчуванні дітей.

На основі одержаних медико-біологічних даних встановлено, що продукти з солоду гороху зменшують алергізацію організму, покращують процеси перетравлення їжі, нормалізують анаболічні процеси і тим самим проявляють лікувально-профілактичну дію на організм дітей.

За результатами досліджень хіміко-технологічних властивостей солоду та медико-біологічної оцінки продуктів із нього, було встановлено, що солод гороху може використовуватися для промислової переробки в борошномельній, кондитерській, харчоконцентратній, хлібопекарній, пивоварній промисловостях, при виготовленні продуктів дитячого харчування, а також для приготування

страв в домашніх умовах.

Розроблено нормативно-технічну документацію для промислового виробництва 11 видів продуктів харчування (круп манні і борошно із солоду, кондитерські вироби, продукти екструзійної технології).

ВИСНОВКИ І РЕКОМЕНДАЦІЇ

Виконана робота є закінченою науковою працею, в якій на основі проведених досліджень вирішена актуальна задача промислового виробництва солоду гороху і широкого використання його в продуктах харчування, що має важливе економічне і соціальне значення для України.

Результати роботи дозволили зробити такі висновки:

1. На основі проведених теоретичних, експериментальних і медико-біологічних досліджень доведено, що виробляти із гороху харчові продукти високої якості з підвищеним вмістом біологічно активних сполук можливо після його солодування за оптимальних умов.

2. Встановлено, що повітряно-водяний спосіб замочування забезпечує найсприятливіші умови для набухання зерна до оптимальної вологості (58 - 59 %), інтенсифікацію його проростання, зменшує ступінь травмування зерна, підвищує якість продукту.

3. Доведено, що при оптимальних значеннях параметрів пророщування зерна ($h_{\text{шару}}=0,6 - 0,8$ м, $t = 14 - 18$ °С, $W = 59 - 56$ %) втрати сухих речовин на дихання і розвиток вегетативних частин зерна не перевищують 10,5 %.

4. В результаті оптимізації процесу сушіння солоду в промислових умовах встановлено, що зниження витрат енергії і досягнення високої якості солоду при сушінні та його термічній обробці на двошаровій сушарці забезпечується при висоті шару на верхній решітці 0,25 – 0,35 м і кінцевій вологості солоду 5 – 6 %.

5. Визначено, що обробка зерна на стадії миття дезінфектантом (марганцевокислий калій або насичений розчин кухонної солі) і термічна обробка солоду при сушінні, знижують мікробну забрудненість кінцевого продукту до безпечного для споживання людиною рівня (менше $5 \cdot 10^5$ КУО/г), що відповідає санітарно-гігієнічним вимогам до продуктів харчування.

6. Встановлено, що найактивніша дія ферментів проявляється на 3 – 4 добу пророщування зерна, що зумовлює накопичення в певному співвідношенні 80 – 85 % продуктів каталітичної дії ферментів: амінного і розчинного азоту, оліго-, ди- і моноцукрів, вітамінів, органічних і неорганічних кислот тощо. Оптимальний період пророщування зерна становить 3 – 5 діб.

7. Розроблено нову технологію солодування гороху (патент України № 2499), апаратурно-технологічну схему та освоєно виробництво солоду на ТЗТ “Пивзавод на Подолі”. Виробництво солоду забезпечено ТІ і ТУ, які затверджені

в УкрЦСМ з терміном дії “без обмеження строку”.

8. Встановлено, що солод гороху має кращі, ніж аналоги (лушений горох), органолептичні властивості, харчову і фізіологічну цінність завдяки збільшенню кількості вітамінів, розчинного і амінного азоту, моно- і дицукрів та зменшенню кількості стахіози, рафінози, інгібіторів трипсину. Технологічні властивості і мікроструктура солоду гороху зумовлюють широке використання його в виробництві таких продуктів, як крупи, борошно, кондитерські вироби, екструзійні продукти тощо. Розроблено технологію і нормативно-технічну документацію на виробництво 11 видів продуктів з солоду гороху, в тому числі і на продукти дитячого харчування.

9. Результати комплексних медико-біологічних досліджень підтверджують, що продукти з солоду гороху мають дієтичні властивості і є ефективними в харчуванні дітей з проявами харчової алергії, з порушеним кишковим всмоктуванням та іншими захворюваннями.

10. Впровадження технології солоду гороху та розроблених продуктів харчування на його основі дозволить отримати річний економічний ефект в розмірі 365,8 тис. грн. при обсязі виробництва солоду 500 т на рік.

ПЕРЕЛІК РОБІТ, ЩО ОПУБЛІКОВАНІ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Микрофлора солодов и солодовых экстрактов / Л.А. Косоголова, Б.И. Хиврич, В.А. Домарецкий, Н.А. Емельянова, Л.Р. Решетняк – К.: УкрИНТЕИ, 1992. – 31 с.
2. Розробка продуктів екструзійної технології з використанням пророщеного зерна / В.М. Ковбаса, В.А. Терлецька, І.К. Єгорова, Б.І. Хіврич, Н.Г. Миронова, А.М. Дорохович, О.В. Кобилінська -К.: УкрИНТЕИ, 1996. – 20 с.
3. Сырье для производства новых экстрактов и напитков лечебно-профилактического назначения./ В.А. Домарецкий, Б.И. Хиврич, Т.Ф. Толстолуцкая, В.Д. Ганчук - К., УкрНИИТИ Госплана УССР, 1990. – 76 с.
4. Ковбаса В.М., Дорохович А.М., Хіврич Б.І. Застосування екструзії у виробництві нових харчових продуктів. – К.: УкрИНТЕИ, 1995. – 64 с.
5. Динаміка вуглеводів в процесі пророщування гороху. / Б.І. Хіврич, Т.В. Лопато, В.А. Домарецький, В.М. Кошова, Н.Е. Фролова. // Харчова промисловість. – К.: - 1996 – вип. 42. – С. 104 - 107.
6. Гумми-вещества гороха и солода из него. / Б.И. Хиврич, В.Н. Кошечая, Т.В. Лопато, Н.Э. Фролова. // Пищевая промышленность. – М., 1993. - № 11. – С. 22.
7. Інгібітори трипсину гороху і ступінь руйнування їх при вирощуванні солоду / Б.І. Хіврич, Н.Е. Фролова, В.А. Домарецький, М.І. Шаповалюк, Ж.Б. Левінтон. // Наукові праці УДУХТ. – К., 1993.- № 1. – С. 258 - 261.
8. Солод гороху – промислове виробництво та перспективи використання. / Б.І. Хіврич, І.К. Єгорова, В.А. Домарецький, С.О. Чернишов, А.І. Малоокий. // Харчова промисловість. - 1996. - № 42. - С. 107 - 109.

9. Кошова В.М, Хіврич Б.І., Лопато Т.В. Мінеральний склад гороху і горохового солоду // Наукові праці УДУХТ – 1995. – вип. 2. – С. 91-93.
10. Дослідження процесів дихання зерна гороху на стадії пророщування / С.О. Чернишов, Б.І. Хіврич, Т.В. Лопато, А.І. Малоокий. // Харчова промисловість. – 1996 - № 42. - С. 20 - 24.
11. Косоголова Л.О., Хіврич Б.І., Чернишов С.О. Вплив дезінфектантів та теплових способів обробки на мікробіологічні показники солоду сої // Харчова промисловість. – 1996. - № 41. - С. 117 - 119.
12. Горохове борошно як перспективна сировина / Ж.Б. Левінтон, Г.Б. Рогова, І.В. Терещенко, Б.І. Хіврич. // Харчова і переробна промисловість. – 1992. - № 6. – С.19.
13. Патент №2499, Україна, МКІ А23 L1/202, Спосіб одержання пророщеного гороху /Хіврич Б.І., Домарецький В.А., Чернишов С.О. (Україна) - 9с, ил., заявл. 26.02.93. опубл. Бюл. №5 - 1.
14. Рішення про видачу патенту України на винахід без проведення експертизи по суті № 97041844 від 03.07.97 р. Склад інгредієнтів для сухого сніданку. /Ковбаса В.М., Терлецька В.А., Кобилінська О.В., Хіврич Б.І.
15. ТУ У 18.429-97. Солод гороху. Технічні умови. Термін дії встановлено з 15.10.97 р. “без обмеження строку”. Зареєстровано в УкрЦСМ 4.10.97, кн. обл. № 081/022119.
16. ТУ У 46.22.062-96 Крупи манні з солоду гороху. Технічні умови. Термін дії встановлено з 5.03.96 р. до 1.03.2006 р. Зареєстровано в УкрЦСМ 05.03.96 р., кн. обл. № 081/020864.
17. ТУ У 46.22.063-96 Борошно з солоду гороху. Технічні умови. Термін дії встановлено з 5.03.96 р. до 1.03.2006 р. Зареєстровано в УкрЦСМ 05.03.96 р., кн. обл. № 081/020863.
18. Нова технологія солоду гороху / Б.І. Хіврич, В.А. Домарецький, С.О. Чернишов, Н.Е. Фролова, І.К. Єгорова. // Тези доповідей Міжнар. науково-техн. конф. «Розробка та впровадження нових технологій і обладнання у харчову та переробні галузі АПК» (19-21 жовтня 1993 р.) – Київ: КТІХП – 1993. – С.176 - 177.
19. Борошно із солоду гороху - перспективна сировина для виробництва кондитерських і хлібобулочних виробів / А.М. Дорохович, Б.І. Хіврич, Т.А. Степаненко, Л.М. Неделіна, Є.Г. Бондаренко. // Тези доп. Міжнар. науково-техн. конф. «Розробка та впровадження нових технологій і обладнання у харчову та переробні галузі АПК» (19-21 жовтня 1993 р.) – Київ: КТІХП – 1993. - С. 335 - 336.
20. Ковбаса В.Н., Дорохович А.Н., Хиврич Б.И. Новые экструзионные продукты повышенной биологической ценности //Тез. докл. Междунар. научно-техн. конф. «Научно-технический прогресс в пищевой промышленности» (22 - 24 ноября 1995) – Могилев–1995. - С. 46
21. Продукты из солода гороха в лечебно-профилактическом питании детей / В.Л. Мисник, Г.Б. Коваленко, В.Д. Отт, Б.И. Хиврич. // Труды Междунар. конф. Лечебно-профилактическое и детское питание (27 - 31 мая 1996 г.) – Санкт-Петербург 1996. – С. 27.

**КАФЕДРА БІОТЕХНОЛОГІЇ БРОДИЛЬНИХ ВИРОБНИЦТВ І
ВИНОРОБСТВА.**