

с 69
ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

СОЦ СЕРГІЙ МИХАЙЛОВИЧ

сфт

УДК 664.782.8

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ПІДГОТОВКИ ЗЕРНА
РИСУ ДО ПЕРЕРОБКИ

Спеціальність 05.18.02 – технологія зернових, бобових, круп'яних
продуктів та комбікормів

АВТОРЕФЕРАТ

дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Одеса – 2006

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Одеській національній академії харчових технологій
Міністерства освіти і науки України.

Науковий керівник: доктор технічних наук, професор
Моргун Валентина Олексіївна,
Одеська національна академія харчових технологій,
кафедра технології переробки зерна, завідувач кафедри

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор
Грішин Михайло Олександрович,
Одеська національна академія харчових технологій,
кафедра технології молока та сушіння харчових
продуктів, професор кафедри

ОНАХТ 08.06.12
Удосконалення технол



v017621

кандидат технічних наук, член-кореспондент Інженерної
академії України, заслужений працівник

Тадеушович,
Новоукраїнський комбінат
ний директор

харчових технологій, кафедра
ерігання зерна м. Київ,
си України

року о 14⁰⁰ годині на засіданні
ї національній академії харчових
л. Канатна, 112.

ї Одеської національної академії
еса, вул. Канатна, 112.

К.Г. Іоргачова

v017621

ОНАХТ

БІБЛІОТЕКА

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Крупа і круп'яні продукти, поряд з хлібом, є традиційними продуктами харчування і становлять значну частину раціону населення України. Таке значення цих продуктів обумовлено високою харчовою цінністю, а також тим, що виробництво крупи є одним з найдешевших засобів одержання харчових виробів. Особливістю круп'яного виробництва являється наявність широкого асортименту переробної сировини. На круп'яних заводах переробляють вісім основних зернових культур: рис, просо, гречиху, овес, ячмінь, кукурудзу, пшеницю і бобові – горох, а також, у невеликій кількості сорго, чумизу.

Як відомо, рис – друга за валовим збором зерна культура у світі. Для половини людства продукти переробки рису є основними у щоденному харчуванні. Важливе місце займають ці продукти й у нашій країні. Продуктами переробки рису є: крупа рисова шліфувана 3-х сортів, рис подрібнений шліфований, а також у невеликій кількості – рисове борошно для дитячого харчування і рисові пластівці.

Існують дві основні різновидності рису: округлої і подовженої форми. У нашій країні вирощується і переробляється рис округлої форми (Київський район Одеської області, північ Криму). Для вітчизняного рису характерна висока тріщинуватість ядра – до 8...12 % і наявність червоних зерен. Тріщинуватість ядра рису обумовлена сортовими особливостями і кліматичними умовами вирощування, вона приводить до збільшення подрібненого рису і зменшення виходу крупи. Наявність червоних зерен, у яких ядра покриті пофарбованими в червоно-бурі кольори оболонками, викликає необхідність більш інтенсивного шліфування, що знижує вихід крупи.

Відповідно «Правил організації і ведення технологічного процесу на круп'яних заводах» при переробці рису в крупу базисний вихід готової продукції повинен становити: крупа рисова шліфувана 55,0 %, крупа рисова подрібнена шліфувана 10,0 %, мучка кормова 12,2 %. Однак, при переробці на крупозаводах вітчизняного рису за класичною схемою фактичний вихід крупи значно нижче базисного внаслідок заниженої якості сировини, тому з метою раціонального використання природних ресурсів зерна рису існуюча технологія вимагає удосконалення.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Робота виконувалась відповідно до напрямку науково-дослідної роботи кафедри технології переробки зерна Одеської національної академії харчових технологій «Удосконалення технології переробки зерна рису в крупу на основі застосування методу гарячого кондиціювання – обробки зерна паром при надтисковому тиску».

Мета і задачі дослідження. Метою дослідження є підвищення рівня продовольчого використання зерна рису і поліпшення якості готової продукції на основі застосування вологотеплової обробки сировини.

Для досягнення цієї мети необхідно вирішити наступні задачі:

- вивчити технологічні і фізико-хімічні властивості вітчизняного зерна рису, що переробляється на крупозаводах;
- встановити закономірності зміни виходу і хімічного складу рисової крупи при різних режимах його лущення й шліфування;
- вивчити вплив режимів вологотеплової обробки зерна на ефективність процесів лущення, шліфування та вихід крупи;
- розробити режими воднотеплової обробки (ВТО) зерна рису;

- вивчити хімічний склад, харчову цінність і споживчі властивості рисової крупи, отриманої з застосуванням ВТО;

- розробити проект нормативної документації на крупу рис пропарений шліфований;

- розроблену технологію впровадити на вітчизняних крупозаводах, визначити економічну ефективність проекту.

Об'єкт дослідження – технологія переробки зерна рису в крупу.

Предмет дослідження – зерно рису сорту Спальчик (різновид еритроцерос) вирощений на півночі Криму.

Методи дослідження – загальноприйняті й спеціальні технологічні, фізико-хімічні, біохімічні, мікробіологічні та органолептичні методи визначення якості сировини і готової продукції; методи математичної обробки експериментальних даних.

Наукова новизна отриманих результатів. На підставі теоретичних та експериментальних досліджень по розробці ВТО для вітчизняного зерна рису:

- обґрунтована і вирішена важлива наукова і практична проблема інтенсифікації технологічного процесу виробництва рисової крупи за рахунок застосування пропарювання зерна в підготовчому відділенні;

- виявлено закономірності і особливості водопоглинання зерна рису, а також вплив різних факторів на ступінь поглинання вологості;

- визначені закономірності зміни білкового, вуглеводного і мінерального комплексів при пропарюванні зерна для обґрунтування верхнього рівня теплового впливу, при якому не погіршується біологічна цінність готової продукції;

- розроблені режими ВТО, що враховують зміну виходу і біохімічного складу рисової крупи;

- на основі математичного моделювання здійснена оптимізація режимів ВТО: ступінь зволоження, час відволоження, тиск пари, час обробки зерна парою.

- з вітчизняного зерна рису пониженої якості отримана готова продукція з підвищеним виходом, поліпшеними споживчими властивостями і харчовою цінністю. Обґрунтовано терміни зберігання пропареної рисової крупи.

Практичне значення отриманих результатів. На основі експериментальних і теоретичних досліджень розроблена схема технологічного процесу виробництва рисової крупи з застосуванням ВТО та режими ВТО для промислового виробництва крупи шліфованої з зерна рису. Розроблена технологія прийнята для впровадження Керченським комбінатом хлібопродуктів АР Крим, а також може бути впроваджена на Новоукраїнському КХП і ВАТ «Луганськмлин».

Особистий внесок здобувача. Полягає в проведенні теоретичних, експериментальних досліджень в лабораторних і виробничих умовах; узагальненні і публікації отриманих результатів; розробці технології і проекту нормативної документації на виробництво крупи рисової пропареної, проведенні апробації розробленої технології в виробничих умовах.

Апробація роботи. Основні положення дисертаційної роботи обговорювалися на кафедрі технології переробки зерна, на щорічних наукових конференціях ОНАХТ (м. Одеса, 2004, 2005, 2006 р.), на міжнародній конференції «Хлібопродукти 2005» (м. Одеса 2005 р.), на 72 науковій конференції молодих вчених, аспірантів і студентів НУХТ «Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства в XXI столітті» (м. Київ 2006 р.), на 5-й міжнародній науковій конференції студентів и

аспірантів «Техника и технология пищевых производств» республіка Белорусия, (г. Могилев, 2006 р.).

Публікації. За результатами досліджень опубліковано 6 робіт, з них 3 – у фахових виданнях, тези 3-х доповідей на наукових конференціях.

Структура і обсяг роботи. Дисертаційна робота складається з вступу, 4 розділів, висновків, списку літератури та додатків. Зміст роботи викладено на 135 сторінках, включаючи: 30 рисунків (17 сторінок), 38 таблиць (17 сторінок), 5 додатків (42 сторінки). Список використаних бібліографічних джерел включає 184 найменування (17 сторінок).

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтовано актуальність обраного напрямку досліджень, визначено наукову новизну та практичну цінність, сформульовано загальну мету і вказані основні напрямки досліджень.

У першому розділі розглянуто роль рису у раціоні харчування людства і наведені результати аналізу хімічного складу і харчової цінності зерна рису, рисової крупи і продуктів переробки. Проаналізовані вітчизняні й зарубіжні технології переробки зерна рису в крупу. Показано, що найкращим методом удосконалення технології переробки рису є вологотеплова обробка зерна перед лущенням.

Наведено огляд наукових праць вітчизняних і зарубіжних вчених з питань удосконалення технології переробки зерна рису. На основі аналізу літературних джерел зроблені наступні висновки: існуюча технологія переробки вітчизняного зерна рису в крупу рис шліфований не забезпечує повного використання ядра рису, ВТО є одним з найкращих методів поліпшення фізико-технологічних властивостей зерна.

В другому розділі визначені науково-методичні основи проведення досліджень, викладені відомості про об'єкти, експериментальну базу, методи та загальну методику досліджень. Подано програму досліджень, в якій показано взаємозв'язок етапів розробки технології волого-теплової обробки для вітчизняного зерна рису (рис. 1).

Предметом дослідження був рис сорту Спальчик (різновидність еритроцерос) селекції Всесоюзного науково-дослідного інституту рису, вирощений на півночі Криму. Для досліджень використовували зразки врожаю 2002...2004 рр. Якість зерна рису і рисової крупи оцінювали хімічними, біохімічними та фізико-технологічними показниками. Методи визначення прийнятих показників були як загальноприйняті, стандартизовані, так і спеціальні. При поставлених задачах для отримання експериментальних даних використовували як пасивні, так і активні методи проведення експериментів. Результати обробляли методами математичної статистики на ЕОМ.

У третьому розділі наведені результати експериментальних досліджень якості вітчизняного зерна рису, а також дані впливу параметрів ВТО зерна на вихід і якість крупи.

Встановлено, що за більшістю показників якості вітчизняне зерно не відповідає тим нормам, які встановлені для зерна рису, що направляється на крупозаводи для переробки, особливо за вмістом тріщинуватих зерен, зерен з червоними оболонками і лому, що істотно знижує вихід і якість готової продукції (табл. 1).

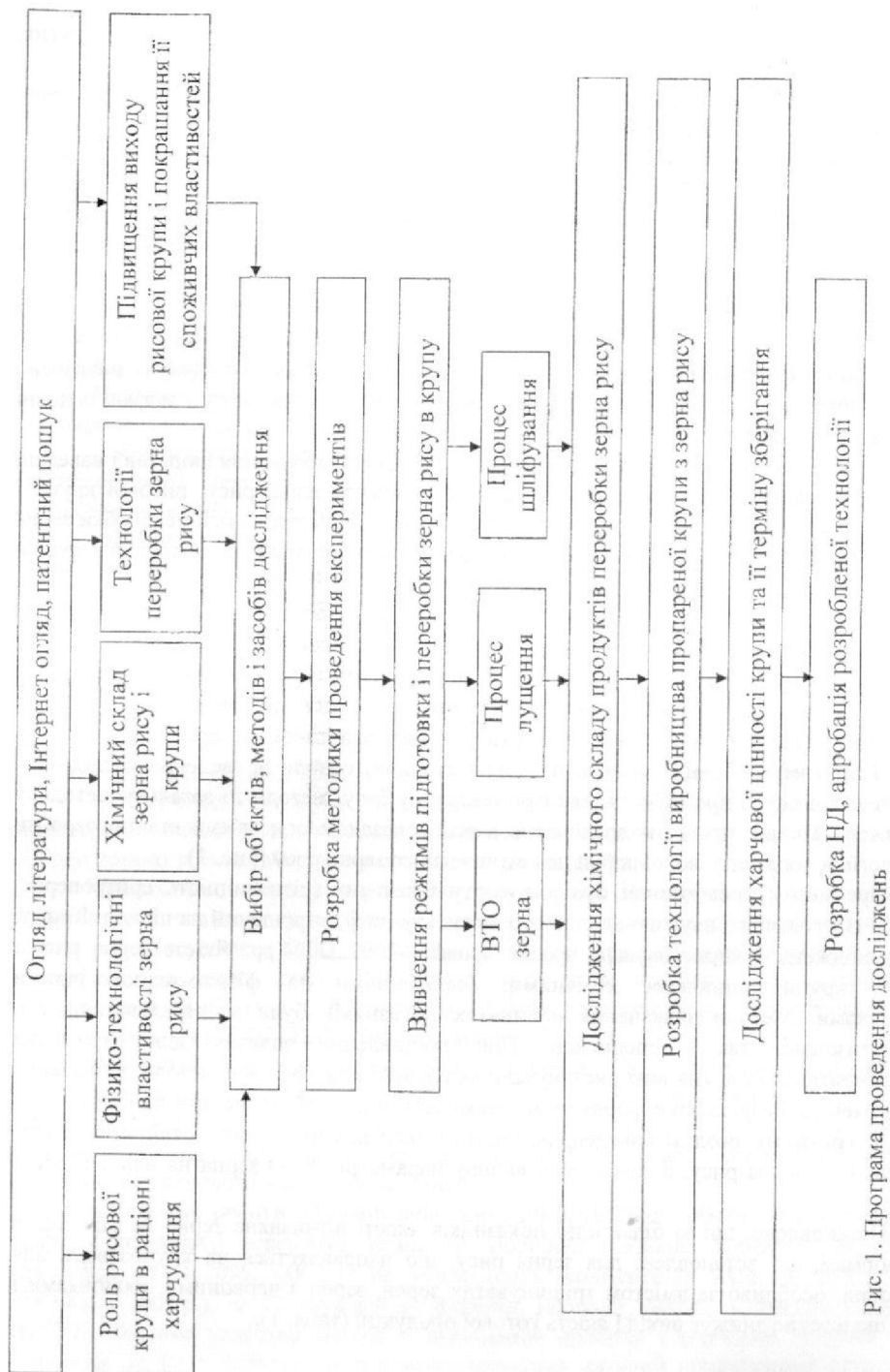


Рис. 1. Програма проведення досліджень

Таблиця 1

Показники якості зерна рису

Показники якості	Зерно рису		
	зразок 1 2002 р.	зразок 2 2003 р.	зразок 3 2004 р.
Що характеризують загальний стан зернової маси			
Смак, колір, запах	властивий	властивий	властивий
Вміст дрібної фракції (прохід 2.2х20), %	42,4	41,6	40,4
Вміст смітної домішки, %	0,5	0,3	0,4
Вміст зернової домішки, %	8,0	8,5	7,9
Вологість, %	12,3	11,9	11,5
Що характеризують круп'яні властивості			
Натура, г/дм ³	624,0	621,0	618,0
Маса 1000 зерен, г	26,4	25,0	25,5
Скловидність, %	96,0	95,0	97,0
Плівчастість, %	18,1	17,3	17,5
Тріщинуватість, %	13,2	12,4	12,0
Зелені зерна, %	3,3	4,3	3,3
Червоні зерна, %	4,7	6,3	8,5
Лом, %	15,6	15,9	16,4

На підставі «Правил організації і ведення технологічного процесу на круп'яних заводах» проведено розрахунок виходів готової продукції залежно від якості зерна. Розрахункові і фактичні дані свідчать, що при переробці зерна рису, вирощеного в Україні, значно перевищується вихід крупи рисової подрібненої, що пояснюється підвищеною тріщинуватістю вітчизняного зерна, вмістом великої кількості зерен з червоною насінневою оболонкою і зерен з розвинутою мучнистою плямою.

Численними дослідженнями вітчизняних і зарубіжних вчених доведено, що сукупність заходів при підготовці зерна до переробки, які представляють собою штучний вплив води і тепла з використанням фактору часу, впливає на зміну його фізико-технологічних властивостей. У зв'язку з цим, дослідження були спрямовані на вивчення впливу різних факторів на технологічну ефективність переробки рису, а саме: ступінь зволоження зерна перед пропарюванням, тривалість відволоження, тиск пари і час пропарювання, вологість зерна перед лущенням.

У теперішній час у круп'яному виробництві застосовують два способи волого-теплової обробки зерна: гаряче і холодне кондиціонування. Перший спосіб полягає в пропарюванні, короточасному відволоженні, сушінні і охолодженні зерна, другий в зволоженні зерна водою з наступним відволоженням.

Ступінь зволоження зерна впливає на зміну міцності ядра. Крім цього, проникаючи у внутрішні частини зернівки, волога викликає ряд складних процесів. Білки та вуглеводи поглинають вологу, але в силу розходження їхніх фізико-хімічних властивостей, поглинання відбувається нерівномірно. Це викликає перерозподіл напруг у ядрі рису. При пропарюванні насиченою парою, тобто при дії тепла і вологи в зерні залежно від ступеня його зволоження, протікають фізико-хімічні процеси, які впливають на міцність ядра і на зміну його технологічних властивостей. На рис. 2 наведені криві водопоглинання,

експериментальні дані збільшення вологості в зерні рису в залежності від температури води і тривалості відволоження.

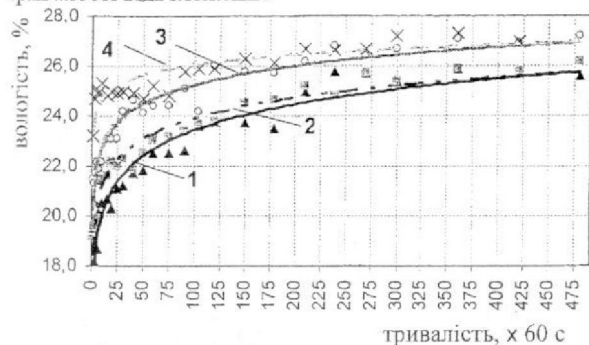


Рис. 2. Криві водопоглинання зерна рису, температура води (1 – 20 °C; 2 – 40 °C; 3 – 60 °C; 4 – 80 °C)

пари $P = 0,20$ МПа, тривалість пропарювання $t = 4$ хв, вологість зерна перед лушенням $15 \pm 0,5$ %. Дані експериментальних досліджень показали, що тривалість відволоження зерна рису впливає на вихід і якість крупи. При відволоженні зерна рису до пропарювання протягом 1...4 год при температурі води 20...40 °C, знижуються технологічні властивості зерна, що підтверджується збільшенням кількості подрібненого рису. При подовженні часу відволоження до 5...10 год, значно знижується вміст подрібненого рису, подальше збільшення часу до 10...20 год практично не впливає на технологічні властивості. Це пояснюється тим, що для проникнення вологи в зерно рису потрібен певний час, який залежить від умов його підготовки та інших особливостей. Застосування води з підвищеною до 60...80 °C температурою дозволяє скоротити час відволоження, після 3 год кількість подрібненого рису значно знижується. Подальше збільшення часу відволоження не приводить до істотного зниження виходу подрібненого рису і збільшенню загального виходу крупи. Це пов'язане з тим, що поглинання вологи зернівою залежить не тільки від градієнту вологовмісту, але від градієнту температури, що у значній мірі збільшує швидкість проникнення вологи.

Підвищення тривалості відволоження недоцільне, оскільки вихід і якість крупи не змінюються, а збільшення часу відволоження приводить до необхідності будівництва додаткових бункерів великої місткості. Дослідження впливу часу пропарювання і тиску насиченої пари на вихід крупи дозволили встановити, що при збільшенні тиску пари від 0,10 МПа і більше збільшується вихід крупи, і зменшується кількість подрібненого рису. Збільшення тривалості пропарювання при інших постійних умовах також поліпшує технологічні властивості зерна рису, що сприяє збільшенню загального виходу крупи та зниженню подрібненого рису.

У процесі обробки зерна парою на поверхні зернівки створюється середовище з високою відносною вологістю і високою температурою, таким чином виникає градієнт температури і вологості, що сприяє зміні властивостей основних складових частин ендосперму (білка та крохмалю), які відрізняються за гідрофільністю. Білкові речовини можуть поглинути до 250 % води, а крохмаль – 30...35 %. При підвищенні температури водопоглинання крохмалю рису значно зростає. При температурі 55...70 °C відбувається

Експериментальні дані свідчать, що технологічно доцільна вологість зерна рису перед пропарюванням 24...28 %, що погоджується з даними таких авторів, як Козьміна Е.П., Музафоров Д.Ч., Bakshi A.S..

Дослідження впливу тривалості відволоження на вихід і якість крупи було проведено при наступних режимах: температура води змінювалася в межах 20...80 °C (з кроком 10 °C), тиск

клейстеризація крохмалю, що супроводжується деструкцією його структурних одиниць – крохмальних зерен. Отримані дані відповідають раніше проведеним дослідженням таких авторів, як Алексеева С.М., Гинзбург М.С., Громова М.А., Гусева П.Г., які стверджують, що обробка зерна різних культур парою позитивно впливає на підвищення виходу готової продукції і поліпшує її якість.

При дослідженні впливу режимів вологотеплової обробки на зміну технологічних властивостей зерна рису між деякими показниками встановлено кореляційний зв'язок. Проведено лінійний кореляційний аналіз на основі отриманих даних про вплив тиску насиченої пари при пропарюванні зерна на загальний вихід крупи й подрібненого рису.

Дані розрахунків показали, що між тиском пари і загальним виходом крупи, кількістю подрібненого рису є тісний кореляційний зв'язок (табл. 2).

Таблиця 2

Кореляційні рівняння регресії між окремими показниками

Показники	Коефіцієнт кореляції	Рівняння регресії
Тиск пари – загальний вихід крупи	$0,93 \pm 0,15$	$y = 68,5 + 9,88(x - 0,1)$
Тиск пари – кількість подрібненого рису	$-0,91 \pm 0,17$	$y = 9,0 + 9,08(x - 0,1)$
Кількість подрібненого рису – загальний вихід крупи	$-0,80 \pm 0,25$	$y = 68,5 + 0,14(x - 9,0)$

Жорсткі режими сушки пропареного зерна можуть повністю знищити ефект ВТО за рахунок підвищення тріщинуватості зерна. Тому виникає необхідність вивчати зміни тріщинуватості ядра рису при сушінні. Процес сушіння зерна здійснювали в кип'ячому шарі на лабораторній сушарці, застосовуючи при цьому сушильний агент температурою 50, 80, 110 °C.

Результати досліджень показали, що поява тріщин виникає лише після досягнення зерном вологості нижче 21 %. Подальша сушка зерна до вологості 15 % із застосуванням сушильного агента температурою 110 °C приводить до значного підвищення тріщинуватості до 21 %, при застосуванні сушильного агента 80 °C тріщинуватість підвищується до 8 %, тоді як сушка повітрям при температурі 50 °C суттєвого впливу на тріщинуватість не здійснює. Тому, можливо застосовувати сушіння зерна до вологості 20...21 % при підвищених температурах сушильного агента, а досушування – при низьких температурах.

Для обґрунтування вибору температури сушильного агента досліджували залежність виходу рисової крупи і крупи подрібненої від зміни тріщинуватості. Отримані результати свідчать, що тріщинуватість ядра рису до 3...4 % суттєвого впливу на зниження виходу рисової крупи не здійснює, підвищення тріщинуватості до 6 % різко знижує вихід рисової крупи і підвищує вихід крупи подрібненої.

На підставі проведених досліджень можна констатувати, що ступінь зволоження зерна і температура води впливають на вихід і якість крупи. Насичення зерна вологою до 24...28 % приводить до зниження виходу подрібненого рису в 3...5 разів і збільшенню загального виходу крупи на 6,5...7,5 %. Відволоження зерна рису до пропарювання є одним з важливих етапів вологотеплової обробки. Підвищення температури води до 60...80 °C дозволяє скоротити час відволоження на 8...10 год. Доцільно проводити відволоження зерна на проязі 4...6 год при температурі води 60...80 °C. Подальше збільшення часу

відволоження істотно не впливає на вихід крупи. Збільшення тиску пари і тривалості пропарювання, підвищує міцність ядра рису, загальний вихід крупи і її якість. Тиск пари 0,05...0,10 МПа і тривалість пропарювання 1...3 хв істотно не впливають на поліпшення технологічних властивостей рису, загальний вихід крупи залишається на рівні необробленого зерна. Доцільна обробка зерна насиченою парою при тиску 0,15...0,20 МПа і тривалістю 4...6 хв, оскільки ці режими приводять до збільшення загального виходу крупи на 5...8 % і зниженню виходу подрібненого рису в 3...4 рази. Подальше підвищення тиску не приводить до збільшення виходу крупи. Після шліфування зразки ядра рису, які пройшли ВТО, здобувають округлу форму. На його поверхні немає шорсткостей і сколів. Це пояснюється значним зміцненням ядра під час вологотеплової обробки за рахунок клейстеризації крохмалю і часткової денатурації білків. Таким чином, в результаті вологотеплової обробки підвищується ефективність використання зерна рису, збільшується вихід крупи рисової шліфованої на 5...8 % за рахунок зниження виходу подрібненого рису і кормопродуктів.

У процесі вологотеплової обробки змінюються біохімічні та споживчі властивості зерна рису, ступінь змін яких залежить від режимів обробки. Виходячи з цього, дослідження вище перелічених властивостей зерна рису і крупи було проведено при декількох режимах: обробка зерна парою при тиску 0,15 МПа і експозиції 2...12 хв з кроком 2 хв, а також – при тиску пари 0,20 МПа і експозиції 2...12 хв з кроком 2 хв. Всі інші параметри вологотеплової обробки зерна були постійними: температура води для зволоження 60...80 °С, тривалість відволоження 5 год, вологість зерна перед пропарюванням $25 \pm 0,5$ %, вологість перед лушенням $14,5 \pm 0,5$ %.

Отримані дані свідчать, що в рисовій крупі, отриманій із зерна, яке пройшло вологотеплову обробку, спостерігається зниження вмісту крохмалю залежно від тиску насиченої пари від 85,63 % до 82,21 % при 0,15 МПа і з 85,63 % до 81,16 % при 0,20 МПа. Це пояснюється частковою його деструкцією під дією високих температур при наявності вільної вологи. Вміст білка практично не змінюється, а вміст клітковини збільшується за рахунок того, що шліфування здійснюється більш тонким шаром. Зольність крупи з ростом режимів вологотеплової обробки збільшується від 0,43 % до 0,53 % при тиску 0,15 МПа, і від 0,43 % до 0,67 % при 0,20 МПа, що можливо пояснити міграцією зольних речовин з периферічних частин зернівки у центральну в процесі ВТО.

Від зміни властивостей крохмалю залежить і зміна властивостей крупи в цілому. У табл. 3 наведені дані, що характеризують зміну фізичних і біохімічних властивостей крохмалю під впливом ВТО, які свідчать, що під дією вологотеплової обробки підвищується температура клейстеризації крохмалю при використанні тиску 0,15 МПа на 12...15 °С, а при тиску 0,20 МПа на 17...20 °С. Це пояснюється зміною структури окремих крохмальних зерен і їхніх груп, а також щільністю їх пакування.

Показник в'язкості розчину використовували для якісних характеристик структури крохмалю рису, отриманого з крупи необроблених зразків і після ВТО при різних режимах.

Зміну в'язкості розчину крохмалю визначали за часом витікання розчину через капіляр віскозиметра діаметром 0,73 мм при температурі $20 \pm 0,1$ °С. Відносну в'язкість (η/η_0) обчислювали як відношення середньоарифметичного значення вимірів часу витікання розчину крохмалю до часу витікання 1 Н розчину NaOH, рівної 36,6 с. З отриманих експериментальних даних видно, що в'язкість крохмалю рису після ВТО знижується.

Значне зниження в'язкості спостерігається у крохмалю зерна, обробленого парою при тиску 0,20 МПа.

Таблиця 3

Вплив режимів ВТО на властивості крохмалю рисової крупи

Метод підготовки	Тривалість пропарювання, хв.	Вміст крохмалю, %	Гігроскопічність, %	Відносна в'язкість, %	Інтервал клейстеризації, °С	Атакуємість амілазами, см ³ . мальтози
Без ВТО	-	85,63	113,2	5,63	79-85	1,13
ВТО Р=0,15 МПа	2	85,64	115,3	5,51	81-88	1,15
	4	85,60	120,2	5,42	85-91	1,19
	6	84,87	121,9	5,30	88-96	1,23
	8	82,97	124,2	5,15	90-96	1,26
	10	82,46	124,6	5,05	91-99	1,27
ВТО Р=0,20 МПа	12	82,21	124,6	5,02	92-99	1,28
	2	85,61	117,6	5,26	86-92	1,19
	4	83,45	120,8	5,12	90-97	1,23
	6	82,82	123,5	4,96	93-98	1,28
	8	81,87	128,2	4,81	95-99	1,31
	10	81,24	129,1	4,72	95-99	1,34
	12	81,16	129,4	4,63	96-99	1,36

Аналізуючи вплив вологотеплової обробки на гігроскопічність крохмалю, можна зробити висновок, що крохмаль рису, який пройшов ВТО, більш інтенсивно поглинає вологу. При цьому найбільш інтенсивне поглинання вологи відбувається в першу добу, потім процес поглинання вологи уповільнюється. Таким чином, ВТО зерна рису дозволяє збільшити гігроскопічність крохмалю на 12...15 %, що поліпшує його кулінарні властивості.

Ферментативна атакуємість крохмалю і швидкість оцукрювання рису характеризують легкість засвоєння крупи. З експериментальних даних видно, що крохмаль, отриманий з зерна рису, яке пройшло ВТО, швидше піддається ферментативному гідролізу в порівнянні з крохмалем необробленого рису. Чим більш жорсткі режими ВТО, тим більше змінюється структура крохмалю, тим легше піддається він дії ферментів.

Вплив вологотеплової обробки на зміну білкових речовин рису було вивчено на зразках зерна рису, рисової крупи необробленої і крупи, отриманої з застосуванням ВТО при різних режимах. Отримані дані про зміну фракційного складу білків рису і рисової крупи свідчать, що вологотеплова обробка зерна рису впливає на фракційний склад білка. В результаті значно зменшилася кількість водосолерозчинних і спирторозчинних фракцій білкового комплексу в порівнянні з контрольним зразком, зменшується вміст лужнорозчинних фракцій білка. При цьому вміст небілкового азоту практично не змінився, а збільшився вміст азоту залишку.

Зменшення вмісту водорозчинних форм азоту пов'язано зі зміною властивостей білка в результаті теплового впливу і пов'язаних з ним явищ денатурації, які супроводжуються деяким зниженням розчинності білка і пояснюється це зміною форми його будови – перехід у фібрилярну форму.

Що стосується амінокислотного складу білків і вільних амінокислот, сума амінокислот у зразку крупи, отриманої без ВТО, і в зразках, отриманих з застосуванням ВТО, практично однакова, хоча спостерігається деяке збільшення таких незамінних

амінокислот, як серин, валіна, аспарагінова кислота, тирозин за рахунок зменшення гистидину, цистину, метіонину.

Велике значення для всіх харчових продуктів має ступінь перетравлення білка. Перетравлення визначалось за методикою „in vitro” при інкубації 3 год, дані досліджень наведені в табл. 4.

В пропареній рисовій крупі спостерігається підвищення перетравлення на 7...8 % при обробці парою 4...6 хв. Це пояснюється частковою денатурацією білка під дією температури в присутності вільної вологи. Подальше збільшення часу пропарювання значно знижує перетравлення крупи в порівнянні з необробленим зразком внаслідок глибокої денатурації білків.

Таблиця 4

Вплив ВТО на ступінь перетравлення білка в рисовій крупі

Тривалість обробки зерна парою, хв	Кількість перетравленого білка, %	
	тиск насиченої пари, МПа	
	0,15	0,20
Без ВТО	82,0	82,0
2	85,1	88,5
4	89,5	90,5
6	90,6	87,2
8	83,2	81,4
10	81,0	78,0
12	78,9	77,2

Вітаміни є невід'ємною складовою частиною продуктів харчування. Отримані дані свідчать, що вологотеплова обробка рису позитивно впливає на вміст вітамінів групи В. Кількість вітаміну В₂ збільшується на 8...12 % у рисі, який пройшов ВТО в порівнянні з рисом, отриманим за класичною технологією (рис. 3). Це пояснюється дифузією вітамінів під дією ВТО у внутрішні шари ендосперму з периферичних частин зерна.

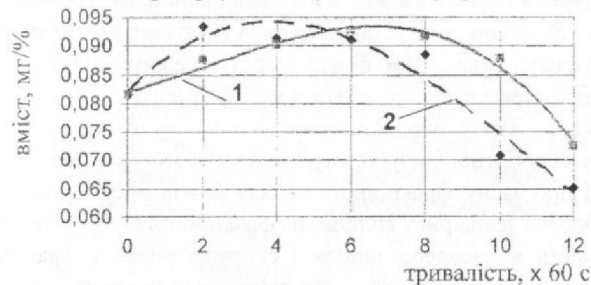


Рис. 3. Вплив ВТО на зміну вмісту вітаміну В₂ у рисовій крупі при тиску насиченої пари
1 - 0,15 МПа, 2 - 0,20 МПа

Вміст золи безпосередньо пов'язаний з вмістом мікро- і макроелементів. Аналіз отриманих даних дозволяє зробити висновок, що в результаті вологотеплової обробки підвищився вміст золи і відповідно, вміст мікро- і макроелементів.

Час варіння пропареної рисової крупи, в порівнянні з необробленими зразками, зменшується незначно. При цьому жорсткі режими обробки сприяють скороченню часу варіння крупи, що пояснюється попередньою тепловою обробкою зерна в присутності вологи. При тепловій обробці (температура 100 °С) зразків отриманих без ВТО, протягом 20...24 хв отримана в'язка каша, що свідчить про руйнування ядра рису та зниження споживчих властивостей каші. Коефіцієнт розвареності для зразків рису, які пройшли ВТО, знижується в порівнянні з необробленими зразками. Рисова крупа, що має менший коефіцієнт розвареності, дає кашу розсипчастої консистенції тому, що її ядра не руйнуються. З ростом режимів

вологотеплової обробки змінюється консистенція каші, починаючи з тиску 0,15 МПа і вище, каша стає розсипчастою, зварені крупинки не розварюються, зберігають форму, що можна пояснити значним зниженням її в'язкості. Колір каші практично не змінюється, навіть крупа, яка мала світлокоричневий відтінок, утворює кашу білого кольору з ледь помітним кремовим відтінком.

Для вивчення впливу одночасно діючих на процес ВТО різних факторів і визначення їх оптимальних значень, використовували метод багатофакторного планування експериментів, що дозволяє побудувати теоретичну модель процесу на основі математичної обробки експериментальних даних, отриманих у результаті одночасного варіювання всіма змінними за спеціальною програмою з мінімізацією загального числа дослідів. Для цього був спланований і реалізований трьохфакторний дворівневий експеримент.

У якості впливаючих прийняті незалежні один від одного фактори: температура води при зволоженні – T , °С; тиск насиченої пари в пропарювачі – P , МПа; час пропарювання – t , хв. Необхідні граничні значення варіювання факторів, що впливають, вибрали на основі результатів проведених раніше досліджень, а також використовували апріорну інформацію. Інші впливаючі фактори фіксували на постійному рівні вологість перед пропарюванням $W=25\pm0,5\%$, час відволоження 5 год.

В якості критеріїв оптимізації, які є відгуком на вплив факторів, вибрали параметри, що характеризували кількісну і якісну сторони процесу ВТО. Такими критеріями були: загальний вихід крупи, вихід цілої крупи, вихід подрібненої крупи, зольність крупи, вміст вітаміну В₂, час варіння крупи і коефіцієнт розвареності.

Адекватність отриманих регресійних моделей оцінювали із застосуванням оригінальної програми в системі MathCad® і табличному редакторі Excel, порівнюючи розрахункові значення критерію Фішера з його табличним значенням. Для умов експерименту розрахункові значення критерію Фішера були менше табличних, що свідчило про адекватність отриманих регресійних моделей в області експерименту. Ізолінії поверхонь отриманих математичних залежностей, що ілюструють вплив температури води при зволоженні і тиску насиченої пари в пропарювачі при фіксованих значеннях часу пропарювання на ефективність процесу ВТО, показані на рис. 4...6.



Рис. 4. Залежність виходу крупи від тиску насиченої пари та температури води при зволоженні (тривалість пропарювання $t=6$ хв)

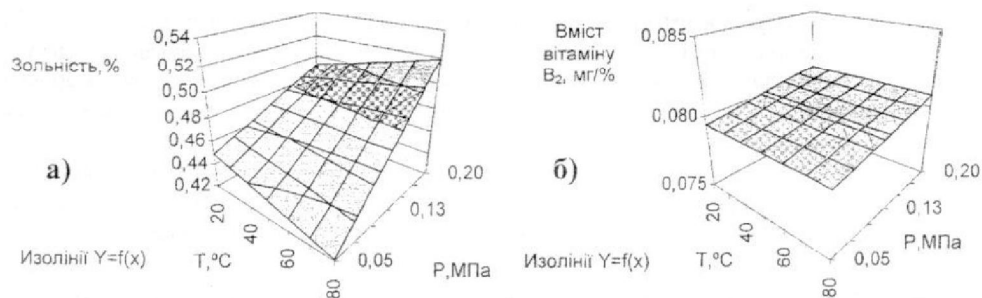


Рис. 5. Залежність вмісту золи (а) і вітаміну B_2 (б) в крупі від тиску насиченої пари та температури води при зволоженні (тривалість пропарювання $\tau = 6$ хв)

Аналіз отриманих залежностей показує, що основним фактором, який впливає на вихід крупи, є тиск насиченої пари в пропарювачі: зі збільшенням тиску загальний вихід крупи і вихід цілої крупи зростає за рахунок зниження виходу крупи подрібненої і побічних продуктів. В результаті збільшення часу пропарювання і температури води при зволоженні спостерігається підвищення виходу цілої крупи. Це можна пояснити клейстеризацією крохмалю під дією температури в присутності вологи, при цьому відбувається значне зміцнення ядра зерна рису.

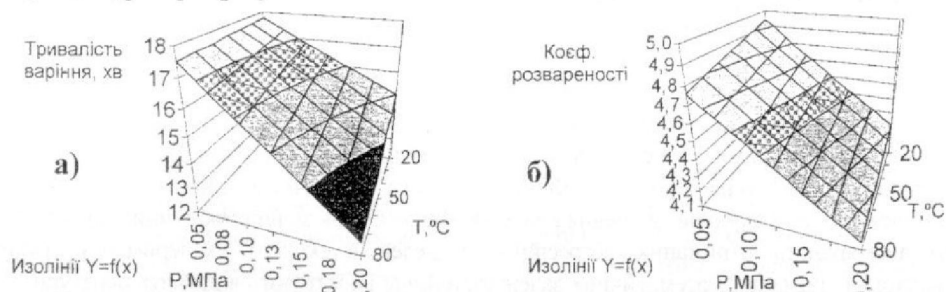


Рис. 6. Залежність часу варіння (а) і коефіцієнту розвареності (б) крупи від тиску насиченої пари та температури води при зволоженні (тривалість пропарювання $\tau = 6$ хв)

Вміст золи в отриманій крупі збільшується зі збільшенням тиску. При збільшенні часу пропарювання відбувається незначне збільшення зольності. Температура води при зволоженні не робить істотного впливу на вміст золи. Це підвищення може бути пояснено міграцією зольних речовин у процесі пропарювання.

Вміст вітаміну B_2 незначно збільшується з підвищенням тиску пари і підвищенням температури води. Час пропарювання значно змінює вміст вітаміну, зі збільшенням часу пропарювання від 2 до 6 хв вміст вітаміну збільшується на 8...12 %. Подальше збільшення часу пропарювання приводить до значного зниження вмісту вітаміну внаслідок його руйнування під дією температури.

Час варіння отриманої крупи зменшується з підвищенням тиску пари і збільшенням часу пропарювання, це пояснюється застосуванням попередньої теплової обробки в присутності вологи. Підвищення температури води при зволоженні практично не впливає на час варіння.

Коефіцієнт розвареності зменшується у випадках застосування жорстких режимів обробки (максимальних значень тиску насиченої пари і часу пропарювання).

Таким чином, для підвищення виходу крупи рисової цілої і загального виходу крупи за умови поліпшення її показників якості необхідно: підвищити температуру води при зволоженні до 60...70 °C, тиск насиченої пари повинен становити 0,18...0,20 МПа і час пропарювання в межах 4...6 хв.

У четвертому розділі обґрунтована структура технологічного процесу виробництва пропареної рисової крупи, характеристика і режими систем, окремих етапів, вивчені біохімічний склад і споживчі властивості нового продукту.

Етап очищення зерна складається з двократного пропуску через сепаратор А1-БЛС і аспіраційну колонку, одноразового пропуску через сепаратор А1-БКГ. Сита розташовані в сепараторах у відповідності з дослідженнями лінійних розмірів вітчизняного зерна рису.

ВТО складається із зволоження, відволоження, пропарювання і сушки зерна. Дослідження цих етапів дозволили розробити режими ВТО. Зволоження здійснюється на зволожувальному апараті А1-БУЗ в три етапи до вологості 25 %, а саме: на першому – зерно зволожується на 5 % і відволожується на протязі 2 год, на другому і третьому – на 3 % і відволожується на протязі 1,5 год. Загальний час відволоження складає 5 год.

Пропарювання здійснюється в пропарювачі безперервної дії ПЗ2-КБ при тиску 0,20 МПа, знаходження зерна в апараті складає 4 хв. Застосування пропарювання підвищує вологість зерна на 1,0...1,5 %. Після пропарювання зерно охолоджується до температури 20...25 °C, що призводить не тільки до зниження температури, але і до пониження його вологості на 2,0...2,5 %. Сушка зерна здійснюється за два пропуски через сушарку марки ВС-16М. За перший пропуск через сушарку знімається 5,0...5,5 % вологи, температура сушильного агента складає 80 °C, за другий пропуск вологість знижується на 3,0...3,5 % при температурі сушильного агента 50 °C. Потім зерно охолоджується до температури навколишнього середовища, що призводить до додаткового зниження вологи на 0,5...1,0 %.

Вологість зерна, що направляється на лущення, складає $14,5 \pm 0,5$ %. Лущення здійснюється на вальцевому верстаті з обгумованими вальцями марки А1-БШВ. Після лущення суміш продуктів, що утворилися, сортується на розсійнику. Схід з сита $\varnothing 4,5$ мм є нелущені зерна і після двократного проходу через пневмосепаратори для виділення лузги, прямує повторно на лущильну систему, де завершується процес. Друга по розміру фракція, що виділяється на розсійнику проходом сита $\varnothing 4,5$ мм і сходом $2,4 \times 20$ мм, після двократного аспірування для видалення лузги поступає на надті-машину, де відбувається розділення лущених і нелущених зерен; перші прямують на шліфування, другі – повторно на лущильну систему. Нижній схід з розсійника прямує на першу шліфувальну систему. Проходом нижнього сита $\varnothing 1,5$ мм виділяється мучка.

Звільнене від квіткових плівок ядро поступає на шліфувальні машини А1-БШМ. Відділення плодових, насінних оболонок і алевронового шару доводиться вести при слабкій механічній дії на ядро, щоб уникнути його невинного дроблення, тому процес розтягнутий і здійснюється на чотирьох системах послідовно.

Після кожної системи шліфування крупа провіюється на пневмосепараторах для видалення мучки і, можливо, лузги. Після четвертої шліфувальної системи здійснюється сортування на розсійниках для відбору подрібненого ядра і мучки.

Крупа ретельно сортується на розсійниках для виділення подрібненого ядра, проходить останній контроль на паді-машині і прямує на вибій. Схід з паді-машини повертається на шелушильну систему.

Крупа рисова пропарена має янтарний колір і правильну округлу форму. Відзначено, що пропарена рисова крупа містить 6,7...6,9 % «сирого» протеїну, 83...85 % крохмалю, 0,24...0,32 % клітковини, 0,43...0,45 % золи, вміст вітаміну В₂ 0,0915...0,0927 мг/%, що на 8...12 % більше, ніж у крупі, отриманій без ВТО. Поліпшуються властивості крохмалю за рахунок підвищення його атакуючості α і β амілазами на 15...25 %, амінокислотний склад крупи практично не змінюється, підвищується перетравлення білків на 7...8 %.

За показниками органолептичної оцінки, коефіцієнту розвареності і консистенції каші споживчі властивості пропареної рисової крупи високі. Каша має білий колір і властивий смак, коефіцієнт розвареності 4,1, тривалість варіння складає 15...17 хв, консистенція каші розсипчаста, загальна оцінка споживчих властивостей у балах «відмінно». ВТО дозволяє значно знизити мікробіологічну обсемененість пропареної крупи, і її термін зберігання складає не менше року.

ВИСНОВКИ

1. На підставі проведених теоретичних і експериментальних досліджень науково обґрунтована можливість підвищення продовольчого використання вітчизняного зерна рису, поліпшення біохімічних і споживчих властивостей рисової крупи за рахунок застосування вологотеплової обробки.

2. Встановлено, що більшість показників якості вітчизняного зерна рису, яке направляється на крупозаводи для переробки, не відповідає тим нормам, які встановлені Держстандартом, особливо за вмістом тріщинуватих зерен, зерен з червоними оболонками, наявністю яких істотно знижує вихід і якість готової продукції.

3. Науково обґрунтовано, що для підвищення виходу готової продукції і поліпшення її біохімічних і споживчих властивостей, доцільно в підготовчому відділенні крупозаводу використовувати вологотеплову обробку зерна рису, що передбачає наступні етапи: зволоження, відволоження, пропарювання, сушіння.

4. Розроблені структура технологічного процесу ВТО та її режими:

- трьохетапне зволоження водою при температурі 60...80 °С до вологості 25...26 % і відволоження зерна протягом 4...6 год;
- пропарювання при тиску насиченої пари 0,18...0,20 МПа і експозиції 4 хв;
- охолодження до температури 20...25 °С;
- двохетапна сушка пропареного зерна, температура сушильного агента на першому етапі 80 °С, на другому 50 °С. Вологість зерна, що направляється в лушпильне відділення, 14,5±0,5 %.

5. Використання ВТО забезпечує підвищення загального виходу крупи на 5...6 % за рахунок зниження виходу побічних продуктів. Вихід основного продукту – крупи рисової шліфованої збільшується на 12...14 % за рахунок зниження виходу крупи подрібненої.

6. ВТО впливає на зміну харчових і споживчих властивостей крупи: поліпшуються властивості крохмалю (збільшується гіроскопічність на 11...12 %, знижується відносна в'язкість крохмального клейстеру з 5,6 до 4,6 %, зростає його ферментативна атакуючість на 15...25 %); збільшується перетравність білків, підвищується вміст вітаміну В₂ в крупі на 8...12 %, мікро- і макроелементів на 10...15 %, зменшується час варіння, та число набухання,

що приводить до зміни консистенції каші від в'язкої до розсипчастої, зменшується ступінь розвареності за сухим залишком відвару, що впливає на зниження втрат цінних живильних речовин (полісахаридів, білків).

7. Розроблено структуру технологічного процесу підготовчого відділення рисозаводу з використанням вологотеплової обробки.

8. Встановлено, що строк зберігання отриманої пропареної рисової крупи при температурі 20±2 °С і відносної вологості повітря 60...70 % становить не менше року.

9. Розроблено проект нормативної документації на виробництво крупи рисової пропареної. Технологія прийнята до впровадження Керченським КХП. Економічна ефективність застосування ВТО зерна рису на крупозаводі продуктивністю 150 т/доб становить: 734,4 тис. грн за рік, інвестиції окупаються за 11 місяців.

Список опублікованих праць за темою дисертації:

1. Моргун В.А. Разработка технологии производства пластифицированных зерновых продуктов с использованием микроволновой обработки. / В.А. Моргун, О.А. Якимова, С.М. Соц // Наукові праці ОНАХТ, – 2002. – № 24. – С.93.
Дисертантом проведено аналіз зарубіжних і вітчизняних технологічних схем переробки зерна різних культур в крупу.
2. Моргун В.О. Після водотеплової обробки рису. / В.О. Моргун, Д.О. Жигунов, С.М. Соц // Зерно і хліб – 2004. – № 3. – С.31.
Дисертантом сформульовані напрямки досліджень, проведено аналіз основних показників якості вітчизняного зерна рису і розрахунок виходу готової продукції.
3. Мерко І.Т. Вплив водо-теплової обробки рису на вихід готової продукції. / І.Т. Мерко, С.М. Соц // Зерно і хліб – 2005. – № 2. – С.42.
Дисертант визначив вплив режимів ВТО рису на вихід і якість рисової крупи.
4. Соц С.М. Гидротермическая обработка зерна риса // Тези доповідей V міжнародної наук.- практ. конф. „Хлібопродукти-2005”. – Одеса: ОНАХТ. – 2005. – С.32.
Проведено дослідження хімічного складу та харчової цінності пропареної рисової крупи та визначено її термін зберігання.
5. Моргун В.О. Совершенствование технологии переработки отечественного зерна риса. / В.О. Моргун, С.М. Соц // Тези доповідей 72 наук.- практ. конф. “Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті”. – Київ: НУХТ. – 2006. – С.78.
6. Моргун В.А. Совершенствование технологии переработки зерна риса. / В.А. Моргун, С.М. Соц // Тезисы докладов 5 междунар. науч.- практ. конф. “Техника и технология пищевых производств”. – Могилев: МГУП. – 2006. – С.110.

АНОТАЦІЯ

Соц С.М. Удосконалення технології підготовки зерна рису до переробки. – Рукопис.

Дисертація на здобуття вченого ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.18.02 – технологія зернових, бобових, круп'яних продуктів і комбікормів. – Одеська національна академія харчових технологій Міністерства освіти і науки України, Одеса, 2006.

Дисертація присвячена удосконаленню вітчизняної технології переробки зерна рису на основі застосування вологотеплової обробки. Для цього досліджені технологічні властивості і хімічний склад вітчизняного зерна рису урожаю 2002-2004 рр. Встановлено, що вітчизняне

зерно рису має знижені технологічні властивості, оскільки має підвищений вміст червоних зерен, лому і високу тріщинуватість. При переробці такого зерна фактичний вихід крупи значно нижче базисного, тому продовольче використання рису в Україні дуже низьке.

За кордоном відомі технології переробки рису в крупу із застосуванням пропарювання. Ці технології дозволяють підвищувати вихід цілої крупи до 65 %, поліпшити її біохімічні і споживчі властивості.

Дослідження процесів і режимів ВТО (зволоження, відволоження, пропарювання) зерна дозволило встановити оптимальні режими цих процесів, при яких досягається найбільший вихід крупи при поліпшенні її біохімічних і споживчих властивостей. Розроблена структура технологічного процесу підготовчого відділення рисозаводу з використанням вологотеплової обробки. На крупу рисову пропарену розроблений проект технічної документації. Розроблена технологія прийнята для впровадження Керченським комбінатом хлібопродуктів АР Крим.

Ключові слова: рис, крупа, вологотеплова обробка, технологічні властивості, зволоження, відволоження, пропарювання.

АННОТАЦИЯ

Соц С.М. Совершенствование технологии подготовки зерна риса к переработке. – Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.18.02 – технология зерновых, бобовых, крупяных продуктов и комбикормов. – Одесская национальная академия пищевых технологий Министерства образования и науки Украины, Одесса, 2006.

Диссертация посвящена повышению степени использования зерна риса при переработке его в крупу и улучшению качества готовой продукции путем применения в подготовительном отделении воднотепловой обработки зерна риса. Установлено, что отечественные сорта риса обладают пониженными технологическими свойствами из-за наличия повышенного содержания красных зерен, лома и высокой трещиноватости. При переработке зерна такого качества по технологической схеме, приведенной в «Правилах...» фактический выход крупы значительно ниже базисного, хотя базисные выхода крупы рисовой составляют: крупа рисовая шлифованная 55 %, крупа рисовая дробленая 10 %, при содержании эндосперма в зерне 75...78 %, т.е. степень использования зерна низкая.

За рубежом известны технологии переработки риса в крупу с применением пропаривания. Эти технологии позволяют повышать выход целой крупы до 65 % за счет укрепления ядра в процессе влаготепловой обработки, за счет пропаривания улучшить ее потребительские свойства.

Исследовано влияние режимов ВТО на выход готовой продукции и изменение биохимических и потребительских свойств крупы. Полученные данные дали возможность оптимизировать режимы ВТО: степень увлажнения до пропаривания 24...28 %, температура воды для увлажнения 60...80 °С, продолжительность отволаживания 4...6 ч, давление насыщенного пара 0,15...0,20 МПа, продолжительность пропаривания 4...6 мин, влажность перед шелушением 14,5±0,5 %. Выход крупы при этих режимах составил: крупа рисовая шлифованная 58,3...60,1 %, крупа дробленая шлифованная 7,7...8,9 %. Полученная крупа отличается: улучшенными свойствами крахмала и переваримостью белков, повышенным

содержанием витамина и минеральных веществ, уменьшается время варки, снижается степень развариваемости, консистенция каши становится рассыпчатой.

Разработана структура технологического процесса подготовительного отделения рисозавода с использованием воднотепловой обработки, на рисовую крупу пропаренную разработан проект технической документации. Разработанная технология принята к внедрению Керченским комбинатом хлебопродуктов АР Крым.

Ключевые слова: рис, крупа, воднотепловая обработка, технологические свойства, увлажнение, отволаживание, пропаривание. *перераб. зерна*

SUMMARY

Sots S.M. The improvement of technology of rice grain preparation for processing. – Manuscript.

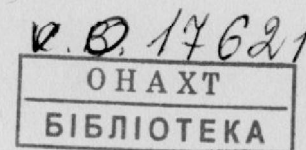
The dissertation for competition for getting a scientific degree of technical sciences candidate for specialization 05.18.02. – technology of grain, bean, cereals products and mixed fodders. – Odessa National Food Technologies Academy of the Ukrainian Ministry of Education and Science, Odessa, 2006.

The dissertation is on the subject of improvement of Ukrainian technology of rice grain processing based on water and heat processing application. For this reason technological qualities and chemical structure of Ukrainian rice grain of the years 2002-2004 harvest have been explored. It's stated that Ukrainian rise grain has low technological properties because it contains more red seeds, and high breakage. While processing such grain actual output of cereals is considerably less than of the basic one, that is why food usage of rice in Ukrainian is very low.

Steam – boiling processing of rice into cereals is widely – spread abroad. These technologies allow to increase the output of cereals by 65 %, improve its biochemical and consumer qualities.

Exploration processes and regiments of moisturizing, lying, stem boiling of grain allowed to state the best regiments of these processes during which the biggest out put of cereals is achieved while its biochemical and consumer qualities are improved. The technological process structure of preparatory department of rice factory with the use of water and heat technology processing. There has been developed a project of technical documentation for steam – boiled cereals. The worked out technology is accepted for introduction by Kerch factory of bakeries - AR Crimea.

Keywords: rice, cereals, water and heat processing, technological qualities, moisturizing, steam – boiling.



Підписано до друку 17.10.2006 р. Формат 60х90/16. Об.-від. Арк. 0,9.

Наклад 100 прим. Зам. № 27.

ОНАХТ. 65039, Одеса-39, вул. Канатна, 112