

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Проблема нестачі білків м'яса і молока у харчуванні населення України є актуальною і може бути вирішена за рахунок використання рослинних харчових білків ядра насіння соняшника. Ядро насіння соняшника містить жири, білки, фосфатиди, вуглеводи, вітаміни, макро- і мікроелементи, має високу харчову та біологічну цінність, добре засвоюється організмом людини. Білки ядра соняшника містять всі незамінні амінокислоти, а жири – поліненасичені жирні кислоти з властивостями вітаміну F.

Харчове безлушпинне ядро соняшника може бути застосоване для додавання його в харчові продукти в натуральному вигляді, для виготовлення з ядра білкових продуктів: напівзнежиреного борошна і знежиреного харчового шроту. Із ядра, борошна, шроту можливе виготовлення кондитерських виробів, аналогів м'ясних та молочних продуктів, а також збагачений білками хліб, макаронні вироби.

На цей час харчове безлушпинне ядро на олієдобувних підприємствах не виготовляється через відсутність спеціальних технологій та машин. При видобуванні олії методом екстракції білки ядра, частина вітамінів, макро- і мікроелементи відходять у відходи – кормовий шрот (його в Україні виготовляють близько 900 тис. т на рік), що нераціонально, оскільки для отримання 1 т білків яловичини, що рівноцінна соняшниковим білкам, потрібно витратити 7,5 т засвоєваних білків для відгодівлі тварин.

Таким чином, розробка науково-обґрунтованих спеціальних технологій та машин для отримання харчового безлушпинного ядра з насіння соняшника, виробництва з ядра харчового шроту та їх використання у харчових виробках є актуальною проблемою.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Робота виконана згідно з рішеннями державних органів: Постановою колегії Держагропрому СРСР від 23.07.1986 р. про організацію виробництва 100 тис. т насіння крупноплідних сортів соняшника; Рішенням Ради з координації розвитку харчової промисловості Держагропрому СРСР від 28.11.1988 р. про фінансування робіт з розробки установки для отримання ядра з насіння соняшника; договору №133/9-1 від 14.06.1989 р. з відділом харчової промисловості Держагропрому СРСР “Дослідження і розробка машин лінії виробництва 1 т/год ядра високобілкового крупноплідного соняшника для заміни горіхів”; за наказом Державного комітету України з питань науки і технологій №84 від 03.08.1993 р. щодо проекту №03.13.00/016-93 Ядро “Нова технологія обрушування насіння соняшника для кондитерських виробів” – 1993–1996 рр. За рахунок бюджету в НТУ “ХПІ” вико-

нано роботи: "Розробка теоретичних основ технології нових харчових продуктів з використанням рослинних білків" – 1998–2000 рр.; "Розробка технології нових харчових продуктів на основі ядра насіння соняшника – замітника тваринних білків та жирів" – 2001–2003 рр.

Роботи, що виконані за договорами з підприємствами: Запорізькою кондитерською фабрикою №84-4 – 1985–1986 рр. "Виготовлення зразків кондитерських виробів з заміною частини горіхів ядром крупноплідного соняшника"; Кльонівським заводом продтоварів №521 – 1992–1993 рр. "Удосконалення схеми виготовлення ядра з насіння соняшника продуктивністю 500 кг/год сухого ядра і надання науково-технічної допомоги в її освоєнні", Шполянським заводом продтоварів №461 і 510 – 1992–1994 рр. "Удосконалення і налагодка схеми виготовлення ядра для халви із насіння соняшника з метою збільшення виходу і поліпшення якості ядра"; Акціонерною компанією "Контакт" №48683 від 23.03.2000 р. "Технологія використання ядра соняшника в харчових продуктах". У зазначених роботах здобувач був науковим керівником.

Мета і задачі дослідження. Метою дослідження була розробка науково-практичних основ створення ресурсозберігаючої технології і машин для отримання харчового безлушпинного соняшникового ядра і шроту та його використання у харчових продуктах.

Для досягнення цієї мети вирішувались наступні задачі:

- виділення та обґрунтування головних етапів спеціальних технологій отримання безлушпинного харчового ядра і шроту соняшника;
- розробка теоретичних основ процесів кондиціювання насіння за розмірами, обрушування насіння, відділення насіння від недоруша;
- вивчення кінетичних закономірностей процесу відокремлення оболонки насіння, розробка заходів для поліпшення цього процесу;
- планування і виконання експериментів та проведення їх оцінки з метою визначення оптимальних умов у процесах кондиціювання насіння, його обрушування, відділення ядра від недоруша, відділення жиру з ядра;
- дослідження складу і фізико-технічних властивостей сортів соняшника, які придатні для виготовлення безлушпинного харчового ядра, та вивчення функціональних властивостей білків ядра;
- наукове обґрунтування можливості часткової заміни у харчових продуктах білків м'яса, молока білками соняшникового ядра;
- розробка комплексу заходів щодо впровадження результатів роботи на підприємствах з переробки насіння на ядро і шрот; розробка конструкцій спеціальних

машин, створення спеціальних ресурсозберігаючих технології та рецептури для виготовлення харчових продуктів з ядром і шротом соняшника;

- оцінка економічної та соціальної ефективності від впровадження результатів роботи.

Об'єкти досліджень: процеси і технології переробки насіння соняшника на харчове безлушпинне ядро, білкове борошно, харчовий шрот та їх використання у харчових продуктах.

Предмети досліджень: насіння високобілкового соняшника – Саратовський 2115 ск, Саратовський 82; високоолійного – Донський 60, Харківський 3, ВНІМК 8883, Запорізький кондитерський, Ранок – ГОСТ 22391-89; безлушпинне ядро, макуха, шрот; олія соняшникова – ГОСТ 1129-93.

Методи досліджень. Параметри процесів: відділення ядра від недоруша у воді; сушіння насіння, ядра і недоруша; подрібнення ядра, недоруша та лушпиння; калібрування насіння за товщиною, обрушування насіння, відділення ядра від недоруша – визначали на дванадцяти лабораторних моделях, розроблених автором. При дослідженні використовували методи аналізу, що викладені у «Руководстве по методам исследования, теххимическому контролю и учету производства в масложировой промышленности» (ВНИИЖ, 1965, 1982 гг.) та в «Лабораторном практикуме по технологии производства растительных масел» (В.М. Копейковский, А.К. Мосян, Л.А. Мхитарьянц, В.Е. Тарасов. – М.: Агропромиздат, 1990).

Наукова новизна одержаних результатів полягає у вирішенні науково-технічної проблеми отримання безлушпинного харчового ядра соняшника і використанні його для виготовлення харчових продуктів.

На основі виконаних комплексних досліджень сформульовано такі основні положення:

1. Вперше визначено закономірності: гідросепарування рушанки (швидкість осадження ядра у воді, зміна вологості ядра, кислотність жиру ядра, що потонуло та сплигло) та сушіння ядра і недоруша у киплячому шарі (температура та тривалість сушіння, швидкість руху повітря, висота киплячого шару, живий переріз робочої решітки).

2. Вперше науково обґрунтовано етапи технології та конструкції спеціальних машин для отримання харчового безлушпинного ядра з насіння соняшника сухим способом (калібрування насіння на фракції за товщиною, його кондиціонування, обрушування та відділення ядра від недоруша). На діючих фізичних моделях визначено параметри процесів, необхідних для розробки робочих креслень машин.

3. Досліджено кінетичні закономірності процесу обрушування насіння соняшника та розроблено нову теорію обрушування насіння у полі відцентрових сил.

4. Розширено наукові дані про функціональні властивості соняшникового ядра, макусі (у вигляді борошна) та харчового шроту (набрякання при 40 °С), про піноутворюючу та емульгуючу здатність розчинів білка шроту. Виявлено умови стабілізації хлорогенової кислоти у ядрі, макусі та шроті, при яких не відбувається їх потемніння.

Практичне значення одержаних результатів полягає у розробці та практичному використанні прогресивної технології отримання безлушпинного ядра, виконаної на основі теоретичних пошуків та результатів досліджень на лабораторних моделях пристроїв. Реалізація результатів роботи: використовуючи наукову концепцію побудови машин, розроблено креслення: віддільника ядра у воді, сушарки ядра, сушарки недоруша, подрібнювача ядра та недоруша, калібрувальної машини, кондиціонера насіння, насіннерушки.

Практичне використання калібрувальної машини, кондиціонера, насіннерушки здійснено в АК “Контакт” (м.Харків), на ЧП “Ян” (м. Єгор’євськ Московської області), на Шполянському заводі продтоварів і ТОВ “Влассо” (м.Харків).

Технологію використання безлушпинного ядра високобілкового соняшника замість горіхів досліджено у промислових умовах на Харківській та Запорізькій кондитерських фабриках, виробу рекомендовано для виготовлення. В НТУ “ХПІ” у лабораторних умовах на кафедрі технології жирів на основі безлушпинного ядра соняшника виготовлено зразки майонезу, харчового продукту – аналога сметани, пасти, фаршу для котлет.

Матеріали дисертаційної роботи використовуються в навчальному процесі при підготовці інженерів-технологів зі спеціальності 7.091705, у лекційному курсі "Технологія жирів" (частина 1), у курсовому та дипломному проектуванні.

Особистий внесок здобувача. Розроблено методи підготовки насіння до обрушування, обрушування його у відцентровій насіннерушці з горизонтальними валом та декою; розроблено нову теорію обрушування насіння соняшника у полі відцентрових сил; науково обґрунтовано концепцію побудови технологій отримання ядра мокрим та сухим способами; створено конструкцію ножового подрібнювача ядра та недоруша, сушарок ядра та насіння; доведено, що термін зберігання ядра, отриманого сухим способом, у 10 разів більший від терміну, передба-

ченого стандартом; обґрунтовано заміну м'яса, молока, яєць у продуктах харчування білками ядра соняшника.

Апробація результатів дисертації. Основні положення дисертації доповідались та обговорювались на конференціях і нарадах:

- Дегустаційних комісіях Запорізької кондитерської фабрики 06.04.1984 р. та 14.01.1989 р.;
- Дегустаційних нарадах на Харківському ВО “Кондитерпром” 18.04.1984 р. та 21.05.1984 р.;
- Республіканській дегустаційній комісії кондитерських виробів, м. Київ, 1985 р.;
- Колегії Держагропрому СРСР, м. Москва, 23 червня 1986 р.;
- Науково-технічній раді Північно-Кавказького філіалу НВО “Олієжирпром”, м.Краснодар, 1988 р.;
- Раді з координації розвитку харчової промисловості Держагропрому, м.Москва, 28 листопада 1988 р.;
- Дегустаційній комісії Укркондитерпрому, м. Київ, 26.01.1989 р.;
- Технічній раді в Укркондитерпромі, м. Київ, 06.03.1991 р.;
- Нараді працівників харчової промисловості, м. Київ, 1993 р.;
- Міжнародній науково-технічній конференції “Информационные технологии: наука, техника, технология, образование, здоровье”. - Харків, Мішкольц, Магдебург: ХДПУ, МУ, МТУ, м. Харків, 1996 р.;
- Міжнародній науково-технічній конференції “Информационные технологии: наука, техника, технология, образование, здоровье”. - Харків, ХДПУ, 1998 р.;
- Міжнародній науково-технічній конференції “ Информационные технологии: наука, техника, технология, образование, здоровье”. - Харків, Мішкольц, Магдебург: ХДПУ, МУ, МТУ, м. Харків, 1999 р.;
- Міжнародній науково-практичній конференції “ Наука і соціальні проблеми суспільства: людина, техніка, технологія, довкілля”. - Харків: НТУ “ХП”, 14-16 травня, 2001 р.
- Участь у Всеукраїнському конкурсі “Винахід року-2003”, винахід “Насіннерушка-2 Іхно” (патент 17430) став переможцем у номінації “Кращий винахід року-2003 в галузі біотехнології та харчової промисловості”. Автор одержав диплом Державного департаменту інтелектуальної власності Міносвіти та науки України.

Публікації. Результати дисертаційної роботи опубліковано у 44 працях, у тому числі у наукових журналах та збірниках наукових праць, затверджених ВАК України – 27, винаходів – 4, патентів України – 10, патент СРСР – 1, патент Ро-

сійської Федерації – 1; із праць, що виконано особисто – патентів 7, авторських свідоцтв – 1, статей – 18.

Структура дисертації. Дисертаційна робота складається зі вступу, 8 розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків. Повний обсяг дисертації становить 298 сторінок, з них 105 таблиць, 36 рисунків та 3 додатки. Список використаних джерел містить 317 найменувань, з них 61 – іноземні.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У *вступі* обґрунтовано актуальність роботи, показано її зв'язок із науковими програмами, визначено методи і задачі дослідження, сформульовано наукову новизну і практичне значення роботи, дано інформацію стосовно її основних результатів, впровадження та публікацій.

У *першому розділі* виконано аналіз літератури з питань одержання та використання рослинних білків з олійного насіння у харчових продуктах. Розглянуто технології отримання білків, а також проаналізовано конструкції відцентрових насіннерушок з точки зору їх використання для отримання харчового безлушпинного ядра насіння соняшника. Аналіз літератури показав, що машин, придатних для цієї мети, не існує, їх створення – це складна наукова проблема. На підставі аналізу літератури сформульовано задачі досліджень.

У *другому розділі* описано предмети і методи досліджень, лабораторні установки, використані у процесі дослідження, а також методики проведення експериментів.

Третій розділ присвячено розробці технології та визначенню параметрів процесів отримання безлушпинного ядра соняшника мокрим способом. Визначено параметри гідросепарації рушанки: швидкість, при якій ядро, січка та пил випадає в осад у воді при 16 °С (вона складає, см/с: для високоолійного цілого ядра – 2,0; січки – 1,8; пилу – 1,01; для високобілкового цілого ядра – 2,7); зміни вологості ядра (до занурення у воду вологість становила 5,3 %, через 2,5 хв перебування у воді досягла 39,0 %, через 5 хв – 40,0 %). Показано, що з недорущем спливає і дефектне ядро: високоолійне – 17,8 %, високобілкове – 7,0 %; кислотне число жиру високоолійного ядра (до занурення у воду кислотне число дорівнює 2,3 мгКОН, для потопленого ядра становить 2,0 мгКОН, для того ядра, що сплигло – 5,0 мгКОН) [5, 28]. За цими параметрами розроблено технологічну схему і конструкцію віддільника ядра [28]. Для сушіння ядра після занурення у воду використали сушарку киплячого шару (КШ), де кожне ядро обтікає нагріте повітря зі швидкістю 1,5–2,5 м/с.

Для визначення технологічних вимог до насіння для одержання безлушпинного ядра вивчали склад насіння та ядра високобілкового соняшника сорту “Саратовський 82” (С-82) селекції НПО «Еліта Поволжъя», м. Саратов-20. Насіння було вирощено у Харківській області. Склад насіння С-82, %: жиру – 39,85, протеїну – 25,15; склад ядра, %: жиру – 54,28, протеїну – 31,28.

При порівнянні з ВНШМК 8883 білки ядра С-82 містять лізину, треоніну, метіоніну більше, а жири – менше лінолевої і більше олеїнової кислоти. Смак і запах ядра С-82 подібний до горіха фундук, енергетична цінність зазначеного ядра на 14 ккал вище, ніж горіхів [2, 8], у ньому протеїну у порівняно з високоолійним ядром більше у 1,7 рази.

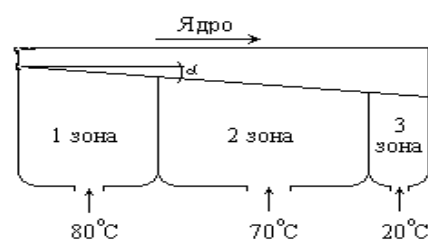
Дослідження процесу сушіння ядра С-82 вологістю 26–30 % проводили при температурі повітря 102–120 °С (перші 30 хв) та 70–80 °С (наступні 30 хв) до вологості 3,6 %, але воно нагрілось до 100 °С, мало смак смаженої олії і стало непридатним для виготовлення цукерок. При температурі повітря 80 °С (перші 30 хв) та 70 °С (наступні 30 хв) ядро сушили до вологості 3,5 %, воно нагрілось до 64 °С, мало горіховий присмак і стало придатне для виготовлення цукерок. За цих умов денатурації білків практично не відбувається.

Визначено залежності: вологості ядра від часу сушіння, температури повітря; різниці температур повітря до і після киплячого шару; опір шару висушеного ядра від висоти КШ.

Встановлено параметри розкидання мокрого ядра над поверхнею шару ядра, швидкість повітря над КШ, живий переріз робочої решітки та конструкцію сушарки ядра: вона має дві зони сушіння при температурі повітря 80 і 70 °С та зону охолодження при 25 °С [16, 33].

Визначено параметри сушіння недоруша, що спливає з води у КШ: температура повітря – 110 °С, кінцева вологість – 6 %, конструкція сушарки має тільки 2 зони: сушіння та охолодження.

Показано, що для рівномірного кипіння ядра на поверхні решітки сушарки суму гідравлічних опорів (решітка + шар ядра) необхідно підтримувати незмінною. Для цього потрібно збільшити висоту киплячого шару, що досягається більшим кутом нахилу решітки у бік руху ядра, тоді зростання висоти шару ядра буде зворотньопропорційним вологовмісту ядра. Математичний вираз емпіричної залежності приросту висоти шару псевдозрідженого матеріалу



визначено залежності: вологості ядра від часу сушіння, температури повітря; різниці температур повітря до і після киплячого шару; опір шару висушеного ядра від висоти КШ.

від його вологовмісту є таким (рис.1).

Рис. 1. Схема

псевдозрідженого шару

$$\Delta h = \frac{h_H}{W - \Delta W} \cdot 100, \quad (1)$$

де h_H – висота шару матеріалу у завантаженій ділянці решітки, м;

Δh – збільшення висоти шару матеріалу у точці відліку понад висоти його у ділянці решітки для завантаження, м;

W – вологозміст матеріалу в момент завантаження, %;

ΔW – зменшення вологозмісту матеріалу у точці відліку Δh , %.

У ході досліджень виникла необхідність розробити подрібнювач для ядра і відходів – недоруша, який спливає з води, а також вільного лушпиння, відвіяного повітрям. Дослідження цих процесів виконано на моделі відцентрового ножового подрібнювача авторської конструкції.

Відходи С-82, що спливають, складаються, %: з недоруша – 25,0, ядра – 5,0, лушпиння – 15,0, вологи – 6,0. Відходи та лушпиння подрібнювали ножами до розмірів: залишок на ситі \varnothing 3 мм становив не більше 30 %, а на ситі \varnothing 5 мм – не більше 5 %. Розроблено конструкцію подрібнювача і ножів, що очищають стінки циліндра безперервно [34]. Визначено продуктивність подрібнювача при 7000 об/хв вала, $\text{кг/м}^2 \cdot \text{год}$: за недорушем та ядром – 5300, за лузгою – 2400 [17].

Автор розробив конструкції машин лінії виробництва 1 т/год ядра: віддільник ядра, сушарку ядра, сушарку недоруша, подрібнювач [5, 6, 17, 28], а також технічні умови на ядро, на кормове борошно, технологічний регламент. З цих машин автор створив безвідходну безперервнодіючу лінію виробництва безлушпинного ядра мокрим способом.

У **четвертому розділі** викладено наукові та технічні рішення проблеми отримання харчового безлушпинного ядра соняшника сухим способом. Технологія харчового безлушпинного ядра соняшника сухим способом, розроблена автором, повинна включати заготівлю крупноплідного насіння вищого класу з кислотним числом жиру ядра не більше 1,3 мгКОН, калібрування насіння за товщиною, кондиціонування фракцій за вологістю, обрушування насіння, відділення лушпиння, відділення ядра від недоруша.

У відцентровій насіннерушці насіння рухається до деки під дією відцентрової сили. Відповідно до другого закону Ньютона кінетична енергія тіла, що рухається становить:

$$E = \frac{m \cdot v^2}{2},$$

де m – маса тіла, кг; v – швидкість тіла, м/с.

Згідно з дослідями автора, у суміші насіння різняться за розмірами та масою у 2,5–2,7 рази. Для руйнування оболонки всього насіння необхідно, щоб його маса була однаковою, тому суміш слід розділяти на 4–5 фракцій та обрушувати їх окремо при оптимальній частоті обертання ротора.

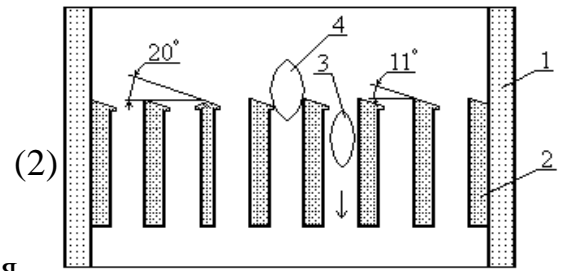


Рис. 2. Щілинне сито

Насіння за товщиною розділяли на лабораторних щілиноподібних ситах з шириною щілини 2,25; 2,5; 2,7; 2,8; 3,1; 3,6 та 4,5 (рис.2).

1 – корпус; 2 – пластина;
3 – насінняпрохід;
4 – насіннясхід

Визначено залежність маси насіння С-82 від його товщини (табл. 1).

Таблиця 1

Залежність маси насіння від його товщини

Ширина щілин, мм	Розміри насіння, мм			Розміри ядра, мм			Маса, г		Різниця у товщині насіння і ядра, мм
	довжина	ширина	товщина	довжина	ширина	товщина	насіння	ядра	
Прохід	10,8	6,2	3,5	9,0	5,0	2,4	0,0710	0,0556	1,1
3,6	10,7	5,8	3,5	8,1	4,6	2,8	0,0666	0,0500	0,7
Різниця маси, разів							1,0600	1,1100	
Прохід	11,7	6,1	3,9	10,0	4,5	3,2	0,0852	0,0647	0,7
4,0	13,7	6,9	3,9	11,4	5,0	2,4	0,0946	0,0718	1,5
Різниця маси разів							1,1100	1,1000	
Прохід	13,0	6,1	4,3	10,9	5,1	3,0	0,0950	0,0743	1,3
4,5	14,1	6,9	4,3	11,7	4,8	3,3	0,0932	0,0610	1,0
Різниця маси разів							1,0200	1,2000	
Прохід	13,5	6,9	4,4	10,8	5,6	3,0	0,1128	0,0878	1,4
4,5	12,2	7,3	4,3	10,3	5,2	3,5	0,1030	0,0826	0,8
Різниця маси разів							1,0900	1,0600	

Різницю у товщині насіння та ядра використовували для відділення недо-руша (схід з сита) від ядра (прохід сита).

На щілиноподібних ситах розділили насіння на фракції (табл. 2). Насіння Харківський 3 (прохід сита 2,25; 2,5; 2,7; 2,8 мм) недозріле, тому його доцільно переробляти на олію без обрушування.

Автор розробив конструкцію калібрувальних машин продуктивністю 500 та 2000 кг/год насіння. У таких машинах насіння розділяється за товщиною на чотири фракції [4]; на машину отримано патент України [40].

Таблиця 2

Розділення насіння на фракції за товщиною

Фракція	Саратовський 82 високобілковий				Харківський 3 високоолійний			
	Склад фракції, %	Маса 1000 шт., г	Вологість, %	Склад оболонки, %	Склад фракції, %	Маса 1000 шт., г	Вологість, %	Склад оболонки, %
Початкова суміш		90,77	-	24,28	-	62,23	3,85	25,84
Прохід, мм:								
2,25	-	-	-	-	1,83	-	3,9	-
2,5	-	-	-	-	2,47	32,32	3,8	-
2,7	1,0	55,68	5,00	-	2,33	37,46	3,7	-
2,8	0,5	56,38	5,00	-	2,23	37,46	4,3	-
3,1	1,5	58,40	5,10	-	2,33	49,14	3,4	-
3,6	46,8	66,77	5,65	24,90	28,98	55,85	3,8	25,02
4,5	35,6	78,90	5,75	26,39	46,23	69,34	4,2	25,27
Схід з 4,5	14,6	97,15	5,57	27,66	13,60	80,22	4,2	25,44

Автор розробив прилад для визначення міцності оболонки насінин та ядра у положенні вертикально гострим кінцем вгору. Міцність визначали залежно від часу сушіння насіння у киплячому шарі при температурі повітря 92 °С та охолодженні при температурі 21,5 °С (табл. 3).

Таблиця 3

Залежність міцності оболонки та ядра насіння від часу сушіння (початкова вологість 4,2 %) сорт Харківський 3, прохід 4,5 мм на щілиноподібному ситі)

Час, хв		Температура насіння, °С		Вологість після охолодження, %	Навантаження руйнування, г	
сушіння	охолодження	після сушіння	після охолодження		оболонки	ядра
1	1,0	67,2	-	3,50	1512	1349

2	1,5	-	-	2,95	1491	2032
3	1,5	74,0	21	2,90	1454	2132
4	1,5	-	26	2,65	1323	1467
5	1,5	-	-	2,50	1229	1722

Як видно з даних табл. 3, міцність оболонки зменшується зі збільшенням часу сушіння; міцність ядра зменшується після 3 хв сушіння.

Визначено параметри кондиціонера: сушіння насіння у КШ 3–4 хв при температурі повітря 90–100 °С, охолодження 1,0–1,5 хв при 25 °С. Автор розробив конструкції кондиціонерів на 500 та 2000 кг/год насіння [3].

Дослідження процесу обрушування насіння соняшника в полі відцентрових сил проводили на розроблених автором п'яти моделях відцентрових насіннерушок з горизонтальним валом і примусовим вилученням рушанки з поверхні деки. Фактор розділення рушанки при роботі насіннерушок не розглядався внаслідок незначного впливу прискорення сили тяжіння рушанки порівняно з відцентровою силою.

На моделях М1 і М2 вивчали вплив матеріалу дек на обрушування насіння. Встановлено, що деки із чавуну, алюмінію, сталі з насічкою та без неї, а також відстань до деки від 25 до 85 мм не чинять помітного впливу на ступінь обрушування насіння.

На моделях М3 і М4 знайдено умови орієнтування насінин довгою віссю вздовж вузьких жолобів, закритих зверху пластинами.

На моделі М5 (діаметр ротора – 456 мм, 48 жолобів, нахил сталевих дек до горизонталі, градусів: 6; 25 та 30) вивчали вплив кута нахилу дек на ступінь обрушування насіння. Кращі результати одержано на деці із нахилом 30°. Здобувач розробив конструкцію «Насіннерушки Іхно», на яку отримано патенти [32, 36].

Визначення оптимальної довжини жолоба в роторі відцентрової насіннерушки виконувалось методом математичного моделювання. Аналіз результатів розрахунків математичної моделі відносного руху насіння по жолобу показав, що значення відносної швидкості насіння, його кінетичної енергії та роботи руйнування близькі до експериментального результату «Насіннерушки Іхно» (із $D_{\text{ротора}} = 0,456$ м та $n = 1470$ об/хв), але кращі результати має рушка з $D_{\text{ротора}} = 0,6$ м, з довжиною жолоба $L = 0,15$ м при $n = 1100$ об/хв. Більший запас цих параметрів має рушка з $D_{\text{ротора}} = 0,7$ м та довжиною жолоба $L = 0,2$ м.

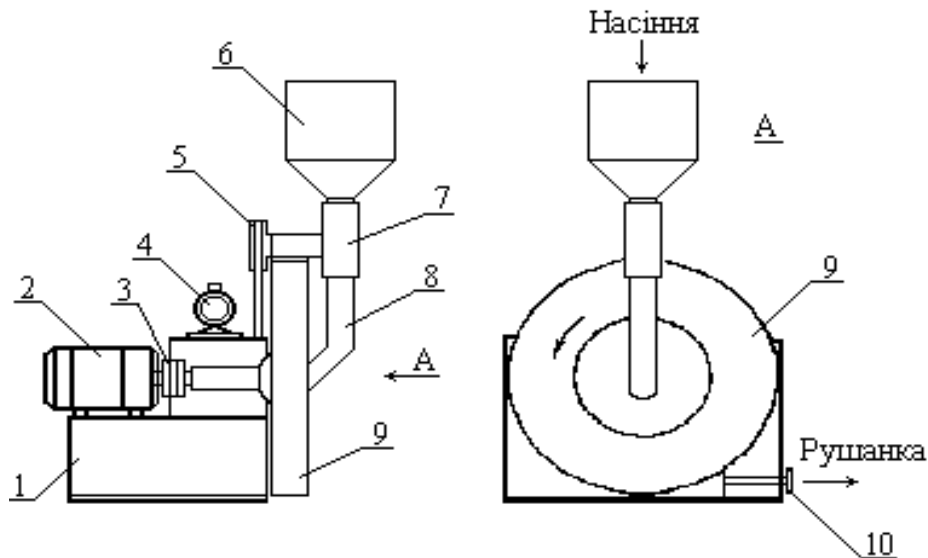
Кращий результат можна отримати тоді, коли насіння буде битися об деку під прямим кутом (90°), оскільки так воно має більшу можливість бути зруйнованим, ніж при ударі об деку під кутом 25–30°. Тому наступні дослідження прово-

дили на моделі рушанки М5 з горизонтальною декою та горизонтальним валом, на якому насаджений ротор з закритими каналами.

У результаті теоретичних пошуків і досліджень на моделях відцентрових насіннерушок вперше створено нову теорію обрушування насіння соняшника у полі відцентрових сил, згідно з якою повне обрушування всього насіння соняшника у полі відцентрових сил може бути досягнуто за таких умов:

- різниця між масою окремого насіння у перероблюваній фракції повинна бути мінімальною, для цього заводську суміш необхідно калібрувати за товщиною на щілиноподібних ситах калібрувальної машини [4, 40] та обрушувати кожну фракцію окремо;
- для того щоб оболонка насіння розколювалась з мінімальним пошкодженням ядра, необхідно зробити її крихкою, що досягається короткочасним (2 – 3 хв) підсушуванням насіння в киплячому шарі (вологість ядра зменшується з 6–7 до 3–5 %); при цьому ядро збереже пружно-пластичні властивості і не буде руйнуватись при ударі об деку [3];
- насіння при польоті до деки має бути орієнтоване вздовж його довшої осі гострим або тупим кінцем, у цьому випадку оболонка розколеться вздовж довжини насіння;
- велика вісь насіння повинна бути паралельною напрямку його польоту, при польоті до деки воно не повинно повертатись до положення “лежачи” або “на ребро”;
- площа деки, об яку б’ється насіння, має бути перпендикулярною напрямку польоту насіння і його більшої осі, завдяки чому при ударі об деку оболонка розколюється вздовж великої осі насіння;
- насіння повинно ударятись об деку тільки гострим або тупим кінцем;
- клиноподібне ядро, яке має більшу, ніж оболонка, питому масу, при ударі насіння об деку вздовж великої осі повинно розколювати оболонку, зберігаючи форму цілого ядра, при цьому частини оболонки будуть у вигляді сколів, що дорівнюють довжині насіння;
- насіння має ударятися об площину деки поодиночі, послідовно одне за одним;
- насіння не повинно битися одне об одне або об частинки рушанки на поверхні деки;
- рушанка, що утворюється при ударі насіння об деку, повинна миттєво, в момент удару, видалятися з поверхні деки, звільнюючи місце наступному насінню для удару об деку.

Положення цієї теорії автор використав при розробці конструкції відцентрової “Насіннерушки-2 Іхно” (НІ-2) [39] (рис. 3), у якій ротор діаметром 450 мм має радіальні канали завширшки (у перерізі) 7 мм, завдовжки 16 мм з конічним



дном (кут конуса 80°). Між рядами каналів знаходяться гребінки, призначення яких – орієнтувати насіння вздовж отворів на вході у канали. На роторі за рядами отворів знаходяться лопаті для видалення рушанки з циліндричної деки (яка має горизонтальну поверхню) зі швидкістю 33,0–41,0 м/с.

Лушпинність ядра із НІ-2, а також вміст пилу та січки в 2–3 рази менше, ніж у аналога – рушки РЗ-МОС, а вміст цілих ядер у 5–7 разів більше (табл. 4).

Рис. 3. Технологічна схема відцентрової “Насіннерушки-2 Іхно”:

- 1 – станина; 2 – електродвигун привода ротора; 3 – шків привода ротора;
4 – електродвигун привода живильника; 5 – шків привода живильника;
6 – бункер; 7 – живильник; 8 – тічка; 9 – корпус насіннерушки; 10 – патрубок

Таблиця 4

Склад рушанки з НІ-2

Показники	Насіннерушка НІ-2-250	Насіннерушка НІ-2-500		
	Сорт насіння			
	Запорізький кон- дитерський	Харківсь- кий 3	Харківсь- кий 3	Донсь- кий 60
1	2	3	4	5
Колова швидкість ротора, м/с	27,6	27,6	28,3	33,0
Насіння: каліброване за товщиною прохід крізь щілину, мм	Некаліброване -	Схід з 4,0	Прохід 4,0	Схід з 4,0
маса 1000 шт., г	112,03	70,12	66,10	84,62
вологість, %	3,02	3,66	5,59	5,20

Рушанка вміст, %				
ядро:				
ціле	53,36	61,97	45,69	38,10
подрібнене	5,91	Цілого та подрібненого	13,13	18,31
січка	3,68	4,18	6,50	8,59
пил	4,21	5,89	8,11	8,52
усього ядра	67,16	72,04	73,43	73,52

Продовження табл. 4

1	2	3	4	5
У тому числі цілого ядра, %				
недоруш	79,45	-	62,22	51,82
лушпиння	4,70	7,39	4,62	2,67
	28,14	0,57	21,96	23,82
Лушпинність ядра (розрахункова)	4,00	4,30	4,06	3,30

Зі збільшенням частоти обертання ротора вміст недоруша зменшується та збільшується вміст січки пилу (рис.4).

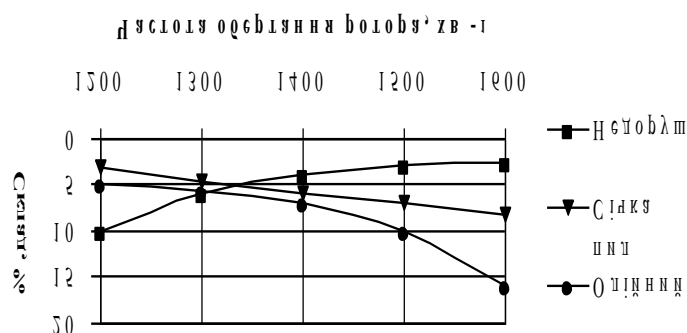


Рис. 4. Вплив частоти обертання ротора на склад рушанки

Визначено параметри «Насіннерушки-2 Іхно»: розрідження повітря у корпусі рушки НІ-2-250 менше атмосферного на 60, у тічці – на 120 мм вод.ст. Швидкість повітря на виході з патрубка при 1600 об/хв ротора становить 12,4 м/с; продуктивність одного каналу НІ-2-250 – 4,75 кг/год, а всієї рушки – 684 кг/год (по насінню).

Встановлено умови обрушування насіння на відцентровій «Насіннерушці-2 Іхно»: насіння на щілиноподібних ситах розподіляють на 4 фракції, підсушують при 106°C протягом 3 хв, охолоджують при 20°C 1 хв, обрушують при 1200 об/хв ротора. Результати: недоруша з каліброваного та підсушеного насіння в два рази менше, ніж із насіння, яке не пройшло ці операції; фракції дрібного насіння обрушуються гірше, ніж фракції великого; недорушу у великих фракціях у 3–3,8 рази менше, ніж у дрібних. Насіння сорту ЗК підсушували 5 хв, рушанка була без

недоруша; рушанка насіння Ранок (схід із сита 3,8 мм) містила у собі недоруша 2,07%, рушанка насіння Харківський-3 мала 4,7 % недоруша.

У *п'ятому розділі* викладено концепцію побудови технологічної лінії виробництва безлушпинного ядра соняшника сухим способом.

Побудову технологічної лінії виробництва безлушпинного ядра сухим способом виконано наступним чином. Відділивши вільне лушпиння від ядра повітрям, далі ядро від цілого насіння і недоруша відділяли за різницею між їх товщиною на щілиноподібних ситах.

Суміш “ядро+насіння+недоруш” (з рушанки насіння Х-3 прохід крізь щілини 3,6 мм) розділяли на щілиноподібних ситах (табл. 5). Результати – позитивні, показана можливість відділення ядра від недоруша на щілиноподібних ситах.

Недоруш із фракцій 1, 2 та 3 відокремлювали на контрольному конвеєрі сопллами пилососа, а ядро фракцій 4 та 5 використовували для виготовлення стандартної халви.

Таблиця 5

Відокремлення недоруша від ядра на щілиноподібних ситах

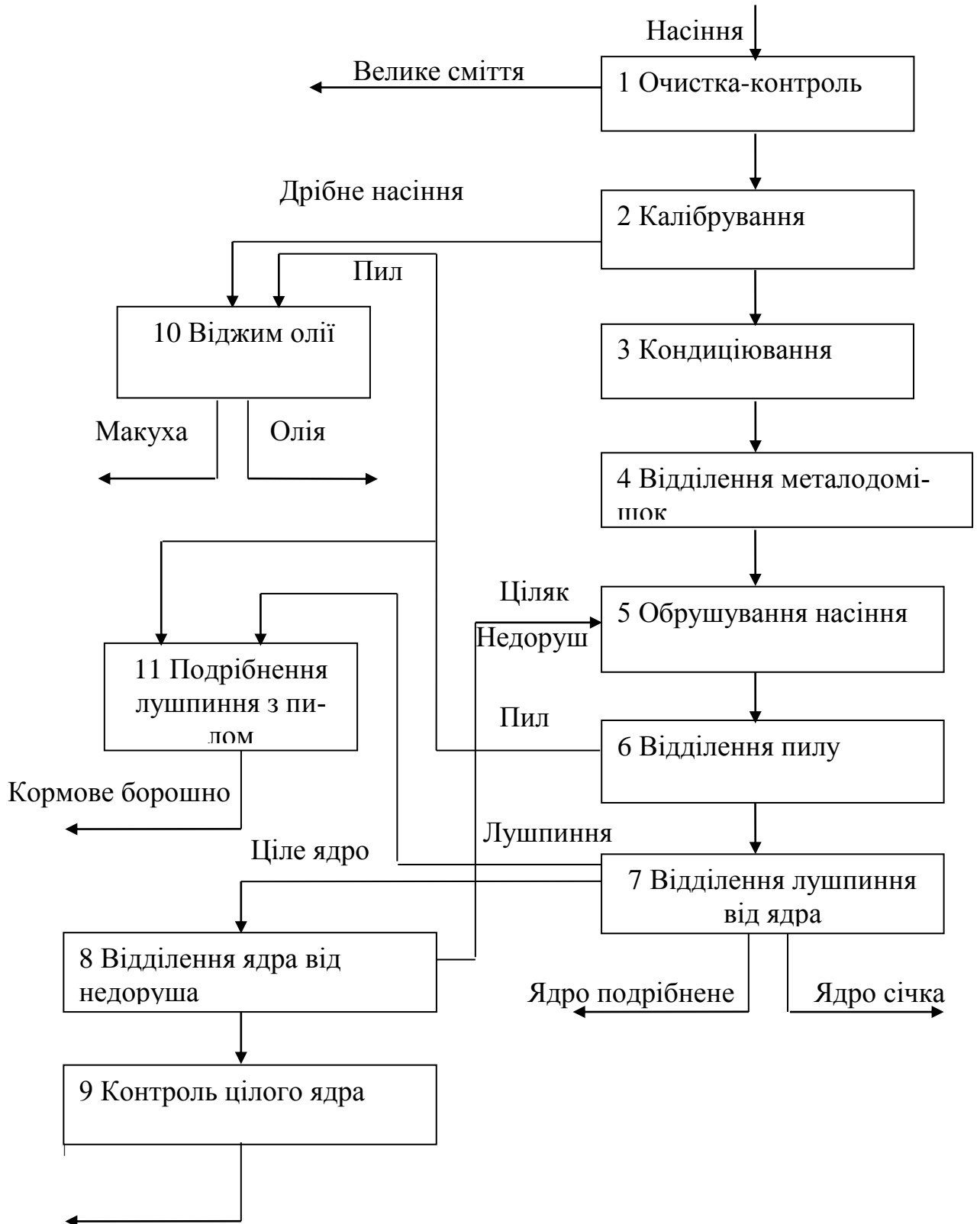
Номер фракції	Фракції ядра	Склад у фракції, %	
		ядра	лушпиння
1	прохід 2,25 мм	99,73	0,27
2	« 2,5 мм	99,26	0,74
3	« 2,7 мм	99,57	0,43
4	« 2,8 мм	98,75	1,25
5	« 3,1 мм	98,6	1,3

Розроблено технологічну лінію виробництва харчового безлушпинного ядра соняшника сухим способом продуктивністю 0,25 т/год. Лінія безперервна, безвідходна та без викидів, які забруднюють навколишнє середовище. У лінії використано машини конструкції здобувача (рис. 5, поз. 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 11 та його патенти [33, 37, 38, 39]). Визначено енергетичну цінність кормового борошна, яке складається з відходів – пилу ядра, та лушпиння (насіння Х-3); воно рівноцінне люцерні та степовому сіну (0,5–0,7 кормових одиниць).

Шостий розділ присвячено розробці технології використання безлушпинного ядра соняшника в харчових продуктах.

Енергетична цінність ядра високоолійного соняшника є вищою, ніж ядра горіхів. Білки ядра соняшника містять у собі всі незамінні амінокислоти, а жири – поліненасичені жирні кислоти, які виявляють властивості вітаміну F.

Білки ядра добре засвоюються організмом людини і можуть бути рівноцінною заміною білків м'яса, яєць та молока (табл. 6).



Ціле ядро | Недоруш →

Рис. 5. Технологічна схема лінії виробництва ядра соняшника сухим способом: 1 – сепаратор; 2 – калібрувальна машина; 3 – кондиціонер; 4 – магнітний сепаратор; 5 – насіннерушка-2 Іхно; 6 – сито; 7 – аспіратор; 8 – калібрувальна машина МОН; 9 – контрольний конвеєр; 10 – олієпрес; 11 – подрібнювач

Таблиця 6

Склад білків та калорійність ядра соняшника, м'яса та яєць

Продукт	Вміст, %			Енергетична цінність, ккал/кДж
	води	білків	жиру	
Ядро високоолійне ВНПМК 8883	4,0	21,26	65,0	665/2781
Ядро високобілкове С-82	4,1	30,89	53,0	606/2534
Яловичина жирна	58,6	17,50	23,0	286/1194
Кури 1-ї категорії	61,9	18,20	18,4	241/1008
Яйця курячі	74,0	12,70	11,5	157/657

З даних табл.6 відзначено, що у 1 кг ядра соняшника міститься білків стільки, скільки їх в 1 кг яловичини, але яловичина в чотири рази дорожча за ядро. Насіння соняшника на олієекстракційних заводах потрібно переробляти з метою отримання харчового безлушпинного шроту. Наприклад, Приколотнянський олієекстракційний завод, що переробляє 500 т насіння соняшника за добу, міг би виробляти 180 т за добу харчового шроту з вмістом білків 56 %, у яких містилось би 100 т білків, еквівалентних білкам, що містяться у 570 т яловичини, для отримання якої потрібно забити 2280 корів (при масі туші 250 кг). Білки ядра за вартістю вийдуть на перше місце, а олія – на друге, рентабельність МЕЗа збільшиться у декілька разів.

Для отримання білків необхідно вирощувати високобілкове насіння сорту Саратовський 82 (С-82). Ідея заміни горіхів ядром високобілкового крупноплідного соняшника в кондитерських виробках виникла у здобувача у 1979 р., запропонована міністру харчової промисловості СРСР і була схвалена у 1982 р. У 1982–1989 рр. організована сівба високобілкового соняшника С-2115 ск та С-82 у Харківській області, отримано ядро мокрим способом на Запорізькій кондитерській фабриці та провів досліди з виготовлення цукерок на цій та на Харківській кондитерській фабриці. Розроблено рецептури цукерок, карамелі, вафель, печива,

щербета, у які вводили від 20 до 100 % ядра соняшника замість горіхів за способом отримання цукеркової пралінової маси [30, 35]. Проведено дослідження з визначення оптимальної кількості ядра С-82 для заміни горіхів у цукерках (табл. 7).

Партії кондитерських виробів з безлушпинним ядром соняшника виготовляли у виробничих умовах на Запорізькій та Харківській кондитерських фабриках.

Дегустаціями на Харківській, Запорізькій фабриках та в Укркондитерпромі цукерки з заміною горіхів на ядро соняшника від 20 до 50 % схвалено, вони не відрізняються від зразків тільки з горіхами. У карамелі, щербеті горіхи повністю замінено ядром соняшника.

Таблиця 7

Визначення кількості ядра соняшника С-82 для заміни горіхів

Назва цукерок	Види горіхів	Температура обсмаження горіхів, °С	Температура сушіння ядра С-82, °С	Вологість ядра С-82, %	Введення у рецептуру			Смак і запах цукерок
					ядра горіхів, кг	ядра С-82		
						кг	%	
Маска	кеш'ю	160	65	2,1	74,5	18,7	20	не відрізнити від аналога
Червоний мак	фундук	155	65	3,0	34,6	23,1	40	те ж саме
Кара-Кум	мигдаль	165	60	3,0	48,2	48,2	50	-«-
Маска	кеш'ю	160	65	2,1	37,7	56,0	88	відрізняється від аналога

Оцінка виробів, що містили ядро соняшника, проводилась з участю здобувача на 13 дегустаційних комісіях. Цукерки з ядром зберігали при 20 °С три місяці (що потрібно за стандартом). За цей час змін у якості цукерок не отримано. Здобувач розробив “Тимчасову технологічну інструкцію з використання насіння високобілкового соняшника для часткової заміни горіхів у кондитерських виробках”, затверджену в Укркондитерпромі.

За підсумками досліджень заміни горіхів ядром соняшника Держагропром СРСР виділив здобувачу на 1989–1991 р. кошти для проведення НДДКР для розробки спеціальних машин лінії виробництва 1 т/год ядра соняшника мокрим способом та прийняв рішення про виробництво 100 тис. тонн на рік крупноплідного насіння для кондитерської промисловості. Під керівництвом здобувача розроблено: віддільник ядра [28], сушарку ядра, сушарку недоруша, подрібнювач недоруша [34], “Насіннерушку Іхно” [36]. За ініціативою здобувача тему “Нова технологія обробування насіння соняшника” у 1993–1996 рр. фінансував ДКНТ України.

У результаті роботи було розроблено: колібрувальну машину [38], кондиціонер, “Насіннерушку-2 Іхно” [39], “Спосіб отримання ядра соняшникового насіння” [37], технологічна схема лінії виробництва 0,25 т/год насіння соняшника сухим способом. Лінія змонтована в Інженерному центрі НТУ “ХП” АК “Контакт”.

У *сьомому розділі* описано досліди з визначення функціональних властивостей ядра насіння соняшника.

Ядро насіння соняшника має цінні споживчі властивості. Речовини ядра – жири, білки, фосфатиди, вуглеводи, вітаміни, хлорогенова та кофейна кислоти, мінеральні речовини і мікроелементи – в натуральному вигляді у складі ядра мають значну біологічну цінність, зберігають її і при введенні ядра у харчові продукти. Ядро доцільно вводити у харчові продукти в натуральному вигляді, а для отримання з ядра концентрованих білкових продуктів потрібно розробляти технології, при яких біологічна цінність речовин ядра не зменшується.

Ядро соняшника при введенні у кондитерські вироби прийнято обсмажувати при 110 °С 30–40 хв, що надає виробам небажаний запах і смак. Обсмаження ядра слід замінити сушінням у киплячому шарі. Дослідами встановлено, що ядро вологістю 4,3 % при температурі повітря в КШ 80 °С висихає до вологості 2,9 % за 5 хв, при цьому кислотне число жиру збільшується з 0,32 до 0,61 мгКОН, перекисне число з 2,35 до 3,27 O₂ ммоль/кг, денатурації білків практично не відбувається.

Споживчі властивості ядра збільшаться, якщо відділити з нього олію пресуванням або екстракцією. Пресування м'ятки з ядра проводили на ручному гідропресі при температурі 66 – 80 °С. Зі збільшенням ступеню розкриття клітин від 50 до 80 % олійність макухи зменшується з 21,4 до 14,4 %. Ядра подрібнювали і з них виводили олію методом екстракції при 50 °С. Отримали харчовий безлушпинний шрот з вмістом жиру 3,8 %. Змін у складі білків у ядрі при екстракції олії зі макухи не було.

При подрібненні ядра, макухи, шроту і при введенні їх до харчових продуктів відбувається окислення хлорогенової кислоти (її у ядрі міститься до 5 %) та потемніння продуктів з ядром. Але хлорогенова кислота – антиоксидант, корисний для організму людини, і виводити її з ядра не потрібно. Відомо, що вільні фенольні сполуки стійкі у кислому середовищі, утвореному лимонною кислотою (ЛК).

Для дослідів використовували ядро сорту Запорізький кондитерський з вмістом, %: жиру - 65, білків - 18,8, вологи - 3,4. Зразки по 40 г тертого ядра розтирали з 5 мл водного розчину лимонної кислоти і через 20 діб зберігання при 22 °С

зразок з введенням 1,2 % розчину ЛК концентрацією 0,2 % не поміняв колір. До тертого ядра вводили 0,2–0,3 % сухої ЛК, через 28 днів ядро стало світлішим, рН ядра дорівнювало 5,5–5,8. Терте ядро вологістю 2,8 % змішували з 1,18 % водного розчину ЛК концентрацією 0,1–0,3 %. При збільшенні концентрації ЛК ядро світлішає, а рН зменшується до 5,84. Суміш, яка містить тертого ядра 70,0 %, цукрового порошку – 28,6 % (вологість 1,2 %), сухої ЛК – 0,2 %, нагрівали від 50 до 80°C – суміш світлішає зі збільшенням температури.

Шрот, що містив жиру 5,0 %, вологи – 7,65 %, змішували з 0,1–0,5%-ним водним розчином ЛК у співвідношенні 1 : 9 шрот/розчин. При 50 °С (рН = 5,0) колір суспензії та білого осаду не змінився, з макухою отримано такий же результат. Висновок: ядро, макуха та шрот перед введенням у харчові продукти з рН більше 6,4–6,5 потрібно обробляти ЛК, а в кислі продукти їх можна вводити без ЛК.

Для виготовлення харчових продуктів важливе значення має ступінь набрякання ядра, макухи, шроту у воді, пінотвірна та емульгуюча здатність водних розчинів білків шроту.

Визначено ступінь набрякання ядра, борошна зі макухою та борошна з шроту при 40 °С. За 15–30 хв [19] маса наважок за рахунок вологи збільшується на, %: ядра – 159,6, макухи подрібненої – 302,7, шроту подрібненого – 485. Встановлено: пінотвірна здатність водних розчинів білків залежить від їх концентрації. Водні розчини білків зі шроту у суміші з олією соняшника мають емульгуючу здатність. Одержано емульсію з суміші олії 85 % і водного розчину білків 15 % (концентрація білків 0,78 %).

Споживчі властивості ядра соняшника залежать від часу зберігання в умовах навколишнього середовища. Дослідами визначено, що термін зберігання суміші цілого та подрібненого (схід з \varnothing 3 мм, прохід \varnothing 4 мм сит) ядра насіння сорту Донський 60 при температурі 15–17 °С становить 150 діб, що у 10 разів більше терміну зберігання, передбаченого стандартом ДСТУ 18.35-99 (15 діб).

У *восьмому розділі* описано використання безлушпинного ядра соняшника для виготовлення харчових продуктів.

Ядро соняшника у натуральному вигляді – повноцінний харчовий продукт. Воно гарно засвоюється організмом людини та, за виключенням лізину, має збалансований амінокислотний склад. Ядро як білково-жировий збагачувач харчових продуктів ще не достатньо вивчено, і тому необхідно дослідити його власти-

вості у цьому аспекті. Перевага ядра порівняно з макухою та шротом полягає у його більшій енергетичній та біологічній цінності, кращих смакових властивостях, і воно знайде використання у хлібобулочних, кондитерських виробках, харчоконцентрах, у виготовленні м'ясних виробів, майонезу. Для харчових продуктів використовували ядро, вироблене з насіння вищого ґатунку, з кислотним числом жиру до 1,0 мг КОН. Рецептури харчових продуктів з додаванням ядра і шроту соняшника розробляли таким чином, щоб склад білків, жирів і вуглеводів у цих продуктах був аналогічний складу продуктів тваринного походження, і вони мали подібний аналогам смак, колір, зовнішній вигляд. Зразки продуктів з ядром оцінювали на дегустаційних комісіях, визначали в них склад жирів, білків, вуглеводів, а також енергетичну цінність зразків і порівнювали її з енергетичною цінністю аналогів.

Виготовлено сухі харчоконцентрати: фарш для котлет та паштет рослинний, у рецептуру яких вводили відповідно 63,75 % та 31,54 % ядра високоолійного соняшника, наповнювачі та прянощі; їх енергетична цінність порівнянна із м'ясними аналогами, органолептичні показники – задовільні.

Зразки харчового продукту – аналога сметани 20%-ї жирності – виготовляли з тертого ядра сорту Ранок з додаванням молочної кислоти; така сметана мала білий колір з сіруватим відтінком, приємний смак та запах, сметаноподібну консистенцію і витримала потрібний за стандартом термін зберігання – 72 год при 4 °С. У майонезі ядро замінює яєчний порошок і сухе молоко. Зразки майонезу мали білий колір з сіруватим відтінком та консистенцію звичайного майонезу. Виготовили зразки пасти з ядра з какао-порошком, цукром та ароматизатором. Енергетична цінність 100 г цієї пасти – 519 ккал, вона може бути використана як бутербродне масло до сніданку і як добавка до тіста.

Для виготовлення рослинного молока – аналога коров'ячого – використовували шрот складу, %: жиру – 3,5, білка – 56,3, вологи – 7,36. Таке молоко містить, %: білків – 1,5, жиру – 4,0 (дезодорована олія соняшникова). Молоко з ядра призначається для вегетаріанців та людей, які не засвоюють молочний цукор.

У майонезі шрот у кількості 6,58 % замінив яєчний порошок та сухе молоко. За складом та органолептичними показниками майонез зі шротом не поступається майонезу “Провансаль”, колір його білий з сіруватим відтінком.

Зразки хліба пшеничного подового з додаванням від 5 до 20 % ядра від ваги борошна виготовлено безопарним способом. Оптимальним за фізико-технічними властивостями та органолептикою виявилось введення 10 % ядра на стадії розширення тіста. Кислотне число жиру ядра при випіканні збільшилося з 2,29 до 2,5 мг КОН, енергетична цінність хліба зросла до рівня варених ковбас.

Проведений аналіз властивостей зразків локшини з борошна пшеничного вищого гатунку з додаванням від 5 до 25 % ядра та 55 % шроту від ваги борошна. Локшина з додаванням 10–15 % тертого ядра містить 12,5–12,7 % білків і за калорійністю рівноцінна вареним ковбасам. Локшина зі шротом містить 35,6 % білків; за вмістом білків та калорійністю вона рівноцінна напівкопченим ковбасам – «Українській», «Галлінській» і може замінити м'ясні продукти у раціоні харчування населення.

ВИСНОВКИ

На основі аналізу науково-технічної літератури встановлено, що ядро соняшника за енергетичною та біологічною цінністю перевищує ядро сої і може бути джерелом білків та жирів при виготовленні харчових продуктів.

У результаті виконаних теоретичних та експериментальних досліджень вирішена важлива і багатопланова народногосподарська проблема створення науково-практичних основ спеціальних технологій і машин для отримання харчового безлушпинного ядра з насіння соняшника і його використання як замітника тваринних білків та жирів у харчових продуктах.

1. Вперше для отримання харчового безлушпинного ядра мокрим способом визначено параметри гідросепарування рушанки: швидкість осадження ядра у воді, зміни вологості ядра, кислотне число жиру ядра, яке потонуло та сплигло; параметри сушіння ядра та недоруша у киплячому шарі (температура та час сушіння, швидкість повітря, висота киплячого шару, живий переріз робочої решітки); розроблено конструкцію відцентрового подрібнювача ядра, недоруша, лушпиння; зроблено креслення спеціальних машин – віддільника ядра від недоруша у воді, сушарки ядра, сушарки недоруша, подрібнювача ядра, недоруша та лушпиння, які разом утворюють безвідходну лінію виробництва 1 т/год сухого ядра.

2. Вперше науково обґрунтовано технологію та конструкції спеціальних машин для отримання харчового безлушпинного ядра з насіння соняшника сухим способом: калібрування насіння на фракції за товщиною, кондиціонування їх за вологою, обрушування насіння у полі відцентрових сил, відділення ядра від недоруша; і на діючих моделях визначено параметри цих процесів, необхідних для розробки робочих креслень машин.

3. Встановлено закономірності процесу обрушування насіння та розроблено нову теорію обрушування насіння у полі відцентрових сил, на основі якої створено конструкцію «Насіннерушки–2 Іхно». Вихід цілого ядра з цієї рушки становить 60–70 % (від маси рушанки без лушпиння та пилу), вміст недоруша – від нуля до 8–9 %. Це кращі показники порівняно з будь-якими відомими машинами.

4. Вперше розроблено конструкції спеціальних машин безперервної дії для сухого способу отримання безлушпинного ядра – калібрувальна машина, кондиціонер, “Насіннерушка–2 Іхно”, аспіратор, контрольний конвеєр. Ці машини утворюють лінію виробництва 0,25 т/год ядра, яка впроваджена у АК “Контакт” (м. Харків), ТОВ “Влассо” (м. Харків), ЧП “Ян” (м. Егор’євськ, Московської обл., Росія).

5. Для використання харчового безлушпинного ядра соняшника у харчових продуктах вперше вирішено такі задачі:

- розроблені технологічні вимоги до насіння, придатного для отримання ядра (насіння повинно бути вищого класу з масою 1000 штук понад 80 г);

- досліджено склад і фізико-хімічні властивості високобілкового насіння сорту Саратовський 82, високоолійних сортів Запорізький кондитерський, ВНШМК 8883 та Ранок;

- визначено термін зберігання ядра високоолійного сорту Донський 60, отриманого сухим способом. В умовах навколишнього середовища при 15–17 °С він становить 150 діб, це в 10 разів більше, ніж за стандартом на ядро.

- встановлені кількісні відношення при заміні горіхів фундука, кеш’ю, мигдалю ядром високобілкового соняшника С-82. Вони становлять: у цукерках 20 – 50%, у карамелі і щербеті – 100 %. За якістю кондитерські вироби з додаванням ядра не відрізняються від виготовлених тільки з горіхами, що перевірено у цехах кондитерських фабрик зразу після виготовлення і через деякий час зберігання у звичайних умовах.

6. Доведено перевагу виготовлення харчових продуктів з ядра та шроту порівняно з білковим ізолятом: вони мають більшу енергетичну та біологічну цінність, виготовлення ядра і шроту простіше, менш енергомістке та екологічно чистіше. Розроблено техніко-економічне обґрунтування виробництва та використання ядра і шроту соняшника для заміни у харчових продуктах білків та жирів тваринного походження. Показано, що рентабельність виробництва, яке виготовляє із безлушпинного ядра харчовий шрот (замість кормового), збільшиться у 2–3 рази.

7. Визначено технологічні параметри підготовки ядра перед його додаванням у продукти: сушіння (до вологості 2,5 %) у киплячому шарі при 80 °С, протягом 5–7 хв (при цьому денатурації білків не виявлено), зміна кислотного числа жиру незначна); відділення олії з ядра: пресуванням при 60 °С для одержання напівзнежиреного борошна та екстракція при 55 °С олії органічним розчинником з пелюсткованого цілого ядра з отриманням харчового шроту. Вивчено функціональні властивості ядра безлушпинного, макухи та шроту: набрякання при 40 °С, а

також пінотвірна, емульгуюча здатність розчинів білків зі шроту; виявлено умови стабілізації стану хлорогенової кислоти у ядрі, макусі та шроті, при яких не відбувається їх потемніння (це додавання водного розчину лимонної кислоти концентрацією не менше 0,1 % або 0,2–0,3 % сухої ЛК до рН суспензії 5–5,8).

8. Розроблено рецептури та технології отримання продуктів з ядром: фаршу для котлет, паштету; харчового продукту – аналога сметани 20%-ї жирності; майонезу 35 та 40 % жирності; хліба з додаванням 5 та 10 % ядра від маси борошна; локшини з додаванням 5, 10, 15, 20 та 25 % тертого ядра та локшини з вмістом 55% шроту; пасти солодкої з какао-порошком. Зі шроту виготовлено рослинне молоко та майонез. Додавання ядра та шроту у хліб і локшину збільшує їх калорійність і вміст білків до їх рівня у варених та копчених ковбасах. Заміна тваринних білків рослинними дасть Україні велику економію коштів.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Кулик Ю.А., Ихно Н.П., Божко М.Ф., Дудин Д.И. Применение ядер крупноплодных сортов подсолнечника // Хлебопекарная и кондитерская промышленность. – М., 1981. – №11. – С.21.

Здобувач запропонував використовувати в цукерках замість горіхів ядро соняшника.

2. Ихно Н.П., Кожанов Ю.Г., Евчук В.М. Использование высокобелкового крупноплодного подсолнечника в кондитерских изделиях // Пищевая промышленность. – М., 1993. – №10. – С. 25-28.

Здобувач запропонував технологію використання ядра соняшника в кондитерських виробках замість горіхів.

3. Ихно Н.П. О подготовке семян подсолнечника к обрушиванию // Вестник Харьковского государственного политехнического университета. – Харьков: ХГПУ, 1998. – Вып. 16. – С. 49-52.

4. Ихно Н.П. Машина для калибрования семян подсолнечника // Масло-жировая промышленность. – М., 1998. – №4. – С. 16-17.

5. Ихно Н.П. Отделение ядра семян подсолнечника от недоруша в воде // Вестник Харьковского государственного политехнического университета. – Харьков: ХГПУ, 1999. – Вып. 33. – С. 49-52.

6. Ихно Н.П. Сушка ядра подсолнечника, осажденного в воде // Вестник Харьковского государственного политехнического университета. – Харьков: ХГПУ, 1999. – Вып. 34. – С. 36-39.

7. Ихно Н.П. Теория и практика получения низколузгового ядра подсолнечника // Масложировая промышленность. – М., 1999. – №3. – С. 22-25.

8. Ихно Н.П. Исследование высокобелкового крупноплодного подсолнечника сорта Саратовский 82 // Вестник Харьковского государственного политехнического университета. – Харьков: ХГПУ, 2000. – Вып. 91. – С. 39-42.

9. Ихно Н.П. Теория и практика получения низколузгового ядра подсолнечника // Хранение и переработка сельхозсырья: Теоретический журнал. – М., 2000. – №3. – С. 42-45.

10. Ихно Н.П. Пневматический разбрасыватель высоковлажного ядра подсолнечника в сушилке кипящего слоя // Вестник Харьковского государственного политехнического университета. – Харьков: ХГПУ, 2000. – Вып. 123. – С. 122-124.

11. Ихно Н.П. Теория и практика получения низколузгового ядра подсолнечника // Хранение и переработка зерна. – Днепропетровск, 2000. – №9. – С. 46-49.

12. Лисюк Г.М., Фомина И.Н., Ихно Н.П., Шидакова-Каменюка Е.Г. Пути использования ядра подсолнечника в технологии хлебобулочных и кондитерских изделий // Наукові праці Одеської державної академії харчових технологій. – Одеса, 2000. – Вип. 24. – С.288-291.

Здобувач запропонував програму дослідів при виготовленні хліба з ядром.

13. Ихно Н.П. Пищевое безлузговое ядро подсолнечника – источник белков в рационе питания населения Украины // Хранение и переработка зерна. – Днепропетровск, 2001. – №4. – С. 35-38.

14. Ихно Н.П., Котелевская А.А. Стабилизация состояния хлорогеновой кислоты в ядре, жмыхе и шроте подсолнечника // Вісник Національного технічного університету “Харківський політехнічний інститут”. – Харків: НТУ “ХПІ”, 2001. – №3. – С. 82-86.

Здобувач обґрунтував напрямок і методику дослідження, брав участь у проведенні дослідів, підготував публікацію.

15. Ихно Н.П., Котелевская А.А., Квашенко И.А. Изучение некоторых функциональных свойств белков ядра и шрота подсолнечника // Вісник Національного технічного університету “Харківський політехнічний інститут”. – Харків: НТУ “ХПІ”, 2002. – №2. – Ч. I. – С. 59-62.

Здобувач сформулював задачу дослідження, розробив методику, узагальнив результати, підготував публікацію.

16. Ихно Н.П. Сушилки кипящего слоя для ядра и семян подсолнечника // Хранение и переработка зерна. – Днепропетровск, 2001. – №5. – С. 54-56.

17. Ихно Н.П. Измельчение ядра, семян и лузги подсолнечника в поле центробежных сил // Хранение и переработка зерна. – Днепропетровск, 2001. – №8. – С. 52-54.

18. Ихно Н.П. Исследование состава и обрушиваемости крупноплодного подсолнечника сорта “Ранок” // Хранение и переработка зерна. – Днепропетровск, 2001. – №9. – С. 47-49.

19. Ихно Н.П., Челомбитько Е.В. Влагоудерживающая способность безлузгового пищевого ядра, жмыха и шрота подсолнечника // Хранение и переработка зерна. – Днепропетровск, 2001. – №10. – С. 50-51.

Здобувач розробив дослідну установку, план дослідження, підготував публікацію.

20. Фомина И.Н., Лисюк Г.М., Ихно Н.П., Котелевская А.А., Левченко В.В. Аспекты использования ядра подсолнечника в хлебопечении // Зб. наук. пр. “Прогресивні ресурсозберігаючі технології та їх економічне обґрунтування у підприємствах харчування”. – Харків: ХДАТОХ, 2001. – Ч.1. – С. 176-181.

Здобувач запропонував план досліджень з виготовлення хліба з ядром соняшника.

21. Ихно Н.П. Получение пищевого безлузгового ядра из семян подсолнечника // Хранение и переработка зерна. – Днепропетровск, 2002. – №3. – С. 61-64.

22. Фомина И.Н., Лисюк Г.М., Ихно Н.П., Шидакова-Каменюка Е.Г. Влияние продуктов подсолнечника на состояние белково-протеинового комплекса муки пшеничной. // Вісник Харківського державного університету харчування і торгівлі. – Харків, 2002. – Вип.9. – С. 32-34.

Здобувач запропонував використовувати ядро та шрот соняшника при виготовленні хліба.

23. Ихно Н.П. Обрушивание семян подсолнечника в условиях, близких к идеальным // Материалы междунар. научно-техн. конф. “Информационные технологии: наука, техника, технология, образование, здоровье”. – Харьков, ХГПУ, 1996. – Ч. 2. – С. 53.

24. Ихно Н.П. Исследование параметров центробежной семянорешетки с наклонными деками // Вестник Харьковского государственного политехнического университета. – Харьков: ХГПУ, 1998. – Вып. 16. – С. 53-55.

25. Ихно Н.П. Хранение ядра подсолнечника, полученного сухим способом // Вестник Харьковского государственного политехнического университета. – Харьков: ХГПУ, 1998. – Вып. 16. – С. 56-58.

26. Ихно Н.П. Использование безлузгового ядра подсолнечника для изготовления пищевых продуктов // Сбор. научн. тр. Харьковского государственного поли-

технического университета: «Информационные технологии: наука, техника, технология, образование, здоровье». - Харьков: ХГПУ, 1999. – Вып. 7. – Ч. 4. – С. 36-41.

27. Ихно Н.П., Котелевская А.А., Храмцова И.А. Изменения в ядре подсолнечника при сушке // Сб. науч. трудов Харьковского государственного политехнического университета: «Информационные технологии: наука, техника, технология, образование, здоровье». – Харьков: ХГПУ, 1999. – Вып.7. – Ч.4. – С. 42-44.

Здобувач розробив програму досліджень процесу сушіння ядра у киплячому шарі.

28. Устройство для разделения рушанки на ядра и скорлупу: А.с. 1324633 А1 СССР / Н.П. Ихно, В.В. Фещенко, Н.А. Соломяный (СССР). – № 3971428/28-13; Заявл. 26.09.85; Оpubл.23.07.87, Бюл. №27. – 7 с.

Здобувач розробив конструкцію пристрою, підготував опис винаходу, брав участь у розробці робочих креслень пристрою.

29. Способ производства полуфабриката из ядра семян подсолнечника, используемого в кондитерском производстве: А.с. 1560075 СССР, МКИ А 23 L 1/36 / Н.П. Ихно, Ю.Г. Кожанов, А.Ю. Орловская, В.М. Евчук, В.Г. Ролик (СССР). – №4241670/30-13; Заявл. 07.05.87; Оpubл. 30.04.90, Бюл. №16. – 6 с.

Здобувач запропонував сушити промите у воді ядро під вакуумом.

30. Способ получения конфетной пралиновой массы: А.с. 1835631 СССР, МКИ А 23 С 3/00 / Н.П. Ихно, Ю.Г. Кожанов, С.А. Мироненко, Ю.А. Кулик, А.Ю. Орловская, Л.Ф. Перлина, С.А. Бут, Н.Л. Рябуха (СССР). – №4821728/13; Заявл. 03.05.90; Зарегистр. 13.10.92. – 9 с.

Здобувач розробив технологію підготовки ядра соняшника перед його введенням у пралінову масу цукерок.

31. Измельчитель: А.с. 1741894 СССР, МКИ В 02 С 18/06. / Н.П. Ихно (СССР). – №4879308/33. Заявл. 31.10.90; Оpubл. 23.06.92, Бюл. №23. – 8 с.

32. Пат. 1819402 СССР, МКИ В 02 В 3/00. Семьянорушка Ихно / Н.П. Ихно (СССР) – №4892132/13; Заявл. 10.12.90; Зарегистр. 11.10.92. – 9 с.

33. Пат. 2046262 Российская Федерация, МКИ F 26 В 3/08 Способ сушки ядра семян подсолнечника / Н.П.Ихно (Украина). – №5009978/13; Заявл. 02.07.91; Оpubл.20.10.95, Бюл. №29. – 19 с.

34. Пат. 12843 Україна, МКИ В 02 С 18/06. Роздріблювач / М.П. Іхно (Україна). – №94322026. Заявл. 10.06.93; Оpubл. 28.02.97, Бюл. №1. – 8 с.

35. Пат. 6656 Україна, МКИ А 23 С 3/00. Спосіб одержання цукеркової пралінової маси / М.П. Іхно, Ю.Г. Кожанов, С.А. Мироненко, Ю.О. Кулік,

А.Ю.Орловська, Л.Ф. Перлина, С.А. Бут, М.Л. Рябуха (Україна). – №94301119. Заявл. 12.04.93; Опубл. 29.12.94, Бюл. №8-1. – 10 с.

Здобувач розробив технологію підготовки ядра соняшника перед його введенням у пралінову масу цукерок.

36. Пат. 3344 Україна, МКИ В 02 В 3/00. Насіннерушка Іхно / М.П. Іхно (Україна). – № 93321174; Заявл. 16.03.93; Опубл.27.12.94, Бюл. № 6-1. – 13 с.

37. Пат. 27009 Україна, МКИ А 23 L 1/46, С 11 В 1/04 Спосіб одержання ядра соняшникового насіння / М.П. Іхно (Україна). – №95114827; Заявл. 09.11.1995; Опубл.28.02.2000, Бюл. №1. – 9 с.

38. Пат. 20833 Україна, МКИ В 07 В 1/46. Калібровочна машина / М.П. Іхно (Україна). – №95031343; Заявл. 27.03.95; Опубл.15.02.2001, Бюл. №1. – 11 с.

39. Пат. 17430 Україна, МКИ В 02 В 3/00, 3/02 Насіннерушка-2 Іхно / М.П. Іхно (Україна). – №95042099; Заявл. 27.04.95; Опубл. 16.10.2000, Бюл. №5-1. – 14 с.

40. Пат. 51792. Україна. 7 В07В 1/46. Калібрувальна машина / М.П. Іхно, Л.В. Фадеев (Україна). – № 99126926. Заявл. 20.12.99; Опубл. 16.12.02, Бюл. № 12. – 11с.

Здобувач розробив технологічну схему та компоновку машини.

41. Пат. 51395 А Україна. Майонез / М.П. Іхно, А.А. Котелевська (Україна). – №32002031975. Заявл. 12.03.2002; Опубл. 15.11.2002, Бюл. №11. – 4 с.

Здобувач науково обгрунтував склад майонезу з ядром соняшника.

42. Пат. 52285 А Україна. Харчовий продукт / М.П. Іхно, А.А. Котелевська (Україна). – №32002043235. Заявл. 19.04.2002; Опубл. 16.12.2002, Бюл. №12. – 4 с.

Здобувач розробив технологію виготовлення харчового продукту.

43. Іхно Н.П., Котелевская А.А., Левченко В.В., Челомбитько Е.В., Квашенко И. А. Ядро семян подсолнечника – новый вид сырья для изготовления пищевых продуктов // Олійно-жировий комплекс. – Днепропетровск, 2003. – №2. – С.17-20.

Здобувач обгрунтував положення про ядро як новий вид сировини для виготовлення харчових продуктів.

44. Пат. 55112 А Україна. Спосіб отримання пасти соняшnikової / М.П. Іхно, А.А. Котелевська (Україна). – №2002075371. Заявл. 01.07.2002; Опубл. 17.03.2003, Бюл. №3. – 4 с.

АНОТАЦІЇ

Іхно М.П. Науково-практичні основи отримання та використання харчового безлушпинного ядра соняшника. – Рукопис.

Дисертація на здобуття вченого ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.18.06 – технологія жирів, ефірних масел та парфумерно-косметичних продуктів. – Національний технічний університет “Харківський політехнічний інститут”, Харків, 2004.

Вивчено закономірності гідросепарування рушанки насіння соняшника (швидкість осадження ядра, зміна вологості, кислотного числа жиру ядра), сушіння ядра в киплячому шарі (температура і час сушіння, швидкість теплоносія). Дані використано при розробці креслень машин для виробництва ядра мокрим способом.

Вперше науково обгрунтовано і на діючих фізичних моделях визначено параметри і конструкції машин для отримання безлушпинного ядра сухим способом: калібрування насіння за товщиною, кондиціонування фракцій, обрушування насіння, відділення недоруша. Розроблено робочі креслення машин, які працюють у промислових умовах. Досліджено кінетичні закономірності обрушування насіння соняшника. Розроблено нову теорію обрушування насіння в полі відцентрових сил.

Вивчено функціональні властивості ядра, макухи і шроту, умови стабілізації хлорогенової кислоти, створено нові харчові продукти з ядром – майонез, соняшникова паста, харчовий продукт – аналог сметани, цукерки, локшина.

Ключові слова: ядро соняшника безлушпинне, способи отримання та використання, конструкції машин, технології харчових продуктів, ресурсоенергозбереження.

Іхно Н.П. Научно-практические основы получения и использования пищевого безлузгового ядра подсолнечника. – Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 05.18.06 – технология жиров, эфирных масел и парфюмерно-косметических продуктов. – Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», г. Харьков, 2003 г.

Диссертация посвящена решению проблемы получения пищевого безлузгового ядра из семян подсолнечника и его использования для изготовления пищевых продуктов. Впервые создана концепция машин и двух линий производства ядра – мокрым и сухим способами. Впервые разработаны машины и способы, специально предназначенные для получения безлузгового ядра. Впервые теоретически обоснованы принципы разделения семян на 4-8 фракций по толщине (калиброва-

ние семян), их термической обработки перед обрушиванием. Впервые разработана новая теория обрушивания семян подсолнечника в поле центробежных сил и в условиях, близких к идеальным, на основе которой создана центробежная «Семянорушка-2 Ихно» (рушанка содержит от 0 до 10 % недоруша). Разработаны машины: отделитель ядра, сушилка ядра, сушилка недоруша, измельчитель ядра и недоруша, калибровочная машина, кондиционер, «Семянорушка-2 Ихно», а также способ получения ядра подсолнечника. Линия производства ядра сухим способом внедрена. Впервые обоснованы и найдены условия получения из безлузгового ядра пищевых белковых продуктов – жмыха (муки) и шрота, показана возможность их производства с использованием оборудования действующих маслоэкстракционных заводов. Впервые выдвинуто новое направление в переработке семян подсолнечника: основной целью переработки становится получение белковых продуктов (жмыха и пищевого шрота), а масло будет побочным продуктом при производстве белков – заменителей белков животных; рентабельность завода при этом увеличится в 2,5–3 раза. Научно обосновано преимущество использования ядра в пищевых продуктах по сравнению с концентратом и изолятом подсолнечника, изучены функциональные свойства ядра, жмыха, шрота. Разработаны технологии и рецептуры продуктов с добавлением ядра, жмыха и шрота подсолнечника, а именно: кондитерских изделий, хлеба, майонеза, сметаны, фарша для котлет, паштета, крема сладкого – по калорийности не уступающих аналогам из мяса, яиц, орехов. Конструкции машин и способ получения ядра защищены патентами.

Ключевые слова: ядро подсолнечника безлузговое, способы получения и применения, конструкции машин, технологии пищевых продуктов, ресурсоэнергосбережение.

Ihno N.P. Scintific-practical fundamentals of obtaining and using food husk-free kernel of a sunflower. – Manuscript.

Thesis for an academic degree of Doctor of Technical Sciences in 05.18.06 specialty – technology of fats, ether oils, and perfume and cosmetic products. – National Technical University “Kharkiv Polytechnic Institute”, Kharkiv, 2003.

Such hydroseparation regularities of sunflower seeds as: settling rate of a kernel, humidity change, change of acid number of kernel fat, kernel drying in a boiling bed –

temperature and time of drying, air speed, were studied and were used in machine drawing development for production of kernel by wet method.

Parameters and machines constructions for obtaining a free-of-husk kernel by a dry method: seed calibration according to the thickness, their conditioning, seeds decortication, separation, for the first time were grounded scientifically and defined on the acting physical models. Machines working drawings that work under industrial conditions were developed. Kinetic regularities of sunflower seeds decortication were researched. The new theory of seeds decortication in the centrifugal force field was elaborated.

Functional properties of kernel, oilcake and, conditions of chlorogenic acid stabilisation were studied, new articles of food with kernel, such as: mayonnaises, paste, sour cream, confectionery, noodles, were created.

Key words: sunflower kernel, husk-free, method of obtaining and using, machines constructions, provision technology, energy resources saving.