


**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

КОВТУН АЛІНА ВОЛОДИМИРІВНА



УДК 664.87

**УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ФОРМОВАНИХ КАРТОПЛЯНИХ
ЧПСІВ ПІДВИЩЕНОЇ ХАРЧОВОЇ ЦІННОСТІ**

Спеціальність 05.18.01 – Технологія хлібопекарських продуктів, кондитерських виробів та харчових концентратів

АВТОРЕФЕРАТ

дисертації на здобуття наукового ступеня

кандидата технічних наук

Київ – 2020

Дисертацією є рукопис.

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

Науковий керівник: доктор технічних наук, професор
Ковбаса Володимир Миколайович,
Національний університет харчових технологій,
завідувач кафедри технології
хлібопекарських і кондитерських виробів.

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор
Іоргачова Катерина Георгіївна,
Одеська національна академія харчових технологій,
завідувач кафедри технології хліба, кондитерських,
макаронних виробів і харчоконцентратів,

кандидат технічних наук, професор
Самохвалова Ольга Володимирівна,
Харківський державний університет
харчування та торгівлі,
завідувач кафедри технології хліба,
кондитерських, макаронних виробів
і харчоконцентратів.

Захист відбудеться «16» грудня 2020 р. о 10.30 год на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 26.058.06 Національного університету харчових технологій за адресою: 01601, м. Київ, вул. Володимирська, 68, аудиторія Б-311.

З дисертацією можна ознайомитися у бібліотеці Національного університету харчових технологій за адресою: 01601, м. Київ, вул. Володимирська, 68.

Автореферат розісланий 11 листопада 2020 року.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради, д.т.н. доц.



Ю. В. Камбулова

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Обґрунтування вибору теми дослідження. Питання здорового способу життя, використання натуральної сировини і готової продукції, що не містить шкідливих добавок набувають все більшої актуальності. Це стимулює науковців розробляти рецептури і впроваджувати нові технології продуктів, які вийдуть до раціону населення усіх вікових груп з різним способом життя. Зростаючий попит серед споживачів на спеціальні та функціональні продукти потребує вирішення задач, що виникають при виробництві традиційних корисних виробів за доступною ціною та з високими показниками якості.

Останнім часом у споживачів збільшився інтерес до харчових продуктів, що містять корисні для здоров'я нутрієнти – харчові волокна, пектинові речовини, вітаміни групи В, А, D, Е, мінеральні речовини (калій, магній, кальцій, йод, залізо тощо), антиоксиданти (β -каротин, аскорбінова кислота, α -токоферол), поліненасичені жирні кислоти (ω -3 та ω -6 жирні кислоти), тощо.

Окрім цього, за останні роки суттєво збільшилась кількість споживання харчових концентратів. Постійна зайнятість, сучасний спосіб життя ведуть до того, що в споживачів не вистачає часу для приготування їжі, тому все частіше вони змушені використовувати у своєму денному раціоні харчові концентрати, які є простими у приготуванні, в тому числі ті, що взагалі не потребують кулінарного оброблення.

Чіпси, стали продуктом масового вжитку, проте вони мають високу калорійність, містять велику кількість легкозасвоюваних вуглеводів і незначну кількість поживних речовин. Розрізняють چیпси, які виробляються зі свіжої картоплі та з сухого картопляного пюре (формовані картопляні چیпси – ФКЧ). На сьогодні в Україні вирощують спеціальні сорти картоплі, які йдуть на виробництво چیпсів, а також на виробництво сухого картопляного пюре.

Багато зарубіжних вчених (Бойль, Стефансон) США, Білорусі (Мазур А. М., Прохорцева Т.В.), України (Ковбаса В.М., Коваленко О. А., Войцешина Н. І., Купріянова Т. М.), займаються проблемою вивчення якості та безпечності виробництва چیпсів. Однак питання, які пов'язані з удосконаленням технології формованих картопляних چیпсів, змін які відбуваються в процесі підготовки сировини, температурного оброблення та зберігання готових виробів на сьогодні залишаються недостатньо вивченими і не докінця розкритими.

Таким чином, розроблення науково обґрунтованої технології формованих картопляних چیпсів підвищеної харчової цінності з застосуванням висівок, жмиху та кріопорошків є актуальним завданням сьогодення.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота виконувалася відповідно до тематики науково-дослідної роботи кафедри технології хлібопекарських і кондитерських виробів Національного університету харчових технологій № 0115U004343 «Розробка прогресивних ексклюзивних технологій харчоконцентратів підвищеної харчової цінності, швидкого приготування, дитячого, лікувально-профілактичного призначення».

Особиста участь автора полягає у проведенні та детальному опрацюванні аналітичного огляду, експериментальних досліджень, теоретичному обґрунтуванні

результатів та удосконаленні технології формованих картопляних чіпсів, апробації їх у виробничих умовах і розробленні нормативної документації.

Мета і завдання дослідження. Метою дисертаційної роботи є удосконалення та науково-практичне обґрунтування технології формованих картопляних чіпсів з підвищеною харчовою цінністю за рахунок використання висівків жита, ячменю, жмиху гарбузового насіння, кріопорошків броколі та червоного буряка, а також подовження їх терміну зберігання з урахуванням технологічних властивостей нових видів сировини та зниження енергетичної цінності за рахунок проведення випікання-висушування без фритюрного жиру.

Для досягнення поставленої мети були поставлені такі завдання:

- проаналізувати сучасний стан ринку картоплепродуктів України, дослідити функціональні властивості харчових волокон, побічних продуктів вторинного борошномельного виробництва, харчових жмихів, кріопорошків;
- визначити хімічний склад досліджуваної сировини та підібрати її оптимальний гранулометричний склад;
- визначити водопоглинальну, жирозв'язувальну здатність висівків жита, ячменю, жмиху гарбузового насіння, кріопорошків броколі та червоного буряка;
- дослідити вплив висівків, жмиху та кріопорошків на процес клейстеризації крохмалю в картопляному тісті;
- оптимізувати процес приготування формованих картопляних чіпсів з використанням висівків жита, ячменю, жмиху гарбузового насіння, кріопорошків броколі та червоного буряка;
- визначити вплив температурного оброблення формованих картопляних чіпсів, вироблених за удосконаленою технологією та її вплив на кількість вільної та зв'язаної вологи в готових виробах;
- дослідити процес утворення акриламідів в готових формованих картопляних чіпсах;
- підібрати вид пакувального матеріалу та встановити закономірність зміни кислотного та пероксидного числа в процесі зберігання формованих картопляних чіпсів;
- визначити зміни харчової цінності в розроблених формованих картопляних чіпсах з висівками жита, ячменю, жмихом гарбузового насіння, кріопорошків броколі та червоного буряка;
- здійснити апробацію лабораторних розробок формованих картопляних чіпсів у виробничих умовах і розробити нормативну документацію.

Об'єкт досліджень – технологія формованих картопляних чіпсів.

Предмет досліджень – картопляна крупка, висівки (жита, ячменю), жмих гарбузового насіння, кріопорошки (броколі, червоного буряка) тістові напівфабрикати, процес випікання-висушування без використання фритюрного жиру, якісні показники продукції.

Методи досліджень – органолептичні, фізико-хімічні, хімічні, експериментально-статичні, що виконані як за загальноприйнятими, так і оригінальними методиками, з використанням сучасних приладів та засобів оброблення одержаних результатів.

Наукова новизна отриманих результатів. Науково обґрунтовано і удосконалено технологію та рецептурний склад формованих картопляних чіпсів з

використанням висівок жита, ячменю, жмиху гарбузового насіння, кріопорошків броколі та червоного буряка з метою підвищення їх харчової цінності та застосування нового способу термічного оброблення формованих картопляних чіпсів без фритюрного жиру.

Вперше:

- сформульовано теоретичні й практичні передумови використання запропонованих добавок (висівок, жмиху, кріопорошків) при виробництві формованих картопляних чіпсів, розроблено математичні моделі технологічного процесу і проведено оптимізацію параметрів їх виготовлення;
- досліджено закономірність співвідношення (4:1) картопляної крупки до висівок жита, ячменю, жмиху гарбузового насіння, кріопорошків броколі та червоного буряка, що дозволяє отримати готові вироби підвищеної харчової цінності;
- отримані нові наукові дані щодо зменшення акриламід у готових формованих картопляних чіпсах виготовлених за запропонованою рецептурою;
- встановлено вплив висівок жита, ячменю, жмиху гарбузового насіння, кріопорошків броколі та червоного буряка на реологічні властивості картопляного тіста при яких досягнуто максимально міцний структурований каркас системи;
- проведено порівняльний аналіз даних термогравіметричного та диференціально-термічного досліджень в готових формованих картопляних чіпсах шляхом розділення залежності DTG на піки за допомогою розподілу Гауса та використано методики обрахунку даних для пористих твердих тіл, а також визначено значення енергії активації молекул води за температур максимального видалення вологи.

Дістало подальший розвиток дослідження щодо:

- процесу температурного оброблення формованих картопляних чіпсів без використання фритюрного жиру шляхом випікання-висушування;
- наукових уявлень про вплив параметрів виробництва та кількості аспарагінової кислоти і редукувальних цукрів на накопичення акриламід при виробництві формованих картопляних чіпсів;
- закономірностей зміни кислотного і пероксидного числа формованих картопляних чіпсів виготовлених за різними технологіями в процесі зберігання;
- підбору пакувального матеріалу для формованих картопляних чіпсів подовжених термінів зберігання.

Практичне значення одержаних результатів. Розроблено та затверджено технологічні інструкції та рецептури спеціальною галузевою дегустаційною комісією з оцінки якості кондитерських виробів, харчових концентратів, кави, чаю та напоїв на їх основі Асоціації «Укркондпром» на нові види формованих картопляних чіпсів з висівками жита, ячменю, жмихом гарбузового насіння, кріопорошками броколі та червоного буряка. Одержано деклараційні патенти України на корисну модель № 110505 формовані картопляні чіпси «Здоров'я», № 119428 формовані картопляні чіпси «Висівкові», № 119525 формовані картопляні чіпси «Кріочіпс». Результати наукових досліджень апробовано в промисловому виробництві на підприємстві ТОВ «АГАТ».

Отримані результати досліджень використовуються у навчальному процесі під час вивчення дисциплін «Технологія харчових концентратів», «Інноваційні технології борошняних, кондитерських виробів та харчових концентратів» для студентів спеціальності 181 «Харчові технології» ОП «Харчові технології та інженерія» та ОП 2-го магістерського рівня «Технологія хліба, кондитерських, макаронних виробів та харчоконцентратів».

Особистий внесок здобувача. Автором особисто проведено дослідження з вивчення хімічного складу додаткової сировини, впливу висівок, жмиху та кріопоршків на зміну фізико-хімічних і структурно-механічних показників якості картопляного тіста та готових виробів. Узагальнено отримані результати та проведено математичну обробку результатів за допомогою статистичного і регресійного аналізу.

Аналіз і узагальнення результатів досліджень, формулювання висновків, підготовку матеріалів до публікації проведено спільно з науковим керівником д.т.н., проф. Ковбасою В.М., к.т.н. Пічкуром В.Я., доц. Лазаренком М.М.

Апробація матеріалів дисертації. Основні положення дисертаційної роботи доповідались на 82...85-й наукових конференціях молодих учених, аспірантів і студентів «Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у ХХІ столітті» НУХТ (м. Київ, 2016...2019 р.); Міжнародній науковій конференції «Нові ідеї в харчовій науці – нові продукти харчовій промисловості», НУХТ (м. Київ, 2014 р.); Міжнародній науково-практичній інтернет-конференції «Харчові добавки. Харчування здорової та хворої людини» (м. Кривий Ріг, 2016 р.); Всеукраїнській науково-практичній конференції молодих учених та студентів з міжнародною участю «Проблеми формування здорового способу життя у молоді» (м. Одеса, 2018 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Оздоровчі продукти та дієтичні добавки: технології, якість та безпека», НУХТ (м. Київ, 2018 р.); Всеукраїнській науково-практичній конференції присвяченій 135-річчю НУХТ (м. Київ, 2019 р.).

Публікації. За результатами досліджень опубліковано 18 друкованих праць, з них 6 статей у фахових виданнях і збірниках наукових праць, у тому числі 2 – у міжнародних виданнях, 4 – у наукових фахових виданнях, перелік яких затверджено Міністерством освіти і науки України з технічних наук, 9 тез доповідей і матеріалів – в опублікованих матеріалах науково-практичних конференцій, 3 патенти України на корисну модель.

Структура та обсяг дисертації. Дисертаційна робота складається із вступу, п'яти розділів, висновків, списку використаних джерел, що містить 177 найменування, 8 додатків. Основні матеріали викладено на 151 сторінці друкованого тексту, містять 29 рисунків, 51 таблицю.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** обґрунтовано актуальність теми дисертаційної роботи, сформульовано мету та завдання досліджень, визначено наукову новизну та практичне значення одержаних результатів. Наведено відомості про особистий внесок автора, апробацію та опублікування результатів, структуру та обсяг роботи.

У **першому розділі «ОГЛЯД СУЧАСНОГО СТАНУ ВИРОБНИЦТВА ФОРМОВАНИХ КАРТОПЛЯНИХ ЧІПСІВ»** проаналізовано сучасний стан

виробництва та інноваційні технології формованих картопляних чіпсів. Розглянуто та опрацьовано різні види картопляної сировини, її хімічний склад та способи підготовки для промислового виробництва формованих картопляних чіпсів. Вивчені функціональні властивості харчових волокон, їх використання в харчовій промисловості та фізіологічну дію на організм людини. Проведено аналіз доцільності використання вторинної рослинної сировини багатой харчовими волокнами на прикладі висівків жита, ячменю, жмиху гарбузового насіння, кріопорошків броколі та червоного буряка, та вивчені їх фізико-хімічні і технологічні показники. Розглянуто класичну технологію виробництва формованих картопляних чіпсів, яка передбачає процес обсмажування у фритюрній олії при високих температурах понад (160°C) внаслідок чого чіпси поглинають до 40 % жиру та накопичують канцерогенні речовини, які впливають на якість кінцевого продукту. На основі літературного огляду сформульовані завдання, які спрямовані на підвищення харчової цінності та зменшення кількості жиру в готових формованих картопляних чіпсах.

У другому розділі «**ХАРАКТЕРИСТИКА СИРОВИНИ ТА МЕТОДОЛОГІЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ**» надано характеристику досліджуваної сировини, що відповідає вимогам нормативно-технічної документації: картопляна крупка висівків державної санітарно-епідеміологічної експертизи № 05.03.02-03/34971 від 27. 05. 2014 р, висівки житні («Агросільпром» ТУ 15.8-24239651-007/2007); висівки ячмінні («Агросільпром» ТУ 15.8-24239651-007/2007); жмих гарбузового насіння («Агросільпром» ТУ 15.8-24239651-007/2007); кріопорошки: червоного буряка та броколі («Гаммі» ТУ У 15.3–05417118.024–2006).

Експериментальна частина роботи виконувалася в лабораторних умовах кафедри технології хлібопекарських і кондитерських виробів, кафедри готельно-ресторанної справи, фізичної і колоїдної хімії Національного університету харчових технологій, Інституті біохімії ім. О.В. Палладіна, ДУ «Інституті медицини праці НАМН» імені Ю.І. Кундієва, Національного університету ім. Т.Г. Шевченка, Державного центру сертифікації і експертизи сільськогосподарської продукції.

Дослідження з визначення якості сировини, напівфабрикатів і готових виробів проводили з використанням загальноприйнятих і спеціальних методів. Реологічні властивості модельних зразків картопляної крупки з висівками, жмихом, кріопорошками визначали на віскозиметрі типу «РЕОТЕСТ-2». Процес клейстеризації крохмалю сировини досліджували на амілографі «Брабендера».

Досліджували форми зв'язку вологи термогравіметричним методом на дериватографі Q-1000. За допомогою розподілу Гауса проводили розділення DTG на піки та проводили обрахунок. Кількість вільної та зв'язаної вологи визначали відповідно до класифікації О.П. Ребіндера.

Для оптимізації технологічних параметрів використовували метод повнофакторного експерименту з обробленням математичних обчислень в системі MathCad. Отримані рівняння регресії перевірено на адекватність за критерієм Фішера. Блок-схему проведення досліджень щодо удосконалення технології формованих картопляних чіпсів наведено на рисунку 1.

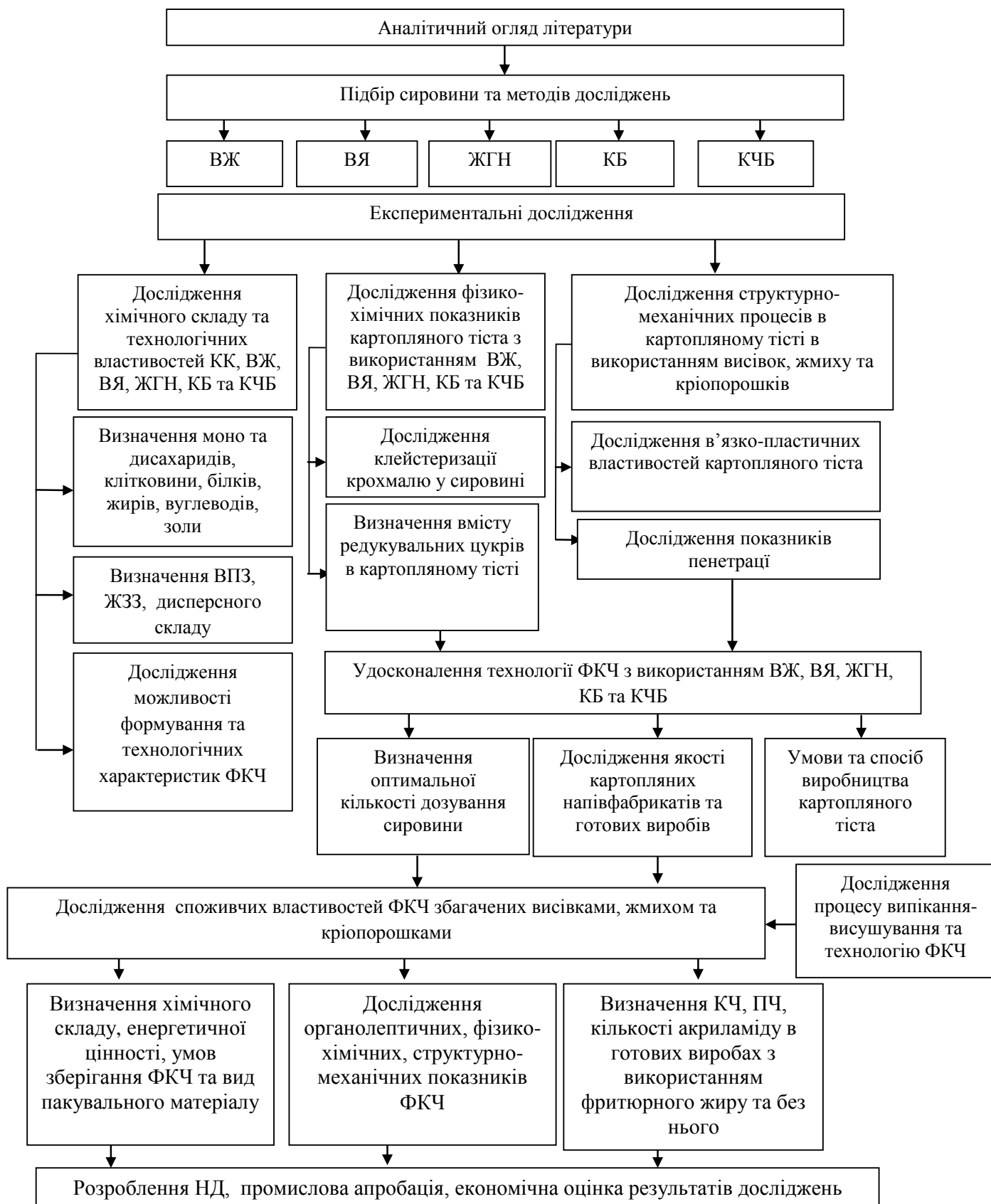


Рисунок 1. Блок-схема проведення досліджень

У третьому розділі «ДОСЛІДЖЕННЯ ФІЗИКО-ХІМІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ОСНОВНОЇ ТА ДОДАТКОВОЇ СИРОВИНИ» визначено хімічний склад картопляної крупки (КК), висівок жита (ВЖ), висівок ячменю (ВЯ), жмиху гарбузового насіння (ЖГН), кріопорошків броколі (КБ) та червоного буряка (КЧБ), вміст в них клітковини, жиру, білкових та пектинових речовин. Визначено дисперсний склад сировини, її водопоглинальну та жирозв'язувальну здатність, амінокислотний склад, масову частку редукувальних цукрів. Встановлено, що вуглеводна складова досліджуваної сировини, в основному представлена харчовими волокнами (13,6...47,6 %).

Таблиця 1 – Хімічний склад досліджуваної сировини, % до маси СР

Вид сировини	Масова частка вологи	Білкові речовини (в.т.ч. амінокислоти)	Жир	Вуглеводи				
				Моно- та дисахариди	Крохмаль	Пектинові речовини	Клітковина	Зола
Картопляна крупка	6,5	6,4	0,2	3,7	70,7	2,2	6,8	3,5
Висівки:								
жита	8,0	10,3	1,5	0,7	26,0	-	47,6	5,9
ячменю	8,0	11,5	1,8	1,0	26,1	-	45,9	5,7
Жмих гарбузового насіння	8,0	27,0	4,2	3,4	17,5	-	33,2	6,7
Кріопорошки:								
броколі	7,0	19,0	0,3	9,5	-	44,0	13,6	6,6
червоного буряка	7,0	9,7	0,2	10,2	-	49,2	17,7	6,0

Обрана сировина містить в достатній кількості необхідні функціональні нутрієнти (харчові волокна, білки, вітаміни, мінеральні речовини), які можуть використовуватися у виробництві формованих картопляних чіпсів.

Дослідження гранулометричного складу картопляної крупки, висівок, жмиху та кріопорошків показало, що оптимальним є середній розмір частинок сировини 40 мкм, при якому задовольняються органолептичні та структурно-механічні показники картопляного тіста та готових формованих картопляних чіпсів.

Для визначення параметрів гідrataції сировини встановлювали її водопоглинальну здатність (ВПЗ) при температурах від 20 до 80°C.

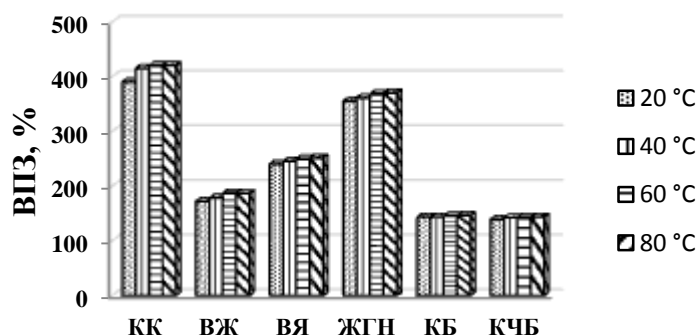


Рисунок 2. Водопоглинальна здатність досліджуваної сировини

Водопоглинальна здатність досліджуваної сировини з підвищенням температури збільшується за рахунок крохмалю, харчових волокон та білкових

речовин. Найбільше водопоглинальна здатність збільшується при температурі 60°C, для КК до (420%), для ЖГН (370%), для ВЖ та ВЯ (172-251%) для кріопорошків КБ та КЧБ (139-146%). Встановлено, що при температурі 60°C зерна крохмалю досліджуваної сировини найбільше набухають, збільшуються в розмірах і швидко втрачають свою кристалічну структуру. При температурі 80°C відбувається часткова клейстеризація сировини, за рахунок чого руйнується внутрішня структура крохмальних зерен і водопоглинальна здатність перестає збільшуватися. При температурах від 20°C до 40°C відбувається повільне поглинання води так як амілопектин погано переходить в розчинний протопектин. Не менш важливим чинником, що впливає на водопоглинальну здатність є хімічний склад досліджуваної сировини. У картопляній крупці на водопоглинальну здатність впливає співвідношення у складі крохмалю амілози (73%) і амілопектину (23%). У жмисі гарбузового насіння кількість білкових речовини до (45%). У висівках міститься переважна кількість харчових волокон до (47%), які здатні поглинати та акумулювати значну кількість води. Кріопорошки поглинають меншу кількість води порівняно з картопляною крупкою, висівками та жмихом за рахунок переважної кількості в їх хімічному складі пектинових речовин до (50%).

Класична рецептура формованих картопляних чіпсів передбачає стадію обсмажування. Внаслідок цього чіпси поглинають до 40 % рослинного жиру, набувають хрусткості та особливого смаку. Дане дослідження проведено з метою встановлення жирозв'язувальної здатності досліджуваної сировини (висівок, жмиху та кріопорошків) по відношенню до картопляної крупки.

Таблиця 2 – Жирозв'язувальна здатність КК, ВЖ, ВЯ, ЖГН, КБ, КЧБ

Досліджувана сировина	Жирозв'язувальна здатність, %
Картопляна крупка	231
Висівки жита	206
Висівки ячменю	203
Жмих гарбузового насіння	195
Кріопорошок червоного буряка	131
Кріопорошок броколі	137

Підвищену жирозв'язувальну здатність картопляної крупки можна пояснити наявністю в її хімічному складі крохмальних зерен з надтонкими мікроскопічними капілярами, що забезпечують всмоктування в середину них великої кількості як вологи, так і жиру. ВЖ, ВЯ, ЖГН, КБ та КЧБ також проявляють жирозв'язувальну взаємодію з жирами і утворенням гліколіпідів за рахунок утворення ковалентних зв'язків. Крім того жирозв'язувальна здатність пояснюється явищем адсорбції поверхнею частинок досліджуваної сировини. З отриманих даних можна стверджувати про доцільність використання висівок, жмиху та кріопорошків у технології формованих картопляних чіпсів.

Для повного спектру уявлення загального складу сировини досліджено її амінокислотний склад. Аналіз амінокислотного складу білків досліджуваної сировини показав високий скор за фенілаланіном+тирозином в межах 126 – 154 %. Лімітуючою амінокислотою в картопляній крупці є метіонін+цистин, що становить 75 %. Скор за метіоніном+цистином в ВЯ, ВЖ, ЖГН, КЧБ, КБ коливається в межах

78 % - 97 % – більше ніж в картопляній крупці, тому це дає змогу спрогнозувати підвищення амінокислотного скору за цією амінокислотою в готових виробках.

Один з основних показників, що впливає на якість та безпечність формованих картопляних чіпсів – це масова частка редукувальних цукрів в початковій сировині, які окрім забарвлення також впливають на процес утворення складних речовин (меланоїдинів).

Таблиця 3 – Масова частка редукувальних цукрів в сировині

Назва сировини	Масова частка редукувальних цукрів %, СР
Картопляна крупка	0,60
Висівки жита	0,80
Висівки ячменю	0,74
Жмих гарбузового насіння	0,50
Кріопорошок броколі	0,35
Кріопорошок червоного буряка	0,30

Встановлено, що масова частка редукувальних цукрів у ВЖ та ВЯ становить 0,74-0,80 % в картопляній крупці 0,60 %, в ЖГН 0,50 %, в кріопоршках 0,30-0,35 %. Такі показники задовольняють вимогам технологічного процесу формованих картопляних чіпсів.

У четвертому розділі «ВПЛИВ ВИСІВОК, ЖМИХУ ТА КРІОПОРОШКІВ НА СТРУКТУРНО-МЕХАНІЧНІ ПОКАЗНИКИ КАРТОПЛЯНОГО ТІСТА» зроблено акцент на зміну реологічних та структурно-механічних показників картопляного тіста з висівками жита, ячменю, жмихом гарбузового насіння, кріопорошками броколі та червоного буряка.

Досліджено процес пенетрації картопляного тіста з ВЖ, ВЯ, ЖГН, КБ та КЧБ. Встановлено, що показники пенетрації тістових напівфабрикатів збільшуються з додаванням висівок жита на 14 %, ячменю на 13 %, жмиху гарбузового насіння на 9 %. Натомість для картопляних напівфабрикатів з кріопорошком броколі, показники пенетрації зменшуються на 23 %, кріопорошком червоного буряка на 16 %. Це пов'язано з хімічним складом сировини її водопоглинальною та вологозв'язувальною здатністю.

Визначено реологічні показники картопляних напівфабрикатів рис.3-6.

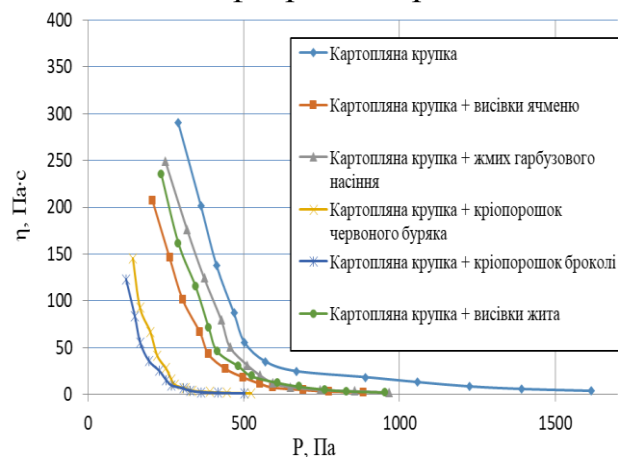
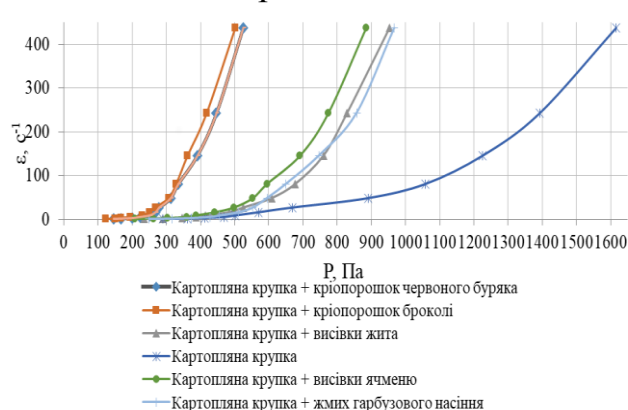


Рисунок 3. Криві течії модельних зразків формованих картопляних чіпсів

Рисунок 4. Криві в'язкості модельних зразків формованих картопляних чіпсів

Досліджено в'язкість картопляного тіста на прикладі модельних систем. Встановлено, що всі досліджувані зразки з масовою часткою вологи 42 % відносяться до структурованих систем. Найбільшу в'язкість практично не зруйнованої системи має зразок КК (290 Па*с). Аномалія в'язкості дослідних зразків найбільша в контрольному зразку КК (286 Па*с) та наближені до неї показники у зразках КК+ЖГН (247 Па*с) та КК+ВЖ (233 Па*с).



Рисунок 5. Діаграма величин аномалії в'язкості $\eta_0-\eta_m$ модельних зразків формованих картопляних чіпсів

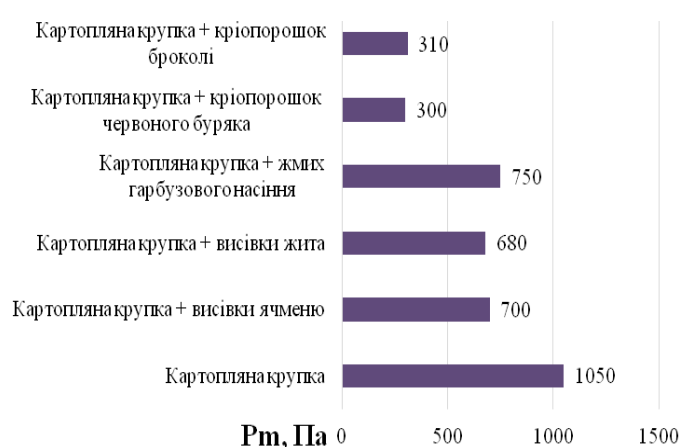


Рисунок 6. Напряга практично зруйнованої структури P_m модельних зразків формованих картопляних чіпсів

Найбільш міцний структурований каркас системи характерний для КК (1050 Па) та в поєднанні її ЖГН (750 Па). Найбільша міцність в зразку КК+КЧБ (0,5 Па), в усіх інших зразках вона корелюється між собою (0,3-0,4 Па). Діапазон напружень в яких відбувається руйнування структури чітко виражений у зразку з КК (3,6 Па).

Враховуючи специфіку хімічного складу та властивостей використаної сировини досліджували процес клейстеризації крохмалю.

Таблиця 4 – Показники амілограм модельних зразків

Показник	Контроль	Картопляна крупка з додаванням:				
		ВЖ	ВЯ	ЖГН	КБ	КЧБ
Максимальна в'язкість, од. пр.	540,0	720,0	810,0	690,0	1050	970,0
Максимальне досягнення в'язкості, хв	7,0	7,0	7,0	6,0	8,0	6,0
Температура при максимальній в'язкості, °С	52,0	46,7	45,2	46,0	52,2	50,6

Отримані показники амілографа показують, що поєднання картопляної крупки з ВЖ, ВЯ, не впливає на час досягнення максимуму в'язкості клейстеризованої суміші, але знижує температуру клейстеризації для ВЖ та ВЯ на 10,0 % - 13,0 % у порівнянні з контрольним зразком. При поєднанні картопляної крупки з ЖГН знижується максимальне досягнення в'язкості на 1 хв, а також температура клейстеризації на 11,5 % порівняно з контрольним зразком. Встановлено, що максимальна в'язкість сумішей з ВЖ, ВЯ та ЖГН збільшується в порівнянні з контролем на 33,3 %, 50,0 % та 27,8 %. Очевидно це пов'язано з тим, що висівки

містять у своєму складі полісахариди, які поглинають більше води та сприяють згущенню системи і тим самим підвищують її в'язкість. Для картопляного тіста з КЧБ температура максимальної в'язкості зменшилася на 2,7 %, а при використанні КБ температура максимальної в'язкості зросла на 0,4 % в порівнянні з контрольним зразком. Визначено, що максимальна в'язкість картопляного тіста з КБ збільшується на 94 %, а з КЧБ на 79 % порівняно з контролем.

Підвищення в'язкості впливатиме на структурно-механічні показники картопляного тіста та готових виробів в цілому.

Для визначення оптимальних параметрів виробництва ФКЧ було поставлено та проведено повнофакторний експеримент. Оброблення результатів проводили з допомогою програми Mathcad. Проведено два варіанти оптимізації: в першому варіанті вихідним фактором обрано міцність (Y1), в другому – органолептичні показники (Y2). В першому випадку X_1 – ступінь подрібнення висівок (30...50 мкм), X_2 – температура випікання-висушування (120...135°C), X_3 – вологість картопляного тіста (40 ...42 %).

Після оброблення експериментальних даних отримано рівняння регресії:

$$Y = 21.953 - 6.958X_1 - 0.075X_2 - 0.489X_3 + 0.055X_1X_2 + 0.17X_1X_3 + 0.002X_2X_3 - 0.001X_1X_2X_3$$

Відповідно до отриманого рівняння регресії в натуральному вигляді міцність формованих картопляних чіпсів буде зменшуватися при ступені подрібнення висівок та жмиху до 40 мкм, вологості картопляного тіста 40 % та температурному оброблення 134...135 °C.

За другим критерієм вихідними факторами обрано: X_1 – кількість дозування картопляної крупки (78,5...79 %), X_2 – температура випікання-висушування (120...135°C), X_3 – тривалість випікання-висушування (4,0...4,5хв) та отримано наступне рівняння регресії:

$$Y = 3327.47 - 43.112X_1 - 30.627X_2 - 695.728X_3 + 0.395X_1X_2 + 9.04X_1X_3 + 6.531X_2X_3 - 0.084X_1X_2X_3$$

Встановлено, що найкращі органолептичні показники забезпечуються при дозуванні картопляної крупки 79 %, при цьому тривалість виробництва формованих картопляних чіпсів збільшиться до 4,5 хв, а температура випікання-висушування від 125...135 °C.

У п'ятому розділі «ДОСЛІДЖЕННЯ ЯКОСТІ ТА БЕЗПЕЧНОСТІ ФОРМОВАНИХ КАРТОПЛЯНИХ ЧІПСІВ» досліджено органолептичні показники готових ФКЧ, процес утворення акриламідів, зміну кислотного та пероксидного числа і встановлення термінів зберігання.

Вивчивши класичну рецептуру виробництва формованих картопляних чіпсів нами запропоновано підвищити харчову цінність за рахунок використання харчових волокон, знизити енергетичну цінність за рахунок заміни процесу обсмажування на випікання-висушування та забезпечити безпечність даного виду продукції. За контроль було обрано рецептуру формованих картопляних чіпсів «Білоруські». До складу формованих картопляних чіпсів, окрім картопляної крупки входить природний полісахарид – крохмаль, який слугує як джерело вуглеводів, що підвищує енергетичну цінність виробів, а також виконує роль загущувача.

Нами запропоновано виробляти формовані картопляні чіпси з картопляною крупкою без використання крохмалю, а замінити його на висівки жита, ячменю,

жмих гарбузового насіння, кріопорошки броколі та червоного буряка. Визначено, що органолептичні та фізико-хімічні показники формованих картопляних чіпсів задовільняються при співвідношенні картопляної крупки до висівок, жмиху та кріопорошків як 4:1.

Таблиця 5 – Рецептури формованих картопляних чіпсів

Компонент	Білоруські	Рецептура, %				
		Житні	Ячмінні	Гарбузові	Броколі	Бурякові
Картопляна крупка	88,00	78,64	78,64	78,72	78,8	78,8
Крохмаль	10,5	–	–	–	–	–
Висівки жита	–	19,66	–	–	–	–
Висівки ячменю	–	–	19,66	–	–	–
Жмих гарбузового насіння	–	–	–	19,68	–	–
Кріопорошок броколі	–	–	–	–	19,7	–
Кріопорошок червоного буряка	–	–	–	–	–	19,7
Сіль	1,5	1,7	1,7	1,6	1,5	1,5

На основі проведених пробних випікань-висушувань визначено органолептичні показники готових чіпсів згідно нормативно-технічної документації ДСТУ 4608:2008. Дегустаційною комісією проведено оцінювання стану готових чіпсів за такими показниками: зовнішній вигляд, колір, смак, запах, консистенція. На основі отриманих даних побудовано профілограми якості, в яких відображено органолептичні показники формованих чіпсів.

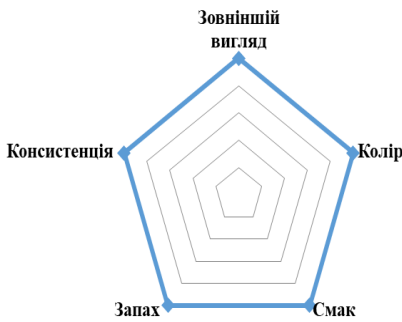


Рисунок 8. Контроль (Білоруські)

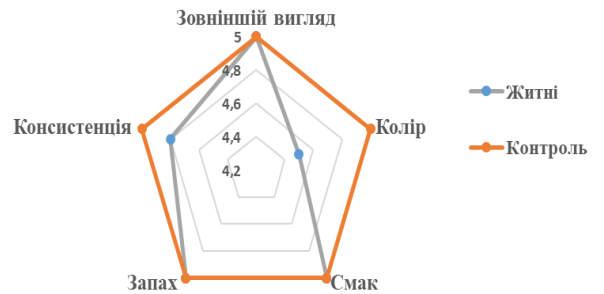


Рисунок 9. Житні чіпси

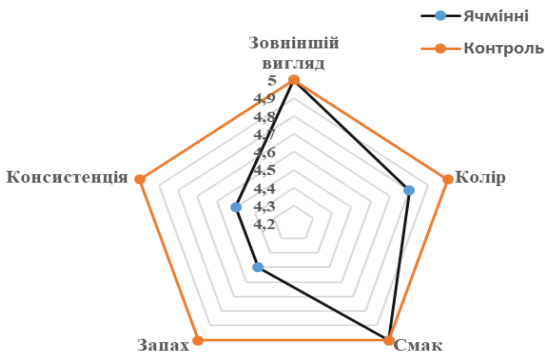


Рисунок 10. Ячмінні чіпси

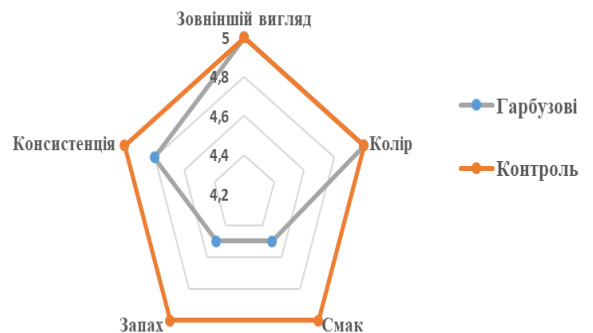


Рисунок 11. Гарбузові чіпси

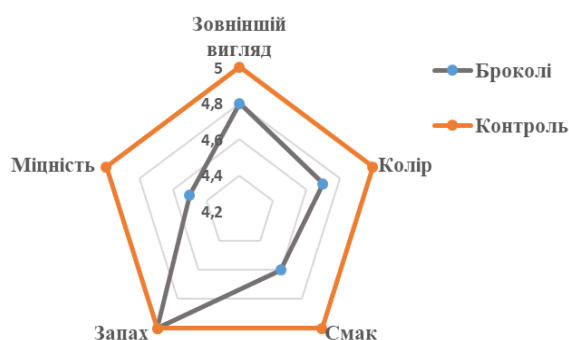


Рисунок 12. Броколі чіпси

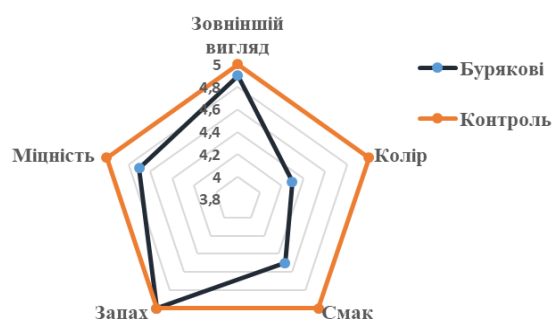


Рисунок 13. Бурякові чіпси

Профілограми якості показали, що формовані картопляні чіпси з додаванням ВЖ, ВЯ, ЖГН, КБ та КЧБ мають задовільні органолептичні показники в межах від 4,0 до 5,0 балів. Відповідно до отриманих значень всі зразки формованих картопляних чіпсів можуть вироблятися в промислових умовах, адже незначні відхилення за деякими показниками порівняно з контролем суттєво не знижують якість готових виробів.

Під час обсмажування чіпсів в фритюрному жирі накопичується канцерогенна речовина – акриламід, яка небезпечна для здоров'я людини. Тому нами досліджено кількість акриламідів в готових формованих картопляних чіпсах, які обсмажувалися та в формованих картопляних чіпсах з ВЖ, ВЯ, ЖГН, КБ та КЧБ які випікали-висушували без використання олії.

Таблиця 6 – Вміст акриламідів в формованих картопляних чіпсах з використанням ВЖ, ВЯ, ЖГН, КБ та КЧБ

t°C	Вміст акриламідів в мкг/100 г						
	ФКЧ контроль (з олією)	ФКЧ контроль (без олії)	ФКЧ без використання олії з				
			ВЖ	ВЯ	ЖГН	КБ	КЧБ
130-135°C	60,87	9,35	0	0	0	0	0

Встановлено, що в контрольному зразку ФКЧ який обсмажували в фритюрному жирі кількість акриламідів становить 60,87 мкг/100 г, у ФКЧ контроль, які випікали-висушували цей показник зменшився у 6,5 разів. В зразках формованих картопляних чіпсів в яких використовувалися висівки, жмих та кріопорошки вміст акриламідів на хроматографі не зафіксовано. Це говорить про те, що запропонована технологія з підібраними оптимальними параметрами є більш безпечніша за можливість утворення акриламідів.

Важливим показником споживчої якості ФКЧ є міцність, адже саме цей фактор впливає на органолептичні показники, відіграє важливу роль під час пакування та транспортування готової продукції. Визначали міцність ФКЧ на приладі Строганова.

Таблиця 7 – Показники міцності досліджуваних чіпсів

№ зразків	Найменування зразків	Показники міцності, Н
1	Білоруські	1,4

2	Житні	1,7
3	Ячмінні	1,6
4	Гарбузові	1,9
5	Броколі	1,5
6	Бурякові	1,5

Отримані значення показали збільшення міцності в 1-1,3 рази. Незначне підвищення міцності в зразках формованих картопляних чіпсів з висівками, жмихом чи кріопорошками порівняно з контролем не знижує значимість органолептичних показників, а забезпечить легшу упаковку та транспортування готових виробів.

Під час зберігання ФКЧ важливу роль відіграє вміст вільної та зв'язаної води. Для дослідження вмісту води і її змін використовували метод динамічної термогравіметрії. За допомогою розподілу Гауса визначили кількість вільної та зв'язаної води відповідно до класифікації О.П. Ребіндера. Готові зразки досліджували за термогравіметричним та диференціально-термічним аналізом.

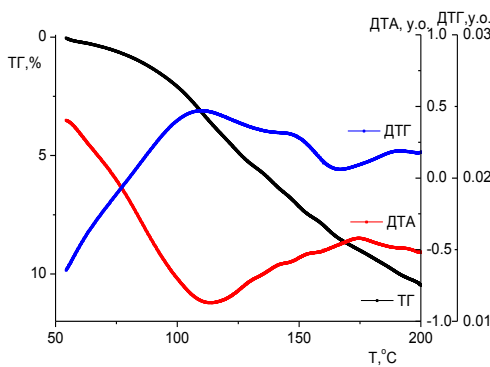


Рисунок 14. Температурні залежності втрати маси ТГ, диференціально-термічного аналізу ДТА та похідної від втрати маси ДТГ для ФКЧ контроль

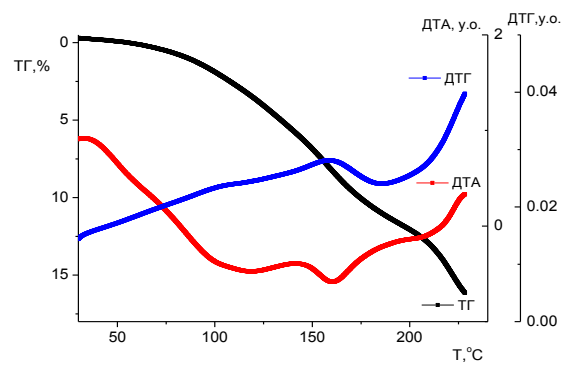


Рисунок 15. Температурні залежності втрати маси ТГ, диференціально-термічного аналізу ДТА та похідної від втрати маси ДТГ для ФКЧ з ВЖ

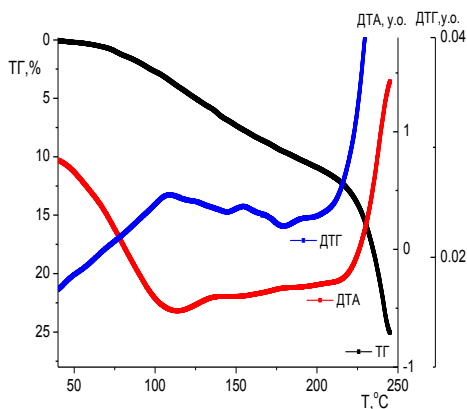


Рисунок 16. Температурні залежності втрати маси ТГ, диференціально-термічного аналізу ДТА та похідної від втрати маси ДТГ для ФКЧ з ВЯ

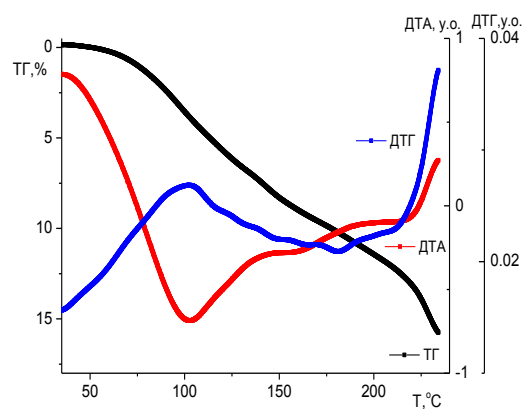


Рисунок 17. Температурні залежності втрати маси ТГ, диференціально-термічного аналізу ДТА та похідної від втрати маси ДТГ для ФКЧ з ЖГН

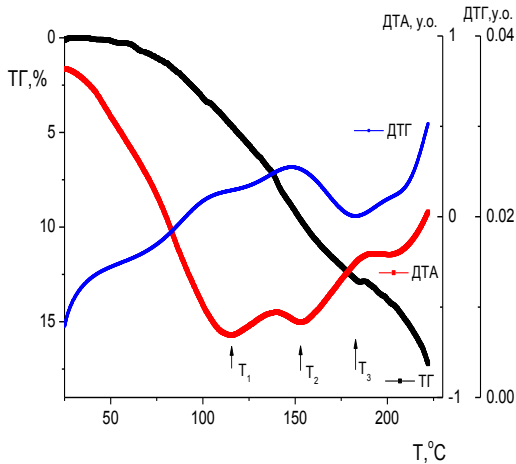


Рисунок 18. Температурні залежності втрати маси ТГ, диференціально-термічного аналізу ДТА та похідної від втрати маси ДТГ для ФКЧ з КБ

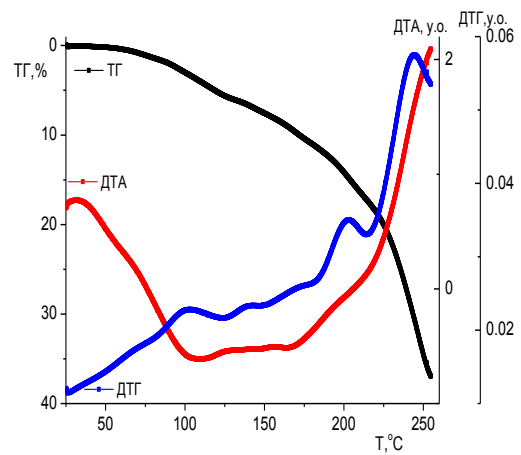


Рисунок 19. Температурні залежності втрати маси ТГ, диференціально-термічного аналізу ДТА та похідної від втрати маси ДТГ для ФКЧ з КЧБ

Втрата маси зразками супроводжується появою ендотермічних піків на температурних залежностях. Ендотермічні піки пов'язані з фазовими переходами I роду - випаровуванням. В досліджуваних зразках формованих картопляних чіпсів при нагріванні відбувається випаровування вологи в температурному діапазоні від 110°C – 166°C. Підвищення температури випаровування (порівняно з температурою кипіння води) можна пов'язати з тим, що більша частина води в досліджуваних зразках знаходиться в зв'язаному стані (в гідратній оболонці). Порівнюючи всі зразки встановлено, що найбільшу кількість зв'язаної вологи має контрольний зразок та формовані картопляні чіпси з висівками жита – 91%.

Досліджували кислотне число відразу після виробництва ФКЧ, оскільки його кількість безпосередньо впливатиме на термін зберігання.

Таблиця 8 – Зміна кислотного числа формованих картопляних чіпсів
n=3, Δ±0,5

Назва зразків	Визначення кислотного числа, мгКОН/г	
	ФКЧ обсмажені в олії	ФКЧ випечені-висушені
Контроль	1,83	0,98
ФКЧ з ВЖ	1,23	0,93
ФКЧ з ВЯ	1,29	0,90
ФКЧ з ЖГН	1,36	1,15
ФКЧ з КБ	1,12	0,78
ФКЧ з КЧБ	1,15	0,81

В зразках ФКЧ з ВЖ, ВЯ, ЖГН, КБ та КЧБ кислотне число зменшилося за рахунок поєднання картопляної крупки з висівками, жмихом чи кріопорошками. Це пов'язано з тим, що дана сировина багата на харчові волокна, які в свою чергу перешкоджають поглинати велику кількість олії. В ФКЧ, які випікалися-висушувалися КЧ найбільше в зразку з ЖГН 1,15 мгКОН/г. В решти зразків кислотне число знаходиться в межах 1,0 мгКОН/г. Такі показники забезпечать

більший термін зберігання ФКЧ. Порівнюючи показники кислотного числа формованих картопляних чіпсів, які обсмажувалися та випікалися-висушувалися, видно, що ФКЧ (контроль), які обсмажувалися в фритюрній олії мають на 46,4 % більше кислотне число порівняно з ФКЧ (контроль), які випікалися-висушувалися.

Досліджували пероксидне число в формованих картопляних чіпах в різних видах пакувального матеріалу. Найбільш доступним та надійним є поліетиленова плівка та відносно новий пакувальний матеріал який має бар'єрні захисні властивості – металізований біоксально-орієнтований поліпропілен (БОПП/мет). Проведені дослідження показали, що ФКЧ які обсмажувалися в олії та запаковані в поліетиленову плівку ПЧ збільшується в зразках з $3,0 \dots 15,2$ $^{1/2}$ О/кг в ФКЧ які запаковані в БОПП/мет ПЧ збільшується з $3,0 \dots 9,8$ $^{1/2}$ О/кг. Для ФКЧ випечених-висушених запакованих в поліетиленову плівку ПЧ збільшується з $2,0 \dots 7,5$ $^{1/2}$ О/кг. Для ФКЧ випечених-висушених та запакованих в БОПП/мет ПЧ збільшилося з $2,0 \dots 5,6$ $^{1/2}$ О/кг.

Отже, рекомендований термін зберігання ФКЧ випечених-висушених в БОПП/мет.БОПП – 6 місяців без зміни органолептичних та структурно-механічних показників. Для ФКЧ випечених-висушених і запакованих в поліетилен до 4 місяців.

Формовані картопляні чіпси з використанням висівок, жмиху та кріопорошків характеризуються підвищеною харчовою цінністю. За показником амінокислотного складу слід відмітити, що в усіх ФКЧ з використанням додаткової сировини амінокислотний СКОР підвищується для всіх видів формованих картопляних чіпсів. Найбільший амінокислотний СКОР за валіном, ізолейцином, лейцином, лізином, метіоніном+цистин, треоніном, триптофаном, фенілаланіном+тирозин у ФКЧ з ЖГН порівняно з котролем та іншими зразками ФКЧ. За кількістю лізину найбільше його міститься у ФКЧ з ЖГН (105,3 %). За кількістю метіонін+цистин найбільше його міститься у ФКЧ з з ЖГН (137,6 %).

Проведено розрахунок інтегрального скору відповідно до добової потреби у білках, жирах, вуглеводах, для різних вікових груп населення окремо для чоловіків та жінок. Визначенно, що при споживанні 100 г ФКЧ найбільше добову потребу покривають ФКЧ «Гарбузові» у віці 30-39 років для чоловіків у білках на 17,4 %, жінок 29,4 %. При споживанні ФКЧ «Броколі» у віці 30-39 років добова потреба покривається у чоловіків на 15,5 %, жінок 24,9 %.

ВИСНОВКИ

1. З урахуванням вимог сьогодення у сфері безпечності харчування населення України та необхідності забезпечення споживачів високоякісною харчовою продукцією яка відповідає сучасним вимогам нутриціології, теоретично й експериментально доведено, що розроблення інноваційної технології виробництва формованих картопляних чіпсів підвищеної харчової цінності відповідає суспільним запитам та дозволяє створити харчову продукцію з високими органолептичними показниками та підвищеною харчовою цінністю.

2. Проведені дослідження щодо хімічного складу картопляної крупки, висівок жита, ячменю, жмиху гарбузового насіння, кріопорошків броколі та червоного буряка і визначені їх оптимальні розміри – 40 мкм.

3. Встановлено, що найбільшу вологопоглинальну (420%) і жирозв'язувальну (10,2 мг/г) здатність має картопляна крупка. Очевидно це пов'язано з тим, що до складу картопляної крупки входить до 80 % крохмалю який складається на 60 % з високополімерних ланцюгів амілопектину.

4. Досліджено процес клейстеризації крохмалю в картопляному тісті з висівками, жмихом та кріопорошками. Встановлено, що максимальна в'язкість сумішей з ВЖ, ВЯ та ЖГН збільшується в порівнянні з контролем на 33,3 %, 50,0 % та 27,8 %. Для картопляного тіста з КБ збільшується на 94 %, а з КЧБ на 79 % порівняно з контролем. Встановлено, що ВЖ, ВЯ, ЖГН, КБ та КЧБ впливають на час досягнення в'язкості та знижують температуру клейстеризації картопляного тіста на 10-11,5 %.

5. Проведено оптимізацію виробництва картопляного тіста ФКЧ з ВЖ, ВЯ, ЖГН, КБ та КЧБ. Отримані рівняння регресії за допомогою методу повного факторного експерименту надають можливість розрахувати температуру випікання-висушування 120-135°C, тривалість випікання-висушування 4,47-4,50 хв, кількість дозування картопляної крупки 79%. Дотримання зазначених умов тістоприготування дозволяє отримати формовані картопляні чіпси високої якості.

6. Здійснено порівняльний аналіз даних термогравіметричного та диференціально-термічного досліджень випікання-висушування формованих картопляних чіпсів шляхом розділення залежності DTG на піки за допомогою розподілу Гауса та використання методики обрахунку даних для пористих твердих тіл. Встановлена найбільша кількість зв'язаної води (91%) для ФКЧ (контроль) та ФКЧ з ВЖ. Найбільше вільної води (70%) міститься в ФКЧ з КЧБ, що позитивно впливає на термін зберігання.

7. Хроматографічним аналізом досліджено, що в зразках формованих картопляних чіпсів з ВЖ, ВЯ, ЖГН, КБ та КЧБ вміст акриламідів не виявлено. Очевидно це пов'язано з хімічним складом сировини, меншою масовою часткою редукувальних цукрів та аспарагінової кислоти, а також пом'якшеними параметрами виробництва.

8. Встановлено, що за технологією випікання-висушування кислотне число в ФКЧ збільшується на (2,1-5,4%), пероксидне число на (2,0-5,5 ^{1/2}О/кг). Для ФКЧ за класичною технологією виробництва КЧ збільшується на (8,1-13,5%), ПЧ на (3,0-15,0%). Підвищення КЧ та ПЧ пояснюється початковим окисненням жирів внаслідок руйнування вуглецевого ланцюга з утворенням насичених і ненасичених жирних кислот. При цьому збільшення кислотного і пероксидного числа в процесі зберігання формованих картопляних чіпсів вказує на зменшення терміну їх придатності. За результатами досліджень підібрано упаковку та визначено термін зберігання ФКЧ. За класичною технологією – 3 місяці в поліетиленовій плівці та 5 місяців в БООП/мет.БООП. За удосконаленою технологією – 4 місяці в поліетиленовій плівці та 6 місяців в БООП/мет.БООП без зміни органолептичних та структурно-механічних показників.

9. Визначено, що споживання 100 г формованих картопляних чіпсів задовольняє 25...40,8 % добової потреби організму людини у харчових волокнах, до 20... 25 % у білках, 50...70 % в мінеральних речовинах, що дозволяє віднести розроблені продукти до числа функціональних.

10. На підставі проведених досліджень розроблено та затверджено нормативну документацію (рецептури та технологічні інструкції) на формовані картопляні чіпси з висівками жита, ячменю, жмихом гарбузового насіння, кріопорошками броколі та червоного буряка. Технологію формованих картопляних чіпсів відпрацьовано у виробничих умовах ТОВ «Агат».

СПИСОК ПРАЦЬ, ОПУБЛІКОВАНИХ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Ковтун А. В., Ковбаса В. М., Пічкур В. Я. Вплив харчових волокон на органолептичні показники формованих картопляних чіпсів. *Продовольчі ресурси*. 2016. № 7. С. 163–169. (*Журнал «Продовольчі ресурси» входить до затвердженого МОН Переліку наукових видань України з технічних наук*).

2. Ковтун А. В., Ковбаса В. М., Пічкур В. Я. Дослідження впливу сировини рослинного походження на якість формованих чіпсів. *Продовольчі ресурси*. 2018. № 10. С. 142–149. (*Журнал «Продовольчі ресурси» входить до затвердженого МОН Переліку наукових видань України з технічних наук*).

3. Ковтун А. В., Ковбаса В. М., Седих О. Л. Оптимізація процесу виробництва формованих картопляних чіпсів. *Наукові праці Національного університету харчових технологій*. 2018. Т. 24, № 3. С. 206–212. (*Журнал «Наукові праці НУХТ» входить до затвердженого МОН переліку фахових видань і індексується в Index Copernicus, EBSCOhost, CABI Full Text, Universal Impact Factor, Google Scholar*).

4. Kovtun A., Kovbasa V., Pichkur V. Research on the effect of non-transitional raw materials on the rheological indicators of the semi-finished products of formed potato chips. *Journal Food and Environment Safety*. 2019. Vol. XVIII. P. 52–59. (*Журнал «Journal Food and Environment Safety» входить до міжнародної наукометричної бази INDEX COPERNICUS, ULRICHS, Chemical Abstracts Service (CAS), Ebsco host si baza de date JournalSeek Database*).

5. Ковтун А. В., Ковбаса В. М., Седих О. Л. Моделювання і оптимізація процесу виробництва формованих картопляних чіпсів. *Сборник научных трудов SWord*. Karlsruhe, Germany, 2019. Вып. 8 (3). С. 31–38. (*Журнал «Сборник научных трудов SWord» входить до міжнародної наукометричної бази РИИЦ SCIENCE INDEX, Copernicus та ISSV high impact factor: 71.70*).

6. Дослідження вмісту вологи в формованих картопляних чіпсах / Ковтун А. та ін. *Наукові праці Національного університету харчових технологій*. 2019. Т. 25, № 5. С. 240–248. (*Журнал «Наукові праці НУХТ» входить до затвердженого МОН переліку фахових видань і індексується в Index Copernicus, EBSCOhost, CABI Full Text, Universal Impact Factor, Google Scholar*).

Тези доповідей та матеріали конференцій

7. Ковтун А. В., Ковбаса В. М. Сухі картопляні продукти. *Нові ідеї в харчовій науці – нові продукти харчовій промисловості* : програма і матеріали Міжнародної наукової конференції, 13–17 жовтня 2014 р. Київ : НУХТ, 2014. С. 90.

8. Ковтун А., Ковбаса В. Удосконалення технології формованих картопляних чіпсів. *Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті* : матеріали 82-ї Міжнародної наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів, 13–14 квітня 2016 р. Київ : НУХТ, 2016. Ч. 4. С. 164.

9. Ковтун А. В., Ковбаса В. М. Дослідження виробництва формованих картопляних чіпсів з додаванням харчових волокон. *Харчові добавки. Харчування здорової та хворої людини* : матеріали VII Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції, 30–31 травня 2016 р. Кривий Ріг : ФОП Чернявський Д. О., 2016. С. 68.

10. Ковтун А., Ковбаса В., Пічкур В. Дослідження водопоглинальної здатності рецептурних компонентів формованих картопляних чіпсів. *Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті* : матеріали 83-ї Міжнародної наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів, 5–6 квітня 2017 р. Київ : НУХТ, 2017. Ч. 3. С. 155.

11. Ковтун А. В., Ковбаса В. М., Пічкур В. Я. Особливості використання рослинної сировини при виробництві формованих картопляних чіпсів. *Проблеми формування здорового способу*

життя у молоді : матеріали XI Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих учених та студентів з міжнародною участю, 4–6 жовтня 2018 р. Одеса : ОНАХТ, 2018. Ч. 1. С. 94–95.

12. Ковтун А., Ковбаса В. Дослідження вмісту акриламідів в формованих картопляних чіпсах. *Оздоровчі харчові продукти та дієтичні добавки: технології, якість та безпека* : матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, 14–15 листопада 2018 р. Київ : НУХТ, 2018. С. 155.

13. А) Ковтун А., Солошенко В., Ковбаса В. Дослідження структурно-механічних показників тістових напівфабрикатів формованих картопляних чіпсів. *Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті* : матеріали 84-ї Міжнародної наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів, 23–24 квітня 2018 р. Київ : НУХТ, 2018. Ч. 1. С. 183.

13. Б) Ковтун А., Вікулова К., Ковбаса В. Енергетична цінність формованих картопляних чіпсів з використанням рослинних збагачувачів. *Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті* : матеріали 84-ї Міжнародної наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів, 23–24 квітня 2018 р. Київ : НУХТ, 2018. Ч. 1. С. 177.

14. Ковтун А. В., Ковбаса В. М. Дослідження гранулометричного складу сировини у виробництві формованих картопляних чіпсів. *Інноваційні технології в готельно-ресторанному бізнесі* : матеріали VIII Всеукраїнської науково-практичної конференції, присвяченої 135-річчю Національного університету харчових технологій, 19–20 березня 2019 р. Київ : НУХТ, 2019. С. 53.

15. Ковтун А., Ковбаса В. М. Реологічні показники картопляних напівфабрикатів. *Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті* : матеріали 85-ї Ювілейної Міжнародної наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів, 11–12 квітня 2019 р. Київ : НУХТ, 2019. Ч. 1. С. 201.

Патенти

16. Формовані картопляні чіпси «Здоров'я» : патент на корисну модель № 110505 UA, МПК (2016.01), A23L 19/18. № u201604096 ; заяв. 14.04.2016 ; опубл. 10.10.2016 ; Бюл. № 19 2016.

17. Формовані картопляні чіпси «Висівкові» : патент на корисну модель № 119428 UA, МПК (2017.01), A21D 13/00. № u201703289 ; заяв. 06.04.2017 ; опубл. 25.09.2017 ; Бюл. № 18 2017.

18. Формовані картопляні чіпси «Кріочіпс» : патент на корисну модель № 119525 UA, МПК (2017.01), A21D 2/36. № u201703871 ; заяв. 19.04.2017 ; опубл. 25.09.2017 ; Бюл. № 18 2017.

АНОТАЦІЯ

Ковтун А.В. «Удосконалення технології формованих картопляних чіпсів підвищеної харчової цінності» – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.18.01 – технологія хлібопекарських продуктів, кондитерських виробів харчових концентратів – Національний університет харчових технологій Міністерства освіти і науки України, Київ, 2020.

Дисертація присвячена удосконаленню технології формованих картопляних чіпсів з висівками жита, ячменю, жмихом гарбузового насіння, кріопорошками броколі та червоного буряка, які дозволяють отримати готовий продукт з підвищеною харчовою цінністю.

Досліджено вплив нових видів сировини на фізико-хімічні, структурно-механічні та органолептичні властивості картопляного тіста та готових виробів. Підбрано оптимальні параметри процесу приготування картопляного тіста, а також замінено процес обсмажування на випікання-висушування без використання олії.

Визначено вміст редукувальних цукрів, аспарагінової кислоти та кількість акриламідів в зразках формованих картопляних чіпсів. Проаналізовано якість і безпечність формованих картопляних чіпсів з висівками жита, ячменю, жмихом гарбузового насіння, кріопорошками броколі та червоного буряка за розробленою технологією, підбрано упаковку та встановлено термін їх зберігання.

Ключові слова: формовані картопляні чіпси, висівки, жмих, кріопорошки, випікання-висушування.

ABSTRACT

Kovtun A. «Improving the technology of molded potato chips of increased nutritional value.» - Qualifying scientific work on the rights of the manuscript.

Dissertation for obtaining a scientific degree of candidate of technical sciences in the specialty 05.18.01 - Technology of bakery products, confectionery and food concentrates - National University of Food Technologies of the Ministry of Education and Science of Ukraine, Kyiv, 2020.

The dissertation is devoted to the improvement of the technology of molded potato chips of high nutritional value by using rye bran, barley, pumpkin seed cake, cryopowders of broccoli and red beet with the use of special methods of raw material preparation. The chemical composition of potato grits, rye bran, barley, pumpkin seed cake, cryopowders of broccoli and red beets was determined and their optimal fractional composition with sizes of 40 μm was selected.

Physicochemical parameters of potato grits, bran, cake and cryopowders, their water absorption and fat solubility were studied. The optimal ratio of potato grits to rye bran or barley bran, or pumpkin seed cake, or broccoli cryopowder, or red beet cryopowder, which is 4: 1, was determined. It was established that at this ratio of components the structural and mechanical parameters of potato dough improved, which was confirmed by the indicators of the penetrometer.

The process of gelatinization of starch in potato dough with bran, cake and cryopowders has been studied. It was found that the maximum viscosity of potato dough with rye bran, barley, pumpkin seed cake increased compared to the control by 33.3%, 50.0% and 27.8%. The maximum viscosity of potato dough with broccoli cryopowder increased by 94%, and with cryopowder red beets – by 79% compared to the control sample. It has been found that rye, barley, pumpkin seed cake, cryopowder of broccoli and red beets affected the time of viscosity and reduced the gelatinization temperature of potato dough by 10-11.5%.

Optimization of potato dough production for molded potato chips with bran, or cake, or cryopowders has been carried out. Using the method of complete factorial experiment, regression equations were obtained, which made it possible to calculate the baking-drying temperature (120-135°C), baking-drying duration (4.47-4.50 min), the amount of potato grit dosing (79%). Observance of the specified conditions of dough preparation allows to receive the formed potato chips of high quality.

It was found that all studied samples of molded potato chips belong to structured systems, which gives the potato dough viscous-plastic properties. The strongest structured framework of the system is characteristic of the dough from potato grits (1050 Pa), which allows to combine it with bran or cake, or cryopowders.

The comparative analysis of data of thermogravimetric and differential-thermal researches of baking-drying of the formed potato chips was carried out by dividing the DTG dependence into peaks using the Gaussian distribution and using data calculation techniques for porous solids. It was found that the largest amount of chemically bound moisture was in molded potato chips with rye bran (91%). This suggests that molded potato chips will have a longer shelf life.

The content of acrylamide in molded potato chips produced by different technologies was studied and it was proved that one of the ways to increase their safety is to bake-dry at a decrease in temperature (130-135° C) without the use of oil. Chromatographic analysis revealed that the samples of molded potato chips with rye bran, or barley, or pumpkin seed cake, or cryopowders of broccoli or red beets, the content of acrylamide was not detected. This is obviously due to the chemical composition of the raw material, the lower mass fraction of reducing sugars and aspartic acid, as well as the softened production parameters.

Changes in moisture content in molded potato chips at different storage parameters (75% and 90%) were studied. It was found that during 7 days of storage the mass fraction of moisture increased for molded potato chips fried in oil by 9 times, for baked-dried molded potato chips – by 8 times. This suggests that the finished molded potato chips are very hygroscopic, so they need to be stored only in the package.

It was established that according to the baking-drying technology the acid number in the molded potato chips increased by (2.1-5.4%), the peroxide number - by (2.0-5.5 ^{1/2}O / kg). For molded potato chips produced by classical technology, the acid number increased by (8.1-13.5%), the peroxide number – by (3.0-15.0%). The increase in acid and peroxide numbers is due to the initial oxidation of fats due to the destruction of the carbon chain with the formation of saturated and unsaturated fatty acids. The increase in acid and peroxide number during storage of molded potato chips indicates a decrease in their shelf life.

Based on the results of the research, the packaging was selected and the shelf life of molded potato chips was determined. According to the classic storage technology, it lasts 3 months - in polyethylene film and 5 months - in biaxially oriented polypropylene, which has high barrier properties, namely prevents the access of oxygen and water vapor. According to the improved technology, molded potato chips can be stored for 4 months - in polyethylene film and for 6 months - in biaxially-oriented polypropylene without changing the organoleptic and structural-mechanical parameters.

The nutritional and biological value of molded potato chips was calculated. The highest amino acid score was for valine (150.6%), isoleucine (187.3%), leucine (177.4%), lysine (105.3%), methionine + cystine (137.6%), threonine (145, 2%), tryptophan (187.6%), phenylalanine + tyrosine (190.3%) in molded potato chips with pumpkin seed cake compared to control and other samples.

The calculation of the integrated score for molded potato chips in accordance with the daily requirement of proteins, fats, carbohydrates, for different age groups separately for men and women was provided. It was determined that when consuming 100 g of molded potato chips, the highest daily requirement is covered by MPC "Pumpkin" at the age of 30-39 years for men in protein by 17.4%, for women - by 29.4%. When consuming molded potato chips "Broccoli" at the age of 30-39 years, the daily requirement is covered for men by 15.5%, for women - by 24.9%.

Key words: *molded potato chips, bran, cake, cryopowders, baking-drying.*

Підп. до друку 05.11.2020. Наклад 80 пр. Зам. №
НУХТ. 01601 Київ-33, вул. Володимирська, 68
Свідоцтво про реєстрацію серія ДК № 1786 від 18.05.04 р.
