

УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

КОБИЛІНСЬКА ОЛЕНА ВАЛЕРІЇВНА

УДК 664.871.335.6

**РОЗРОБЛЕННЯ РАЦІОНАЛЬНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
ХАРЧОКОНЦЕНТРАТІВ ШВИДКОГО ПРИГОТУВАННЯ
НА ОСНОВІ ЕКСТРУДОВАНОЇ СИРОВИНИ**

05.18.01 – Технологія хлібопекарських продуктів
та харчових концентратів

АВТОРЕФЕРАТ
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Київ - 2000

Дисертацією є рукопис.

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

- Науковий керівник:** доктор технічних наук, доцент
Ковбаса Володимир Миколайович,
Український державний університет харчових технологій,
кафедра технології хліба, кондитерських, макаронних
виробів, харчоконцентратів і зерна, професор
- Офіційні опоненти:** доктор технічних наук, професор
Карнаушенко Лідія Іванівна,
Одеська державна академія харчових технологій, кафедра
технології хліба, кондитерських виробів і громадського
харчування, завідувач кафедри
- кандидат технічних наук, професор
Калакура Марія Михайлівна,
Київський державний торговельно-економічний
університет, кафедра технології та організації громадського
харчування, завідувач кафедри
- Провідна установа:** Харківська державна академія технології та організації
харчування, кафедра загальної технології харчових
виробництв Міністерства освіти і науки України.

Захист відбудеться “4” жовтня 2000 р. о 14 годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 026.058.04 Українського державного університету харчових технологій за адресою: 01033, м. Київ-33, вул. Володимирська 68, аудиторія А-311.

З дисертацією можна ознайомитися у бібліотеці Українського державного університету харчових технологій за адресою: 01033, м. Київ-33, вул. Володимирська 68.

Автореферат розісланий “4” вересня 2000 р.

Вчений секретар спеціалізованої
вченої ради к.т.н., с.н.с.

Федоренченко Л.О.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Великої популярності в Україні набувають продукти підвищеного ступеня готовності (мюслі, сухі сніданки, супи-пюре, продукти групи "інстант" тощо), тобто харчові концентрати, які не вимагають глибокого кулінарного оброблення перед споживанням. Вони прості і зручні у використанні, приготування готової страви з них не потребує значних затрат часу, сил та енергії.

Нажаль, вітчизняна індустрія виробництва продуктів швидкого приготування значно відстає від світового рівня. Практично весь перелік подібних продуктів (за винятком сухих сніданків) складають продукти зарубіжного виробництва.

Реагування на ринковий попит вимагає розширення асортименту і налагодження власного виробництва продуктів швидкого приготування, які за якістю можуть протистояти та перевищувати імпортовані до нашої країни продукти харчування.

Перспективним напрямком у вирішенні цього питання є розширення сфери застосування екструзійної технології, яка достатньо добре адаптована до реальної сировинної бази. На сьогодні, не дивлячись на значні численні переваги (екологічна безпечність, мала енергоємність), цей спосіб оброблення агросировини використовується досить обмежено.

Ці факти були враховані при формулюванні мети і задач даної дисертаційної роботи.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дослідження виконувались у відповідності з тематикою науково-дослідних робіт УДУХТ, згідно:

- завдання Держхарчопрому України "Розробити технологію та освоїти виробництво нових видів харчових продуктів з використанням екструзійних методів" № А01011043р та № А013011049р. Автор особисто приймав участь у розробленні нових видів харчоконцентратів швидкого приготування (соуси, киселі, муси), виробництво яких передбачає екструзійне оброблення сировини, апробації технології у виробничих умовах, розробленні нормативно-технічної документації (НТД).

Мета і задачі досліджень. Метою роботи є наукове обґрунтування і розроблення раціональних технологій харчоконцентратів швидкого приготування на основі використання екструдованої зернової (крохмалемісткої) сировини.

Відповідно до поставленої мети досліджень були сформульовані такі задачі:

- дослідити процеси структурних змін та їх глибину, яких зазнає пшеничний і картопляний крохмаль в ході екструдуювання, і які зумовлюють його кулінарну підготовленість;
- з'ясувати вплив попереднього оброблення сировини ІЧ-випромінюванням на якісні показники екструдатів, які зумовлюють їх використання у харчоконцентратах швидкого приготування;
- вивчити процеси, які відбуваються при взаємодії екструдатів з водою; з'ясувати особливості протікання цих процесів для екструдатів крохмалю та крохмалемісткої сировини;
- на підставі отриманих експериментальних даних науково обґрунтувати механізм відновлення і структуроутворення страв швидкого приготування на основі екструдатів;

- з'ясувати вплив деяких рецептурних інгредієнтів та харчових добавок на фізико-хімічні показники екструдатів і обґрунтувати раціональний спосіб їх внесення до рецептурної суміші харчоконцентрату, що забезпечить отримання страви з високими показниками якості;
- запропонувати можливі шляхи підвищення харчової та біологічної цінності нових видів харчових концентратів;
- розробити нові технології харчових концентратів швидкого приготування з використанням екструдатів крохмалю і крохмалемісткої сировини;
- дослідити мікробіологічні показники нових видів харчових концентратів швидкого приготування;
- розробити НТД на нові види харчових концентратів швидкого приготування, провести апробацію технології у виробничих умовах та розрахувати собівартість випуску нових видів продукції.

Об'єкт дослідження – технологія виробництва харчових продуктів.

Предметом дослідження є технологія харчоконцентратів швидкого приготування, розроблення якої базується на дослідженні та науковому обґрунтуванні властивостей сировини, обробленої методом екструзії, процесів її взаємодії з відновником (водою) та вивченні споживчих властивостей готового продукту.

Методи досліджень. Перетворення вуглеводного комплексу екструдатів досліджені спектральними (ЯМР- та КР-спектроскопія), рентгенофазовим, хроматографічним методами, методом фракціонування декстринів. Властивості екструдатів крохмалю і крохмалепродуктів при взаємодії з відновником (водою) досліджені за допомогою загальноприйнятих (віскозиметричний, амілографічний) та спеціальних (метод Шоха) методів. Споживчі характеристики (органолептичні, мікробіологічні показники, харчову та енергетичну цінність) визначали загальноприйнятими методами, фізіологічну дію – модифікованим методом ферментативного гідролізу.

Наукова новизна одержаних результатів. Науково обґрунтовані і розроблені раціональні технології харчоконцентратів швидкого приготування на основі екструдованої крохмалемісткої сировини.

За допомогою спектральних методів (ЯМР-, КР-спектроскопія) встановлено, що в результаті оброблення в екструдатах крохмалю відбувається перегрупування форм вологи в сторону збільшення частки зв'язаної води, що пов'язано з процесом його клейстеризації.

Поглиблені відомості відносно впливу екструзійного оброблення на деструкцію біополімерів, а саме, встановлено, що деструкція крохмалю у двошнековому екструдері не супроводжується процесом деполімеризації. Встановлено, що за однакових умов оброблення ступінь модифікуючих процесів для крохмалю різного виду (пшеничного, картопляного) – різний, що зумовлено особливостями будови і складу нативних форм.

Експериментально встановлено та науково обґрунтовано, що попереднє оброблення ІЧ-випромінюванням сприяє інтенсифікації фізико-хімічних перетворень, яких зазнає крохмальна компонента сировини в ході екструдування, забезпечуючи при цьому збереженість високих органолептичних характеристик (колір, запах, смак) матеріалу.

Досліджені і науково обґрунтовані особливості процесів, що мають місце при взаємодії екструдатів крохмалемісткої сировини з водою і лежать в основі їх відновлення. Отримані дані вперше дозволили показати, що процес розчинення екструдатів подібний до розчинення високомолекулярних сполук, оскільки супроводжується значним набуханням матеріалу.

Керуючись результатами дослідження процесів взаємодії екструдатів і води з'ясовано механізм структуроутворення і запропоновано схему відновлення харчоконцентратів швидкого приготування на основі екструдованої сировини. Встановлено, що превалюючим процесом структуроутворення є здатність екструдату до набухання. Експериментально і науково доведено, що особливості поведінки екструдату у водних системах визначають характер їх структуроутворюючої здатності.

Практичне значення одержаних результатів. Розроблено раціональні технології харчових концентратів (соуси, солодкі страви) швидкого приготування. У виробничих умовах відпрацьовані рецептури і технологічні режими виготовлення нових видів соусів швидкого приготування на основі екструдованих крохмалепродуктів: "Гірчичний", "Морквяний", "Часниковий". На соуси швидкого приготування розроблено і затверджено необхідну НТД, на солодкі страви (киселі, муси) розроблено проект НТД.

Особистий внесок здобувача. Автором особисто проведені дослідження якісних змін крохмалю в результаті екструдування та процесів, які є наслідком цих змін і відбуваються при відновленні екструдатів крохмалемісткої сировини, експериментально доведена можливість інтенсифікація процесу екструдування і поліпшення властивостей екструдатів за допомогою ІЧ-випромінювання, встановлено механізм структуроутворення для харчоконцентратів швидкого приготування. Аналіз та узагальнення результатів досліджень проведено спільно з науковим керівником. Дослідження структурних змін екструдатів проведені спільно із співробітниками ПНДІ УДУХТ та Інституту колоїдної хімії НАН України, аналіз і узагальнення одержаних результатів - спільно з д.х.н. Манком В.В. Рентгенофазові дослідження проведені у співавторстві з к.х.н. Фоменко В.В., узагальнення реологічних досліджень - у співавторстві з к.х.н. Ковалевською Є.І.

Апробація результатів дисертації. Основні результати роботи доповідались на Міжнародній науково-технічній конференції "Розроблення та впровадження прогресивних ресурсоощадних технологій та обладнання в харчову та переробну промисловість" (Київ, 1997 р.), Науково-практичній конференції "Підприємства і цехи малої потужності для переробки сільськогосподарської сировини: перспективність і особливості організації" (Полтава, 1997 р.), Міжнародній науково-технічній конференції "Техника и технология пищевых производств" (Могильов, 1998 р.), 2-ій Міжнародній науково-практичній конференції "Управління енергоспоживанням" (Львів, 1997 р.), 6-й Міжнародній науково-технічній конференції "Проблеми та перспективи створення і впровадження нових ресурсо- та енергоощадних технологій, обладнання в галузях харчової і переробної промисловості" (Київ, 1999 р.).

Публікації. З досліджуваної теми опубліковано 10 робіт та отримано 2 позитивних рішення про видачу патенту України.

Структура дисертації. Робота складається із вступу, 6 розділів, висновків, списку бібліографічних джерел з 202 найменувань та 8 додатків. Робота викладена на 147 сторінках машинописного тексту, має 49 рисунків та 18 таблиць.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

ВСТУП. Обґрунтована актуальність теми досліджень, визначено наукову та практичну цінність роботи.

РОЗДІЛ 1. Аналітичний огляд літератури.

Проведений аналіз технологій, які застосовують для виробництва харчоконцентратів підвищеного ступеня готовності в Україні та за кордоном. Розглянуті теоретичні аспекти виробництва страв швидкого приготування. Показано, що кулінарна підготовленість сировини зумовлена змінами її вуглеводного комплексу, а саме модифікацією крохмальної компоненти.

Проаналізовано фізико-хімічні зміни, яких зазнає крохмалемістка сировина в результаті оброблення методом високотемпературної екструзії. Дана характеристика будови та властивостей крохмалю як основної складової рослинної сировини.

Вибрані основні напрямки та сформульовані конкретні задачі досліджень.

РОЗДІЛ 2. Об'єкти та методи досліджень

При проведенні лабораторних досліджень і виробничих випробувань використовували крохмаль пшеничний (РСТ УССР 1490-90), крохмаль картопляний (ГОСТ 7699-78), борошно пшеничне хлібопекарське (ГСТУ 46.004-99, ГОСТ 26574-85), крупу манну (ГОСТ 7022-54), крупу гречану (ГОСТ 19093-92), крупу перлову (ГОСТ 5784-60), сіль кухонну харчову (ГОСТ 13830-91), цукор-пісок (ДСТУ 2316-93, ГОСТ 21-94), кислоту лимонну харчову (ГОСТ 908-79Е), гірчичний порошок (ТУ 10-04-02-85), солод гороху (ТУ У 18.186-94), порошки плодоовочеві (ТУ У 23508818.001-97).

Екструзійне оброблення дослідних зразків та виробничі випробування розроблених технологій проводились на Бориспільському заводі продтоварів (екструдер МРФ-100), Стеблівському заводі продтоварів (екструдер А1-КХ-2П).

В роботі використані загальноприйняті та спеціальні методики.

Аналіз вуглеводного складу екструдатів проводили на хроматографі марки НР-5001 (Чехія).

Середньочисельну молекулярну масу та ступінь полімеризації полісахаридів розраховували за результатами хімічного аналізу кінцевих груп визначених феррицианідним методом.

Фракційний склад декстринів визначали методом, що оснований на їхній здатності осаджуватися при різних концентраціях етилового спирту в розчині.

Розчинність та водопоглинальну здатність визначали методом Шоха.

Здатність до набухання визначали згідно ТУ 18-8-55-85.

Спектри ЯМР на протонах ^1H були записані на імпульсному спектрометрі з Фур'є перетворювачем СХР - 200 ($\text{Brcer} = 200,13 \text{ МГц}$) при кімнатній температурі.

КР-спектри реєстрували на Раман-спектрометрі, який був побудований на базі ДС 24 (ЛОМО), що має подвійний монохроматор, дифракційні решітки 1200 штрих/мм.

Рентгенофазові дослідження зразків проводили на рентгенівському дифрактометрі ДРОН-3,0.

Реологічні властивості досліджували на ротаційному віскозиметрі “Реотест-2” та амілографі “Брабендера”.

Визначення фізіологічної дії крохмалю екструдатів проводили за результатами ферментативного гідролізу екструдатів.

РОЗДІЛ 3. Вплив екструдування на структурні зміни сировини.

Досліджені основні процеси перетворення крохмальної складової (клейстеризація і деструкція) в результаті екструдування, які зумовлюють можливість використання екструдатів у харчоконцентрах швидкого приготування.

Дослідження процесу клейстеризації крохмалю проводили вивчаючи відмінності стану води у матеріалі до і після екструзійного оброблення з використанням методу ЯМР, який дає можливість розділити сигнали від ядер, що належать різним структурним групам однієї і тієї ж молекули.

За результатами отриманих даних встановлено, що в екструдатах крохмалю спостерігається збільшення вмісту більш міцно зв'язаної води (рис. 1).

Рис. 1 Зміна співвідношення форм води внаслідок екструдування за даними ЯМР

Враховуючи зменшення інтенсивності широких смуг поглинання спектрів екструдатів, можна стверджувати, що після оброблення до зв'язаної відноситься не тільки кристалогідратна, а й вода адсорбована на гідрофільних центрах в результаті клейстеризації крохмалю.

Для підтвердження того, що збільшення зв'язаної води викликане саме процесом клейстеризації було досліджено КР-спектри екструдатів і модельних зразків (рис. 2). У відповідних спектрах спостерігається значна кількість смуг, пов'язаних з валентними коливаннями ОН-груп вільної і зв'язаної води. В області $3300...3000\text{ см}^{-1}$ смуги поглинання зумовлені водою, що більш сильно зв'язана водневими зв'язками. Очевидно, ця область коливань відноситься до зв'язаної води. У вище вказаній області є низка смуг ($\nu = 3160\text{ см}^{-1}$, $\nu = 3260\text{ см}^{-1}$), які властиві для модельних зразків та екструдатів, і не спостерігаються для нативного крохмалю. Таким чином, спектральні дослідження стану води підтверджують протікання глибокої клейстеризації крохмалю в результаті екструдування.

Рис. 2 КР-спектри крохмалю: а-пшеничного, б-картопляного

За результатами хроматографічного аналізу складу вуглеводів, встановлено, що інтенсивне оброблення на двошнековому екструдері не викликає деполімеризацію полісахаридних ланцюгів крохмалю.

В ході роботи було визначено середньочисельну молекулярну масу ($M_{сч}$) утворених полісахаридів та ступінь їх полімеризації (СП) для дослідних зразків екструдатів картопляного та пшеничного крохмалю (рис. 3).

Рис. 3 Зміна $M_{сч}$ (а) та СП (б) крохмалю після екструзійного оброблення:

1 - картопляний, 2 - пшеничний, 3 - пшеничний (оброблений на одношнековому екструдері)

Доведено, що за однакових умов оброблення меншої деструкції зазнає картопляний крохмаль порівняно з пшеничним, про що свідчить більш високе значення $M_{сч}$. Це пояснюється більшою термостійкістю картопляного крохмалю та особливостями його реологічної поведінки в екструдері, що зумовлена наявністю значної кількості залишків фосфорної кислоти.

Зміна структури крохмалю внаслідок екструзування підтверджується результатами рентгенофазового аналізу. Встановлено, що екструзування картопляного призводить до практично повної його аморфізації. Аналіз дифрактограм екструдату пшеничного крохмалю (рис. 4) показує, що на фоні аморфного гало спостерігається декілька рефлексів кристалічності, тобто оброблення лише сприяло зменшенню ступеня кристалічності (6,0 % для обробленого на двошнековому і 3,0 % для обробленого на одношнековому екструдері). Руйнування дальнього порядку в аморфізованому стані гнучколанцюгових полімерів, яким є крохмаль, пов'язано з появою нових конформаційних станів полімолекулярних ланцюгів.

Рис. 4 Дифрактограми пшеничного крохмалю (а) та його екструдатів (б-оброблений на двошнековому екструдері, в-оброблений на одношнековому екструдері)

РОЗДІЛ 4. Вплив ІЧ-випромінювання на властивості екструдованих матеріалів

Оброблення матеріалу (манної крупи) здійснювали на лабораторній установці, в якій генератором ІЧ-випромінювання була система з трьох трубчатих електронагрівачів з керамічними випромінюючими трубками типу ТЕН - 40 Б13/0,6 220. Визначення оптимального терміну опромінення проводили за показником білизни обробленого матеріалу, який характеризує зміну кольору в процесі оброблення. Одночасно з відбором проб для визначення білизни за допомогою мідь-константової термопари фіксували температуру у шарі оброблюваного матеріалу.

Опираючись на результати вимірювання та органолептичну оцінку за оптимальну тривалість оброблення було прийнято 15 хв (за вказаних умов опромінення). При цьому оброблений матеріал характеризується високими органолептичними показниками. Температура матеріалу за 15 хв опромінення підвищується до 180 °С. Встановлено, що такий прогрів справляє модифікуючий вплив на вуглеводний комплекс матеріалу, викликаючи зміну кількості і якісного складу декстринів (табл. 1).

Таблиця 1

Вміст декстринів, % на СР

Зразок манної крупи	Загальний	За фракціями		
		аміло-декстрини	еритро-декстрини	ахро+мальто-декстрини
Нативна	9,7	2,0	2,4	5,3
Оброблена ІЧ-випромінюванням	18,5	0,9	6,8	10,8
Оброблена екструзуванням	26,2	1,3	5,2	19,7
Оброблена ІЧ-	29,0	4,8	6,2	18,0

випромінюванням+екструд уванням				
------------------------------------	--	--	--	--

При обробленні в екструдері загальна кількість декстринів збільшується в 2,7 рази, тоді як після оброблення ІЧ-випромінюванням тільки в 1,9 рази порівняно з початковим вмістом. Більш інтенсивний вплив екструдуювання пояснюється тим, що крім теплового поля у екструдері діють інші деструктуючі фактори, такі як волога та механічні зусилля. Комплексна дія цих чинників зумовлює більш глибоке руйнування ланцюгів крохмальних макромолекул. Найбільшого ушкодження зазнають крохмальні зерна зразка, який зазнав дії сумісного оброблення ІЧ-випромінюванням та екструдуюванням, про що свідчить максимальна кількість (29,0 %) утворених декстринів.

РОЗДІЛ 5. Вивчення властивостей екструдатів як основи страв швидкого приготування

Для внесення у рецептурну суміш харчоконцентрату екструдати потребують подрібнення. Оптимальний ступінь дисперсності визначали за результатами дослідження швидкості зволоження і розчинення, як основних процесів відновлення традиційних "інстантованих" продуктів.

За даними швидкості зволоження і розчинності, подрібнення екструдату слід проводити до розміру частинок ≤ 250 мкм. Це враховано при подальших дослідженнях, а також при розробленні НТД.

При використанні екструдатів у харчоконцентрах швидкого приготування особливо значимими є їхні властивості, які проявляються при відновленні, тобто при взаємодії з водою.

Аналіз даних по вивченню розчинення як провідного процесу відновлення "інстант"-продуктів показав, що екструдовані матеріали характеризуються значною розчинністю у воді (табл. 2). Найбільшу розчинність мають екструдати чистого крохмалю, в якому частка некрохмальних складових незначна, та екструдат манної крупи, яка попередньо була оброблена ІЧ-випромінюванням. Отримані результати вказують на те, що визначальним фактором у формуванні даного показника є стан (кількісний і якісний) крохмальної складової оброблюваної сировини.

Таблиця 2

Значення розчинності та водопоглинальної здатності для екструдатів

Зразок екструдату	Розчинність, %	Водопоглинальна здатність, г/г
Крохмаль картопляний	82,3	0,5
Крохмаль пшеничний	60,2	10,8
Крохмаль пшеничний*	45,4	12,9
Борошно пшеничне	37,7	10,4
Крупа манна	33,1	9,6
Крупа манна оброблена ІЧ-випромінюванням	48,4	11,2

*Зразок оброблений на одношнековому екструдері.

Встановлено, що розчинення екструдатів має деяку особливість – при взаємодії з водою вони поглинають значну її кількість і набухають. На основі цього можна припустити, що процес розчинення екструдатів відбувається подібно розчиненню полімерів.

Процес набухання екструдованих крохмалепродуктів характеризується показником здатності до набухання (рис. 6).

Можливість проникнення молекул води в міжланцюговий простір полісахаридів пояснюється тим, що екструдати по своїй структурі високоаморфні. Внаслідок цього їхні макромолекули упаковані порівняно нещільно і в результаті теплового руху гнучких ланцюгів між ними можуть утворюватись порожнини, в які й проникає вода, що викликає збільшення об'єму і набухання екструдатів.

Рис. 6 Здатність екструдатів до набухання (1-картопляний крохмаль, 2-пшеничний крохмаль, 3-пшеничний крохмаль (з одношнекового екструдера), 4-борошно пшеничне, 5-крупа манна, 6-крупа манна оброблена ІЧ-випромінюванням)

Оскільки крохмальні полісахариди екструдатів внаслідок деструкції достатньо зруйновані, то при набуханні певна їх частка (низькомолекулярні фракції) дифундує в розчин, що підтверджує висока розчинність зразків, тобто для екструдатів процеси набухання і розчинення є взаємоприсутніми. Шляхом дослідження кінетики набухання екструдатів встановлено, що співвідношення процесів розчинення і набухання екструдатів крохмалепродуктів при взаємодії з водою неоднакове. Це пояснюється різною інтенсивністю деструкції і клейстеризації крохмалю сировини, тобто характер поведінки екструдатів при відновленні є відображенням модифікуючих процесів екструдування.

Результати досліджень дають підставу стверджувати, що відновлення таких "інстантованих" матеріалів як подрібнені екструдати (і відповідно продуктів на їхній основі) відбувається дещо за іншим механізмом, ніж загально прийнято. Крім зволоження і розчинення при відновленні має місце значне набухання матеріалу. Причому набухання є проміжним процесом, тобто воно є кінцевим етапом зволоження і початковим етапом розчинення.

Для з'ясування структуроутворення при відновленні харчоконцентратів на основі екструдатів використовували модельні системи відновлених екструдатів з найкращою консистенцією, яку визначали органолептично, регулюючи співвідношення екструдат : вода, і виходячи з цільового призначення екструдату.

Екструдати планували використовувати для таких продуктів:

- екструдат пшеничного борошна – для соусів;
- екструдат крохмалю (картопляного і пшеничного) – для киселів;
- екструдат крупи манної – для мусів.

На основі вивчення і аналізу поведінки екструдатів при взаємодії з водою запропоновано схему утворення структури продукту при відновленні концентрату, основою якого є екструдована крохмалемістка сировина (рис. 7).

Важливе значення має вплив екструдуювання на фізіологічну поведінку поживних речовин сировини. Оскільки, в нашому випадку, основна мета екструдуювання – це модифікація вуглеводного комплексу, то в роботі вивчали фізіологічну дію крохмалю, як основного вуглеводу харчування.

За ступенем ферментативного гідролізу для зразків було визначено співвідношення часток гідролізованого і стійкого або ензим-резистентного крохмалю (рис. 8). Встановлено, що екструдуювання має різний вплив на крохмаль різного ботанічного походження. Для картопляного відмічено зменшення (на 45 %) кількості стійкої частки, а для пшеничного, навпаки, її збільшення (на 26...41%).

Рис. 8 Співвідношення ензим-резистентного та гідролізованого крохмалю в зразках

РОЗДІЛ 6. Розроблення нових видів харчоконцентратів з використанням екструдованих матеріалів

Досліджено вплив деяких добавок на властивості екструдатів, а саме на основні структуроутворюючі процеси – набухання і розчинення.

Встановлено, що внесення лецитину, який рекомендують додавати для поліпшення якості набухаючих крохмалепродуктів, не покращує показників структуроутворення: розчинність і набухання знижуються відповідно в 1,8 і 1,3 рази. Такі результати є наслідком менш інтенсивного протікання процесів деструкції та клейстеризації за наявності лецитину, який сприяє пластифікації маси, що знаходиться в екструдері, в результаті чого послаблюється здатність полісахаридних ланцюгів до деформації під дією сил зсуву і розтягу.

До складу багатьох рецептур соусів входить гірчичний порошок. При використанні в харчоконцентратах швидкого приготування гірчичний порошок доцільно піддавати екструдуюванню в суміші з крохмалемістким компонентом, що значно спрощує процес його підготовки. З'ясовано, що він містить значну частку жиру (16,6 %), який суттєво впливає на хід екструдуювання. Тому в ході роботи було проведено оптимізацію процесу екструдуювання суміші пшеничного борошна з гірчичним порошком.

Розрахунок коефіцієнтів та статистичне оброблення результатів за допомогою регресійного аналізу методом найменших квадратів після реалізації експерименту за обраним планом дозволили отримати рівняння регресії, яке адекватно описує технологічний процес екструзії суміші пшеничного борошна з гірчичним порошком:

$$Y = 7,931 + 0,530 \cdot X_1 - 0,372 \cdot X_2 - 0,408 \cdot X_3 - 0,220 \cdot X_1^2 - 0,397 \cdot X_3^2$$

В результаті оптимізації процесу екструдуювання досліджуваної суміші встановлено, що максимальне значення функції (показника здатності до набухання) досягається при таких значеннях факторів: температура екструдуювання $X_1 = + 1,0$ (150 °C); масова частка вологи суміші $X_2 = - 1,0$ (18,0 %); кількість гірчичного порошку $X_3 = - 0,5$ (10,0 %).

В роботі запропоновано два шляхи підвищення біологічної, харчової та енергетичної цінності харчоконцентратів швидкого приготування: - за рахунок використання екструдату з високими даними показниками; - за рахунок використання різних збагачувальних добавок.

За показником набухання екструдати зернобобових близькі до екструдату пшеничного борошна. Це дає підставу стверджувати, що механізм їх структуроутворення буде подібний і вони, практично рівноцінно, можуть замінити борошно як основний структуроутворюючий компонент харчоконцентратної суміші.

Результати досліджень показали, що плодовоовочеві порошки, як збагачувальні добавки, мають високу розчинність, але показник набухання має досить широкий діапазон значень. Для використання в харчоконцентратах швидкого приготування рекомендується морквяний, яблучний і буряковий порошки.

Встановлено, що відновлені екструдати у водних системах проявляють різну "стабільність" в часі, тобто здатність до осідання у відновлюючій рідині. Найбільш стабільними є екструдати крохмалю, значно меншу стабільність має відновлений екструдат пшеничного борошна при витримуванні якого спостерігається розшарування системи з виділенням значної кількості рідкої фази. Тому при розробленні рецептур соусів, основним компонентом яких є екструдоване борошно, виникла необхідність введення до рецептурної суміші екструдата-стабілізатора, в якості якого було використано пшеничний крохмаль.

Експериментально встановлено, що відновлена система набуває достатньої стабільності при заміні борошна крохмалем в кількості 17,5 %, (рис. 9).

Рис. 9 Залежність стабільності системи відновленого екструдованого борошна від кількості екструдованого крохмалю

Встановлено, що для одержання високоякісної страви температура води (кількість якої індивідуальна для конкретної рецептури нового продукту) для відновлення харчоконцентрату повинна становити 60...70 °С.

Принципова технологічна схема виробництва харчоконцентратів (соусів і солодких страв) швидкого приготування на основі екструдованої сировини подібна (рис. 10).

Базуючись на отриманих результатах розроблені нові технології харчових концентратів швидкого приготування (соуси, солодкі страви). На нові види харчоконцентратів соусів розроблена і затверджена необхідна НТД, технологія апробована в промислових умовах, на харчові концентрати солодких страв (киселі, муси) розроблено проект НТД.

ВИСНОВКИ

1. На підставі вивчення процесів модифікації крохмалю в результаті екструдувannya крохмалемістких матеріалів і узагальнення теоретичних та експериментальних даних щодо процесів взаємодії екструдатів з водою встановлено, що сировина оброблена методом високотемпературної екструзії має достатню кулінарну підготовленість, що дозволило розробити раціональні технології харчоконцентратів швидкого приготування, основою яких є екструдати.

2. Науково обґрунтовано та експериментально підтверджено, що екструдювання в достатній мірі забезпечує протікання процесів клейстеризації і деструкції крохмальної компоненти сировини.

Показано, що внаслідок клейстеризації відбувається перерозподіл співвідношення вільної та зв'язаної води на користь останньої. Результатом протікання деструкції крохмалю є збільшення частки декстринів. Доведено, що екструдювання чистого крохмалю протікає без деполімеризації макромолекул його полісахаридів.

3. Встановлено, що за однакових умов екструдювання клейстеризація і деструкція для картопляного і пшеничного крохмалю протікають з різною інтенсивністю, що зумовлено особливостями будови нативної форми. Картопляний крохмаль є більш стійким до дії деструктуючих чинників, що підтверджується результатами визначення середньочисельної молекулярної маси та ступеня полімеризації утворених полісахаридів. Модифікуючі процеси екструдювання зумовлюють зменшення впорядкованої частки крохмалю, причому оброблення крохмалю в одношнековому екструдері супроводжується незначними конформаційними перетвореннями порівняно з обробленням у двошнековому.

4. Доведено, що оброблення крохмалемісткої сировини ІЧ-випромінюванням перед екструдюванням забезпечує значну інтенсифікацію модифікуючих процесів екструзії, що підтверджується більш глибокими змінами вуглеводного комплексу, які визначають кулінарну підготовленість сировини.

5. Вивчені основні процеси, які відбуваються при взаємодії подрібненого екструдату з водою. Встановлено, що розчинення екструдату супроводжується його значним набуханням. При взаємодії екструдату з водою процеси розчинення і набухання взаємоприсутні, причому їхнє співвідношення для різних зразків не однакове і є наслідком перетворень крохмалю в ході екструдювання.

Встановлено, що водні системи відновлених екструдатів мають різну стабільність в часі, що було враховано при розробленні рецептур харчоконцентратів швидкого приготування.

6. На основі узагальнення експериментальних даних по вивченню процесів взаємодії екструдатів з водою запропоновано загальну схему утворення структури продукту при відновленні харчоконцентрату, рецептурною основою якого є екструдований крохмалемісткий матеріал.

З'ясовано, що превалюючим процесом структуроутворення при відновленні харчоконцентратів є набухання екструдованого компоненту.

7. Експериментально встановлено, що екструзійне оброблення впливає на фізіологічну дію крохмалю, що виражається у зменшенні ензим-резистентної частки для картопляного крохмалю на 45 % і збільшенні її для пшеничного на 26...41 %.

8. Експериментально обґрунтовано і встановлено вплив деяких харчових добавок (лецитин) і рецептурних інгредієнтів (лимонна кислота, гірчичний порошок) на фізико-хімічні показники екструдатів.

Доведено недоцільність використання лецитину для поліпшення якості екструдатів, призначених для використання в харчоконцентратах швидкого приготування, через недостатню клейстеризацію крохмальної компоненти суміші.

Встановлено, що для харчоконцентратів швидкого приготування на основі екструдатів раціональним є спосіб внесення лимонної кислоти безпосередньо у рецептурну суміш, оскільки додавання її до сировини, яку піддають екструдуванню, викликає надмірну деструкцію крохмалю, що призводить до погіршення якості відновлених страв.

Визначено, що оптимальна кількість гірчичного порошку при екструдуванні пшеничного борошна становить 10,0 %, при цьому раціональні параметри екструдування суміші такі: температура – 150 °С, масова частка вологи – 18 %.

9. На екстудовану крохмалемістку сировину (крохмаль, борошно) і нові види харчоконцентратів швидкого приготування розроблено і затверджено необхідну нормативно-технічну документацію.

Технологію нових видів харчоконцентратів соусів швидкого приготування апробовано на Стеблівському заводі продтоварів, проведено розрахунки техніко-економічної ефективності виробництва нових видів харчоконцентратів.

ПЕРЕЛІК РОБІТ, ЩО ОПУБЛІКОВАНІ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Розробка продуктів екструзійної технології з використанням пророщеного зерна / Ковбаса В.М., Терлецька В.А., Єгорова І.К., Хіврич Б.І., Миронова Н.Г., Дорохович А.М., Кобилінська О.В. - К.: УкрІНТЕІ, 1996.- 19 с.

2. Манк В.В., Кобылинская Е.В., Ковбаса В.Н. Состояние воды в крахмале и его экструдатах по данным ЯМР // Пищевые ингредиенты, сырье и добавки. – 1999. – № 2. – С. 14 - 15.

3. Кобилінська О.В., Ковбаса В.М., Прип'юк О.С., Ромашко О.В. Вплив лимонної кислоти на властивості екстудованого крохмалю // Харчова промисловість. – К.: УДУХТ, 2000. – № 45. – С. 275 - 279.

4. Ковбаса В.М., Кобилінська О.В. Екструзійні крохмалі // Харчова та переробна промисловість. - 1997. - №10. - С. 15.

5. Кобилінська О.В., Ковбаса В.М. Застосування екструзійної обробки як способу модифікації крохмалів // Експрес - новини: наука, техніка, виробництво. - К.: УкрІНТЕІ, 1997. - № 21 - 22. - С. 6 - 7.

6. Кобилінська О.В., Ковбаса В.М., Шаповаленко О.І. Дослідження глибини деструкції екстудованого пшеничного крохмалю // Сучасні інформаційні та енергозберігаючі технології життєзабезпечення людини. – К.: Фада, лтд. – 1999. – С. 671 - 674.

7. Кобилінська О.В., Ковбаса В.М., Бондар І.П. Визначення міцності як показника структурно - механічних властивостей сухих сніданків // Проблеми та перспективи розвитку виробництва та споживання хлібопродуктів. - Одеса: Одеська державна академія харчових технологій. 1997 - Т. 3: Нове в технології та техніці хлібопекарного виробництва та пакування харчових продуктів. - С. 43.

8. Кобилінська О.В., Ковбаса В.М., Вдовиченко А.С. Застосування екстудованих крохмалів для харчових концентратів швидкого приготування // Підприємства і цехи малої

потужності для переробки сільськогосподарської сировини: ефективність і особливості організації. - Полтава: Полтавський кооперативний інститут. 1998. - С. 173 -176.

9. Ковбаса В., Кобилінська О. Екструзійна технологія як пріоритетний напрямок перероблення сільськогосподарської сировини // Праці 2 -ої міжнародної науково - практичної конференції “Управління енерговикористанням”. - Львів. - 1997. - С. 63 - 64.

10. Кобылинская Е.В., Ковбаса В.Н., Сергеев А.Д., Определение некоторых физико - химических показателей экструдированных крахмалов // Труды международной научно - технической конференции “Техника и технология пищевых производств. - Могилев: Могилевский технологический институт. - 1998. - С. 101.

Крім того отримано:

Рішення про видачу патенту України на винахід без проведення експертизи по суті N99052646 від 12.05.99р. Спосіб виробництва порошкоподібного соусу / Кобилінська О.В., Ковбаса В.М., Терлецька В.А., Дегтярьов Л.С., Решетняк Л.Р.

Рішення про видачу патенту України на винахід без проведення експертизи по суті N99073727 від 01.07.99р. Спосіб виробництва мусу / Ковбаса В.М., Кобилінська О.В., Терлецька В.А., Луцик Ю.П., Сергеев А.Д., Ромашко О.В.

Кобилінська О.В. Розроблення раціональних технологій харчоконцентратів швидкого приготування на основі екструдованої сировини: – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.18.01 – технологія хлібопекарських продуктів та харчових концентратів. – Український державний університет харчових технологій Міністерства освіти і науки України, Київ, 2000.

Дисертація присвячена розробленню раціональних технологій харчоконцентратів швидкого приготування на основі крохмалемісткої сировини, обробленої методом високотемпературної екструзії.

Досліджено основні модифікуючі процеси, які забезпечують підготовленість сировини для використання у продуктах швидкого приготування. Доведено, що оброблення крохмалемісткої сировини ІЧ-випромінюванням суттєво інтенсифікує модифікуючий вплив екструдуювання.

На основі вивчення процесів, що мають місце при взаємодії екструдованих матеріалів з водою, запропонована схема утворення структури продукту при відновленні харчоконцентрату на основі екструдату.

Ключові слова: харчоконцентрати швидкого приготування, крохмаль, клейстеризація, деструкція, відновлення, структура, показники якості.

Кобылинская Е.В. Разработка рациональных технологий пищевых концентратов быстрого приготовления на основе экструдированного сырья: – Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.18.01 – технология хлебопекарных продуктов и пищевых концентратов. – Украинский государственный университет пищевых технологий Министерства образования и науки Украины, Киев, 2000.

Диссертация посвящена разработке рациональных технологий пищевых концентратов быстрого приготовления на основе крахмалсодержащего сырья, обработанного методом высокотемпературной экструзии.

Выяснено, что подготовленность сырья к употреблению обусловлена преобразованиями углеводного комплекса и, в частности, крахмальной составляющей. Исследованы основные модифицирующие процессы – клейстеризация и деструкция – которые претерпевает крахмал при обработке на одно- и двухшнековом экструдере.

Анализируя результаты спектральных (ЯМР, КР) исследований отмечено, что экструдирование вызывает изменение формы, ширины и структуры контура полос ОН-групп, что свидетельствует о резком изменении структуры крахмала в результате обработки.

Перераспределение форм влаги в экструдированных материалах в сторону увеличения доли связанной, свидетельствует об интенсивной клейстеризации крахмала при экструдировании.

Показано, что экструзия вызывает понижение молекулярной массы крахмальных полисахаридов вследствие деструктивных процессов. Однако установлено, что при одинаковых режимах обработки глубина модифицирующих процессов неодинакова для крахмала различного ботанического происхождения: среднечисельная молекулярная масса полисахаридов экструдата картофельного крахмала в 1,3 раза больше, чем для экструдата пшеничного.

Экструзионная обработка способствует уменьшения упорядоченной доли в структуре крахмала: картофельный крахмал аморфизуется полностью, пшеничный - сохраняет незначительную долю (3...6 %) кристаллической структуры.

Доказано, что обработка крахмалсодержащего сырья ИК-излучением существенно интенсифицирует модифицирующее действие экструдирования. Об этом свидетельствует анализ количества и фракционного состава декстринов исследуемого экструдата манной крупы.

В работе исследовано влияние дисперсности экструдатов на время увлажнения и растворимость как на основные процессы восстановления. Установлено, что измельчение экструдатов следует проводить до размеров частиц ≤ 250 мкм, что учтено при разработке НТД.

Изучены основные процессы, которые имеют место при взаимодействии экструдата с водой, т.е. при его восстановлении. Установлено, что при растворении экструдата наблюдается его значительное набухание, что является следствием модификации крахмальной компоненты сырья при экструдировании.

Предложена схема образования структуры продукта при восстановлении пищевых концентратов на основе экструдата. Установлено, что основными процессами структурообразования являются растворение и набухание, причем большую структурообразующую функцию при восстановлении обеспечивает набухание экструдата.

Экспериментально установлено, что экструдирование по-разному влияет на физиологическое действие крахмала разного ботанического происхождения: для картофельного отмечено уменьшение доли энзим-резистентного крахмала, а для пшеничного - ее увеличение.

Исследовано влияние некоторых пищевых компонентов на структурообразующие свойства экструдатов. Экспериментально установлено, что внесение лецитина в экструдированную смесь приводит к снижению степени клейстеризации крахмала, на основании чего его применение

признано нецелесообразным для улучшения качества экструдатов используемых в пищевых концентратах быстрого приготовления.

Проведена оптимизация процесса экструдирования смеси пшеничной муки с горчичным порошком, в результате чего установлены рациональные параметры обработки (температура, массовая доля влаги, количество горчичного порошка в смеси) при которых достигается максимальное значение критерия оптимизации - показателя набухания экструдата.

Предложены пути повышения биологической, пищевой и энергетической ценности пищевых концентратов быстрого приготовления на основе экструдатов.

Разработаны кулинарные рекомендации по восстановлению пищевых концентратов быстрого приготовления на основе экструдированного сырья.

Ключевые слова: пищевые концентраты быстрого приготовления, крахмал, клейстеризация, деструкция, восстановление, структура, показатели качества.

Kobulinska O. Development of rational technologies food concentrate quick preparation on the base extrusion cheeses: - Manuscript.

Thesis on the reception scientific degrees of candidate of technical sciences on professions 05.18.01 - bread-making product technology and food concentrate. - an Ukrainian state university of food technologies at Ministry of formation and sciences of Ukraine, Kiev, 2000.

Thesis is denoted development of rational technologies food concentration quick preparation on the base starch contain cheeses, on-an high temperature extrusion worked by the method.

Explored main modifying processes, which ensure a preparedness cheeses for using in products quick preparation. Proved that processing starch contain cheeses IR-radiating greatly intensification a modify action extrusion.

On the base of studying the processes, which exist at the interaction of extrusion material with water, offered scheme of forming a product structure when recovering food concentrate on the base of extrudated.

Keywords: food concentrate quick preparation, starch, gelatinization, destruction, reconstruction, structure, quality factors.