

Авторефер.  
В 27

ОДЕСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

На правах рукопису

ВЕЛИЧКО ЛЮДМИЛА ОЛЕКСАНДРІВНА

*ЛВЗ -*

РОЗРОБКА РЕСУРСОЗБЕРІГАЛЬНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ СИРУ  
ПІДВИЩЕНОЇ ХАРЧОВОЇ ЦІННОСТІ

Спеціальність - 05.18.04 - технологія м'ясних,  
молочних та рибних  
продуктів

А в т о р е ф е р а т  
дисертації на здобуття наукового ступеня  
кандидата технічних наук

Одеса - 1996

Дисертацією є рукопис.

Роботу виконано в Одеській державній академії харчових технологій

Науковий керівник академік Української Технологічної Академії  
доктор технічних наук, професор  
Чагаровський Олександр Петрович

Офіційні опоненти:

1. Академік Української Технологічної Академії, доктор  
технічних наук, професор Загібалов Олександр Федорович
2. Професор, доктор технічних наук  
Ліпатов Микита Миколайович

Провідна організація: Одеський міський молочний завод № 1.

Захист відбудеться " 25 " 06 1996 р.

о 10 годині на засіданні спеціалізованої вченої ради  
Д 05.16.03 в Одеській державній академії харчових технологій  
/270039, м.Одеса, вул.Канатна, 112/.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Одеської  
державної академії харчових технологій.

Автореферат розісланий " 24 " 05 1996 р.

ОНАХТ 04.07.11  
Розробка ресурсозбер



v017195

v017195

ОДАХТ  
Бібліотека

Вчений секретар  
спеціалізованої вченої ради,

Крестінков І.С.

11

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність. В останній час в країнах з розвинутою економікою велику увагу приділяють створенню продуктів харчування нового покоління, що найбільш повно відповідають вимогам сучасної нутріціології і мають збалансований склад основних поживних речовин. Такі продукти відносять до розряду так званої "здорової їжі". Серед них значне місце займають кисломолочні вироби /напої, пасти, сири, тощо/, харчова та біологічна цінність яких підвищується за рахунок застосування корисних для людини мікроорганізмів.

Серед асортименту кисломолочних продуктів, що є традиційними для України та інших країн СНД, особливе місце займає сир /російська назва "творог"/, який входить до складу щоденного раціону харчування майже всіх без виключення вікових груп населення.

Слід вказати на те, що за вимогами сучасної фізіології харчування сир має незбалансований аміно- та жирнокислотний склад. Крім того, технологія сиру є багатевідходною, так як при його виробництві найцінніші за змістом незамінних амінокислот білки вилучаються разом з сироваткою і кінцевий продукт має дефіцит метіоніну та цистину.

Молочний жир, який міститься в напівжирному та жирному сирі, також не відповідає вимогам ідеального гіпотетичного жиру. Тому проблема збалансування складу основних незамінних для людей споживних сполук в сирі та підвищення ефективності їх використання в виробництві набуває особливої актуальності.

Вітчизняними спеціалістами зроблені спроби удосконалення технології сиру за рахунок внесення сироваткових білків /творог "Обогащений"/ та рослиної олії в готовий продукт та молоко. Але досить повного наукового обґрунтування ці спроби не знайшли. Крім того, відомо, що ультрафільтраційне концентрування дозволяє під-

вищити ступінь використання білкових речовин в виробництві сиру, але кінцевий продукт має вади смаку - гіркота.

Тому вирішення названих проблем в виробництві сиру має велике значення й дозволить підвищити його харчову цінність та ефективність діючих технологій.

Мета та задачі досліджень. Метою дисертації є розробка ресурсозберігальної технології сиру підвищеної харчової цінності.

Для досягнення поставленої мети вирішувались такі задачі:

- вивчити вплив ультрафільтраційного концентрування та сироваточно-білкових концентратів на зміну фізико-хімічних показників і технологічних властивостей молока;
- дослідити процес коагуляційного структуроутворення ультрафільтраційних концентратів знежиреного молока з сироваточнобілковими концентратами, а також структурно-механічні й синерезні властивості сирних згустків;
- здійснити й обґрунтувати вибір ступеня концентрування молока методом ультрафільтрації й способу внесення сироваточнобілкових концентратів при виробництві сиру;
- запропонувати нові рецептури й обґрунтувати технологічні операції, що забезпечують отримання сиру зі збалансованим аміно- та жирнокислотним складом;
- розробити ресурсозберігальну технологію сиру підвищеної харчової цінності та проект нормативно-технічної документації на його виробництво.

Наукова новизна. Встановлено, що підвищення харчової та біологічної цінності сиру може бути досягнуто за рахунок застосування ультрафільтрації, балансування амінокислотного складу шляхом збагачення ультрафільтраційними концентратами сироваткових білків та корегування жирнокислотного складу додаванням 20 % рослинної олії /соняшникової або кукурудзяної/.

Виявлено, що ультрафільтраційне концентрування знежиреного молока та додавання в нього сироваткобілкових концентратів впливає на фізико-хімічні та технологічні властивості вихідної сировини, змінює імпеданс колоїдної системи.

Показано, що внесення сироватковобілкових концентратів та рослинної олії підвищує біологічну активність сиру, підсилює його роль в енергетичному гомеостазі людини.

Практична цінність. Створена науково обгрунтована ресурсозберігальна технологія сиру, збалансованого за аміно- та жирнокислотним складом.

Визначені і обгрунтовані основні технологічні режими виробництва сиру, що забезпечують отримання продукту високої якості.

Розроблені рецептури нежирного й напівжирного сиру підвищеної харчової цінності /для сиру, виробленого традиційним способом та з УФ-концентрату знежиреного молока з додаванням ультрафільтраційних концентратів молочної сироватки й рослинної олії/.

Технологія сиру, збалансованого за аміно- та жирнокислотним складом, випробувана в умовах цеху дитячого харчування Одеського ММЗ № 1.

На виробництво сиру підвищеної харчової цінності розроблено проект нормативно-технічної документації, що знаходиться на стадії узгодження й затвердження.

Апробація дисертаційної роботи. Основні положення та результати досліджень доповідались на: Міжнародній науково-технічній конференції "Їжа. Екологія. Людина" /Москва, 1995/; науково-практичній конференції "Науково-технічне та технологічне забезпечення збільшення виробництва конкурентно-спроможних продуктів для дитячого харчування" /Одеса, 1995/; 53 і 56 наукових конференціях ОДАХТ /Одеса, 1993, 1996/.

Публікації. За результатами досліджень опубліковано 6 друко-

ваних робіт, у тому числі в Матеріалах науково-практичної конференції "Науково-технічне та технологічне забезпечення збільшення виробництва конкурентно-спроможних продуктів для дитячого харчування /Одеса, 1995/, матеріалах Міжнародної науково-технічної конференції "Їжа. Екологія. Людина" /Москва, 1995/, в матеріалах наукових конференцій ОДАХТ.

Обсяг и структура роботи. Дисертація складається із вступу, 5 розділів, висновків, списку літератури та додатків. Робота викладена на 125 стор., містить 19 рисунків, 34 таблиці та додатки.

### ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обгрунтована актуальність та сформульована мета дисертаційної роботи.

В першому розділі "Основні шляхи удосконалення технології сиру й сирних виробів" проаналізовані науково-технічні й патентні джерела інформації з розглянутої проблеми.

На початку розділу подано коротку характеристику основних видів сиру й сирних виробів, що виробляються в Україні та країнах СНД.

Далі дається критичний аналіз існуючих й нових, що розробляються за кордоном та в Україні, способів виробництва сиру. Показано, що використання ультрафільтрації в технології сиру дає змогу вирішити проблему повної переробки сироватки й організувати безвідходне виробництво сиру. Однак, більшість дослідників відзначають вади в органолептичних показниках сиру, отриманого з використанням ультрафільтрації. Для усунення цих вад важливо визначити фактор концентрування знежиреного молока.

Проведена оцінка харчової цінності сиру й сирних виробів на основі аналізу вмісту в них незамінних амінокислот, співвідношення

насичених, мононенасичених й поліненасичених жирних кислот, вітамінів, мінеральних речовин.

Аналіз літературних джерел показав, що для отримання сиру із збалансованим амінокислотним складом треба використовувати мембранні процеси й збагачення його сироватковими білками молока, отриманими ультрафільтрацією.

Останніми науковими дослідженнями жирнокислотного складу молочного жиру встановлено, що по даному показнику він не в повній мірі відповідає сучасним медико-біологічним вимогам збалансованого харчування. Показано, що направлене регулювання жирнокислотного складу може бути досягнуте шляхом часткової заміни молочного жиру рослинним, який багатий есенціальними жирними кислотами.

Наприкінці обзору літератури зроблено висновок про необхідність розробки ресурсозберігальної технології сиру зі збалансованим аміно- та жирнокислотним складом. У відповідності з поставленою метою сформульовано основні задачі досліджень.

Другий розділ "Організація, методи та техніка проведення досліджень" присвячено організаційним, методологічним та технічним аспектам виконаних досліджень. Дано стиснутий зміст й перелік стандартних, загальновідомих й оригінальних методів досліджень, що застосовувались. Наведені ілюстрації та опис лабораторних експериментальних установок /ванна для приготування сиру, лабораторна ультрафільтраційна установка з плоскорамним фільтраційним апаратом на базі пластин конструкції ВНДЕКІпродмаш /.

Загальна схема проведення досліджень з вказівками на основні досліджувані показники відображена на рис. I.

Третій розділ "Технологічні особливості виробництва сиру з молока, концентрованого ультрафільтрацією". На I етапі вивчено вплив ультрафільтраційного концентрування на технологічні властивості знежиреного молока, від яких залежать режими виробництва си-

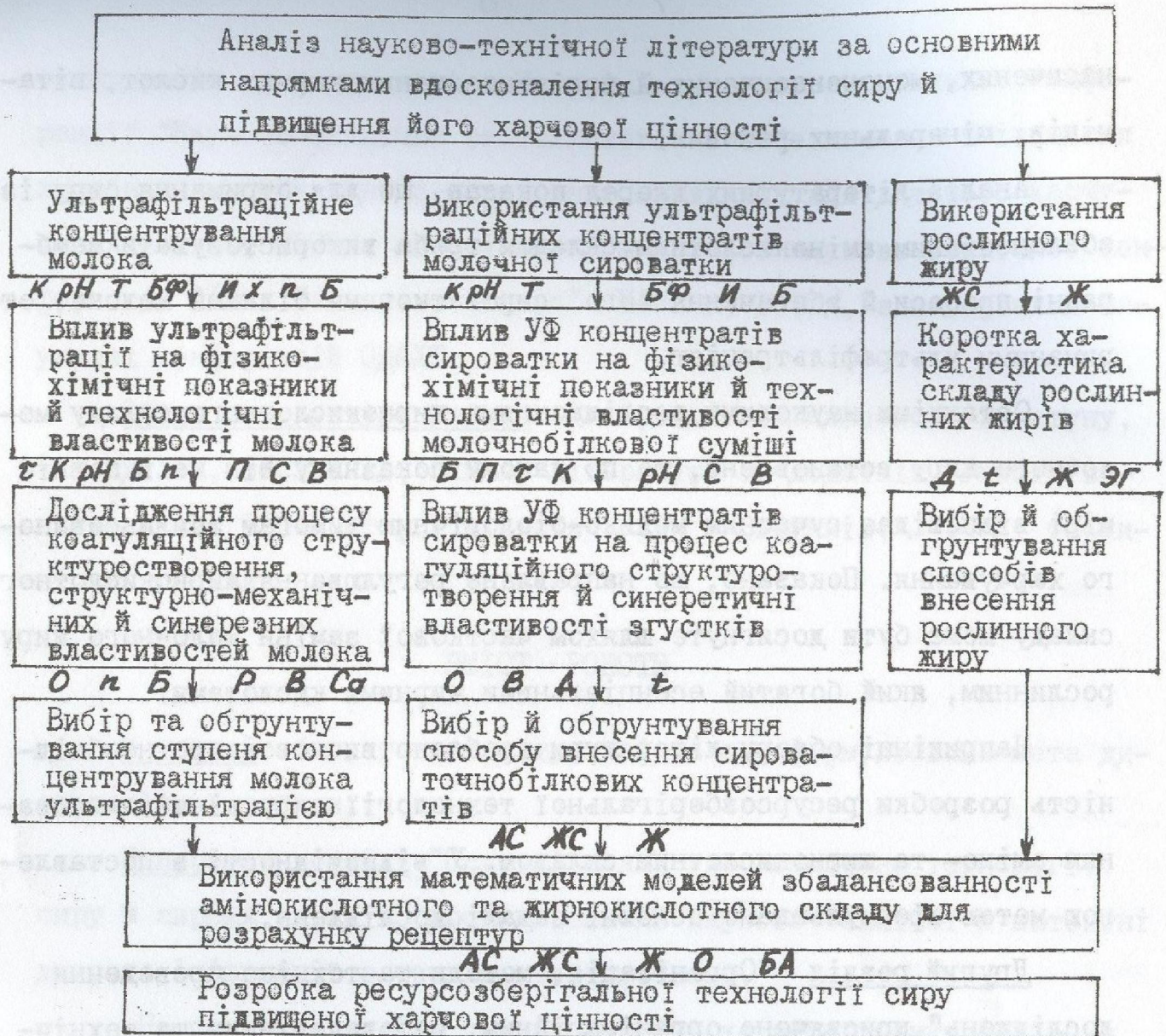


Рис. I. Загальна схема проведення досліджень

- |    |                             |    |                                 |
|----|-----------------------------|----|---------------------------------|
| К  | - титрована кислотність, °Т | Л  | - ступіня концентрування        |
| рН | - активна кислотність, рН   | Б  | - масова частка білку, %        |
| Т  | - термостійкість            | Ж  | - масова частка жиру, %         |
| БФ | - буферність, мл            | П  | - міцність згустку, Па·с        |
| И  | - імпеданс системи          | С  | - синеретичні властивості       |
| Х  | - термін зберігання, годин  | В  | - масова частка вологи, %       |
| Д  | - тиск гомогенізації, МПа   | Ч  | - тривалість зквашування, ч     |
| т  | - температура, °С           | Р  | - витрата сировини, кг/кг       |
| АС | - амінокислотний склад      | Са | - масова частка кальцію, %      |
| ЖС | - жирнокислотний склад      | ЕГ | - ефективність гомогенізації, % |
| О  | - органолептичні показники  | БА | - біологічна активність         |

ру. Встановлено, що по мірі збільшення масової частки білку термо-стійкість знежиреного молока знижується, однак, це зниження не таке значне, щоб впливати на режим теплової обробки молока у процесі виробництва сиру.

Таблиця I

Досліджуемий об'єкт	Фізико-хімічні показники					
	Титро-вана кислот-ність °Т	Актив-на ки-слот-ність, рН	Буферність, мл		Буферна ем-ність, мл	
			по лугу	по кисло-ті	по лугу	по кисло-ті
Знежирене молоко	18	6,70	18	2,0	1,29	0,095
УФ концентрат знежиреного молока:						
$n = 2,0$ /5,6 % білку/	27	6,65	27	3,5	1,93	0,167
$n = 2,9$ /8,4 % білку/	34	6,59	34	4,2	2,43	0,270
$n = 4,0$ /11,2 % білку/	43	6,52	43	6,1	3,07	0,290
$n = 5,2$ /14,6 % білку/	53	6,45	53	8,0	3,76	0,380

Як видно з табл. I у процесі ультрафільтрації титрована кислотність знежиреного молока збільшується. Це пояснюється підвищенням масової частки білку й деяких мінеральних солей. Зміна рН проходить в меншій мірі, що пов'язано з підвищенням буферності за лугом та кислотою за рахунок концентрування білкових та мінеральних буферних систем. Підвищення буферності грає позитивну роль тому, що це приводить до збільшення строків зберігання ультрафільтраційних концентратів у порівнянні з вихідним молоком, при чому по мірі збільшення ступеня концентрування тривалість зберігання УФ концентратів без зміни органолептичних та фізико-хімічних показників збільшується. Так, термін зберігання ультрафільтраційного концентрату знежиреного молока при температурі  $8 \pm 1$  °C складає  $24 \pm 1$ ;  $36 \pm 2$ ;  $42 \pm 2$ ;  $56 \pm 3$ ;  $64 \pm 3$ ;  $95 \pm 5$  годин при відповідних ступенях концентрування  $n = 1$ ; 1,5; 2; 3; 4 та 5, тоді

як знежирене молоко зберігалось без зміни властивостей тільки 24 години. Це зв'язано з тим, що у процесі ультрафільтрації знежиреного молока імпеданс колоїдної системи дещо збільшується. Таким чином ультрафільтраційне концентрування підвищує стабільність колоїдної системи, що може вплинути на процес утворення коагуляційної структури /тривалість зквашування ультрафільтраційного концентрату/. Дійсно було встановлено, що при підвищенні масової частки білку має місце більш певний час досягнення рН, яке відповідає ізoeлектричній точці казеїну. Однак, при масових частках білку в знежиреному молоці 6,0–9,0 % воно не таке значне і не впливає на організацію технологічного процесу виробництва сиру.

Наступний етап присвячений аналізу впливу ступеня концентрування на структурно-механічні й синерезні властивості кислотних й кисло-сичужних згустків, які отримані із ультрафільтраційних концентратів знежиреного молока.

Результати експериментальних досліджень реологічних характеристик незруйнованої структури кислотних і кисло-сичужних згустків, що отримані методом виривання пластини, наведені на рис.2.

Як впливає з експериментальних даних, при підвищенні ступеня концентрування знежиреного молока ультрафільтрацією незалежно від виду коагуляції спостерігається збільшення міцності структури згустків.

Аналіз результатів синерезису згустків із ультрафільтраційних концентратів знежиреного молока свідчить про те, що маса сироватки, яка виділяється при збільшенні масової частки білку в знежиреному молоці, зменшується. Це пояснюється тим, що частина сироватки вилучена вже у вигляді фільтрату при УФ-концентруванні.

Вивчено вплив ультрафільтраційного концентрування на основні економічні показники процесу одержання сиру. Встановлено, що застосування ультрафільтрації у виробництві сиру є доцільним тому,

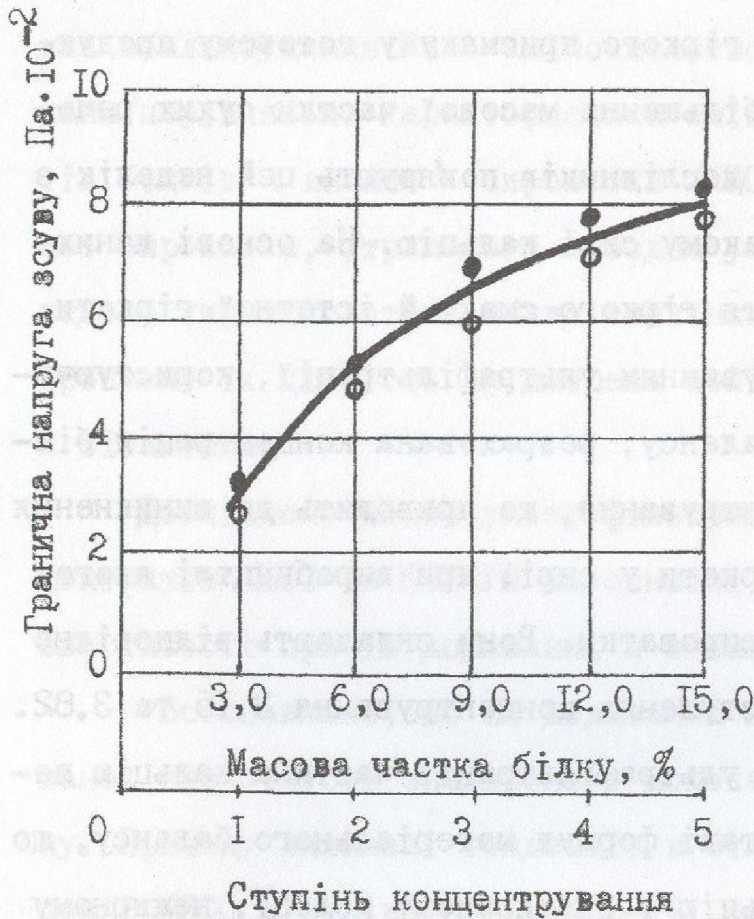


Рис.2. Залежність міцності молочнобілкових згустків від ступеня ультрафільтраційного концентрування знежиреного молока

- – кислотні згустки
- – кислотно-сичужні згустки

що з підвищенням масової частки білку в знежиреному молоці до максимально можливого значення /15-18 %/ економічні показники поліпшуються: ступінь використання білкових сполук підвищується з 77,2 до 96,6 /табл.2/, загальні втрати сухих речовин зменшуються на 30 %, вихід готового продукту збільшується на 17 %. Це зумовлено, головним чином, переходом цінних фракцій сироваткових білків у готовий продукт та підвищенням опору білковокаркасної структури згустків, вилученню сироватки із них.

Таблиця 2

Показник	Ступінь концентрування /масова частка білку,% /						
	1/3,0/	2/6,0/	3/9,0/	4/12,0/	5/15,0/	6/18,0/	
Ступінь використання білкових сполук, %	77,2	79,5	86,1	89,1	91,9	99,2	96,6

Основною перепоною на шляху використання ультрафільтрації у

виробництві сиру є наявність гіркого присмаку у готовому продукті, що посилюється по мірі збільшення масової частки сухих речовин у концентраті. Більшість дослідників пов'язують цей недолік з відносно високим вмістом у такому сирі кальцію. На основі даних В.В.Белова про порогові відчуття гіркого смаку й істотної гіркоти у сирі, виробленому з застосуванням ультрафільтрації, користуючись формулами матеріального балансу, розрахована концентрація білку в молоті та ступінь концентрування, що приводить до виникнення гіркого смаку та істотної гіркоти у сирі, при виробництві якого відсутня операція видалення сироватки. Вони складають відповідно 9,02 % та 11,54 % білку при ступенях концентрування 3,15 та 3,82.

Беручи до уваги, що при ультрафільтрації частина кальцію переходить у фільтрат, на підставі формул матеріального балансу, що враховують масову частку кальцію у знежиреному молоті, нежирному сирі, фільтраті та сироватці, встановлені концентрації кальцію в УФ-концентратах знежиреного молока, перевищення яких може привести до виникнення вад смаку в сирі.

Доведено, що реальне значення ступеня концентрування знежиреного молока ультрафільтрацією в виробництві сиру, у якого відсутня гіркість, не повинно перевищувати 2,55. Сир, вироблений із такого ультрафільтраційного концентрату, має кращий амінокислотний склад в порівнянні з сиром, виробленим за традиційним способом. Зокрема в ньому підвищується скор за лімітованими незамінними сіркувмістними амінокислотами /метионін + цистин/ з 90,8 до 97,5 та поліпшуються показники травлення сиру "in vitro" панкреатином та пепсином, що свідчить про його кращу біологічну цінність.

В четвертому розділі "Технологічні особливості виробництва сиру з використанням сироватковобілкових концентратів й рослинного жиру" наведено коротку характеристику ультрафільтраційних концентратів молочної сироватки й рослинних жирів як добавок до сиру

для збалансування його амінокислотного й жирнокислотного складу; дана порівняльна характеристика амінокислотного складу концентратів білків кислої сироватки /КБСС/ та концентрату білків солодкої сироватки, отриманого методом ультрафільтрації /КСБ-УФ/; приведено жирнокислотний склад соняшникової й кукурудзяної олій, підкреслена їх цінність як джерела поліненасичених жирних кислот й вітамінів.

Досліджено вплив ультрафільтраційних сироваткобілкових концентратів КБСС та КСБ-УФ на основні технологічні, фізико-хімічні властивості при їх додаванні в знежирене молоко.

Встановлено, що їх додавання призводить до підвищення титрованої кислотності знежиреного молока й зсуванню рН в кислу сторону. Причому виявлені тенденції в більшій мірі мають місце при внесенні КБСС в порівнянні з КСБ-УФ, що зумовлено фізико-хімічними показниками самих концентратів. Так, титрована кислотність внесенного КБСС складала 130-150 °Т, а КСБ-УФ /в перерахуванні на відновлений концентрат з масовою часткою сухих речовин 9,0-9,5 %/ - тільки 24-28 °Т; активна кислотність КБСС - 4,4-4,5 рН, в той час, як для відновленого КСБ-УФ - 6,4-6,45 рН. Виявлено, що при додаванні і КБСС, і КСБ-УФ зміна титрованої та активної кислотності в залежності від маси внесенного концентрату молочної сироватки носить експоненційний, а не прямопропорційний характер.

Як показали дослідження, буферна ємність знежиреного молока за лугом й кислотою збільшується при внесенні обох видів концентрату. Крім того, додавання як КСБ-УФ так і КБСС впливає негативно на термостійкість молочної суміші. Причому, внесення КБСС навіть у незначній кількості /більш як 0,4 % білку/ приводить до практично повної втрати термостійкості молочної суміші, що пояснюється збільшенням титрованої кислотності й зсувом рН в кислу сторону. Збільшення концентрації іонів водню сприяє нейтралізації

негативного заряду міцел казеїну й гідратної оболонки, тобто в цьому разі проходить часткова розрядка подвійної електричної верстви навколо білкових міцел. Підтвердженням тому є експериментальні дані з впливу добавок КСБ-УФ та КБСС в знежирене молоко на повний імпеданс колоїдної системи.

Встановлено, що внесення КБСС та КСБ-УФ приводить до зміни певного імпедансу колоїдної системи молочнобілкової суміші /рис.3/, а саме: різкого зниження ємності подвійної електричної верстви міцел казеїну. Це пов'язано з тим, що після нейтралізації заряду казеїну та досягнення ним ізоелектричної точки має місце перезаряд гідратної оболонки та подвійної електричної верстви колоїдної системи. Експериментальні дані добре узгоджуються з критичним вмістом білку в суміші, при якому молочнобілкова суміш втрачає свою термостійкість, та свідчать про неможливість теплової обробки молочнобілкової суміші при збільшенні масової частки білку у ній критичного значення: 3,4 % при внесенні КБСС та 3,8 % при внесенні КСБ-УФ. У зв'язку з цим доцільно рекомендувати у випадку додавання ультрафільтраційних концентратів білків молочної сироватки при виробництві сиру проводити пастерізацію складових суміші окремо.

Досліджені основні, важливі для технології сиру, процеси коагуляційного структуротворення молочнобілкової суміші, нормалізованої за білком ультрафільтраційними концентратами сироватки /КБСС та КСБ-УФ/, інтенсивність процесу коагуляції, структурно-механічні та синерезові властивості кислотних та кислотно-сичужних згустків. Як свідчать дані експериментів, внесення ультрафільтраційних концентратів незначно інтенсифікує процес коагуляційного структуротворення згустків при виробництві сиру. Тому можна рекомендувати внесення закваски, ферменту та хлористого кальцію в тих співвідношеннях, що й при традиційній технології сиру.

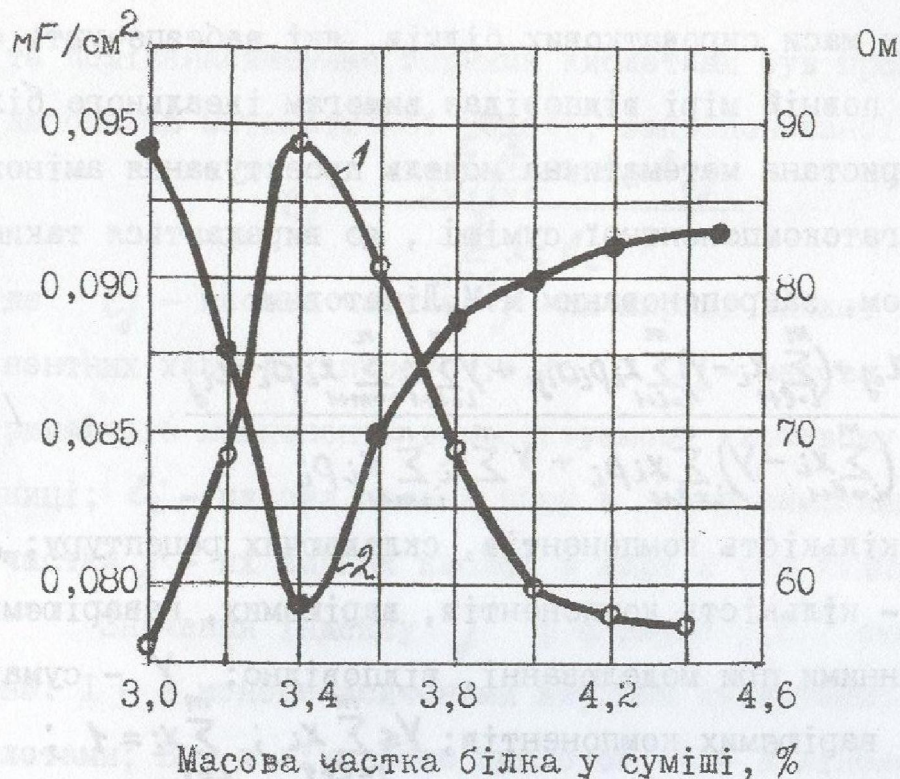


Рис.3. Залежність поляризаційного опору /1/ та ємності подвійної електричної верстви /2/ від масової частки білку.

Дослідження структурно-механічних властивостей згустків методом виривання пластини показали, що суттєвого впливу збільшення масової частки білку в знежиреному молоці за рахунок внесення в нього ультрафільтраційних концентратів молочної сироватки на їх реологічні характеристики не має, тобто внесені сироваткові білки в процесі коагуляційного структуроутворення не приймають участі.

Аналіз результатів синеретичних властивостей згустків показав, що додавання в знежирене молоко сироваткових білків негативно впливає на динаміку синерезису. Це пояснюється тим, що сироваткові білки, що знаходяться у суміші, мають більш високу гідрофільність в порівнянні з казеїном. Причому із збільшенням масової частки концентратів у суміші збільшується й масова частка вологи у сирних згустках, що може призвести до деяких перешкод у виробництві сиру з потрібною масовою часткою вологи.

Все це дозволяє зробити висновок про те, що при виробництві сиру сироваткові білкові концентрати треба додавати не в знежирене молоко, а у готовий продукт.

Для розрахунку маси сироваткових білків, які забезпечують отримання сиру, що в повній мірі відповідає вимогам ідеального білку ФАО/ВОЗ, була використана математична модель проектування амінокислотного складу багатокomпонентної суміші, що виражається таким алгебраїчним виразом, запропонованим М.М.Ліпатовим:

$$A_j = \frac{\sum_{i=l+1}^m x_i \sum_{i=1}^l x_i \rho_i a_{ij} + (\sum_{i=l+1}^m x_i - Y) \sum_{i=l+1}^m x_i \rho_i a_{ij} + Y \sum_{i=l+1}^m x_i \sum_{i=m+1}^n x_i \rho_i a_{ij}}{\sum_{i=l+1}^m x_i \sum_{i=1}^m x_i \rho_i (\sum_{i=l+1}^m x_i - Y) \sum_{i=l+1}^m x_i \rho_i + Y \sum_{i=l+1}^m x_i \sum_{i=m+1}^n x_i \rho_i} \quad / I /$$

де  $n$  - загальна кількість компонентів, складаючих рецептуру;  $l$ ,  $m-l$ ,  $n-m$  - кількість компонентів, варіюємих, неваріюємих та тих, які є замінними при моделюванні, відповідно;  $Y$  - сумарна частка в рецептурі варіюємих компонентів;  $Y \leq \sum_{i=l+1}^m x_i$ ;  $\sum_{i=1}^m x_i = 1$ ;  $\sum_{i=m+1}^n x_i = 1$ ;  $x_i$  - масова частка  $i$ -го компоненту, частка одиниці;  $\rho_i$  - масова частка білку в  $i$ -ому компоненті, %;

$a_{ij}$  - масова частка у білку  $i$ -го компоненту  $j$ -ої амінокислоти, г/100 г білку;  $A_j$  - масова частка  $j$ -ої амінокислоти в білку моделюємої рецептури, г/100 г білку.

На основі виконаних розрахунків рекомендовано включати до рецептури сиру, збалансованого за амінокислотним складом, кг/т: рідкого концентрату білків /КБСС/ з масовою часткою сухих речовин 23 % - 107,14 - 299,07; рідкого концентрату КСБ-УФ /отриманого із сироватки з твердого сиру/ з масовою часткою сухих речовин 23 % - 59,21 - 182,86; сухого КСБ-УФ - 14,185 - 43,747.

Наведений діапазон сироваткових білкових концентратів, розрахований для сиру, отриманого по традиційній технології, з найменшими значеннями амінокислотного скору /90,8 %/ по метіоніну + цистину та сиру, отриманого з використанням ультрафільтрації, що має найбільший скор / 97,5 %/.

Для збалансування жирнокислотного складу сиру й встановлення рекомендованого співвідношення між насиченими, мононенасиченими

та поліненасиченими жирними кислотами був проведений розрахунок за допомогою математичної моделі, запропонованої М.М.Ліпатовим:

$$l_j = \frac{\sum_{i=1}^2 \sum_{l=1}^5 x_i l_i l_{ij}}{\sum_{i=1}^2 x_i l_i} \quad /2/$$

де  $l_j$  - масова частка  $j$ -их жирних кислот в жирі багатоконпонентних харчових продуктів, %;  $x_i$  - масова частка  $i$ -го жиротримуючого компоненту в проєктуємому харчовому продукті, частка одиниці;  $l_i$  - масова частка жиру в  $i$ -му компоненті, %;  $l_{ij}$  - масова частка  $j$ -их жирних кислот в жирі  $i$ -го компоненту, %;

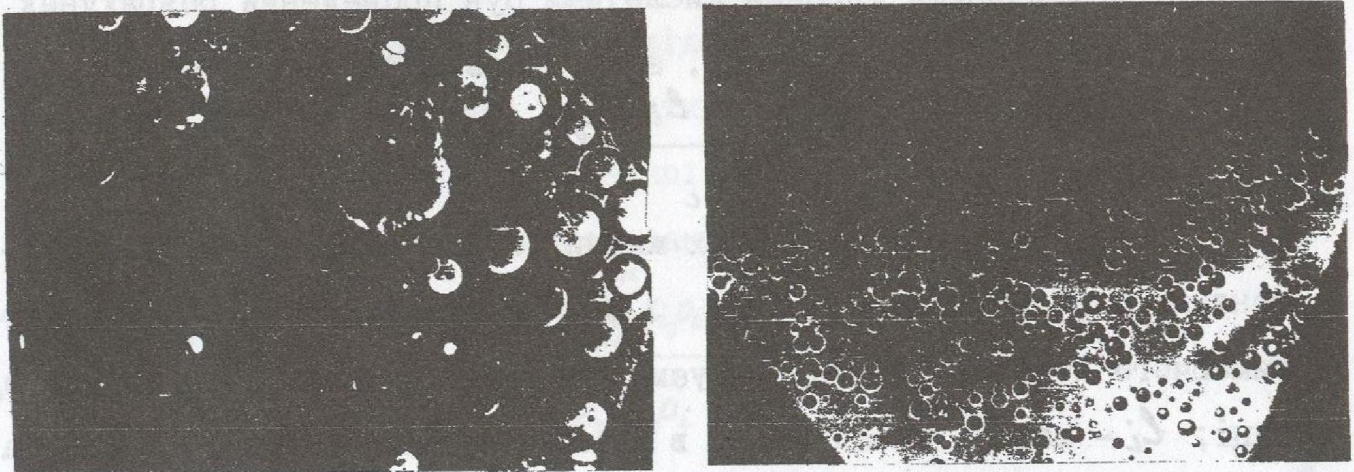
Значення індексу  $j$  у формулі / 2 / ототожнювали відповідно: 1 - з мононенасиченими жирними кислотами; 2 - з насиченими кислотами; 3 - з лінолевою кислотою; 4 - з ліноленовою кислотою; 5 - з арахідоною кислотою.

В результаті моделювання жирнокислотного складу встановлено, що для отримання сиру підвищеної харчової цінності, який має добрі органолептичні показники, рівень заміни молочного жиру рослинним повинен складати не менш як 20%.

На основі проведених досліджень рекомендується вносити сироваткові білкові концентрати, вершки 50%-ної жирності та рослинну олію в готовий сир у вигляді гомогенізованої молочно-білково-рослинної емульсії.

У зв'язку з цим вивчався вплив режимів гомогенізації на ефективність диспергування молочно-білково-рослинної суміші з КБСС та КСВ-УФ. Встановлені оптимальні режими процесу: тиск - 16-20 МПа і температура 60 - 65 °С. Результати досліджень дисперсності молочно-білково-рослинної суміші подані у вигляді фотографій до та після гомогенізації.

П'ятий розділ "Розробка та обґрунтування ресурсозберігальної технології сиру підвищеної харчової цінності" присвячено обґрунтуванню технологічних режимів виробництва сиру, збалансованого за



а б

Рис.4. Мікроскопічні фотографії молочно-білково-рослинної емульсії до гомогенізації /а/ і після гомогенізації / б /.

амінокислотним та жирнокислотним складом, а також вивченню харчової цінності отриманого продукту.

В основу запропонованої технології покладено технологічні інструкції по виробництву сиру з пастеризованого молока роздільним способом та сиру "Обогащенный". Відмінною особливістю розробленої технології є введення нових технологічних операцій: ультрафільтрація знежиреного молока та сирної сироватки, а також підготовка компонентів, складання, обробка та внесення молочно-білково-рослинної суміші у сир. Технологічна схема виробництва сиру підвищеної харчової цінності приведена на рис.5.

Про підвищення харчової цінності сиру, отриманого за розробленою технологією, свідчать дані амінокислотного / табл. 3 / та жирнокислотного / табл. 4 / складу. Крім того, такий сир проявляє більшу біологічну активність, для оцінки якої була використана методика на основі хімічної моделі в системі "відновний нікотинамідаденідинуклеотид ферроціанід калію". Як показали результати експериментів /рис.6/ біологічна активність сиру, виробленого з молока, концентрованого ультрафільтрацією, збільшується у 1,5 - 2 рази, з внесенням рослин-

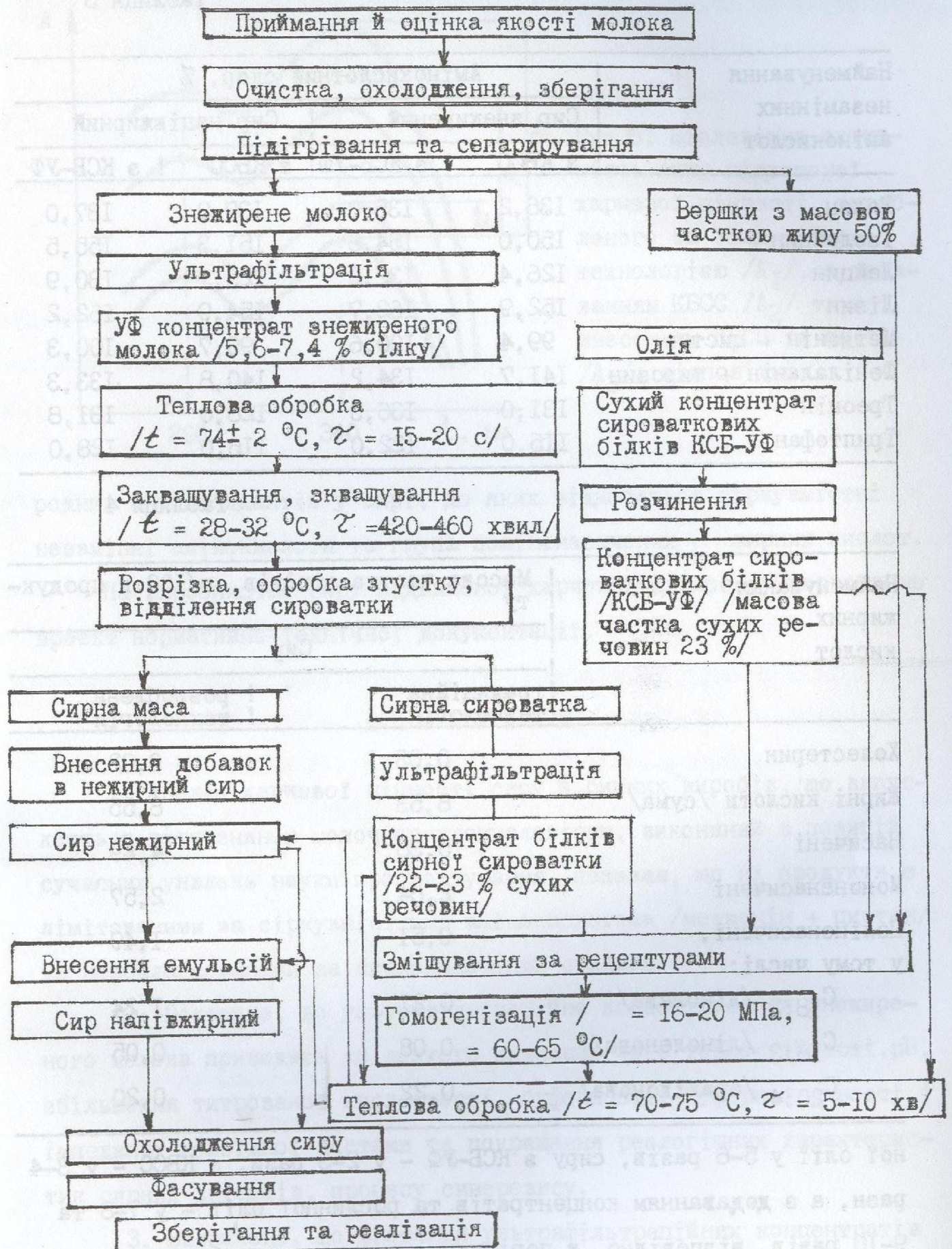


Рис.5. Технологічна схема виробництва сиру підвищеної харчової цінності

Таблиця 3

Найменування незамінних амінокислот	Амінокислотний скор, %			
	Сир знежирений		Сир напівжирний	
	з КБСС	з КСБ-УФ	з КБСС	з КСБ-УФ
Валин	136,2	135,0	137,8	137,0
Ізолейцин	150,0	154,8	151,3	155,5
Лейцин	126,4	132,0	125,7	130,9
Лізин	152,9	162,7	154,9	162,2
Метионін + цистин	99,4	100,6	99,7	100,3
Фенілаланін + тирозин	141,7	134,2	140,8	133,3
Треонін	131,0	136,3	128,0	131,8
Триптофан	115,0	122,0	116,0	128,0

Таблиця 4

Найменування жирних кислот	Масова частка ліпідів, г/100 г продукту	
	Сир	
	традиційна технологія	розроблена технологія
Холестерин	0,03	0,02
Жирні кислоти /сума/	8,53	8,55
Насичені	5,38	4,49
Мононенасичені	2,64	2,57
Поліненасичені, у тому числі:	0,51	1,49
C <sub>18:2</sub> /лінолева/	0,21	1,24
C <sub>18:3</sub> /ліноленова/	0,08	0,05
C <sub>20:4</sub> /арахідонова/	0,22	0,20

ної олії у 5-6 разів, сиру з КСБ-УФ - у 2-3 рази, з КБСС - у 3-4 рази, а з додаванням концентратів та рослинної олії - у 7-8 та 9-10 разів, відповідно, в порівнянні з сиром, виробленим за традиційною технологією. Це пояснюється збільшенням концентрації при-

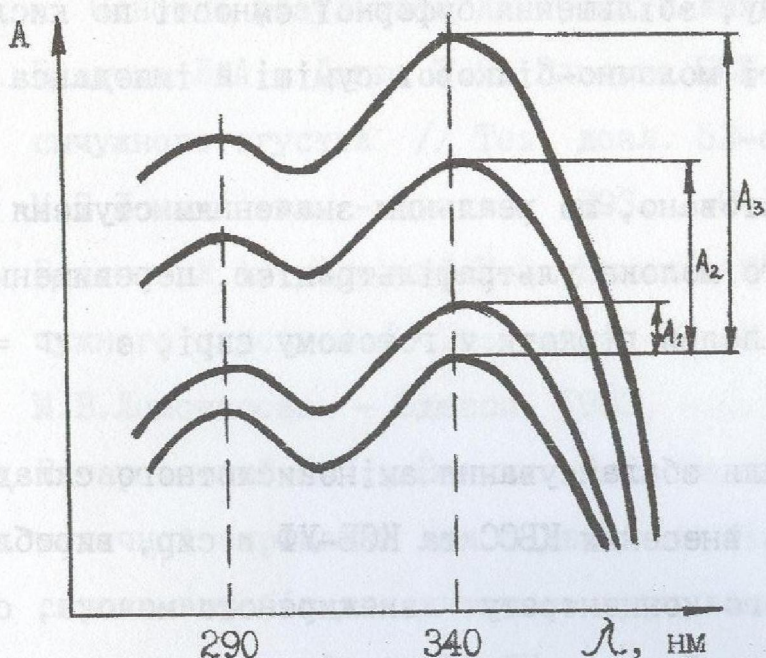


Рис.6. Біологічна активність сиру підвищеної харчової цінності, виробленого за традиційною технологією / $A_1$ /, з додаванням КБСС / $A_2$ / та з внесенням КБСС та олії / $A_3$ /, відповідно.

редних антиоксидантів у сири, до яких відносяться сіркувмістні незамінні амінокислоти та група поліненасичених жирних кислот.

На виробництво сиру підвищеної харчової цінності розроблено проєкт нормативно-технічної документації.

## В И С Н О В К И

1. Аналіз харчової цінності сиру й сирних виробів, що випускаються вітчизняною молочною промисловістю, виконаний з позицій сучасних уявлень науки про харчування, показав, що ці продукти є лімітованими за сіркувмістними амінокислотами /метионін + цистин/ та незбалансованими за жирнокислотним складом.

2. Показано, що ультрафільтраційне концентрування знежиреного молока приводить до деякого зниження його термостійкості, рН, збільшення титрованої кислотності, буферності, буферної ємності і імпедансу колоїдної системи та покращання реологічних характеристик сирних згустків, процесу синерезису.

3. Визначено, що внесення ультрафільтраційних концентратів молочної сироватки приводить до підвищення титрованої кислотності

і зсуву рН в кислу сторону, збільшення буферної ємності по кислоті та зниження термостійкості молочно-білкової суміші й імпеданса колоїдної системи.

4. Аналітично обгрунтовано, що реальним значенням ступеня концентрування знежиреного молока ультрафільтрацією, перевищення якого може призвести до появи гіркоти у готовому сирі,  $n = 2,55$ .

5. Встановлено, що для збалансування амінокислотного складу сиру мінімальна кількість внесених КБСС та КСБ-УФ в сир, вироблений із ультрафільтраційного концентрату знежиреного молока, складає 107,14 кг і 59,21 кг на 1 т готового продукту, а маса додаваних КБСС та КСБ-УФ в сир, що вироблений за традиційною технологією, складає 299,07 кг та 182,8 кг на 1 т, відповідно.

6. Показано, що для утримання сиру підвищеної харчової цінності, жирнокислотний склад якого відповідає вимогам гіпотетично ідеального жиру, рівень заміни молочного жиру рослинним повинен складати не менш як 20 %.

7. Вивчено вплив режимів гомогенізації на ефективність диспергування молочно-білково-рослинної суміші. Встановлені оптимальні режими гомогенізації цієї суміші: тиск - 16...20 МПа, температура - 60...65 °С.

8. Розроблені рецептури та технологія сиру підвищеної харчової цінності, які апробовані в виробничих умовах Одеського ММЗ № 1. Створена нормативно-технічна документація на сир "Південний", яка знаходиться на стадії узгодження та затвердження.

Основні результати дисертації викладено у таких публікаціях:

1. Величко Л.А., Дацюк Т.П. Влияние КСБ-УФ на процесс синерезиса сычужного сгустка // Тез. докл. 53-ей научн. конф. ОТИПП им. М.В.Ломоносова. - Одесса, 1993. - С.126.
2. Величко Л.А., Ириоглу Е.А. Влияние КСБ-УФ на свертываемость сычужного сгустка // Тез. докл. 53-ей научн. конф. ОТИПП им. М.В.Ломоносова. - Одесса, 1993. - С.125.
3. Чагаровський О.П., Величко Л.О. Застосування УФ- концентратів молочної сироватки для підвищення біологічної цінності сиру та сирних виробів для дитячого харчування // Матеріали науково-практичної конференції "Науково-технічне та технологічне забезпечення збільшення виробництва конкурентно-спроможних продуктів для дитячого харчування. - Одеса, 1995. - С.85.
4. Чагаровський О.П., Величко Л.О. Технологія сиру для дитячого харчування, який збалансований за жирнокислотним складом // Матеріали науково-практичної конференції "Науково-технічне та технологічне забезпечення збільшення виробництва конкурентно-спроможних продуктів для дитячого харчування. - Одеса, 1995. - С.86-87.
5. Чагаровский А.П., Жеребин Ю.Л., Величко Л.А. Биологическая активность творожных изделий, содержащих УФ - концентраты молочной сыворотки и растительное масло // Тез. докл. Международной научно-технической конференции : Пища. Экология. Человек.- М.: МГАПБ, 1995. - С. 119.
6. Чагаровский В.П., Величко Л.А., Шолтысек К. Ресурсосберегающая технология творога повышенной пищевой ценности // Тез. докл. 56 - й научн. конф. ОГАПТ. - Одесса. 1996. - С. 48.

## АНОТАЦІЯ

Величко Л.О. Розробка ресурсозберігальної технології сиру підвищеної харчової цінності.

Дисертація /рукопис/ на здобуття наукового ступеню кандидата технічних наук за спеціальністю 05.18.04 – технологія м'ясних, молочних та рибних продуктів. Одеська державна академія харчових технологій. Одеса. 1996.

Захищається 6 наукових робіт, які містять результати теоретичних та експериментальних досліджень по розробці технології сиру зі збалансованим амінокислотним та жирнокислотним складом. Вивчена можливість підвищення харчової цінності сиру внаслідок збагачення амінокислотного складу додаванням ультрафільтраційних концентратів молочної сироватки та жирнокислотного складу внесенням рослинної олії.

Розроблені технологія сиру підвищеної харчової цінності та рецептури на його виробництво. Створена нормативно-технічна документація на сир "Південний", яка знаходиться на стадії узгодження та затвердження.

Ключові слова: сир, ультрафільтрація, ультрафільтраційний концентрат молочної сироватки, рослинна олія.

## ABSTRACT

Velichko L.A. Thesis. The elaboration of resource-saving technology of high food value curd. (Ph.D). Speciality - 05.18.04-6 the technology of meat, milk and fish products. Odessa State Academy of Food Technologies. Odessa, 1996.

Presented herewith in their entity are 6 scientific papers comprising the results of theoretic and experimental studies on the elaboration of the technology of high food value curd by adding acid and sweet whey UF-concentrates and vegetable oil.

The technology of high food value curd and the prescription of its production are developed.

The technical documentation on the curd "Southern" is created; it is being co-ordinated and confirmed now.

Key words: curd, acid and sweet whey UF-concentrates, vegetable oil.