

ПОКАЗНИКИ ЯКОСТІ ТА ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОДУКЦІЇ



УДК 637.247-021.4-027.38

Ветров В.М., канд. техн. наук, доц.

Донецький національний університет економіки
і торгівлі імені Михайла Туган-Барановського,
м. Донецьк, Україна, e-mail: vetrovpost@mail.ru

ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ТЕХНОЛОГІЇ БІЛКОВОГО ПРОДУКТУ ТА КОМПЛЕКСНА ОЦІНКА ЙОГО ЯКОСТІ

Vetrov V.N., Cand. Sc. (Tech.), Assoc. Prof.

Donetsk National University of Economics and
Trade named after Mykhayilo Tugan-Baranovsky,
Donetsk, Ukraine, e-mail: vetrovpost@mail.ru

JUSTIFICATION OF TECHNOLOGY PARAMETERS OF THE PROTEIN PRODUCT AND COMPREHENSIVE ASSESSMENT OF ITS QUALITY

Мета. Мета статті полягає в обґрунтуванні параметрів і режимів виробництва білкового продукту на основі білково-вуглеводної молочної сировини та комплексному дослідженні показників його якості.

Методика. У процесі досліджень використано сучасні методи та стандартні методики, що дозволяють вивчити хімічний склад, біологічну цінність, фізико-хімічні, функціонально-технологічні та структурно-механічні властивості, органолептичні показники напівфабрикатів. Комплексну оцінку якості білкового продукту робили за методикою кваліметрії.

Результати. Запропоновано оптимальний рецептурний склад і визначено оптимальні технологічні параметри та режими виробництва білкової основи для структурованої десертної продукції. За допомогою методів кваліметрії розроблено ієрархічну структуру показників і комплексно оцінено якість нового білкового продукту.

Наукова новизна. Уперше запропоновано технологію білкового продукту зі сколотин, рецептурний склад і технологічні параметри якого оптимізовані математичними методами. Розроблено ієрархічну структуру показників і визначено комплексний показник якості білкового продукту зі сколотин.

Практична значущість. На основі результатів проведених теоретичних і експериментальних досліджень розроблено технології виробництва структурованої десертної продукції. Це дає можливість розширити асортимент продукції ресторанного господарства, підвищити її харчову та біологічну цінність, більш повно використовувати харчовий потенціал молока.

Ключові слова: сколотини, білковий продукт, напівфабрикат, оптимізація, якість.

Постановка проблеми. Одними з найважливіших складових харчових компонентів молока є білкові речовини, що містять весь набір амінокислот, у тому числі незамінних, які не синтезуються в організмі людини. Співвідношення амінокислот у цій групі білків дібрано природним шляхом таким чином, що воно відповідає потребам організму людини для повноцінного розвитку.

Технологія промислової переробки молока традиційними засобами не дозволяє використовувати всі його складові частини в такі молочні продукти, як вершкове мас-



ло, кислий сир, сир твердий, казеїн та ін. У ході їх виробництва одержують білково-вуглеводну молочну сировину (БВМС).

Перспективним сектором вітчизняної економіки, де можливі освоєння й адаптація нових технологій приготування продукції, збагаченої білковими речовинами БВМС, є ресторанне господарство. Але досягнутий рівень приготування та реалізації білково-вмісної структурованої десертної продукції в закладах ресторанного господарства не відповідає сучасним вимогам, а останнім часом спостерігається тенденція до його зниження. Це зумовлено насамперед обмеженим асортиментом молочно-білкових напівфабрикатів і недостатньою увагою до розробки нових технологій їх виробництва.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Зарубіжними та вітчизняними вченими розроблено ряд технологій виробництва напівфабрикатів для десертної продукції. Так, у США розроблено технологію низькокалорійного напівфабрикату для молочного десерту на основі сухої суміші, до складу якої входять молочний білок, стабілізатор та ліпіди [1]. У ХДУХТ розроблено технологію напівфабрикатів на основі сколотин та їх УФ-концентрату [2]. Вченими НУХТ запропонована пастоподібна молочно-білкова основа для десертів [3]. Але слід зазначити, що запропоновані технології неповною мірою реалізують білковий потенціал сколотин і спрямовані в більшості на харчову промисловість. У зв'язку з цим розробка технології білкового продукту для виробництва структурованої десертної продукції в закладах ресторанного господарства є актуальним завданням.

Формування цілей статті. Метою статті є обґрунтування раціональних технологічних параметрів і режимів виробництва білкового продукту для структурованої десертної продукції та комплексна оцінка його якості.

Для досягнення поставленої мети необхідно: спланувати експеримент; визначити значення параметрів, що впливають на виробництво білкового продукту із заданими властивостями; комплексно оцінити якість розробленого продукту.

Виклад основного матеріалу дослідження. Технологія виробництва білкового продукту – основи для структурованої десертної продукції – є процесом, що характеризується великою кількістю взаємопов'язаних параметрів. Тому для оптимізації процесу отримання нового білкового продукту використовували методи математичної статистики, включаючи планування експерименту. Це дозволило визначити раціональні значення вмісту рецептурних компонентів і технологічних параметрів процесу виробництва білкової основи зі сколотин, а також формалізувати опис означеного процесу у вигляді регресійних рівнянь.

Знаходження параметрів математичної моделі складається з двох основних стадій: планування експерименту (визначення точок проведення дослідів) і математичної обробки отриманих результатів.

Рецептурними компонентами білкового продукту зі сколотин прийнято: молочно-білковий концентрат зі сколотин (МБКС), сколотини, цукор, структуроутворювач – екзополісахарид ксампан.

Процес визначення оптимальних технологічних параметрів виробництва білкового продукту зі сколотин передбачено в два етапи. На першому етапі за допомогою традиційних методів планування експерименту знаходили області, в яких необхідні додаткові дослідження. На другому етапі визначали значення параметрів і режимів, які впливають на виробництво білкового продукту із заданими властивостями.

Для обґрунтування технологічних параметрів виробництва використовували математичний метод повного факторного експерименту (ПФЕ 2³) [4].

На якість білкового продукту зі сколотин головним чином впливають такі показники, що були обрані як фактори оптимізації: масова частка МБКС, (X_1 , %); масова частка цукру (X_2 , %); температура пастеризації (X_3 , °C).



У серії попередніх досліджень було визначено, що раціональний вміст цукру в складі білкового продукту перебуває в межах 5...15%, що дозволить отримати напів-фабрикат, смакові властивості якого можна буде коригувати додаванням різноманітних смакових наповнювачів.

Попередні дослідження дозволили обґрунтувати область визначення вмісту МБКС у рецептурі білкового продукту зі сколотин у кількості 50...70%.

Відомо, що раціональним режимом пастеризації молочних продуктів є пастеризація за температури, що перевищує 80°C з короткочасною витримкою. Тому областю визначення температурного режиму пастеризації білкового продукту зі сколотин було обрано інтервал 80...90°C.

Вагомим критерієм якості білкового продукту зі сколотин є показник піноутворюючої здатності (ПЗ), який визначає цільове призначення білкового продукту – виробництво структурованої десертної продукції. Але не менш вагомими є органолептичні властивості, які більш суттєво, ніж хімічний склад або харчова цінність, впливають на вибір споживачів, остаточно формуючи попит на кулінарну продукцію. Тому функцією відгуку Y (параметром оптимізації) було прийнято сумарну оцінку якості білкового продукту, що складається з визначених найбільш вагомих показників – піноутворюючої здатності (ПЗ) і органолептичних властивостей (колір, запах, смак, консистенція).

Кількісне визначення обраного параметра оптимізації розраховували за методикою балової оцінки [5]. Коефіцієнти вагомості складових сумарної оцінки показників якості білкового продукту зі сколотин прийняті за допомогою експертних оцінок: ПЗ – 0,6; колір – 0,05; смак і запах – 0,15; консистенція – 0,2.

Статистичний аналіз результатів досліджень робили в такій послідовності:

- перевіряли відтворюваність результатів вимірів за критерієм Кохрена (гіпотеза про однорідність дисперсій приймалася, якщо розрахункове значення критерію G_p було меншим від табличного G_t);
- визначали значення дисперсії відтворюваності D_v ;
- визначали коефіцієнти регресії;
- перевіряли значущість коефіцієнтів регресії (визначали середньоквадратичну похибку і числове значення t -критерію;
- отримане значення t -критерію порівнювалося з табличним;
- значущість визначалася за умови $t_p > t_m$);
- висновок про адекватність рівняння регресії робили з урахуванням коефіцієнта Фішера (F_p), який порівнювали з табличним значенням (F_m) (залежність вважали прийнятною, якщо забезпечувалась нерівність $F_p < F_m$).

Математичну обробку здійснювали на ПК за допомогою програми MathCad 13. Результати розрахунків статистичного аналізу наведено в таблиці 1.

Таблиця 1 – Результати статистичного аналізу

Найменування показників		Позначення	Значення показників							
Виправлена дисперсія		D	0,09	0,09	0,04	0,04	0,09	0,09	0,063	0,202
Критерій Кохрена	Розрах.	G_p	0,287							
	Табл.	G_t	0,391							
Дисперсія відтворюваності		D_v	0,088							
Коефіцієнти регресії		$a_1...a_8$	33,64	1,41	2,9	0,15	1,2	0,6	0,43	3,28
Значущість коефіцієнтів		σ	0,061							
		S_t	0,128							



Із даних таблиці 1 видно, що розрахункові значення критерію Кохрена для дослідного процесу менші від табличного, тому гіпотеза про однорідність дисперсій може бути прийнятною.

За результатами перевірки значущості коефіцієнтів регресії можна зробити висновки, що всі коефіцієнти є вагомими, тому отримані рівняння регресії можна вважати адекватними процесам, що досліджуються, і не треба оцінювати їх адекватність.

Таким чином, рівняння регресії, що оптимально описують технологічний процес виробництва білкового продукту для структурованої десертної продукції, має вигляд:

$$Y = 33,64 - 1,41X_1 + 2,90X_2 - 0,15X_3 + 1,20X_1X_2 + 0,60X_1X_3 - 0,43X_2X_3 + 3,28X_1X_2X_3. \quad (1)$$

Це рівняння регресії може бути використано для коригування технологічного процесу приготування білкового продукту зі сколотин з метою покращення його якісних характеристик.

З метою визначення оптимальних умов технологічного процесу після статистичної обробки отриманих результатів попередніх досліджень здійснено експериментальні дослідження.

Експериментальні дослідження проводили за складеною матрицею «крутого сходження» (метод Бокса-Вілсона) [4]. Аналіз результатів цього дослідження дозволив визначити оптимальні технологічні параметри приготування білкового продукту зі сколотин, які склали: масова частка МБКС у рецептурі основи – 63...64%; масова частка цукру в рецептурі – 11...12%; температура пастеризації – 84...86°C.

Оскільки якість розробленого білкового продукту характеризується великою кількістю показників, була поставлена мета розробити показники комплексної оцінки їх якості, для чого були використані методи кваліметрії [6]. Комплексну оцінку якості робили в два основні етапи: оцінювали прості властивості та на цій підставі розробляли комплексні показники, що характеризують складні властивості білкового продукту.

Ієрархічна структура показників білкового продукту зі сколотин, що необхідні для достовірної оцінки його якості, наведено на рисунку 1.

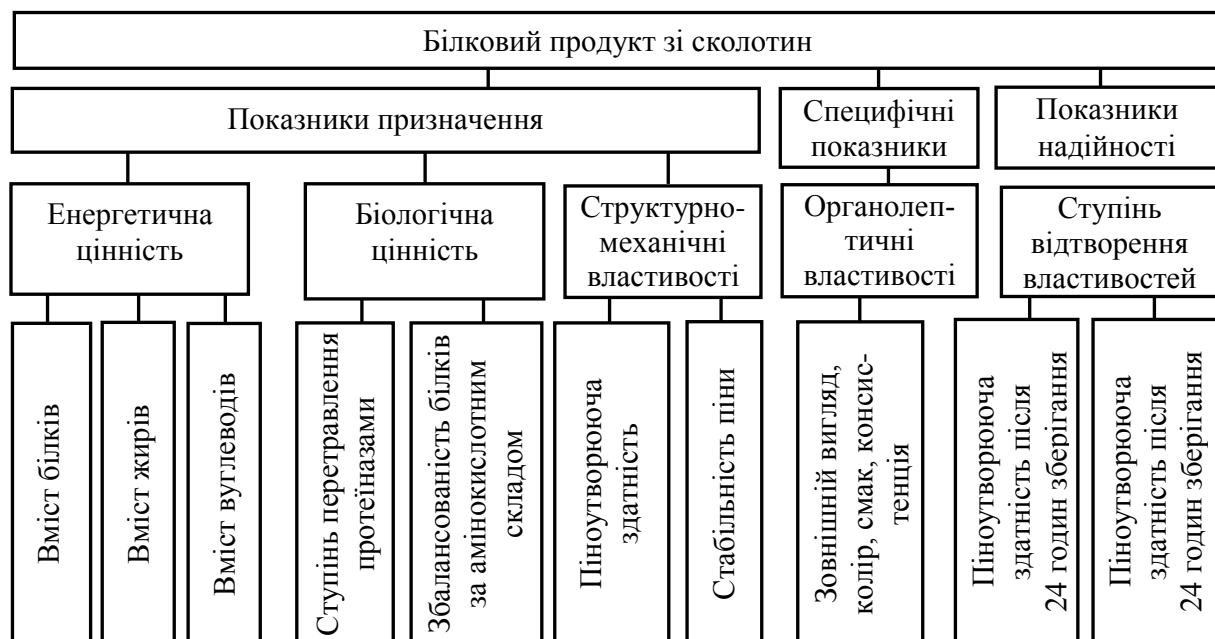


Рисунок 1 – Ієрархічна структура показників якості білкового продукту



Розроблена ієрархічна структура показників якості подана у трьох рівнях. На першому рівні якість білкового продукту представлена трьома групами: показники призначення, специфічні показники, показники надійності. На другому рівні показники призначення визначаються енергетичною цінністю (А), біологічною цінністю (В), структурно-механічними властивостями (С); специфічні показники – органолептичними властивостями (D); показники надійності – ступенем відтворюваності піноутворюючої здатності за умови зберігання (Е). Третій рівень окремих показників якості можна представити таким чином:

1. – Група А – енергетична цінність: PA_1 – вміст білків; PA_2 – вміст жирів; PA_3 – вміст вуглеводів.

2. – Група В – біологічна цінність: PB_1 – ступінь перетравлення протеїназами шлунково-кишкового тракту; PB_2 – збалансованість білків за амінокислотним складом відповідно до вимог ФАО/ВООЗ.

3. – Група С – структурно-механічні властивості: PC_1 – піноутворююча здатність; PC_2 – стійкість піни.

4. – Група D – органолептичні властивості: PD_1 – зовнішній вигляд; PD_2 – колір; PD_3 – запах; PD_4 – смак; PD_5 – консистенція.

5. – Група Е – ступінь відтворюваності піноутворюючої здатності за умови зберігання: PE_1 – ПЗ після 24 годин зберігання; PE_2 – ПЗ після 36 годин зберігання.

Визначення значень показників P_{ij} та інтервалу їх зміни ($P_{ij}^{\min} \div P_{ij}^{\max}$) для кожного з простих показників якості досліджено в лабораторних умовах. Дослідження органолептичних показників, харчової, біологічної цінності та функціонально-технологічних характеристик розробленого білкового продукту робили, порівнюючи з контрольним зразком, в ролі якого застосовували «Збивний напівфабрикат» на основі молочної сироватки.

Визначення еталонних, базових і бракувальних значень. Еталонним P_{ij}^{em} приймали найкращі з відомих у світовій практиці значення серед подібних об'єктів. Базовим P_{ij}^{baz} визначали такі значення, які є мінімальними за вимогами нормативної документації, або такі, що зустрічаються на практиці в подібних продуктах. Бракувальними P_{ij}^{bp} вважали такі значення, починаючи з яких усі інші, що є найгіршими, визначаються однаковою оцінкою K_{ij} . Так, еталонними, базовими та бракувальними значеннями для нижченаведених груп показників є такі:

– для групи А: $PA_1^{em} = 15\%$, $PA_1^{baz} = 7\%$, $PA_1^{bp} = 1\%$;

$PA_2^{em} = 0\%$, $PA_2^{baz} = 9\%$, $PA_2^{bp} = 18\%$;

$PA_3^{em} = 10\%$, $PA_3^{baz} = 50\%$, $PA_3^{bp} = 70\%$;

– для групи В: $PB_1^{em} = 30$ мкг/екв%, $PB_1^{baz} = 25$ мкг/екв%, $PB_1^{bp} = 20$ мкг/екв%;

$PB_2^{em} = 0\%$, $PB_2^{baz} = 25\%$, $PB_2^{bp} = 50\%$;

– для групи С: $PC_1^{em} = 180\%$, $PC_1^{baz} = 160\%$, $PC_1^{bp} = 140\%$;

$PC_2^{em} = 100\%$, $PC_2^{baz} = 95\%$, $PC_2^{bp} = 80\%$;

– для групи D: інтервал змін значень органолептичних показників дорівнює від 0 до 50 балів, у тому числі 0...10 балів – дуже погано, 10...20 – погано, 20...30 – задовільно, 30...40 – добре, 40...50 – відмінно, тому $PD_i^{em} = 50$ бал, $PD_i^{baz} = 35$ бал, $PD_i^{bp} = 20$ бал;

– для групи Е: $PE_1^{em} = 180\%$, $PE_1^{baz} = 160\%$, $PE_1^{bp} = 140\%$;

$PE_2^{em} = 180\%$, $PE_2^{baz} = 160\%$, $PE_2^{bp} = 140\%$.

Шкалою розмірності було прийнято графік функції бажаності Харрінгтона. По осі абсцис, що є безрозмірною шкалою, поділеною на окремі нерівні ділянки, експертним шляхом, урахувавши особливості білкового продукту, відкидали кількість значень (в інтервалі між бракувальним і еталонним). По осі ординат знаходили безрозмірні оцінки показників якості одиничних властивостей.



Відносні показники P_i визначали за формулами:

$$\hat{E}_3 = \frac{P_i}{P_{i\text{баз}}}, \quad (2)$$

$$\hat{E}_3 = \frac{P_{i\text{баз}}}{P_i}, \quad (3)$$

де P_i – значення i -го показника ($i = 1, 2, 3 \dots n$) якості продукції, що оцінюється;
 $P_{i\text{баз}}$ – базове значення i -го показника.

Залежність (2) обирали в тому випадку, якщо підвищення значення показника сприяло підвищенню якості продукції в цілому; і навпаки, формулу (3) використовували, коли зниження показника приводило до підвищення якості.

Обчислення оцінок якості K_i окремих властивостей визначали, використовуючи графік функції бажаності Харрінгтона для властивостей груп А, В, С, D, Е.

Коефіцієнти вагомості визначали експертним методом за умов:

$$\sum_{i=1}^n M_i = 1, \quad (4)$$

де M_i – коефіцієнт вагомості i -го показника ($M_i > 0$);
 n – число показників якості продукції.

$$M_i = \frac{M_i}{\sum_{i=1}^n M_i}, \quad (5)$$

$$M_i = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^n M_{ij}, \quad (i = 1, 2, 3 \dots N), \quad (6)$$

де M_i – середнє арифметичне значення коефіцієнта вагомості i -го показника якості;

N – кількість експертів;

M_{ij} – коефіцієнт вагомості i -го показника якості, даного j -м експертом ($j = 1, 2, 3 \dots N$).

Для зведення оцінок якості окремих властивостей приймали адитивну модель комплексної оцінки у вигляді середньозважених арифметичних величин:

$$\hat{E}_0 = \sum_{s=1}^N \hat{I}_s \cdot \hat{E}_s. \quad (7)$$

Комплексну оцінку якості білкового продукту зі сколотин визначали за формулою:

$$K_0 = (MA_0 \cdot KA_0) + (MB_0 \cdot KB_0) + (MC_0 \cdot KC_0) + (MD_0 \cdot KD_0) + (ME_0 \cdot KE_0). \quad (8)$$



Результати розрахунків комплексних показників якості білкового продукту подано в таблиці 2.

Таблиця 2 – Комплексна оцінка якості білкового продукту зі сколотин

Напівфабрикати	Значення якості за групами властивостей					Комплексна оцінка
	$MA_0 \cdot KA_0$	$MB_0 \cdot KB_0$	$MC_0 \cdot KC_0$	$MD_0 \cdot KD_0$	$ME_0 \cdot KE_0$	
Білковий продукт зі сколотин	0,130	0,075	0,283	0,282	0,125	0,895
Контроль	0,065	0,048	0,237	0,281	0,037	0,668

Аналіз отриманих даних показує, що комплексний показник якості білкового продукту зі сколотин на 34,0% вище за аналогічне значення якості контролю.

Слід відзначити, що комплексний показник якості розробленого продукту позиціонується в інтервалі «відмінна якість», значно перевищуючи оптимальний показник якості ($K_{ionm} = 0,63$).

Висновки. Таким чином, визначено й обґрунтовано раціональні технологічні параметри та режими виробництва білкового продукту зі сколотин для структурованої десертної продукції. Встановлено, що оптимальним вмістом основних рецептурних компонентів є вміст МБКС – 63...64%, вміст цукру – 11...12%, а параметрами технологічного процесу – температура пастеризації – 84...86°C, тривалість пастеризації – (3...5)·60 с. Визначено комплексний показник якості розробленого білкового продукту, що підтверджує його підвищену якість і доцільність використання як основи для виробництва структурованої десертної продукції.

У подальших дослідженнях у цьому напрямку планується розробка рецептур структурованої десертної продукції із покращеними показниками харчової цінності.

Список літератури / References:

1. Mann E.J. Neue Literatur uber Buttermilch / E.J. Mann // *Molkerei-Zeitung. Welt der Milch.* – 1996. – Vol. 6. – P. 1092.
Mann, E.J. (1996), “Neue Literatur uber Buttermilch”, *Molkerei-Zeitung. Welt der Milch*, Vol. 6. – P. 1092.
2. Золотухіна І.В. Технологія напівфабрикатів на основі сколотин для виробництва збитої десертної продукції: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.18.16 / І.В. Золотухіна. – Х., 2006. – 18 с.
Zolotukhina, I.V. (2006), “The technology of milk-protein semifinished articles on the buttermilk basis for production whipped dessert product”, Abstract of Ph.D. dissertation, Engineering, Kharkov, Ukraine, 18 p.
3. Пат. 34115А Україна, МПК А 23 С 23/00. Спосіб отримання молочно-білкової основи для десертів. – Опубл. 15.02.2001. – 3 с.
Patent 34115A Ukraine, IPC A 23 C 23/00, A method for producing milk-protein basis for desserts, Publ. 15.02.2001, P. 3.
4. Назаров Н.Г. Измерения: планирование и обработка результатов / Н.Г. Назаров. – М.: Изд-во стандартов, 2000. – 304 с.
Nazarov, N.G. (2000), *Izmereniya: planirovaniye i obrabotka rezultatov* [Measurements: planning and processing of results], Izdatelstvo standartov, Moscow, Russia, 304 p.
5. Шидловская В.П. Органолептические свойства молока и молочных продуктов / В.П. Шидловская. – М.: КолосС, 2004. – 360 с.
Shidlovskaya, V.P. (2004), *Organolepticheskiye svoystva moloka i molochnykh produktov* [Organoleptic properties of milk and milk products], KolosS, Moscow, Russia, 360 p.



6. Ратушный А.С. Оценка качества кулинарной продукции / А.С. Ратушный, В.Г. Топольник. – М.: Рус. кулинария, 1994. – 182 с.
Ratushnyu, A.S. and Topolnik, V.G. (1994), *Otsenka kachestva kulinarnoy produktsii* [Assessment of quality culinary products], Russkaya kulinariya, Moscow, Russia, 182 p.

Цель. Цель статьи заключается в обосновании параметров и режимов производства белкового продукта на основе белково-углеводного молочного сырья и комплексном исследовании показателей его качества.

Методика. В процессе исследований использованы современные методы и стандартные методики, которые позволяют предоставить характеристику химического состава, биологической ценности, физико-химических, функционально-технологических и структурно-механических свойств, органолептических показателей полуфабрикатов. Комплексную оценку качества белкового продукта проводили методами квалиметрии.

Результаты. Предложен оптимальный рецептурный состав и определены оптимальные технологические параметры и режимы производства белковой основы для структурированной десертной продукции. С помощью методов квалиметрии разработана иерархическая структура показателей и проведена комплексная оценка качества нового белкового продукта.

Научная новизна. Впервые предложена технология белкового продукта из пахты, рецептурный состав и технологические параметры которого оптимизированы математическими методами. Разработана иерархическая структура показателей и определен комплексный показатель качества белкового продукта из пахты.

Практическая значимость. На основе результатов проведенных теоретических и экспериментальных исследований разработаны технологии структурированной десертной продукции. Это представит возможность расширить ассортимент продукции ресторанного хозяйства, повысить ее пищевую и биологическую ценность, более полно использовать пищевой потенциал молока.

Ключевые слова: пахта, белковый продукт, полуфабрикат, оптимизация, качество.

Objective. The purpose of the article is to make parameters and modes of production of the protein product based on protein-carbohydrate raw milk and comprehensive study of its quality indicators.

Methods. During the study were used modern methods and standard techniques which enable characterization of the chemical composition, biological value, physico-chemical, functional and technological structural mechanical properties, organoleptic semis characteristics. Comprehensive assessment of the quality of the protein product was performed by methods of quality control.

Results. An optimal composition of a prescription and the optimal processing parameters and modes of production of the protein basis for structured products dessert were proposed. Using the methods of quality control was designed hierarchical structure of indicators and carried out a comprehensive assessment of the quality of a new protein product.

Scientific novelty. For the first time was proposed the technology of the protein product of buttermilk prescription composition and process parameters which are optimized by mathematical methods. The hierarchical structure of the indicators to determine the complex index of quality protein product of buttermilk was made.

Practical value. On the base of results of theoretical and experimental research were developed technologies structured dessert products. This will provide an opportunity to expand the range of products the restaurant industry, improve its nutritive and biological value, to more fully utilize the potential of milk food.

Key words: buttermilk, protein product, semi-finished product, optimization, quality.

Рекомендовано до публікації д-ром техн. наук, проф. Дейниченко Г.В. Дата надходження рукопису 29.05.2013 р.