

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ПРИКЛАДНОЙ БИОТЕХНОЛОГИИ

На правах рукописи

ФУРИН МИХАИЛ ВЛАДИМИРОВИЧ



**РАЗРАБОТКА РЕЦЕПТУР И ТЕХНОЛОГИИ
ЗАМОРОЖЕННЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ НА МЯСНОЙ ОСНОВЕ
НУТРИЕНТНО АДЕКВАТНЫХ СПЕЦИФИКЕ ЗДОРОВОГО ПИТАНИЯ
ДЕТЕЙ ДОШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА**

Специальность 05.18.04 - технология мясных, молочных, рыбных продуктов и
холодильных производств

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание учёной степени
кандидата технических наук

Москва 2005

Работа выполнена на кафедре «Технология мяса и мясопродуктов»
Московского государственного университета прикладной биотехнологии
(МГУНБ)

Научный руководитель: академик РЛСХН, доктор технических наук,
профессор

Липатов Н.Н.

Официальные оппоненты: доктор технических наук,
профессор

Устинова А.В.

кандидат технических наук

Стефанова И.Л.

Ведущая организация: Всероссийский научно-исследовательский
институт холодильной промышленности

Защита состоится « 7 » июня 2005 г. в 14 часов на заседании
Диссертационного совета К 212.149.01 при Московском государственном
университете прикладной биотехнологии по адресу: 109316, г. Москва, ул.
Талалихина, д. 33, конференц-зал.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке университета.

Автореферат разослан « 6 » мая 2005 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета,
кандидат технических наук



Апраксина С.К.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы. Результаты широких эпидемиологических исследований и организованного в последние годы мониторинга состояния питания населения России, прежде всего детей и людей пожилого и престарелого возраста, показали, что структура их питания, характеризуется серьёзными нарушениями, такими как:

- пониженное количество и качество потребляемого белка;
- избыточное потребление жиров (при серьёзном недостатке в их составе полиненасыщенных жирных кислот, особенно относящихся к группе ω -3);
- алиментарноопасное соотношение витально гидролизующихся и негидролизующихся углеводов.

Критического уровня достиг дефицит в потреблении большинства витаминов, выявленный повсеместно и более чем у половины населения. Серьезную опасность представляет проблема дефицита ряда минеральных веществ и микроэлементов, таких как кальций, железо, йод, фтор, селен, цинк.

Проблема снижения темпов, а затем и полной ликвидации этих негативных тенденций относится к приоритетным направлениям современной трофологии, первичными звеньями которой являются экологичные промышленные способы производства и переработки в высококачественные продукты питания сельскохозяйственного пищевого сырья.

Совершенно очевидным и общепризнанным представляется тот факт, что наиболее зависимыми от качества питания являются дети. Это обстоятельство связано с физиологической несформированностью большинства алиментарнозависимых функций организма.

Большую группу среди детского населения России составляют дети, так называемого, дошкольного возраста (от 3-х до 6-ти лет), питание которых осуществляется как в домашних условиях, так и централизованно в детских садах и других дошкольных учреждениях, включая детские дома. Компьютерный анализ нутриентной и метаболической адекватности разработанных для этой возрастной группы продуктов питания, выполненный учёными НИИ детского питания РАСХН совместно с МГУПБ и Институтом питания РАМН показал, что их сбалансированность по основным пищевым веществам и особенно потребительские характеристики отдельных видов мясных изделий, входящих в состав как «первых», так и «вторых» блюд, являются объектами совершенствования рецептур и технологий.

В этой связи анализ отечественных и зарубежных источников информации позволяет утверждать, что среди вышеперечисленных объектов особое место занимают замороженные полуфабрикаты на мясной основе.

Цели и задачи исследования. Целью настоящей диссертации является обоснование и разработка рецептур и технологий замороженных полуфабрикатов на мясной основе, предназначенных для питания детей дошкольного возраста, посредством комплексного использования информационно-алгоритмического обеспечения компьютерного проектирования нутриентной адекватности многокомпонентных пищевых

смесей.

Для достижения этой цели в ходе выполнения диссертации решали следующие задачи:

- осуществить системный анализ современных представлений о комплексе специальных требований к сырью, составу и свойствам продуктов на мясной основе, в том числе замороженных полуфабрикатов, для питания детей дошкольного возраста;
- выполнить компьютерную оценку нутриентной адекватности ранее разработанных и внедрённых в производство замороженных полуфабрикатов на мясной основе для определения конкретных направлений совершенствования их качества;
- провести компьютерный анализ нутриентной адекватности традиционных и перспективных видов сырья животного и растительного происхождения, потенциально наиболее метаболически выгодных для производства пищевых продуктов, предназначенных для питания детей дошкольного возраста;
- спроектировать рецептуры и обосновать технологии замороженных полуфабрикатов на мясной основе для питания детей дошкольного возраста;
- оценить значения показателей, характеризующих качество разрабатываемых продуктов;
- осуществить расчет экономической целесообразности производства этих полуфабрикатов;
- разработать проект нормативной документации на производство замороженных полуфабрикатов для питания детей дошкольного возраста.

Научная новизна. Проведён расчёт макро-, микроэлементного и витаминного составов гипотетического квазиэталоны для детей в возрасте от 3-х до 6-ти лет.

Выполнен компьютерный анализ и сформирован банк данных, количественно характеризующих нутриентную адекватность ранее разработанных и внедрённых в производство замороженных полуфабрикатов на мясной основе, предназначенных для питания дошкольников.

Осуществлена компьютерная оценка и сформированы актуализируемые базы данных, характеризующие аминокислотную и жирнокислотную сбалансированность сырья животного и растительного происхождения, используемого или перспективного для производства высококачественных полуфабрикатов на мясной основе, предназначенных для питания детей в возрасте от 3-х до 6-ти лет.

На основании экспериментальных исследований определено влияние полученных соотношений рецептурных компонентов и различных способов их предварительной обработки на технологическую адекватность и качественные характеристики рецептурных смесей, полупродуктов и готовых изделий.

Практическая значимость. Разработаны рецептуры трёх видов замороженных полуфабрикатов на мясной основе, алиментарноадекватных специфике питания детей дошкольного возраста, и технологические схемы их

производства. Обоснованы режимы, обеспечивающие сохранение высоких качественных показателей в течение установленных сроков хранения.

Разработан проект нормативной документации на эти полуфабрикаты.

Апробация работы. Основные положения диссертационной работы были доложены и одобрены на Всероссийской научно-практической конференции «Производство пищевых продуктов в соответствии с требованиями концепции здорового питания» (Волгоград, 2004).

Публикации. По материалам диссертации опубликовано 3 печатных работы.

Структура и объём работы. Диссертационная работа состоит из введения, четырёх глав, выводов, списка использованной литературы и приложений.

Материал изложен на 125 страницах машинописного текста, содержит 27 таблиц, 5 рисунков и 4 приложения.

Список используемой литературы включает 139 наименований работ, в том числе 18 иностранных.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность темы диссертационной работы, показана её научная и практическая значимость.

В первой главе «Предпосылки совершенствования качества продуктов на мясной основе, предназначенных для питания детей дошкольного возраста» рассмотрены физиологические и организационные аспекты питания детей в 3-х - 6-ти летнем возрасте, приведены рекомендуемые нормы потребления макро- и микронутриентов для этой возрастной категории. Проведена систематизация ассортиментных групп продуктов на мясной основе, предназначенных для питания детей дошкольного возраста. Обобщён и проанализирован набор специальных требований, предъявляемых к замороженным полуфабрикатам на мясной основе для детей 3-6 лет. Описана методология компьютерного проектирования поликомпонентных продуктов питания, сформулированы направления совершенствования качества вышеупомянутых продуктов.

На основании проанализированной и обобщённой информации сформулированы цели и задачи исследований.

Во второй главе «Организация эксперимента. Объекты и методы исследования» представлена схема проведения исследований (рис.1), описаны их объекты, выбран комплекс изучаемых показателей и методы их определения.

В качестве объектов исследований, изучаемых в ходе проведения работы, рассматривались следующие виды перспективного для решения задач настоящей диссертации и уже используемого промышленного сырья:

- говядина жилованная 1 сорта, свинина полужирная, баранина жилованная односортная и конина жилованная 1 сорта;
- шпик хребтовый;
- компоненты животного и растительного происхождения (яичный порошок, тыква, морковь, крупа рисовая);
- поликомпонентные смеси, содержащие различное количество видов и



Рис. 1. Схема проведения исследований

————> прямая связь; - - - - -> обратная связь

соотношений перечисленного сырья;

- готовая продукция, вырабатываемая из этих смесей.

В ходе проведения работы использовали компьютерный и натуральный эксперимент.

Компьютерный эксперимент - использовался для осуществления оценки качества ранее внедрённых в производство продуктов на мясной основе, а также для проектирования рецептурных композиций разрабатываемых пищевых продуктов.*

При осуществлении компьютерного эксперимента применялись следующие критерии нутриентной адекватности:

- показатели утилитарности U и рациональности R_p аминокислотного состава:

$$U = \frac{\sum_{j=1}^n (\alpha_j A_j)}{\sum_{j=1}^n A_j} \quad , \text{ дол. ед.}, \quad (1)$$

$$R_p = U, \text{ если } C_{\min} \leq 1, \text{ дол. ед.}, \quad (2)$$

$$R_p = U / C_{\min}, \text{ если } C_{\min} > 1, \text{ дол. ед.} \quad (3)$$

- коэффициент сопоставимой избыточности незаменимых аминокислот σ , ед.:

$$\sigma = \frac{\sum_{j=1}^n (A_j - C_{\min} A_{\sigma j})}{C_{\min}}, \text{ ед.} \quad (4)$$

В этих равенствах приняты следующие обозначения:

n – общее число незаменимых аминокислот оцениваемого белка;

α_j – коэффициент утилитарности j -ой незаменимой аминокислоты, характеризующий потенциальную эффективность её использования, количественно оценивается с помощью равенства:

$$\alpha_j = C_{\min} / C_j \quad , \text{ дол. ед.}, \quad (5)$$

C_j – скор j -ой незаменимой аминокислоты оцениваемого белка по отношению к физиологической норме (эталону), дол. ед.;

C_{\min} – скор незаменимой аминокислоты оцениваемого белка, наиболее дефицитной по отношению к физиологической норме (эталону), дол. ед.;

A_j – массовая доля j -ой незаменимой аминокислоты в продукте (или сырье), г/100 г белка;

$A_{\sigma j}$ – массовая доля j -ой незаменимой аминокислоты, соответствующая физиологически необходимой норме (эталону), г/100 г белка;

- показатель рациональности жирнокислотного состава R_L , дол. ед.:

$$R_L = \left[\prod_{i=1}^n \left(\frac{L_i}{L_{\sigma i}} \right)^{\text{sign} \left(1 - \frac{L_i}{L_{\sigma i}} \right)} \right]^{1/n} \quad , \text{ дол. ед.} \quad (6)$$

* Реализация этой части эксперимента осуществлялась на IBM-совместимых компьютерах в НИИДП РАСХН совместно с О.И. Башкировым

где: R_L - коэффициент рациональности жирнокислотного состава, дол. ед.;
 L_i - массовая доля i -ой жирной кислоты в сырье или продукте, г/ 100г жира;
 L_{zi} — массовая доля i -ой жирной кислоты, соответствующая физиологически необходимой норме (эталону), г/ 100г жира;
 $i = 1$ соответствует сумме насыщенных жирных кислот; $i = 2$ - сумме мононенасыщенных жирных кислот; $i = 3$ - сумме полиненасыщенных жирных кислот; $i = 4$ -линолевой; $i = 5$ -линоленовой; $i = 6$ - арахидоновой кислотам.

При $n=3$ рациональность жирнокислотного состава оценивается по суммам насыщенных, мононенасыщенных и полиненасыщенных жирных кислот, при $n=6$ - с учётом линолевой, линоленовой и арахидоновой кислот;

- показатели нормированного элементного и витаминного соответствия R_M и R_V , дол. ед:

$$R_M = \left[\prod_{i=1}^n \left(\frac{M_i}{M_{zi}} \right)^{\text{sign} \left(1 - \frac{M_i}{M_{zi}} \right)} \right]^{1/n}, \text{ дол. ед.} \quad (7)$$

где M_i - массовая доля i -го макро- или микроэлемента в сырье или продукте, мг/1г белка;

M_{zi} - массовая доля макро- или микроэлемента, соответствующая физиологически необходимой норме (эталону), мг/1 г белка;

n - количество макро- и микроэлементов, по которым проводится оценка;

$\text{sign} \left(1 - \frac{M_i}{M_{zi}} \right)$ - функция знака;

$$\text{sign} \left(1 - \frac{M_i}{M_{zi}} \right) = +1, \text{ если } \frac{M_i}{M_{zi}} \leq 1 \text{ и } \text{sign} \left(1 - \frac{M_i}{M_{zi}} \right) = -1, \text{ если } \frac{M_i}{M_{zi}} > 1.$$

При замене в формуле (7) M_i на V_i , а M_{zi} на V_{zi} получится формула для расчета показателя нормированного витаминного соответствия R_V (дол. ед.), где: V_i - массовые доли i -х витаминов в сырье или готовом продукте, мг/1 г белка;

V_{zi} - массовая доля витаминов, соответствующая физиологически необходимой норме (эталону), мг/1 г белка.

Для оптимизации виртуальных моделей рецептурных поликомпозиций применялся сформированный интегральный критерий пищевой адекватности K_n :

$$K_n = \left[\prod_{i=1}^n K_i^{\text{sign}(1-K_i) \cdot \alpha_i} \right]^{0,5/n} \cdot \left[K_{\min}^{\alpha_{\min}} \right]^{0,5} \rightarrow 1, \quad (8)$$

где K_i - детерминированный i -ый показатель нормированной нутриентной адекватности, дол. ед.;

$K_1 = R_p$ - показатель рациональности аминокислотного состава (т.к. $R_{p1} = 1$), дол. ед.;

$K_2 = R_{L3}$ или $R_{L6}(R_{L3}, R_{L6}, = 1)$ - показатели рациональности жирнокислотного состава, дол. ед.;

$K_3 = R_M$ - показатель нормированного элементного соответствия, дол. ед.;

$K_i = R_v$ - показатель нормированного витаминного соответствия, дол. ед.;

$\text{Sign}(1-K_i)$ – функция знака;

$\text{Sign}(1-K_i) = +1$, если $K_i \leq 1$ и $\text{Sign}(1-K_i) = -1$, если $K_i > 1$;

K_{\min} - показатель нутриентной адекватности, обладающий минимальным значением;

α_{\min} - коэффициент весомости, соответствующий K_{\min} ;

α_i - экспертно определяемые коэффициенты весомости i -го показателя нутриентной адекватности, принимающие значения 0; 0,25; 0,5; 0,75; 1,0 (чем меньше коэффициент весомости, тем меньше индивидуальное влияние, которое оказывает соответствующий ему детерминированный показатель нутриентной адекватности на её мультипликативное значение).

В случае, когда оценка пищевой адекватности рецептурных смесей проводилась по двум важнейшим для питания макронутриентам - белкам и жирам, коэффициенты весомости α_i были приняты равными 1, а для оценки по элементному и витаминному составам - $\alpha_i = 0,5$.

Получение максимального числового значения (или области значений) критерия пищевой адекватности в процессе компьютерного моделирования соответствует соотношению массовых долей компонентов в условно оптимальной виртуальной рецептурной композиции.

Натурный эксперимент - использовался для изучения состава и комплекса свойств рецептурных смесей и готовых изделий, составленных из традиционных и перспективных видов сырья. С помощью натурального эксперимента исследовалось влияние совокупности технологических факторов на качественные характеристики разрабатываемых продуктов.

При проведении натурального эксперимента определяли следующие показатели: массовую долю влаги (1) - по ГОСТ 9793-74; белка (2) - по ГОСТ 25011-81; жира (3) - по ГОСТ 23042-86; золы (4) - по стандартной методике; минеральных веществ (5) - методом рентгенофлуоресцентного анализа; витаминов (6) - колориметрическим и флюорометрическим методами; структурно-механические показатели (7) - с использованием универсальной испытательной машины «Инстрон-1122»; водосвязывающую способность (8) - по методу Грау и Хамма; потери массы при термообработке (9) - по общепринятой методике; переваримость белка *in vitro* (10) - по методике Покровского-Ертанова в модификации Липатова Н.Н.; пероксидное число (11) - методом окисления йодистоводородной кислоты; микробиологические (12) - по ГОСТ 9958-81; органолептические (13) - по ГОСТ 9959-91.

Обработку экспериментальных данных выполняли методами математической статистики.

В третьей главе «Компьютерная оценка нутриентной адекватности рубленых полуфабрикатов на мясной основе, предназначенных для питания детей дошкольного возраста» представлены результаты оценки качества ранее разработанных и внедрённых в производство продуктов, относящихся к вышеупомянутой ассортиментной группе. Объектом этой оценки явились рецептуры таких продуктов, как: фрикадельки

«Ленинградские», «Детские» (ТУ 9214-609-00419779-2001), ромштексы рубленные «Буратино», «Диетический», «Чипполино» (ТУ 9214-770-00419779-2002), котлеты и биточки низкокалорийные (ТУ 9214-786-00419779-2003).

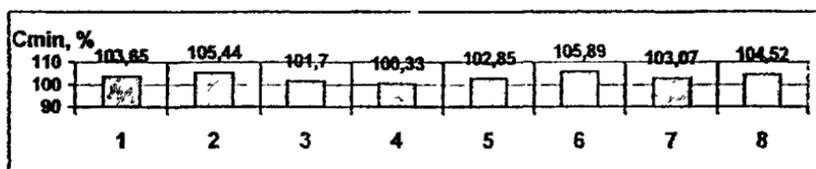
Следует отметить, что в качестве алиментарного эталона при проведении этих, а также последующих исследований применялся гипотетический квазиэталон для детей в возрасте от 3-х до 6-ти лет, состав которого приведен в таблице 1.

Таблица 1

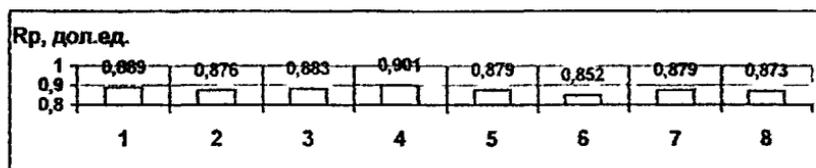
Аминокислотный и липидный состав квазиэталона для детей 3-6 лет

Незаменимые аминокислоты, г/100 г белка							
изо	лей	лиз	мет+чис	фен+тир	тре	трп	вал
4,15	7,70	6,00	3,63	6,65	4,15	1,13	5,05
Жирные кислоты, г/100 г липидов							
Σ Н Ж К	Σ М Н Ж К	Σ П Н Ж К	линолевая	линоленовая	арахидоновая		
32,95	55,76	10,61	8,34	0,91	1,36		

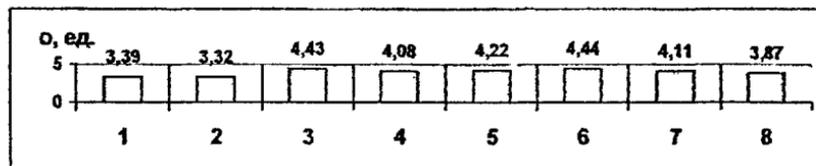
Анализируя информацию о содержании незаменимых аминокислот в суммарном белке рецептурных композиций полуфабрикатов, а также рассчитанные на её основании вышеупомянутые показатели аминокислотной сбалансированности (рис 2 а,б,в), можно сделать вывод о высоком уровне значений по этим критериям



а)



б)



в)

Рис.2 Значения минимального аминокислотного сгора (а) показателя рациональности аминокислотного состава (б) и коэффициента способности избыточности (в) поликомпонентных рецептурных композиций рубленных полуфабрикатов

- 1 – фрикадельки «Детские»; 2 – фрикадельки «Ленинградские»;
 3 – котлеты низкокалорийные «Детские»; 4 – биточки низкокалорийные «Детские»;
 5 – ромштекс «Буратино»; 6 – ромштекс «Диетический»;
 7 – ромштекс «Чипполино» (рецептура 1); 8 – ромштекс «Чипполино» (рецептура 2).

Анализ данных, касающихся жирнокислотного состава рубленых полуфабрикатов, и рассчитанных на их основании значений коэффициента жирнокислотной сбалансированности (рис.3) позволяет сделать заключение о том, что во всех представленных рецептурных композициях наблюдается избыточное содержание насыщенных и недостаточное - мононенасыщенных и полиненасыщенных жирных кислот по сравнению с липидным составом квазиэталона для детей 3-6 лет, а, кроме того, анализ значений показателя жирнокислотной сбалансированности, учитывающего как соотношение сумм насыщенных, мононенасыщенных и полиненасыщенных жирных кислот $RL(i=1..3)$, так и помимо них соотношения линолсвой, линоленовой и арахидоновой ПНЖК $RL(i=1..6)$ показывает, что жирнокислотная сбалансированность липидной составляющей всех оцениваемых быстрозамороженных полуфабрикатов находится на очень высоком уровне. Следует отметить, что наилучшей сбалансированностью липидного состава продукта обладает рецептура фрикаделек «Ленинградских» ($RL(i=1..3)=0,891$ дол.ед.; $RL(i=1..6)=0,761$ дол.ед.).

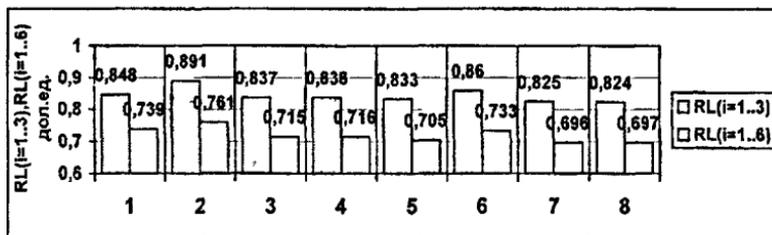


Рис3. Значения показателя рациональности жирнокислотного состава поликомпонентных рецептурных композиций рубленых полуфабрикатов.

1 - фрикадельки «Детские»; 2 - фрикадельки «Ленинградские»;

3 - котлеты низкокалорийные «Детские»; 4 - биточки низкокалорийные «Детские»;

5 - ромштекс «Буратно»; 6 - ромштекс «Диетический»;

7 - ромштекс «Чипполино» (рецептура 1); 8 - ромштекс «Чипполино» (рецептура 2).

Помимо осуществления общепринятой оценки качества мясных продуктов по аминокислотной и жирнокислотной сбалансированности, небезынтересным представляется анализ элементного и витаминного составов рубленых полуфабрикатов, так как эти нутриенты играют важную роль в физиологических и биохимических процессах, происходящих в растущем организме.

Для реализации этой оценки, на основании рекомендуемых норм потребления для детей 3-6 лет, был рассчитан элементный и витаминный составы квазиэталоны для данной возрастной группы детей. Расчет осуществлялся при помощи следующей формулы:

$$M_{i\pi} = M_{ин} / P \quad (9)$$

где $M_{i\pi}$ - содержание i -го макро- или микроэлемента в квазиэталоны для детей дошкольного возраста, мг/1 г белка;

$M_{ин}$ - рекомендуемая норма потребления i -го макро- или микроэлемента для дошкольников, мг/ кг массы тела;

P - норма физиологической потребности в белке для детей в возрасте от 4-х до 6-ти лет, г/ кг массы тела.

При замене в формуле (9) $M_{iгз}$ на $V_{iгз}'$, а $M_{инп}$ на $V_{инп}$ получится формула для расчёта витаминного состава квазиэталоны, где: $V_{iгз}$ - содержание i -го витамина в квазиэталоны для детей дошкольного возраста, мкг/1 г белка;

$V_{инп}$ - рекомендуемая норма потребления i -го витамина для дошкольников, мкг/кг массы тела.

Значения, полученные в результате проведённых вычислений, представлены в таблице 2.

Таблица 2

Элементный и витаминный состав квазиэталоны для детей 3-6 лет

Минеральные вещества								
Макроэлементы, мг/1г белка			Микроэлементы, мкг/1г белка					
Ca	Mg	P	Fe	J	Mn	Cu	F	Zn
13,7	3,0	20,6	150,8	0,9	30,5	22,8	38,2	123,1
Витамины, мкг/1г белка								
A	B1	B2	B6	B12	PP	E		
7,6	12,3	15,4	18,5	0,021	166,2	107,7		

Анализируя полученные результаты расчёта показателей нормированного элементного и витаминного соответствия R_M и R_V (рис. 4), позволяющих наиболее объективно оценить уровень приближения количественного состава

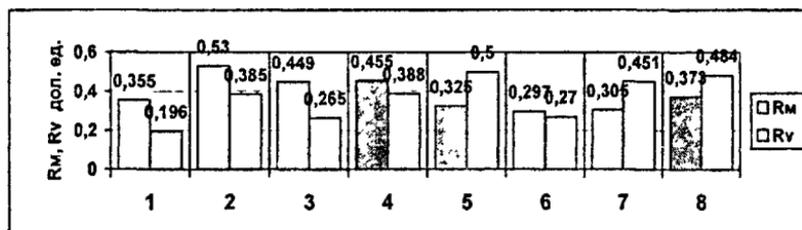


Рис.4. Значения показателей нормированного элементного и витаминного соответствия поликомпонентных рецептурных композиций рублевых полуфабрикатов:

1 - фрикадельки «Детские»; 2 - фрикадельки «Ленинградские»;

3 - котлеты низкокалорийные «Детские»; 4 - биточки низкокалорийные «Детские»;

5 - ромштекс «Буратино»; 6 - ромштекс «Диетический»;

7 - ромштекс «Чипполино» (рецептура 1); 8 - ромштекс «Чипполино» (рецептура 2).

минеральных веществ и витаминов в рецептурах продуктов к физиологическим потребностям детей детерминированной возрастной группы, можно констатировать, что значения этих критериев в значительной мере отличаются (причём в худшую сторону) от значений показателей, характеризующих аминокислотную и жирнокислотную сбалансированность.

Наибольшие значения показателя нормированного элементного соответствия отмечены у рецептов фрикаделек «Ленинградских» ($R_M = 0,530$ доп. ед.) и биточков низкокалорийных «Детских» ($R_M = 0,455$ доп. ед.).

Значения показателя нормированного витаминного соответствия R_V

изменяются в диапазоне от 0,196 дол. ед. (фрикадельки «Детские») до 0,484 дол. ед. (ромштекс «Чипполино» (рецептура 2)).

Проведённый анализ нутриентной адекватности полуфабрикатов, рекомендованных для питания детей дошкольного возраста, показал, что наряду с высокими значениями аминокислотной и жирнокислотной сбалансированности рецептурные композиции имеют ряд недостатков, таких как: существенный дефицит мононенасыщенных и полиненасыщенных жирных кислот; низкие значения показателей нормированного элементного и витаминного соответствия. При осуществлении следующих этапов исследований, а именно: выборе компонентов и компьютерном проектировании рецептур учитывались выявленные выше недостатки.

В четвёртой главе «Совершенствование ассортимента замороженных полуфабрикатов на мясной основе, предназначенных для питания детей дошкольного возраста, посредством реализации методики компьютерного проектирования пищевых продуктов» представлены результаты экспериментальных исследований, направленных на практическое подтверждение теоретических положений, изложенных в предыдущих главах работы.

На первом этапе был проведён компьютерный анализ нутриентной адекватности традиционного и перспективного сырья, целью которого являлось выявление метаболически потенциально наиболее выгодных видов рецептурных компонентов для изготовления замороженных полуфабрикатов на мясной основе, предназначенных для питания детей дошкольного возраста.

Анализ данных, касающихся показателей аминокислотной сбалансированности белков разнообразных видов сырья животного происхождения (табл. 3*), позволяет утверждать, что максимальное предпочтение при производстве продуктов для детей 3-6 лет можно отдать следующим ингредиентам: баранина жилованная односортовая; говядина жилованная высшего сорта; конина жилованная 1 сорта; говядина жилованная 1 сорта; свинина жирная; свинина полужирная. Сырьё растительного происхождения по аминокислотной сбалансированности белка значительно уступает компонентам, информация о которых представлена выше. Однако, и среди растительного сырья можно выделить потенциально наиболее выгодные виды: крупа рисовая; тыква; морковь.

Результаты анализа данных, касающихся жирнокислотного состава потенциальных жиросодержащих ингредиентов рецептур продуктов на мясной основе для питания дошкольников, и рассчитанных на их основании значений коэффициента жирнокислотной сбалансированности, приведённые в таблице 4, позволяют утверждать, что наибольшей адекватностью по сравнению с липидной составляющей кватизталона для детей 3-6 лет, учитывающей соотношения сумм насыщенных, мононенасыщенных и полиненасыщенных

*Примечание. В таблице 3 курсивом выделены лимитирующие аминокислоты

Характеристика аминокислотной сбалансированности белков перспективных сырьевых ингредиентов

№ п/п	Ингредиенты	Массо- вая доля белка, %	Незаменимые аминокислоты							C _{min} , %	R _p , дол. ед.	σ, ед.	
			изо	лей	лиз	мет+ цис	фен+ тир	тре	три				вал
			Содержание, г/100 г белка										
1	Говядина жилованная в. с.	18,9	4,49	7,93	8,03	3,96	7,49	5,24	1,25	<u>5,14</u>	101,78	0,873	4,67
2	Говядина жилованная 1 с.	18,7	4,20	7,95	8,54	3,87	7,81	4,32	<u>1,13</u>	5,86	100,00	0,870	5,67
3	Говядина жилованная 2 с.	22,0	3,81	<u>6,59</u>	7,08	3,43	7,89	3,92	1,07	4,94	85,58	0,840	7,24
4	Свинина нежирная	16,4	4,70	<u>7,51</u>	8,75	3,79	7,68	4,73	1,37	6,10	97,53	0,831	7,95
5	Свинина полужирная	14,6	4,95	<u>7,79</u>	8,66	3,76	7,69	4,57	1,34	5,81	101,17	0,853	6,05
6	Свинина жирная	11,4	4,99	8,11	8,23	<u>3,62</u>	7,54	4,86	1,32	5,43	99,72	0,860	6,21
7	Конина жилованная 1 с.	19,5	<u>4,10</u>	7,66	8,12	3,97	7,92	4,43	1,45	5,11	98,80	0,878	5,34
8	Баранина жилованная односортная	16,3	4,83	<u>7,65</u>	7,92	3,71	7,28	4,41	1,27	5,26	99,35	0,903	4,15
9	Яичный порошок	46,0	5,87	8,09	<u>5,19</u>	4,78	9,67	5,74	1,57	5,54	86,50	0,708	18,14
10	Сухой белок яйца куриного	82,4	5,89	8,52	<u>6,13</u>	6,35	10,0	4,47	1,54	6,63	102,17	0,767	10,25
11	Крупа рисовая	7,0	4,71	8,86	<u>3,71</u>	4,24	9,43	3,43	1,43	6,00	61,83	0,569	29,16
12	Тыква	0,6	5,05	6,7	4,66	<u>1,50</u>	8,70	3,95	1,00	5,30	41,32	0,431	20,97
13	Морковь	1,3	2,69	<u>3,38</u>	2,92	1,61	3,76	2,46	0,62	3,31	43,90	0,814	3,87

Таблица 4

Характеристики жирнокислотного состава потенциальных жиросодержащих ингредиентов рецептур продуктов на мясной основе для питания детей дошкольного возраста

№ п/п	Ингредиенты	Массовая доля жира, %	Жирные кислоты						Коэффициент жирнокислотной сбалансированности R_L , дол.ед.	
			Σ НЖК	Σ МДЖК	Σ ПНЖК	лино-левая	лино-леновая	арахидиновая	$i=1..3$	$i=1..6$
			Содержание, г/100 г липидов							
1	Жир свиной топленый	99,7	39,64	45,56	10,61	9,40	0,71	0,50	0,8790	0,7610
2	Шпик хребтовый	98,7	42,20	42,40	9,80	8,50	1,00	0,30	0,8185	0,6768
3	Шпик боковой	98,1	43,70	42,00	9,70	8,30	1,20	0,20	0,8037	0,6096
4	Свинина жирная	70,0	35,70	44,65	10,64	9,70	0,65	0,39	0,9033	0,7255
5	Свинина полужирная	40,0	35,50	46,20	10,98	9,85	0,71	0,42	0,9058	0,7445
6	Жир северных оленей	99,1	34,56	29,18	33,62	21,77	7,95	3,80	0,5400	0,3606
7	Яйцо куриное целое	11,50	26,44	43,21	10,95	9,56	0,52	0,87	0,8446	0,7745
8	Отделенный «желток» яйца куриного целого	24,75	26,43	43,21	10,93	9,55	0,51	0,87	0,8450	0,7723
9	Сухой «желток» яйца куриного целого	52,20	30,35	41,18	8,36	6,97	0,67	0,72	0,8123	0,7623

жирных кислот, обладают: свинина полужирная; свинина жирная; жир свиной топленый; отделённый «желток» яйца куриного целого; яйцо куриное целое; шпик хребтовый.

В случае, когда при расчёте указанного коэффициента помимо соотношения сумм жирных кислот учитывается соотношение линолевой, линоленовой и арахидоновой полиненасыщенных жирных кислот, наибольшей сбалансированностью отличаются: яйцо куриное целое; отделённый «желток» яйца куриного целого; сухой «желток» яйца куриного; жир свиной топленый; свинина полужирная.

На основании результатов проведённого анализа нутриентной адекватности сырья животного и растительного происхождения были выбраны следующие рецептурные компоненты: говядина жилованная I сорта; баранина жилованная односортовая; конина жилованная I сорта; свинина полужирная; шпик хребтовый; тыква; морковь; крупа рисовая; яичный порошок, а также традиционные для этой ассортиментной группы ингредиенты: лук репчатый; соль; сахар; вода.

Исходные значения массовых долей основных макропитательных веществ в рецептурах полуфабрикатов были приняты согласно требованиям к разрабатываемым продуктам (СанПиН 2.3.2.1078-01), а именно: белка - не менее 10 %; жира - не более 20 %.

На основании указанной информации были спроектированы три рецептуры замороженных полуфабрикатов на мясной основе для питания детей дошкольного возраста.

Приведённая далее последовательность действий, по сути своей и составляет процесс компьютерного проектирования (моделирования и оптимизации) поликомпонентных рецептурных композиций. Она представлена на примере одного вида замороженного полуфабриката.

Базируясь на информации о характеристиках макро- и микронутриентного состава компонентов, а также о требованиях, предъявляемых к содержанию ингредиентов животного и растительного происхождения в рецептурах полуфабрикатов для питания дошкольников, были определены области допустимых значений их массовых долей для моделирования нутриентной и пищевой адекватности проектируемых продуктов: говядина жилованная I сорта - 37...55 %; свинина полужирная - 8...15 %; шпик хребтовый - 5...8 %; тыква - 15...25 %; яичный порошок - 2...3%.

Результатом процесса компьютерного проектирования виртуальных рецептурных композиций, при котором массовые доли указанных компонентов изменялись в выбранных пределах с шагом 0,5 %, явилось получение массива рецептов, три из которых (табл. 5), обладали наивысшими значениями показателей нутриентной и интегральной пищевой адекватности.

Необходимо отметить, что здесь и в дальнейшем при расчёте значений показателя пищевой адекватности K_{Π} , помимо показателя рациональности аминокислотного состава R_p , учитывался коэффициент жирнокислотной сбалансированности $R_L(i=1..3)$; $K_{\Pi 2} - R_L(i=1..6)$, а при расчёте интегрального показателя пищевой адекватности K_{Π} помимо этих критериев учитывались ещё

Таблица 5

Показатели нутриентной и интегральной пищевой адекватности
моделируемых рецептурных композиций
замороженного полуфабриката на мясной основе №1

Ингредиенты	Соотношение ингредиентов, %		
	Рецептура «а»	Рецептура «б»	Рецептура «в»
Говядина жил. I сорта	38,00	43,00	46,00
Свинина полужирная	12,00	10,00	9,00
Шпик хребтовый	8,00	6,00	6,00
Тыква	16,00	15,00	20,00
Яичный порошок	3,00	3,00	2,50
Лук репчатый	2,00	2,00	2,00
Соль	0,50	0,50	0,90
Сахар	0,50	0,50	0,60
Вода	20,00	20,00	13,00
Показатели состава	Значения показателей		
Массовая доля белка, %	10,70	11,33	11,57
$C_{\text{плв}}$, %	102,82	102,91	102,84
R_p , дол. ед.	0,871	0,871	0,874
σ , ед.	4,602	4,524	4,447
Массовая доля жира, %	20,02	18,09	17,81
$R_1(i=1..3)$, дол. ед.	0,836	0,818	0,811
$R_1(i=1..6)$, дол. ед.	0,728	0,707	0,699
R_m , дол. ед.	0,368	0,359	0,369
R_v , дол. ед.	0,537	0,522	0,494
$K_{п1}$, дол. ед.	0,844	0,831	0,825
$K_{п2}$, дол. ед.	0,770	0,753	0,747
K_p , дол. ед.	0,674	0,665	0,667

и показатели элементного и витаминного соответствия R_m и R_v .

Анализ представленных в табл. 5 данных, характеризующих зависимость различных показателей нутриентной адекватности от соотношения массовых долей ингредиентов, позволяет сделать вывод о том, что оптимальное содержание компонентов наблюдается в рецептурной композиции «а». Она будет принята за основу для последующих исследований.

Аналогичным образом было осуществлено компьютерное проектирование двух других видов рецептурных композиций замороженных полуфабрикатов. Рецепт полуфабриката №2 сходна с вышеуказанной, отличие заключается в замещении говядины на конину жилованную I сорта. Рецептурными компонентами полуфабриката №3 явились: баранина жилованная I сорта, свинина полужирная, шпик хребтовый, крупа рисовая, морковь, яичный порошок, лук репчатый, соль, сахар, вода.

В таблице 6 сведены расчетные значения общехимического состава и показателей нутриентной адекватности всех трёх спроектированных поликомпонентных рецептурных композиций.

Таблица 6

Общехимический состав виртуальных моделей поликомпонентных рецептурных композиций и параметры оценки их нутриентной адекватности (Эталон-квазиэталон для детей 3-6 лет)

Показатели	Эталон	Рецептура 1	Рецептура 2	Рецептура 3
Массовая доля белка, %	-	10,70	11,44	10,01
Аминокислоты, г/100 г белка				
изолейцин	4,15	4,62	4,47	5,00
лейцин	7,70	7,92	7,72	7,72
лизин	6,00	7,91	7,72	7,24
метионин+цистин	3,63	3,97	4,02	3,90
фенилаланин+тирозин	6,65	8,12	8,14	7,81
треонин	4,15	4,60	4,62	4,60
триптофан	1,13	1,24	1,44	1,33
валин	5,05	5,78	5,25	5,38
$S_{\text{амино}}$, %	-	102,82	100,20	100,30
R_p , дол. ед.	-	0,871	0,886	0,894
σ , ед.	-	4,602	4,545	4,409
Массовая доля жира, %	-	20,02	15,79	16,55
Жирные кислоты, г/100 г липидов				
Σ НЖК	32,95	39,46	36,25	40,27
Σ МНЖК	55,76	46,34	45,38	44,88
Σ ПНЖК	10,61	8,86	11,17	9,04
в т. ч. линолевая	8,34	7,71	9,73	7,76
линоленовая	0,91	0,75	1,00	0,83
арахидоновая	1,36	0,40	0,44	0,44
$R_L(i=1..3)$, дол. ед.	-	0,836	0,886	0,827
$R_L(i=1..6)$, дол. ед.	-	0,728	0,733	0,740
Минеральные вещества				
Макроэлементы, мг/1г белка				
K	-	21,04	20,29	18,99
Ca	13,7	1,77	1,74	2,14
Mg	3,0	1,47	1,40	2,02
Na	-	23,41	38,79	25,94
S	-	13,11	12,67	11,54
P	20,6	11,96	11,33	13,25
Cl	-	32,97	56,83	37,41
Микроэлементы, мкг/1г белка				
Fe	150,8	163,94	203,73	150,73
J	0,9	0,67	0,60	0,59
Co	-	0,50	0,47	0,50
Mn	30,5	2,58	2,55	12,20
Cu	22,8	11,60	11,28	14,47
F	38,2	4,96	4,63	7,14
Zn	123,1	153,81	152,94	160,47
R_m , дол. ед.	-	0,368	0,346	0,493
Витамины, мкг/1г белка				
A	7,6	25,87	22,48	113,46
B1	12,3	9,68	18,80	10,26
B2	15,4	13,82	20,91	14,63
B6	18,5	19,30	18,91	18,52
B12	0,021	0,089	0,086	0,086
PP	166,2	203,81	235,07	201,34
E	107,7	32,80	9,27	50,66
R_v , дол. ед.	-	0,537	0,430	0,478

На основании спроектированных рецептов были разработаны технологические схемы производства трёх замороженных полуфабрикатов (рис. 5): котлеты «Шалунишка» (рецептура №1), тефтели «Подрастай» (рецептура №2), фрикадельки «Дошколёнок» (рецептура №3).

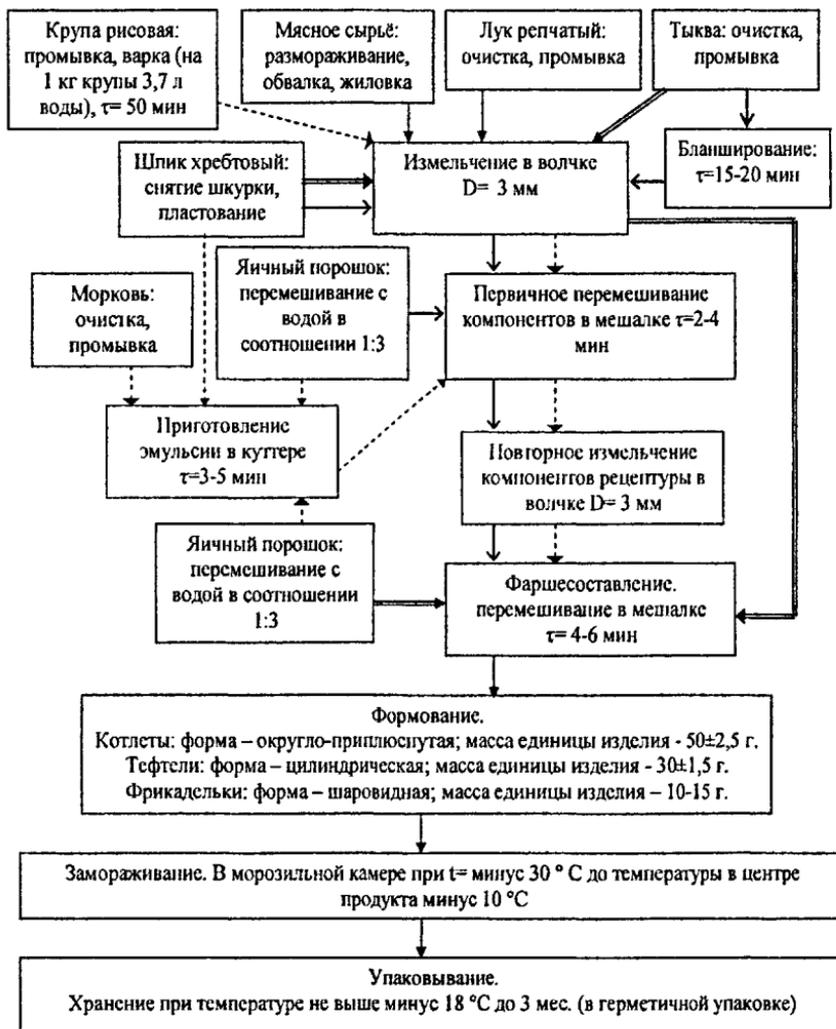


Рис. 5. Технологические схемы производства замороженных полуфабрикатов для питания детей дошкольного возраста

→ общие; ==> котлеты; —> тефтели; -.-.-> фрикадельки

Все выработанные на основании приведённых технологических схем виды продукции исследовались с целью определения влияния на показатели качества готовых изделий таких факторов, как: соотношения рецептурных компонентов, полученные в результате процесса компьютерного проектирования; особенности способов предварительной обработки ингредиентов.

Контрольным образцом при проведении этих экспериментов служили рецептура и технология фрикаделек «Ленинградских», как наиболее соответствующих по количеству малопитательных веществ (белков и жиров), разработанным рецептурным композициям, а также как обладающих наилучшими значениями показателей нутриентной адекватности, выявленными в результате проведённой ранее оценки (глава 3).

Исследования контрольного и опытных образцов осуществлялись после термической обработки, а именно: варки в воде (фрикадельки); обжаривания (котлеты); варки на пару (тефтели). Необходимо отметить, что эти способы термообработки не являются составной частью технологических схем, однако, они предложены в качестве рекомендации в разработанной нормативной документации на эти продукты.

На первом этапе исследований проводилось определение общехимического состава разработанных замороженных полуфабрикатов на мясной основе, предназначенных для питания детей дошкольного возраста. Результаты осуществлённого эксперимента сведены в таблицу 7.

Необходимо отметить, что значения, полученные в ходе этого эксперимента, позволяют утверждать, что химический состав выработанных полуфабрикатов соответствует соотношениям массовых долей нутриентов, достигнутых в результате процесса компьютерного проектирования.

Таблица 7

Общехимический состав замороженных полуфабрикатов

Наименование продуктов	Массовая доля, %				
	влаги	белка	жира	зола	углеводов*
Фрикадельки «Ленинградские» (контроль)	57,24±0,20	12,24±0,16	17,92±0,15	2,21±0,08	10,39±0,12
Котлеты «Шалунишка»	64,02±0,15	11,24±0,15	20,62±0,20	2,52±0,06	1,60±0,14
Тефтели «Подрастай»	65,07±0,12	12,04±0,10	17,91±0,15	2,67±0,12	2,11±0,12
Фрикадельки «Дошколёнок»	62,87±0,20	10,12±0,15	17,44±0,10	2,71±0,10	6,86±0,14

массовые доли углеводов определены расчётным путём

Поскольку при проектировании поликомпонентных рецептурных композиций особое внимание было уделено их макро-, микроэлементному и витаминному составам, большой интерес представляют исследования, направленные на изучение влияния холодильной обработки на содержание этих

нутриентов в готовых изделиях.

Анализ данных, приведённых в таблице 8, показывает, что потери макро- и микроэлементов после замораживания составляют в среднем около 11 %, а потери витаминов - около 14 % по сравнению с теми же показателями до замораживания.

Таблица 8

Содержание макро-, микроэлементов и витаминов в замороженных полуфабрикатах

Нутриснты	Фрикадельки «Ленинградские» (контроль)		Котлеты «Шалунишка»		Тефтели «Подрастай»		Фрикадельки «Дошколёнок»	
	до замораживания	после замораживания	до замораживания	после замораживания	до замораживания	после замораживания	до замораживания	после замораживания
макро-элементы	мг/1 г белка							
К	15,15	13,48	18,94	16,53	19,23	17,31	14,43	12,98
Са	2,07	1,84	1,59	1,41	1,65	1,47	1,63	1,45
Р	10,07	8,86	10,76	9,57	10,77	9,61	10,08	8,97
S	9,23	8,21	11,80	10,50	12,14	10,71	8,77	7,79
Сl	40,72	36,24	29,67	26,33	53,98	48,05	28,43	25,60
микро-элементы	мкг/1 г белка							
Fe	110,51	98,62	147,54	126,79	193,54	172,27	114,55	101,93
Со	0,35	0,31	0,45	0,40	0,44	0,39	0,38	0,33
Mn	20,15	17,52	2,32	2,07	2,42	2,15	9,27	8,25
Сu	7,87	7,00	10,44	9,29	10,15	9,03	10,99	9,78
Zn	110,91	98,94	138,74	123,81	145,29	129,31	121,96	108,78
витамины	мкг/1 г белка							
А	0,77	0,66	18,97	15,17	17,29	15,38	65,80	56,99
В1	9,48	8,15	6,78	5,23	15,04	12,23	6,16	5,29
В2	5,45	4,69	9,67	5,97	16,73	14,21	8,78	7,46
РР	56,11	48,33	132,06	113,94	188,50	161,00	120,80	103,85
Е	4,53	3,89	22,71	19,52	7,39	6,38	30,94	26,62

Одним из доминирующих функционально-технологических показателей, характеризующих качество мясных продуктов, является водосвязывающая способность (табл.9).

Стоит отметить, что общей тенденцией для всех изучаемых полуфабрикатов является снижение их водосвязывающей способности после замораживания и последующего хранения, что хорошо видно из данных, представленных в таблице 9. Наилучшими значениями этого показателя обладают тефтели «Подрастай», удерживающие максимальное количество влаги за счёт наличия большого числа гидрофильных центров белков и углеводов, тепловой распад которых произошёл в процессе бланширования тыквы.

Водосвязывающая способность замороженных полуфабрикатов

ВСС, % к общей влаге	Фрикадельки «Ленинградские» (контроль)	Котлеты «Шалунишка»	Тефтели «Подрастай»	Фрикадельки «Дошколёнок»
До замораживания	55,24±0,92	53,03±0,63	56,68±0,72	54,73±0,33
После замораживания и хранения в течение 3 мес.	51,19±0,47	49,11±0,64	51,98±0,55	50,67±0,42

Поскольку для каждого вида полуфабриката был выбран индивидуальный способ тепловой обработки, небезынтересными представлялись исследования, направленные на определение влияния каждого из них на изменение потерь массы быстрозамороженных изделий (рис. 6). Эксперимент проводился непосредственно после замораживания, а также в течение всего срока хранения продуктов с периодичностью в один месяц.

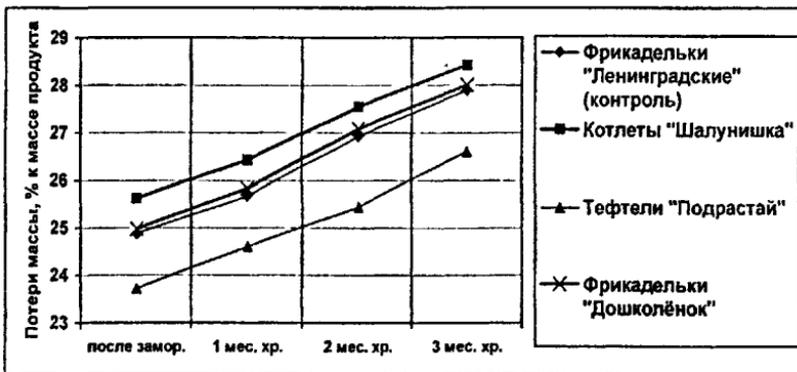


Рис. 6. Изменение потерь массы замороженных полуфабрикатов в зависимости от способа их тепловой обработки

Наименьшие потери массы изделий (рис. 6) отмечены у тефтелей «Подрастай». Это объясняется применением при их изготовлении в качестве термообработки варки на пару, воздействие режимов которой на продукт способствует минимизации указанного показателя.

Важной составляющей комплексной характеристики качества готовых продуктов на мясной основе является их консистенция, представить которую в числовом выражении возможно посредством определения структурно-механических показателей, таких как: напряжение среза и работа резания. Особую значимость осуществлению этих исследований придаёт то обстоятельство, что рассматриваемые полуфабрикаты предназначены для питания детей. Значения структурно-механических показателей контрольных и

опытных образцов изучаемых продуктов сведены в таблицу 10.

Таблица 10

Структурно-механические характеристики замороженных полуфабрикатов

Наименование продуктов	Напряжение среза, кПа				
	до замораживания	после замораживания и хранения, мес.			
		0	1	2	3
Фрикадельки «Ленинградские» (контроль)	37,92±0,41	41,74±0,35	42,91±0,50	43,73±0,41	44,44±0,64
Котлеты «Шалунишка»	31,46±0,52	34,59±0,46	35,67±0,28	36,25±0,46	36,94±0,42
Тефтели «Подрастай»	30,42±0,61	33,91±0,32	34,88±0,30	35,61±0,45	36,22±0,50
Фрикадельки «Дошколёнок»	33,83±0,47	37,95±0,42	39,01±0,36	39,98±0,40	40,71±0,56
Наименование продуктов	Работа резания, Дж/м ²				
	до замораживания	после замораживания и хранения, мес			
		0	1	2	3
Фрикадельки «Ленинградские» (контроль)	243,57±2,77	259,22±3,06	266,17±2,86	271,09±3,05	273,42±2,34
Котлеты «Шалунишка»	196,24±4,00	209,37±3,22	214,21±2,34	217,91±2,87	219,62±2,88
Тефтели «Подрастай»	189,12±3,45	202,29±2,86	207,65±2,78	211,32±3,51	213,44±3,05
Фрикадельки «Дошколёнок»	200,31±3,23	215,73±2,66	220,91±3,31	223,11±2,55	225,30±2,97

По результатам проведённых исследований можно сделать следующие заключения: напряжения среза в период после замораживания и хранения полуфабрикатов в течение 3 месяцев увеличивается по сравнению с состоянием до замораживания в среднем на 19 %, работа резания - на 12 %; причём максимальное повышение этих показателей (около 11 и 7% соответственно) наблюдается непосредственно после замораживания. Такие изменения значений структурно-механических характеристик не приводят к существенному ухудшению консистенции разработанных полуфабрикатов. Наименьшие значения напряжения среза и работы резания опытных образцов в сравнении с контрольным объясняются присутствием в их составе овощей (тыквы и моркови) и шпика хребтового, которые оказывают благоприятное влияние на консистенцию продуктов.

Одним из основных показателей метаболической адекватности белковых составляющих рецептур продуктов на мясной основе является определяемая *in vitro* переваримость белка кислыми и щелочными протеазами желудочно-кишечного тракта (табл. 11).

Переваримость *in vitro* белковых компонентов замороженных полуфабрикатов

Наименование продуктов	Переваримость <i>in vitro</i>			
	мг тирозина/ г белка			% к тирозину
	пепсином	трипсином	общая	общая
Фрикадельки «Ленинградские» (контроль)	12,98±0,20	16,25±0,15	29,23±0,17	90,77±0,42
Котлеты «Шалунишка»	13,09±0,17	16,42±0,20	29,51±0,18	90,80±0,44
Тефтели «Подрастай»	13,47±0,16	17,16±0,18	30,63±0,17	93,95±0,41
Фрикадельки «Дошколёнок»	13,01±0,15	16,17±0,14	29,18±0,14	93,52±0,37

По результатам проведённого эксперимента можно сделать заключение о том, что значения переваримости опытных образцов не уступают, а в большинстве случаев превосходят значения контроля. Из этого следует, что доступность белковых компонентов разработанных замороженных полуфабрикатов к воздействию ферментов желудочно-кишечного тракта находится на высоком уровне, характерном для вышеназванной ассортиментной группы продуктов. Причиной тому служит присутствие в рецептурах опытных образцов свинины полужирной, обладающей высокой индивидуальной переваримостью, а также шпика хребтового, в состав которого входят ω -3 ПНЖК, оказывающие переваростимулирующий эффект.

Совершенно очевидно, что предельная продолжительность хранения мясных продуктов ограничивается, в большей степени, уровнем окисления липидов. С учётом этих обстоятельств были осуществлены исследования, касающиеся определения значений перексидного числа для контрольного и опытных образцов замороженных полуфабрикатов (рис. 7).

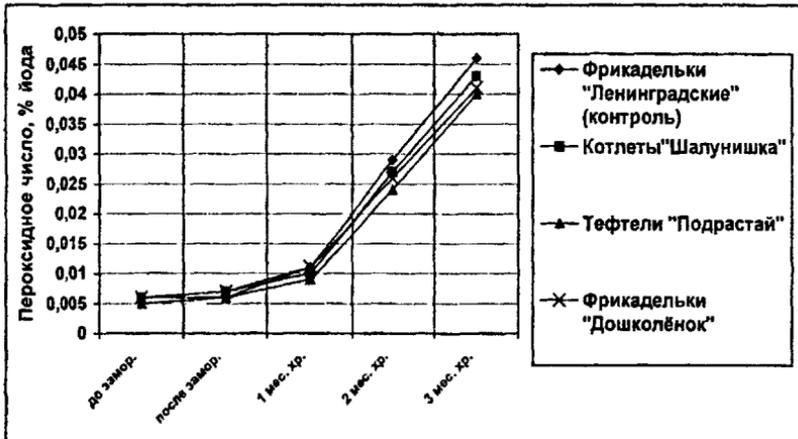


Рис. 1. Динамика изменения значений перексидных чисел замороженных полуфабрикатов

Анализ данных, представленных на рис. 7, позволяет утверждать, что окислительные процессы, происходящие в продуктах в течение 3-х месяцев хранения, не оказывают значительного влияния на качество липидной составляющей полуфабрикатов.

Результаты исследований микробиологических показателей (табл. 12) позволяют утверждать, что все разработанные в ходе выполнения диссертации замороженные полуфабрикаты на мясной основе, предназначенные для питания детей дошкольного возраста, полностью соответствуют требованиям, которые предъявляются к продуктам, принадлежащих к вышеназванной ассортиментной группе.

Таблица 12

Микробиологические показатели замороженных полуфабрикатов для питания детей дошкольного возраста

Показатели	Требования	Срок хранения	Продукты			
			Фрикадельки «Ленинградские» (контроль)	Котлеты «Шалунишка»	Тефтели «Подрастай»	Фрикадельки «Дошколенок»
КМАФАнМ, КОЕ $\times 10^5$ /г	5	до замораживания	4,72	4,69	4,53	4,67
		после замораживания	3,75	3,70	3,31	3,65
		1 месяц	3,59	3,48	3,18	3,43
		2 месяца	3,42	3,27	3,02	3,26
		3 месяца	3,32	3,13	2,89	3,17
БГКП (колиформы), масса (г), в которой не допускаются	0,001	до замораживания	Не обнаружены	Не обнаружены	Не обнаружены	Не обнаружены
		после замораживания	Не обнаружены	Не обнаружены	Не обнаружены	Не обнаружены
		3 месяца	Не обнаружены	Не обнаружены	Не обнаружены	Не обнаружены
S. aureus, масса (г), в которой не допускаются	0,1	до замораживания	Не обнаружены	Не обнаружены	Не обнаружены	Не обнаружены
		после замораживания	Не обнаружены	Не обнаружены	Не обнаружены	Не обнаружены
		3 месяца	Не обнаружены	Не обнаружены	Не обнаружены	Не обнаружены
Патогенные, в т.ч. сальмонеллы и L. topocytogenes, масса (г), в которой не допускаются	25	до замораживания	Не обнаружены	Не обнаружены	Не обнаружены	Не обнаружены
		после замораживания	Не обнаружены	Не обнаружены	Не обнаружены	Не обнаружены
		3 месяца	Не обнаружены	Не обнаружены	Не обнаружены	Не обнаружены

Заключительным этапом проведения натурального эксперимента явилось определение органолептических показателей контрольного и опытных образцов замороженных полуфабрикатов на мясной основе (табл. 13), проводившееся после термообработки изделий, хранившихся в течение 3 месяцев при температуре минус 18 °С. Оценка проводилась по 5-ти балльной шкале.

Таблица 13

Органолептическая оценка замороженных полуфабрикатов

Наименование продуктов	Показатели, баллы					
	Внешний вид	Запах	Вкус	Консистенция	Цвет	Общая оценка
Фрикадельки «Ленинградские» (контроль)	4,1	4,0	4,2	4,2	4,1	4,1
Котлеты «Шалунишка»	4,6	4,7	4,6	4,5	4,4	4,6
Тефтели «Подрастай»	4,5	4,4	4,5	4,4	4,3	4,4
Фрикадельки «Дошколёнок»	4,3	4,2	4,4	4,4	4,3	

Необходимо отметить, что опытные образцы получили более высокие оценки по всем органолептическим показателям, чем контрольный.

Расчёт экономической эффективности производства разработанных полуфабрикатов для питания детей дошкольного возраста показал, что их себестоимость находится в пределах, характерных для продуктов, относящихся к названной группе мясных изделий.

На основании результатов осуществлённых экспериментальных исследований можно сделать вывод о том, что замороженные полуфабрикаты на мясной основе, базирующиеся на спроектированных рецептурных композициях и предложенных технологических схемах, обладают высокими значениями по всем изученным показателям, характеризующим качество, и соответствуют требованиям, предъявляемым к подобной группе продуктов, предназначенных для питания детей дошкольного возраста.

ВЫВОДЫ

1. На основании обобщённой модели алиментарного квазиэталоны, адекватного возрастной специфике детей, осуществлён расчёт этого критерия для проектирования продуктов питания, соответствующих метаболическим потребностям детского организма в 3-х - 6-ти летнем возрасте.
2. Выполнена компьютерная оценка и сформированы базы данных о:
 - нутриентной адекватности рецептур ранее разработанных и уже внедрённых в производство рублёных полуфабрикатов на мясной основе для питания детей в возрасте от 3-х до 6-ти лет;
 - аминокислотной и жирнокислотной сбалансированности сырья животного и растительного происхождения, используемого или перспективного для

производства высококачественных продуктов, принадлежащих к указанной ассортиментной группе.

3. Осуществлено компьютерное моделирование и оптимизация поликомпонентных рецептурных композиций замороженных полуфабрикатов на мясной основе для питания детей дошкольного возраста, включающих как ординарные, так и нетрадиционные компоненты.
4. Проведённые исследования, направленные на изучение физико-химических, функционально-технологических, структурно-механических, микробиологических, органолептических показателей, а также переваримости и хранимоспособности выработанных изделий на мясной основе, показали, что эти продукты обладают высокими значениями всех изученных в работе критериев, характеризующих качество.
5. На основании спроектированных моделей поликомпонентных рецептур разработаны:
 - технологические схемы производства замороженных полуфабрикатов на мясной основе, а именно: котлет, тефтелей, фрикаделек;
 - проект нормативной документации на эти продукты.
6. Обоснована экономическая целесообразность производства разработанных полуфабрикатов на мясной основе.

По материалам диссертации опубликованы следующие работы

1. Липатов Н.П., Геворгян А.Л., Фурин М.В. Физиологические аспекты питания детей дошкольного возраста // Производство пищевых продуктов в соответствии с требованиями концепции здорового питания и другие вопросы: Материалы всероссийской научно-практической конференции. - Волгоград, 8 июня 2004. С. 61-63.
2. Липатов Н.П., Геворгян А.Л., Фурин М.В. Перспективные направления совершенствования качества быстрозамороженных продуктов на мясной основе для централизованного питания детей дошкольного возраста // Производство пищевых продуктов в соответствии с требованиями концепции здорового питания и другие вопросы: Материалы всероссийской научно-практической конференции. - Волгоград, 8 июня 2004. С. 100-103.
3. Липатов Н.Н., Башкиров О.И., Геворгян А.Л., Фурин М.В. Предпосылки совершенствования качества продуктов для централизованного питания детей (на примере быстрозамороженных изделий на мясной основе для детей дошкольного возраста) - М.: Россельхозакадемия, 2004, 67 с.

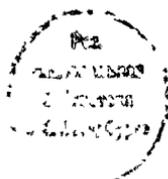
Подписано в печать 04.05.2005. Формат 60x84 1/16.

Усл.печ. л. 1,75. Уч.-изд. л. 1,6.

Заказ Тираж 100 экз.

ПБОЮЛ «Митрофанов Р.В.».

109316, Москва, ул. Талалихина, 33.



09 ИЮН 2005 947