

<sup>1</sup>З. В. Ловкис, <sup>2</sup>С. Л. Масанский, <sup>2</sup>Т. М. Рыбакова

<sup>1</sup>РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по продовольствию»,  
г. Минск, Республика Беларусь

<sup>2</sup>Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий,  
г. Могилев, Республика Беларусь

## МЕТОДИКА ОЦЕНКИ УСТОЙЧИВОСТИ ПРОДУКТА ПИТАНИЯ, КАК ТОВАРОВЕДНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ НА ПРИМЕРЕ КУЛИНАРНЫХ ИЗДЕЛИЙ ИЗ РУБЛЕНОГО МЯСА

**Аннотация.** Предложена и научно обоснована методика оценки здоровьесберегающего аспекта устойчивости пищевого продукта как товароведной характеристики. Данная характеристика отражает способность продукта сохранять свою пищевую ценность, качество и безопасность в течение срока хранения и употребления, тем самым удовлетворяя физиологические потребности организма. Разработана расчётная модель интегрального показателя (индекса) здоровьесберегающего аспекта устойчивости пищевого продукта ( $U_h$ ). Методика апробирована на экспериментальных данных, полученных при исследовании рубленых котлет из говядины: контрольного образца и образцов с добавлением 20 % морковного, 20 % капустного и 30 % тыквенного пюре. Для расчёта предложена экспертная шкала коэффициентов весомости. На основе полученных значений  $U_h$  проведена комплексная интерпретация результатов. Результаты работы могут быть использованы для разработки нормативных и методических документов по оценке качества и устойчивости продукции в системе социального питания. Методика разработана как инструментарий этапа «Обучение» (обратная связь) в рамках межотраслевого технологического цикла формирования рационального ассортимента продуктов «Норматив – Реализация – Обучение».

**Ключевые слова:** устойчивость пищевого продукта, пищевая адекватность, аспект гигиенический (здоровьесбережения), товароведная характеристика, устойчивое развитие, методика оценки, кулинарные изделия.

<sup>1</sup>Z. V. Lovkis, <sup>2</sup>S. L. Masansky, <sup>2</sup>T. M. Rybakova

<sup>1</sup>RUE “Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Food”,  
Minsk, Republic of Belarus

<sup>2</sup>Belarusian State University of Food and Chemical Technologies, Mogilev, Republic of Belarus

## METHOD FOR ASSESSING THE SUSTAINABILITY OF A FOOD PRODUCT AS A COMMODITY CHARACTERISTIC USING THE EXAMPLE OF CULINARY PRODUCTS FROM MINCED MEAT

**Abstract.** A scientifically based methodology for assessing the health-preserving aspect of food product sustainability as a commodity characteristic is proposed. This characteristic reflects a product's ability to retain its nutritional value, quality, and safety during shelf life and consumption, thereby satisfying the body's physiological needs. A calculation model for the integrated indicator (index) of the health-preserving aspect of food product sustainability ( $U_h$ ) has been developed. The methodology has been tested using experimental data obtained in a study of chopped beef patties: a control sample and samples with the addition of 20 % carrot, 20 % cabbage, and 30 % pumpkin puree. An expert scale of weighting coefficients is proposed for the calculation. A comprehensive interpretation of the results is carried out based on the obtained  $U_h$  values. The results of the study can be used to develop regulatory and methodological documents for assessing the quality and sustainability of products in the social catering system. The methodology was developed as a tool for the «Training» (feedback) stage within the framework of the inter-industry technological cycle «Standard – Implementation – Training».

**Keywords:** food product sustainability, nutritional adequacy, hygienic aspect (health protection), commodity characteristics, sustainable development, assessment methodology, culinary products.

**Введение.** Современное развитие продовольственных систем ориентировано на реализацию принципов устойчивого производства и потребления, предполагающих обеспечение доступности, безопасности и качества пищевых продуктов при минимальном воздействии на окружающую среду [1, С. 5–7]. В рамках данной парадигмы важнейшее значение приобретает оценка устойчивости пищевых продуктов, рассматриваемая как их интегральная характеристика, отражающая способность сохранять потребительские свойства в условиях ограниченных ресурсов и изменяющихся условий производства и хранения.

Согласно отчету Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ, 2022), устойчивое здоровое питание определяется как питание, которое обеспечивает адекватность нутриентного состава, способствует профилактике неинфекционных заболеваний и одновременно минимизирует негативное воздействие на окружающую среду [2]. В данном подходе ключевым является акцент на измеримости показателей здорового питания через систему индикаторов, отражающих как качество рациона, так и его долгосрочные последствия для здоровья населения.

В информационном бюллетене ВОЗ «Здоровая диета» (2018) устойчивости напрямую не выделяется в качестве самостоятельного термина, однако заложена имплицитно через требования к сбалансированности рациона, ограничению насыщенных жиров, сахара и соли, а также увеличению потребления пищевых волокон [3]. Таким образом, в документах ВОЗ устойчивость питания тесно связана с понятием пищевой адекватности и профилактической направленностью питания.

В работе S. Ahmed, S. Downs, J. Fanzo (2019) устойчивость рассматривается в рамках интегративной концепции, включающей четыре взаимосвязанных измерения: здоровье человека, окружающая среда, социальная справедливость и экономическая жизнеспособность [4]. Авторы подчёркивают, что устойчивость питания не может быть корректно оценена без учета всех указанных аспектов, а сами индикаторы должны быть адаптированы к национальным условиям.

Существенный вклад в развитие количественных методов оценки устойчивости внесли работы L. Seconda et al. (2019), в которых предложен индивидуальный индекс устойчивого питания, апробированный в рамках когортного исследования NutriNet-Santé [5]. Индекс включает показатели нутриентной плотности рациона, соответствия рекомендациям по здоровому питанию, экологического воздействия (в том числе углеродного следа), социальной приемлемости питания. При этом авторы подчёркивают, что большинство индексов устойчивого питания разрабатывается на уровне рациона или диеты, а не отдельных пищевых продуктов, что существенно ограничивает их применение в товароведных исследованиях.

Обзор Burgraff et al. (2018) систематизирует априорные индексы качества питания и показывает, что основная методологическая проблема заключается в разнородности критериев, различной нормализации показателей и отсутствии унифицированных коэффициентов весомости [6]. Авторы отмечают, что большинство существующих индексов фокусируются на нутриентном составе, в то время как технологические и товароведные характеристики продукции учитываются недостаточно.

В работе Aldaya et al. (2021) предложена система индикаторов устойчивого здорового питания, включающая показатели здоровья и нутриентной адекватности, экологические индикаторы (углеродный и водный след), социально-экономические параметры доступности питания [7]. Авторы подчёркивают необходимость баланса между полнотой системы индикаторов и её практической применимостью, поскольку чрезмерное расширение перечня показателей снижает интерпретируемость итоговой оценки.

Одним из направлений устойчивого питания, обозначенных в Стратегии ФАО и ВОЗ [8, С. 18–22], является обеспечение пищевой адекватности, под которой понимается соответствие химического состава продукта физиологическим потребностям человека в энергии и эссенциальных веществах, а также способность продукта обеспечивать нормальное функционирование организма без нарушения метаболического равновесия [10].

Проведённый анализ международных и отечественных научных источников показал, что устойчивость питания трактуется как многокомпонентная категория, включающая гигиенические, экологические, социальные и экономические аспекты. В то же время большинство существующих индексов устойчивого питания ориентированы на оценку рациона и не учитывают товароведно-технологические характеристики пищевых продуктов.

В условиях организации социального питания (в учреждениях образования, здравоохранения, социальной защиты, промышленных предприятиях и пр.) обеспечение пищевой адекватности и её устойчивости приобретает особую актуальность. Рационы для школьников и других организованных контингентов населения должны гарантировать не только энергетическую, но и биологическую полноценность питания. В то же время ограниченность бюджетного финансирования и требования к санитарно-гигиенической безопасности обу-

славливают необходимость перехода к индустриальной модели производства, основанной на пространственно-временном разделении этапов приготовления и потребления пищи [11].

В этих условиях целесообразно применение методов термоконсервации, в частности метода близкриоскопического охлаждения (БКО), обеспечивающего пролонгирование сроков хранения без существенного ухудшения органолептических, физико-химических характеристик и показателей безопасности. Однако влияние БКО на устойчивость пищевых продуктов до настоящего времени изучено недостаточно, что ограничивает возможности его применения в системе социального питания.

Для преодоления указанной фрагментарности в оценке и управлении качеством продуктов социального питания в рамках настоящего исследования применяется межотраслевой технологический цикл формирования рационального их ассортимента – «Норматив – Реализация – Обучение», разработанный в качестве методологического каркаса для гармонизации междисциплинарных требований к этой деятельности. Данный цикл представляет собой замкнутую систему управления, в которой:

- ♦ этап «Норматив» предполагает установление целевых показателей качества, безопасности и пищевой ценности на основе интеграции требований нутрициологии, пищевой безопасности, технологических возможностей;
- ♦ этап «Реализация» — это процесс производства, хранения и распределения продукции, соответствующий заданным нормативам;
- ♦ этап «Обучение» в данном случае — ключевая фаза сбора и анализа данных о реальном качестве продукта на всех стадиях его жизненного цикла для корректировки «Норматива» и оптимизации «Реализации».

В рамках данного исследования выдвигается гипотеза о том, что пищевая устойчивость представляет собой интегральное свойство пищевого продукта, в рамках которого гигиенический аспект устойчивости пищевого продукта как товароведная характеристика определяется его способностью на всех этапах жизненного цикла сохранять регламентированные показатели гигиенической безопасности и биологической ценности при воздействии факторов различной природы (технологических, микробиологических и физико-химических). При этом гигиенический аспект устойчивости рассматривается не только на базовом уровне обеспечения гигиенической безопасности, но и в расширенном формате как совокупность условий, способствующих здоровьесбережению потребителя за счёт сохранения нутриентной полноценности и предотвращения формирования факторов риска. В данном контексте устойчивость выступает динамическим критерием качества пищевого продукта, позволяющим объективно оценивать стабильность его потребительских и гигиенически значимых свойств на всех этапах жизненного цикла от производства до реализации.

Актуальность выдвинутой гипотезы обусловлена современным переходом от изолированной оценки гигиенической безопасности пищевой продукции к комплексному анализу её устойчивости и роли в сохранении здоровья населения. Усложнение пищевых технологий и увеличение продолжительности жизненного цикла продуктов объективно требуют формализации гигиенического аспекта устойчивости пищевого продукта как товароведной характеристики с расширением оценки до уровня условий здоровьесбережения. В этой связи возникает необходимость разработки научно обоснованной методики оценки интегрального показателя устойчивости, обеспечивающей сопоставимость и объективность результатов на различных этапах обращения продукции.

Интегральный показатель гигиенического аспекта (здоровьесбережения) ( $U_h$ ) определяется как средневзвешенное значение нормированных индикаторов, при этом весовые коэффициенты ( $\omega_i$ ) установлены методом экспертных оценок.

В совокупности с другими аспектами — экологическим ( $U_e$ ), социальным ( $U_s$ ) и экономическим ( $U_{ec}$ ) — гигиеническая составляющая формирует интегральный индекс устойчивости пищевого продукта ( $U$ ), отражающий его способность соответствовать принципам устойчивого и здорового питания в реальных условиях организации социального питания.

Таким образом, общая научная задача исследования заключается в обосновании и разработке методики количественной оценки гигиенического (здоровьесберегающего) аспекта устойчивости кулинарных изделий из рубленого мяса, подвергаемых термоконсервации методом близкриоскопического охлаждения, с учётом специфики их рецептурного состава и физиологических норм питания. Методика оценки устойчивости позиционируется как ключевой инструмент аналитической фазы межотраслевого технологического цикла, обеспечивающий переход от эмпирических наблюдений к обоснованным управленческим решениям. Это позволит не только повысить качество и безопасность готовой продукции, но и обеспечить научно обоснованный переход к устойчивым моделям питания в учреждениях социальной сферы Республики Беларусь.

**Материалы и методы исследования.** Экспериментальная часть исследования проводилась на базе учреждения образования «Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий». Объектами исследования являлись образцы котлет из говядины, в которых пшеничный хлеб заменялся овощными пюре-полуфабрикатами (морковным, капустным, тыквенным, свекольным) в количестве 10–50 % от массы мяса, подвергавшиеся термоконсервации методом близкриоскопического охлаждения (БКО) при температуре минус  $(2 \pm 0,5) \text{ }^\circ\text{C}$ . Обработка экспериментальных данных проводилась с использованием пакета Microsoft Excel.

Проведён обзор и критический анализ отечественных и зарубежных научных источников, регламентирующих подходы к оценке пищевой адекватности и устойчивости продовольственных систем. Используются положения методических документов ФАО, ВОЗ, а также действующих нормативных актов Республики Беларусь.

На основе анализа определена структура гигиенического аспекта (здоровьесбережения) устойчивости, включающая показатели пищевой адекватности и безопасности. Расчеты осуществлялись с применением Microsoft Excel и MathCAD.

**Цель исследования.** Научное обоснование и разработка методики оценки гигиенического аспекта (здоровьесбережения) устойчивости пищевого продукта как товароведной характеристики, обеспечивающей комплексную оценку показателей биологической и потребительской ценности и безопасности в рамках концепции устойчивого развития.

**Результаты и их обсуждение.** На основе проведенного анализа авторами выделено наиболее предпочтительное сырье для производства плодоовощных пюре-полуфабрикатов, с целью использования его для обогащения кулинарной продукции для социального питания, разработаны технологии получения плодоовощных пюре-полуфабрикатов. Разработана технологическая документация [12].

В ходе исследования в составе кулинарных изделий из рубленого мяса (котлет из говядины) осуществлялась замена традиционного наполнителя (хлеба пшеничного) овощными пюре-полуфабрикатами из свеклы, моркови, тыквы и капусты белокочанной. Необходимость замены наиболее распространенных крахмалосодержащих наполнителей, в первую очередь, хлеба, вызвана тем, что его внесение повышает кислотность фаршевой системы, увеличивает калорийность изделия, что не всегда приемлемо в социальном питании. При определенных условиях это может привести к нарушению нормальной работы желудочно-кишечного тракта [13, 14, 15]. Диапазон варьирования содержания овощных пюре-полуфабрикатов в рецептурах к массе мяса составил 0–50 % с шагом эксперимента 10. В качестве контрольного образца рассматривали изделия, приготовленные по традиционной рецептуре (котлеты (биточки) жареные) [16].

Термическая обработка осуществлялась в пароконвектомате при комбинированном двухступенчатом режиме: на первом этапе температура  $130 \text{ }^\circ\text{C}$  с пароувлажнением (100 %) в течение 3–5 минут, на втором этапе – режим «жар» ( $180 \text{ }^\circ\text{C}$ ) в течение 10–12 минут для улучшения внешнего вида изделий. Допускается при приготовлении котлет применение одностадийного режима с температурой  $180 \text{ }^\circ\text{C}$  и влажностью 100 %. Расход жира на жарку снижается более чем на 50 % по сравнению с традиционной рецептурой. Объективным показателем готовности изделий являлась температура в центре изделия, которая к концу приготовления должна составлять  $85 \text{ }^\circ\text{C}$ .

После завершения тепловой обработки котлеты в гастроемкостях интенсивно охлаждались в течение 1,5–2 часов до температуры не более  $3 \text{ }^\circ\text{C}$ . Охлаждение проводилось при контроле температуры продукта во время цикла охлаждения, для чего датчик помещался внутрь продукта.

В ходе работы были определены основные функционально-технологические и физико-химические показатели для полуфабрикатов котлет до тепловой обработки, а также для готовых изделий (таблицы 1–2).

Т а б л и ц а 1. Показатели качества полуфабриката котлет с овощными пюре-полуфабрикатами  
T a b l e 1. Quality indicators for the production of cutlets with semifinished vegetable purees

Наименование изделия	Количество вносимой добавки, %	Массовая доля влаги, %	pH	Липкость (адгезия), Па	Влагосвязывающая способность, ВСС, %
Котлеты (контроль)	0	$72,73 \pm 0,007$	$5,87 \pm 0,008$	$43,82 \pm 0,010$	$72,35 \pm 0,007$
Котлеты с морковным полуфабрикатом	10	$75,20 \pm 0,006$	$6,36 \pm 0,004$	$59,36 \pm 0,009$	$75,06 \pm 0,011$
	20	$76,12 \pm 0,010$	$6,41 \pm 0,005$	$60,12 \pm 0,008$	$76,07 \pm 0,011$
	30	$78,18 \pm 0,006$	$6,42 \pm 0,005$	$61,49 \pm 0,009$	$78,05 \pm 0,011$
	40	$78,95 \pm 0,011$	$6,38 \pm 0,009$	$62,52 \pm 0,010$	$78,79 \pm 0,005$
	50	$79,28 \pm 0,005$	$6,34 \pm 0,010$	$65,06 \pm 0,020$	$79,15 \pm 0,006$

Окончание табл. 1

Наименование изделия	Количество вносимой добавки, %	Массовая доля влаги, %	pH	Липкость (адгезия), Па	Влагосвязывающая способность, ВСС, %
Котлеты со свекольным полуфабрикатом	10	77,59 ± 0,007	5,38 ± 0,013	46,29 ± 0,006	77,39 ± 0,015
	20	78,30 ± 0,005	5,44 ± 0,011	47,98 ± 0,015	78,05 ± 0,015
	30	78,63 ± 0,005	5,43 ± 0,015	59,50 ± 0,016	78,38 ± 0,007
	40	79,82 ± 0,004	5,37 ± 0,007	40,12 ± 0,016	79,58 ± 0,010
	50	80,25 ± 0,012	5,30 ± 0,007	37,30 ± 0,016	79,99 ± 0,010
Котлеты с капустным полуфабрикатом	10	79,93 ± 0,016	6,10 ± 0,006	60,42 ± 0,015	79,87 ± 0,005
	20	80,10 ± 0,007	6,13 ± 0,006	64,25 ± 0,066	80,03 ± 0,010
	30	80,23 ± 0,008	6,10 ± 0,015	65,96 ± 0,005	80,16 ± 0,010
	40	80,54 ± 0,008	6,09 ± 0,016	67,42 ± 0,005	80,52 ± 0,011
	50	80,59 ± 0,007	6,09 ± 0,015	66,18 ± 0,004	80,52 ± 0,011
Котлеты с тыквенным полуфабрикатом	10	81,15 ± 0,005	5,52 ± 0,006	47,12 ± 0,007	80,85 ± 0,035
	20	81,19 ± 0,012	5,52 ± 0,010	49,99 ± 0,008	80,86 ± 0,010
	30	81,25 ± 0,013	5,53 ± 0,012	51,31 ± 0,009	80,92 ± 0,020
	40	81,30 ± 0,007	5,55 ± 0,005	51,70 ± 0,010	81,02 ± 0,007
	50	81,97 ± 0,007	5,53 ± 0,006	48,28 ± 0,007	81,58 ± 0,007

Т а б л и ц а 2. Основные физико-химические показатели котлет с овощными пюре-полуфабрикатами после тепловой обработки

Table 2. The main physico-chemical parameters of cutlets with semifinished vegetable purees after heat treatment

Наименование изделия	Количество вносимой добавки, %	Выход готовых изделий, %	Влагоудерживающая способность ВУС, %	pH	Органолептическая оценка, балл
Котлеты (контрольный образец)	-	75,55 ± 0,007	56,54 ± 0,005	6,03 ± 0,008	88,5
Котлеты с морковным полуфабрикатом	10	75,96 ± 0,006	60,11 ± 0,001	6,36 ± 0,002	95,5
	20	86,74 ± 0,007	60,20 ± 0,002	6,39 ± 0,007	97,0
	30	87,29 ± 0,007	61,97 ± 0,010	6,34 ± 0,011	96,5
	40	80,38 ± 0,005	63,83 ± 0,012	6,31 ± 0,009	80,5
	50	77,65 ± 0,003	64,50 ± 0,012	6,28 ± 0,007	74,0
Котлеты со свекольным полуфабрикатом	10	70,76 ± 0,007	63,25 ± 0,002	5,88 ± 0,004	97,0
	20	76,18 ± 0,007	64,38 ± 0,002	5,77 ± 0,003	95,0
	30	83,11 ± 0,015	64,81 ± 0,011	5,75 ± 0,009	87,0
	40	85,16 ± 0,012	65,58 ± 0,003	5,73 ± 0,008	85,0
	50	85,80 ± 0,010	65,92 ± 0,004	5,60 ± 0,004	80,5
Котлеты с капустным полуфабрикатом	10	82,13 ± 0,011	60,70 ± 0,009	6,26 ± 0,009	92,5
	20	82,79 ± 0,011	60,79 ± 0,007	6,29 ± 0,007	97,0
	30	82,82 ± 0,012	60,83 ± 0,007	6,26 ± 0,007	95,0
	40	81,76 ± 0,012	60,88 ± 0,006	6,22 ± 0,006	85,5
	50	73,89 ± 0,007	60,92 ± 0,010	6,21 ± 0,003	82,0
Котлеты с тыквенным полуфабрикатом	10	76,09 ± 0,006	61,21 ± 0,003	5,92 ± 0,009	92,0
	20	78,24 ± 0,005	61,66 ± 0,003	5,99 ± 0,010	95,5
	30	82,78 ± 0,010	62,20 ± 0,003	5,87 ± 0,011	97,0
	40	78,77 ± 0,012	62,29 ± 0,009	5,85 ± 0,004	94,0
	50	77,61 ± 0,013	62,34 ± 0,003	5,84 ± 0,007	92,0

Среди показателей качества мясных изделий из рубленого мяса значительная роль отводится величине активной кислотности (pH), которая, воздействуя на структуру белка, влечет за собой изменение его растворимости и гидрофобности, тем самым влияет на важную функционально-технологическую характеристику фаршей – влагоудерживающую способность (ВУС). Величина pH фарша должна находиться в пределах 5,6–6,3. Значения pH в указанной области исключает активное состояние внутриклеточных ферментов катепсинов. С учетом смещения изоэлектрической точки белки мышечной ткани, находящиеся в фарше, приобретают необходимую влагосвязывающую способность [17].

Анализ полученных данных показывает, что pH полуфабрикатов котлет с овощными пюре-полуфабрикатами в составе либо увеличивался по отношению к контрольному образцу на 5,8–9,7 % (с тыквенным и свекольным пюре-полуфабрикатом), либо снижался на 4,4–9,3 % (с капустным и морковным полуфабрикатом).

В зависимости от величины рН изменяется липкость (адгезия) и водосвязывающая способность (ВСС) [18]. Полуфабрикаты котлет с овощными пюре-полуфабрикатами в составе характеризовались повышенной водосвязывающей способностью по сравнению с контрольным образцом.

Одной из важных реологических характеристик пищевых продуктов является адгезия (липкость), которая характеризует вязко-пластические свойства фарша. По результатам исследований установлено, что введение овощных пюре-полуфабрикатов приводит к усилению адгезии. Наибольшими адгезионными свойствами относительно контрольного образца обладают опытные образцы с внесением 40 % морковного, капустного, тыквенного пюре-полуфабриката, 30 % свекольного, что выше на 42,67 %, 17,98 %, 56,86 % и 35,78 % соответственно. Можно предположить, что возрастание адгезии указывает на то, что происходит более прочное взаимодействие дисперсной фазы и дисперсионной среды, возможно, образование белково-полисахаридных комплексов, что улучшает структуру фарша, консистенцию, сочность готового изделия.

По сравнению с контролем полуфабрикаты котлет с овощными пюре-полуфабрикатами в составе обладают повышенной ВУС, что в свою очередь обуславливает минимальные потери при тепловой обработке и высокий выход готовых изделий.

Сохранность массы котлет после тепловой обработки полуфабрикатов характеризуют потери воды и пищевых веществ. Самая высокая сохранность массы отмечается в котлетах при внесении не менее 30 % пюре-полуфабрикатов и составляет 82,78–87,29 % в зависимости от вида овощного пюре-полуфабриката, что обусловлено высокой ВСС фарша по сравнению с контрольным образцом и меньшими потерями влаги при тепловой денатурации белков. Сохранность массы контрольного образца значительно меньше ( $75,55 \pm 0,007 \%$ ), что связано с более интенсивным испарением влаги в процессе тепловой обработки.

Органолептические свойства имеют приоритетное значение, поэтому их учитывали при определении оптимального содержания овощных пюре-полуфабрикатов в рецептурах. Органолептическая оценка котлет проводилась по пятибалльной шкале с учетом коэффициента весомости. Определено, что оптимальным является содержание морковного и капустного пюре-полуфабриката в количестве 20 % к массе мяса, тыквенного – 30 % (рисунок 1). Однако, пюре из свеклы в количестве более 10 % к массе мяса существенно снижает органолептическую оценку, придает изделиям нехарактерный красноватый оттенок.

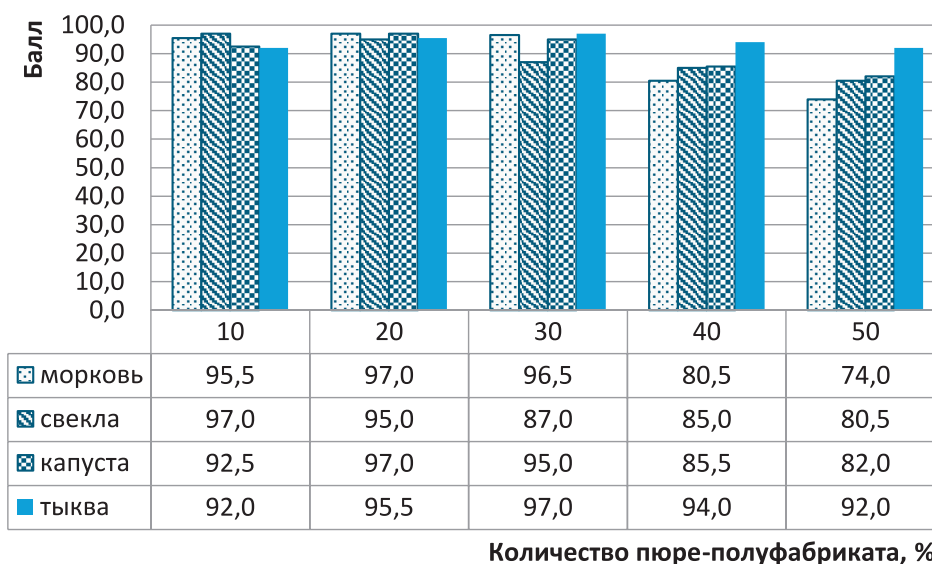


Рис. 1. Органолептическая оценка котлет с овощными пюре-полуфабрикатами в составе  
 Fig. 1. Organoleptic evaluation of cutlets with semifinished vegetable purees

Результаты исследований показали целесообразность использования морковного (20 %), капустного (20 %) и тыквенного (30 %) пюре-полуфабрикатов в технологии кулинарных изделий из рубленого мяса. При этом выход готовых изделий увеличился на 11–13 %, а влагосвязывающая способность — на 8–10 %. Уровень рН оставался в пределах 5,8–6,4, что способствовало высокой структурной стабильности фарша. Экспериментально установлено

улучшение органолептических и функционально-технологических свойств исследуемых изделий по сравнению с контрольным образцом.

Основываясь на принципах пищевой комбинаторики и результатах проведенных исследований разработаны технологические карты на котлеты с пюре-полуфабрикатом из моркови, капусты, тыквы. Технологические режимы кулинарной обработки для предлагаемых рецептов определены в ходе контрольных исследований.

**Методика расчёта гигиенического аспекта устойчивости.** Авторами предложена методика оценки устойчивости кулинарной продукции (на примере мясных изделий), которая представляет собой комплексный подход, учитывающий экологическую, социальную и экономическую устойчивость помимо традиционных товароведно-технологические характеристик. Она обеспечивает формализацию обратной связи о качестве и устойчивости продукции, необходимую для корректировки «Норматива» (рецептур, стандартов) и оптимизации «Реализации» (технологических процессов) в рамках единого межотраслевого цикла формирования ассортимента.

Методика разработана с учётом рекомендаций ВОЗ, FAO/INFOODS [19, 20], национальных нормативов [19, 20], а также научных публикаций в области нутрициологии и гигиены питания [21, 22] и предназначена для комплексной оценки кулинарной продукции (на примере мясных изделий), учитывая ключевые нутриентные, физиолого-биохимические и функциональные аспекты, отражающие современный подход к здоровому и устойчивому питанию в условиях массового и социального питания.

Для оценки устойчивости кулинарных изделий из рубленого мяса определены основные показатели, приведенные в таблице 3.

Т а б л и ц а 3. Группировка индикаторов устойчивости кулинарной продукции  
Table 3. Grouping indicators of culinary sustainability

Группа показателей устойчивости	Характеристика	Индикаторы устойчивости	
		групповые	единичные
Гигиенические (здоровьясбережения)	Обеспечение доступности питательных и здоровых продуктов для всех	пищевая адекватность (сбалансированность)	показатели биологической ценности белка, липидов, содержания пищевых волокон, коэффициенты рациональности минерального, витаминного, рецептурного составов
		безопасность	микробиологические показатели, содержание потенциально опасных веществ
Экологические	Минимизация воздействия на окружающую среду (выбросы, отходы, использование ресурсов, сохранение биоразнообразия)	сохраняемость	показатели свежести, показатели стабильности липидов, органолептические показатели
		углеродный след	региональное сырье, сезонные продукты, углеродный след блюда, кг CO <sub>2</sub> -экв.
Социальные	Поддержка местных сообществ, этические практики	массовое производство, пищевая плотность, нутриентная цена	
Экономические	Обеспечение долгосрочной жизнеспособности производства и прибыльности для производителей	себестоимость, долгосрочная рентабельность за счет энергосберегающих технологий и устойчивых цепочек поставок	

Отбор частных индикаторов является важнейшим этапом при разработке методики оценки устойчивости пищевого продукта и является сложной задачей, так как если отслеживать слишком мало показателей, то важнейшие детали могут остаться незамеченными, при этом,

если будет выделено слишком много показателей, сбор и обработка данных станут ресурсоемкими, а итоговая оценка – сложной для интерпретации [25].

Для каждого из основных показателей (аспектов) разработана номенклатура индикаторов (групповых и единичных), которые предусматривают как количественную, так и качественную оценку. Для каждого индикатора определены критерии, которые являются основой для его оценки. Важным является использование интегрального коэффициента устойчивости, который учитывает весомость каждого индикатора, и позволяет проводить точную диагностику уровня устойчивости кулинарной продукции (U) в зависимости от их влияния на различные аспекты устойчивого развития (формула 1).

$$U = \omega_h \cdot U_h + \omega_e \cdot U_e + \omega_s \cdot U_s + \omega_{ec} \cdot U_{ec}, \quad (1)$$

где  $U_h$  – гигиенический (здоровьесбережения);  $U_e$  – экологический;  $U_s$  – социальный;  $U_{ec}$  – экономический.

Рекомендуемые коэффициенты весомости (по экспертным данным):  $\omega_h=0,4$ ,  $\omega_e=0,25$ ,  $\omega_s=0,2$ ,  $\omega_{ec}=0,15$ .

Гигиеническая (здоровьесбережение) устойчивость отражает способность пищевого продукта обеспечивать безопасность ( $U_{sfy}$ ) и физиологические потребности человека в основных пищевых веществах (пищевую адекватность) ( $U_{an}$ , adequate nutrition) в течение всего жизненного цикла продукта – от производства до момента потребления и является **базовым компонентом интегральной оценки устойчивости пищевого продукта (U)**, так как отражает прямое влияние продукта на здоровье и благополучие потребителя. Его значение формирует весомую часть интегрального коэффициента и вносит наибольший вклад в итоговую оценку устойчивости продукта, что подтверждает его приоритетное значение при разработке и товароведной оценке кулинарной продукции в системе социального питания.

Под пищевой адекватностью (сбалансированностью) будем понимать уровень соответствия нутриентного состава физиологической норме питания определенной (заданной) группы населения. Развитие критериев оценки сбалансированности продуктов привело к разработке комплекса математических зависимостей, отражающих отдельные качественные оценки нутриентной сбалансированности многокомпонентных продуктов питания [26, 27, 28].

Критерием пищевой адекватности (сбалансированности) предлагается считать интегральный показатель качества ( $U_{an}$ , дол. ед.), который в математическом выражении представляет собой итоговый расчетный параметр, формирующийся из единичных показателей качества (индикаторов): аминокислотного состава ( $U_a$ ), жирнокислотного состава ( $U_l$ ), витаминного состава ( $U_v$ ), минерального состава ( $U_m$ ), рецептурного состава ( $U_r$ ), содержание пищевых волокон ( $U_{df}$ - введен впервые).

Интегральный показатель пищевой адекватности (сбалансированности) ( $U_{an}$ , дол. ед.) рассчитывается как обобщенная функция по формуле (2) с учетом функции желательности Харингтона, как среднегеометрическое значение от частных индексов сбалансированности,

$$U_{an} = \sqrt[n]{\prod_{i=1}^n U_i} = \sqrt[n]{U_a \cdot U_l \cdot U_v \cdot U_m \cdot U_{df} \cdot U_r}. \quad (2)$$

Согласно приведенной формуле, интегральный показатель стремится к 1, если единичные показатели (индикаторы) близки к эталонным значениям. Каждому индикатору (единичному показателю) присваивается частный балл желательности (по шкале Харингтона). Частные индексы сбалансированности рассчитываются как среднее геометрическое значение по формулам (3–7).

Индикатор сбалансированности аминокислотного состава ( $U_a$ ) рассчитывался как индекс незаменимых аминокислот или индекс Осера (ИНАК, ENAI), отражающий сбалансированность белкового состава относительно эталона FAO/WHO (2011) [29, 30].

$$U_a = \sqrt[n]{\prod_{i=1}^n \left( \frac{A_i}{A_{3i}} \right)}, \quad (3)$$

где  $n$  – число незаменимых аминокислот;  $A_i$  – содержание аминокислоты в 100 г исследуемого белка, мг;  $A_{3i}$  – содержание аминокислоты в 100 г «эталонного» белка, мг.

Индикатор сбалансированности жирнокислотного состава ( $U_l$ ) рассчитывали как **коэффициент рациональности жирнокислотного состава по** наиболее распространённой формуле, предложенной в

научных публикациях по нутрициологии (в т. ч. по работам Покровского А. А., Тутельяна В. А., Белоусова А. Р. и др.).

$$U_l = \frac{\sum \text{ПНЖК} + \sum \text{МНЖК}}{\sum \text{НЖК}}, \quad (4)$$

где ПНЖК – сумма полиненасыщенных жирных кислот (омега-3 и омега-6); МНЖК – сумма мононенасыщенных жирных кислот (например, олеиновая); НЖК – сумма насыщенных жирных кислот (пальмитиновая, стеариновая и др.); все значения – в граммах на 100 г липидов (или в % от общего содержания жиров).

В качестве индикаторов сбалансированности минерального и витаминного составов использовались коэффициенты рациональности ( $U_v$ ,  $U_m$ ), отражающие отношение фактического содержания нутриентов к физиологическим нормам [30].

Индикатор сбалансированности рецептурного состава ( $U_r$ ) рассчитывается по формуле (6).

$$U_{m(v)} = \sqrt[n]{\prod_j^n = 1 \left( \frac{M_i}{M_{\text{э}i}} \right)} \quad (5)$$

$$d_{M_i} = \begin{cases} \frac{M_i}{M_{\text{э}i}}, M_i \leq M_{\text{э}i} \\ \left( \frac{M_i}{M_{\text{э}i}} \right)^{-1}, M_i > M_{\text{э}i}, \end{cases} \quad (6)$$

где  $n$  – количество макро- и микроэлементов (витаминов), по которым проводится оценка;  $M_i$  – массовая доля  $i$ -го макро- и микроэлемента (витамина) в образце продукта, мг (мкг) 100 г;  $M_{\text{э}i}$  – массовая доля  $i$ -го макро- и микроэлемента (витамина) эталона, мг(мкг)100 г.

Индикатор сбалансированности рецептурного состава ( $U_r$ ) рассчитывается по формуле (7).

$$U_r = \sqrt[n]{\prod_{j=1}^n \left( \frac{R_j}{AR_{\text{э}j}} \right)}, \quad (7)$$

где  $n$  – количество оцениваемых макронутриентов (белки, жиры, углеводы);  $R_j$  – массовая доля  $j$ -го макронутриента в продукте, мг, %;  $AR_{\text{э}j}$  – массовая доля  $j$ -го макронутриента (белка, жира, углеводов), соответствующая физиологически необходимой норме (эталону), мг, %.

Индикатор сбалансированности содержания пищевых волокон ( $U_{df}$ ) отражает долю пищевых волокон от рекомендованного уровня. Физиологическая потребность в пищевых волокнах для детей старше 1 года составляет 10–22 г/сутки, для взрослого человека 20–25 г/сутки или 10 г/1000 ккал.

При проведении расчетов авторами в качестве эталонных значений приняты значения, соответствующие «идеальному» пищевому продукту (таблица 4). Количество химических веществ в 100 г «идеального» продукта рассчитано по методике, предложенной Дорохович А. Н. [32] на основе иерархического метода для возрастной группы 11–14 лет.

Т а б л и ц а 4. Модель химического состава «идеального» пищевого продукта для возрастной группы 11-14 лет\*

Table 4. A model of the chemical composition of an «ideal» food product for the age group of 11-14 years

Показатели	Нормы физиологических потребностей [16, 17]				Количество химических веществ (г, мг) в 100 г «идеального» продукта
	Мальчики (РФ)	Девочки (РФ)	Мальчики (РБ)	Девочки (РБ)	
Энергия, ккал	2500	2300	2400-2700	2300-2500	459
1 Белок, г	75	69	84-102	81-94	17,7
в т.ч. животный, %	60		51-61	49-56	
незаменимые аминокислоты, г					6,37
заменимые аминокислоты, г					11,33
2 Жиры, г	83	77	80-96	77-89	15,75
насыщенные жирные кислоты, г					5,25
мононенасыщенные жирные кислоты, г					5,25

Окончание табл. 4

	Показатели	Нормы физиологических потребностей [16, 17]				Количество химических веществ (г, мг) в 100 г «идеального» продукта
		Мальчики (РФ)	Девочки (РФ)	Мальчики (РБ)	Девочки (РБ)	
	полиненасыщенные жирные кислоты, г:					5,25
	ω-6					4,73
	ω-3:					0,53
	ДГК, мг	-		нет данных		
	ДГК + ЭПК, мг	250		нет данных		
	Холестерин, мг	<		нет данных		
4	Углеводы, г	363	334	324-378	311-350	65,66
	моно- и дисахариды, г					16,42
	органические кислоты, г					3,28
	Полисахариды (без учета пищевых волокон), г					49,25
	Пищевые волокна, г	20		нет данных		3,59
5	Витамины					
	Витамин С, мг	70	60	70	60	11,9
	Витамин В <sub>1</sub> , мг	1,3		1,3		0,22
	Витамин В <sub>2</sub> , мг	1,5		1,5		0,26
	Витамин В <sub>6</sub> , мг	1,7	1,6	1,7	1,6	0,29
	Ниацин, мг ниацин.эquiv.	18,0		18,0		3,06
	Витамин В <sub>12</sub> , мкг	3,0		3,0		0,51
	Фолаты, мкг	300-350		300		51
	Пантотеновая кислота, мг	3,5		3,5		0,60
	Биотин, мкг	25		25		4,25
	Витамин А, мкг ретинол.эquiv.	1000	800	1000	800	170
	Витамин Е (α-токоферол), мг ток.эquiv.	12,0		12,0		2,04
	Витамин D, мкг	15		10,0		1,7
	Витамин К, мкг	80	70	80	70	13,6
6	Минеральные вещества					
	Кальций, мг	1200		1200		204
	Фосфор, мг	900		1200		204
	Магний, мг	300		300		51
	Калий, мг	2500		1500		255
	Натрий, мг	1100		нет данных		187
	Хлориды, мг	1900		нет данных		323
	Железо, мг	12,0	15,0	12,0	15,0	2,04
	Цинк, мг	12,0		15,0	12,0	2,55
	Йод, мкг	130		0,13	0,15	22,1
	Медь, мг	0,8		0,8		0,14
	Марганец, мг	2,0		нет данных		0,34
	Молибден, мкг	45		нет данных		7,65
	Селен, мкг	40		40		6,8
	Хром, мкг	25		25		4,25
	Фтор, мг**	2,2	2,3	4,0		0,68

\* При организации питания в организованных коллективах потребности старших возрастных групп в энергии и пищевых веществах, имеющие деление по половому признаку, следует рассчитывать по большему значению.

\*\* Адекватный уровень потребления.

Показатели, характеризующие биологическую ценность белка исследуемых образцов, проводили в сравнении с эталонным белком согласно рекомендациям Продовольственного комитета Всемирной организации здравоохранения (ФАО/ВОЗ, 2011). В качестве эталона использовали идеальный

белок ФАО/ВОЗ. Эталонный белок представляет собой идеально сбалансированный по аминокислотному составу теоретический белок, в котором скор по каждой из незаменимых аминокислот по данным утвержденным ФАО/ВОЗ в 1973 г. и уточненным в 1985 г., а позднее в 2007 г. и 2011 г., равен 100 % [14, 15, 33].

Аминокислотный состав котлет ПОК в составе представлен полным комплексом незаменимых аминокислот, что свидетельствует о высокой биологической ценности белка. Расчеты параметров биологической ценности белка, показали, что в исследуемых образцах содержится белок, сбалансированный по аминокислотному составу и содержащий все незаменимые аминокислоты (таблица 5).

Т а б л и ц а 5. Показатели биологической ценности белка котлет с овощными пюре-полуфабрикатами  
T a b l e 5. Indicators of the biological value of the protein of cutlets with semifinished vegetable purees

Наименование аминокислот	Содержание аминокислот, г в 100 г белка продукта					АКС, %			
	Эталонный белок ФАО/ВОЗ [24]	А белка продукта				котлеты (контрольный образец)	котлеты с морковным полуфабрикатом	котлеты с капустным полуфабрикатом	котлеты с тыквенным полуфабрикатом
		котлеты (контрольный образец)	котлеты с морковным полуфабрикатом	котлеты с капустным полуфабрикатом	котлеты с тыквенным полуфабрикатом				
Валин (Val)	4	5,4	5,5	5,5	5,6	136	137	136	139
Изолейцин (Ile)	3	4,3	4,2	4,2	4,3	142	139	139	142
Лейцин (Leu)	6,1	7,9	7,9	7,8	8,0	<b>130</b>	<b>129</b>	<b>129</b>	<b>131</b>
Лизин (Lys)	4,8	7,7	8,1	8,1	8,3	161	169	168	172
Метионин (Met)+ цистеин (Cys)	2,3	3,7	3,7	3,7	3,8	163	162	163	165
Тирозин (Tyr)+ фенилаланин (Phe)	4,1	7,8	7,7	7,7	7,9	190	188	189	193
Треонин (Thr)	2,5	4,1	4,1	4,1	4,2	166	164	164	167
Триптофан (Trp)	0,66	1,1	1,1	1,1	1,1	170	99	100	103
Гистидин (His)	1,6	3,6	3,7	3,7	3,7	222	104	100	100
Общее количество НАК	29,1	42,2	42,3	42,2	43,1				
Индекс незаменимых аминокислот (ИНАК), дол. ед.		→1				1,617	1,628	1,626	1,658
Коэффициент утилитарности аминокислотного состава (УАК), дол. ед.		→1				0,896	0,960	0,965	0,960
Коэффициент различия аминокислотного сора (КРАС), %		→0				0,159	0,170	0,170	0,166
Коэффициент сопоставимой избыточности $\delta c$ , г/100 г белка		→0				6,104	6,603	6,559	6,784

*Примечание.* При расчете коэффициентов и показателей качества белка за условно лимитирующие незаменимые аминокислоты (НАК) принимали НАК с наименьшим значением.

По аминокислотной сбалансированности котлеты с овощными пюре характеризовались индексом ИНАК с показателем выше контрольного образца. Учитывая рекомендуемую норму сбалансированного питания по отношению группы незаменимых аминокислот к группе заменимых (0,56–0,67) [34], этот показатель во всех образцах отвечает данным требованиям

и варьируется в пределах 0,617–0,622. Чем выше коэффициент утилитарности аминокислотного состава (U) или меньше значение коэффициента сопоставимой избыточности (δ), тем лучше сбалансированы незаменимые аминокислоты. Значения коэффициента утилитарности аминокислотного состава для котлет ПОК в составе от 0,960 до 0,965 и сопоставимой избыточности от 6,603 до 6,784 характеризуют хорошую аминокислотную сбалансированность белка и подтверждают высокую биологическую ценность исследуемых образцов.

Важнейшим показателем нутриентной адекватности кулинарной продукции является жирнокислотная сбалансированность их липидной фракции, которая характеризует соответствие набора и соотношения жирных кислот эталонному липиду и оценивается по критериям рациональности жирнокислотного состава [35, 36, с. 11].

В соответствии с методическими рекомендациями МР 2.3.1. 0253-21, доля жиров в суточной энергетической ценности рациона должна составлять около 30 %. При этом пропорции отдельных классов жирных кислот детализируются следующим образом: насыщенные жирные кислоты (НЖК) не должны превышать 10 % от общего калоража, мононенасыщенные жирные кислоты (МНЖК) должны составлять не менее 10 %, а полиненасыщенные (ПНЖК) — от 6 до 10 % от общей энергетической ценности. Таким образом, ориентировочное соотношение НЖК, МНЖК и ПНЖК в структуре пищевых жиров, приближающееся к физиологически оправданному, может быть выражено пропорцией 1:1:1 [37, с. 50].

Данные о жирнокислотном составе котлет с ПОК представлены в таблице 6.

Т а б л и ц а 6. Жирнокислотный состав и сбалансированность котлет с овощными пюре-полуфабрикатами

Table 6. Fatty acid composition and balance of cutlets with semifinished vegetable purees

Показатель	Котлеты (контрольный образец)	Котлеты с морковным полуфабрикатом	Котлеты с капустным полуфабрикатом	Котлеты с тыквенным полуфабрикатом
Сумма липидов	19,78	18,62	18,63	18,28
Насыщенные жирные кислоты (SFA), г/100 г продукта	7,22	6,51	6,51	6,37
Мононенасыщенные жирные кислоты (MUFA), г/100 г продукта	7,23	6,94	6,94	6,79
Полиненасыщенные жирные кислоты (PUFA), г/100 г продукта в т. ч. w	4,07	4,03	4,03	4,02
C18:2 (линолевая)	3,95	3,91	3,91	3,90
C20:4 (арахидоновая)	0,01	0,01	0,01	0,01
C20:2 (эйкозодиеновая)	0,00	0,00	0,00	0,00
C22:2 (докозодиеновая)	0,00	0,00	0,00	0,00
w				
C18:3 (линоленовая)	0,11	0,10	0,10	0,10
C20:5 (эйкозапентаеновая)	0,00	0,00	0,00	0,00
НЖК:МНЖК:ПНЖК→1	1:1,07:0,63	1:1,07:0,62	1:1,07:0,62	1:1,07:0,63
Соотношение w	36,36	37,83	37,83	38,79
Коэффициент ЖК сбалансированности (U), дол.ед. I=1...3→1* Норма: ≥1.0* [38]	1,566	1,685	1,685	1,698
Индекс атерогенности (IA) Норма: <0.5–1.0** [39]	0,530	0,532	0,532	0,528
Индекс тромбогенности (IT) Норма: <1.0	1,006	1,010	1,010	1,001
Коэффициент биологической ценности липидов, дол.ед.	0,61	0,65	0,65	0,65

Примечание. I=1...3→1 – сбалансированность ΣНЖК, ΣМНЖК, ΣПНЖК.

\* Норма: ≥ 1,0 — считается физиологически допустимым балансом [30, с. 171].

\*\* 0.5–1.0 — допустимый уровень [ 31, Р. 365–379].

Несмотря на удовлетворительное соотношение классов жирных кислот (НЖК : МНЖК : ПНЖК) и значения коэффициента рациональности  $UI \geq 1$ , липидный профиль исследуемых изделий характеризуется выраженным дисбалансом полиненасыщенных жирных кислот по соотношению  $\omega-6 : \omega-3$  (36–38 : 1), что существенно превышает рекомендуемые FAO/WHO значения (4–10 : 1) и должно рассматриваться как нутриентное ограничение продукта [40, 41]. Полученные данные указывают на необходимость рецептурной коррекции с целью увеличения доли  $\omega-3$ -жирных кислот.

Индикаторы сбалансированности минерального и витаминного составов ( $U_v$ ,  $U_m$ ), отражающие отношение фактического содержания нутриентов к физиологическим нормам рассчитаны по формулам 5 и 6.

На рисунке 2 приведены итоговые данные расчета интегральной оценки пищевой адекватности (сбалансированности).

	контр	морк	капус	тыкв	
1	1.617	1.628	1.626	1.656	$U_a$ - аминокислотный состав
2	0.436	0.477	0.459	0.388	$U_m$ - минеральный состав
3	0.557	0.692	0.565	0.8	$U_b$ - витаминный состав
4	0.262	0.312	0.287	0.376	$U_{pv}$ - пищевые волокна
5	1.566	1.685	1.685	1.689	$U_l$ - липидный состав
6	0.851	0.454	0.406	0.4	$U_r$ - рецептурный состав

$Di_{\text{контр}} = \sqrt[6]{U_a_{\text{Контр}} \cdot U_m_{\text{Контр}} \cdot U_b_{\text{Контр}} \cdot U_{pv}_{\text{Контр}} \cdot U_l_{\text{Контр}} \cdot U_r_{\text{Контр}}}$	$Di_{\text{Морк}} = \sqrt[6]{U_a_{\text{Морк}} \cdot U_m_{\text{Морк}} \cdot U_b_{\text{Морк}} \cdot U_{pv}_{\text{Морк}} \cdot U_l_{\text{Морк}} \cdot U_r_{\text{Морк}}}$
$Di_{\text{Контр}} = 0.623$	$Di_{\text{Морк}} = 0.71$
$Di_{\text{Кап}} = \sqrt[6]{U_a_{\text{Кап}} \cdot U_m_{\text{Кап}} \cdot U_b_{\text{Кап}} \cdot U_{pv}_{\text{Кап}} \cdot U_l_{\text{Кап}} \cdot U_r_{\text{Кап}}}$	$Di_{\text{T}} = \sqrt[6]{U_a_{\text{T}} \cdot U_m_{\text{T}} \cdot U_b_{\text{T}} \cdot U_{pv}_{\text{T}} \cdot U_l_{\text{T}} \cdot U_r_{\text{T}}}$
$Di_{\text{Кап}} = 0.66$	$Di_{\text{T}} = 0.712$

Рис. 2. Пример расчета интегральной оценки пищевой адекватности

Fig. 2. An example of calculating an integral assessment of cutlets with semifinished vegetable purees

Большое значение при оценке индикаторов (показателей) безопасности кулинарных изделий из рубленого мяса имеет их бактериологическое состояние. Результаты по определению микробиологических показателей показали, что все образцы соответствовали установленным требованиям: КМАФАнМ –  $0,6 \cdot 10^3$ – $0,8 \cdot 10^3$  КОЕ/г ( $\text{см}^3$ ) (норма содержания не более  $2,0 \cdot 10^4$  [42, 43]); патогенные микроорганизмы, дрожжи, плесени, БГКП, *Proteus* и *Staphylococcus aureus* не обнаружены, что соответствует санитарно-эпидемиологическим требованиям. Таким образом, на основании анализа микробиологических показателей, принято оптимальное значение индикатора (показателя) безопасности ( $U_{sfy}$ ) равного 1 (единице) для всех образцов.

Интегральный показатель гигиенической устойчивости ( $U_h$ ) рассчитывается как средневзвешенная функция нормированных значений единичных индикаторов.

Т а б л и ц а 7. Оценка гигиенического показателя (здоровьесбережения)  
T a b l e 7. Assessment of the hygienic aspect (health saving)

Наименование индикаторов устойчивости	котлеты (контрольный образец)	котлеты с морковным полуфабрикатом	котлеты с капустным полуфабрикатом	котлеты с тыквенным полуфабрикатом
<b>Индикаторы пищевой адекватности</b>				
Коэффициент сбалансированности аминокислотного состава ( $U_a$ ), дол. ед.	1,617	1,628	1,626	1,656
Коэффициент сбалансированности жирнокислотного состава ( $U_l$ ), дол. ед.)	1,566	1,685	1,685	1,689

Окончание табл. 7

Наименование индикаторов устойчивости	котлеты (контрольный образец)	котлеты с морковным полуфабрикатом	котлеты с капустным полуфабрикатом	котлеты с тыквенным полуфабрикатом
<b>Индикаторы пищевой адекватности</b>				
Коэффициент сбалансированности витаминного состава ( $U_v$ ), дол. ед.	0,557	0,692	0,565	0,800
Коэффициент сбалансированности минерального состава ( $U_m$ ), дол. ед.	0,436	0,477	0,459	0,388
Потребление растительной пищи (содержание пищевых волокон), ( $U_{af}$ ), дол. ед.	0,262	0,312	0,287	0,376
Коэффициент сбалансированности рецептурного состава ( $U_r$ ), дол. ед.	0,851	0,454	0,406	0,400
Индикатор (показатель) пищевой адекватности ( $U_{an}$ ), дол. ед.	<b>0.62</b>	<b>0.71</b>	<b>0.66</b>	<b>0.71</b>
<b>Индикаторы безопасности</b>				
Микробиологические показатели: КМАФАнМ, КОЕ/г (см <sup>3</sup> )	1	1	1	1
Индикатор (показатель) безопасности ( $U_{sfy}$ ), дол. ед.	1	1	1	1
<b>Интегральный показатель гигиенического аспекта (здоровьесбережения), <math>U_n</math>. дол.ед.*</b>				
	0,81	0,86	0,83	0,86

\* Применяется коэффициент весомости 0,5 для индикатора (показателя) пищевой адекватности ( $U_{an}$ ) и индикатора (показателя) безопасности ( $U_{sfy}$ ), дол. ед.

Для интерпретации значений интегрального гигиенического показателя (здоровьесбережения) в соответствии со шкалой желательности Харингтора предложены следующие диапазоны:

- ♦ 0,00–0,20 – «очень плохо» – недостаточная пищевая адекватность;
- ♦ 0,21–0,37 – «плохо» – низкая, нуждается в коррекции;
- ♦ 0,38–0,63 – «удовлетворительно» – частичная сбалансированность;
- ♦ 0,64–0,80 – «хорошо» – соответствует нормам;
- ♦ 0,81–1,00 – «очень хорошо» – оптимальная, функционально полноценная.

С внесением овощных пюре-полуфабрикатов в рецептуры рубленых мясных изделий (в особенности тыквенного и морковного) интегральный показатель  $U_n$  увеличивается до уровня «очень хорошо» (0,86) благодаря оптимизации витаминного состава, повышению содержания пищевых волокон при сохранении микробиологической безопасности всех образцов на требуемом уровне. Данный показатель позволяет количественно оценить продукт на стыке требований разных отраслей становится, что делает его не просто констатирующим параметром, а управляющим сигналом в межотраслевом технологическом цикле. Например, низкие его значения для изделия после хранения является сигналом для корректировки «Норматива» (рецептуры, выбора сырья) или этапа «Реализации» (параметров термоконсервации), тем самым замыкая цикл и обеспечивая его адаптивность.

**Заключение.** В работе обоснована необходимость комплексного товароведного подхода к оценке устойчивости пищевых продуктов. Для этого разработана соответствующая методика на примере кулинарных изделий из рубленого мяса, учитывающая экологические, социальные и экономические аспекты наряду с традиционными характеристиками.

В категориальный аппарат введено понятие «гигиенический аспект (здоровьесбережения) устойчивости». Это комплексная характеристика, отражающая способность продукта обеспечивать безопасность ( $U_{sfy}$ ) и пищевую адекватность ( $U_{an}$ ) – соответствие нутриентного состава физиологическим нормам. Новизна подхода – в расширении понимания гигиенической безопасности до активного здоровьесбережения, где нутриентная полноценность становится обязательным условием устойчивости.

Разработанная методика, будучи встроенной в контур межотраслевого технологического цикла формирования рационального ассортимента продуктов, позволяет трансформировать систему управления качеством в социальном питании из реактивной в проактивную. Регуляр-

ная оценка индекса  $U_h$  на этапе «Обучение» технологического цикла создаёт доказательную базу для обоснованного изменения рецептур и стандартов («Норматив»), выбора оптимальных технологий обработки и хранения («Реализация»).

Апробация методики на изделиях из рубленого мяса с плодоовощными компонентами показала, что добавление 20–30 % овощных пюре повышает коэффициент пищевой адекватности. Это соответствует целям устойчивого развития ООН (№ 2, 3, 12, 13) и подтверждает эффективность модели. Предложенный подход позволяет проектировать продукцию для устойчивого здорового питания с учетом специфики социального питания в Республике Беларусь.

Таким образом, работа расширяет инструментарий межотраслевого управления качеством. Методика позволяет технологам, диетологам, специалистам по пищевой безопасности, логистике объективно оценивать и корректировать параметры продукта на разных этапах его жизненного цикла в рамках единой системы, способствуя созданию научно обоснованных и устойчивых моделей питания.

### Список использованных источников

1. FAO. Sustainable food systems: Concept and framework. – Rome: FAO, 2018. – URL: <https://www.fao.org/publications/card/en/c/I8969EN/> (дата обращения: 04.05.2025).
2. Всемирная организация здравоохранения. Отчёт технической консультации по измерению здорового питания: концепции, методы и показатели. – Женева: ВОЗ, 2022. – 72 с. – URL: <https://www.who.int/publications/i/item/9789240040274> (дата обращения: 12.09.2024).
3. Всемирная организация здравоохранения. Здоровая диета: информационный бюллетень № 394. – Женева : ВОЗ, 2018. – URL: <https://www.who.int> (дата обращения: 29.09.2024).
4. Ahmed, S. Advancing an integrative framework to evaluate sustainability in national dietary guidelines / S. Ahmed, S. Downs, J. Fanzo // *Frontiers in Sustainable Food Systems*. – 2019. – Vol. 3. – Art. 76. – URL: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fsufs.2019.00076/full> (дата обращения: 29.07.2022).
5. Development and validation of an individual sustainable diet index in the NutriNet-Santé cohort / L. Seconda, J. Baudry, P. Pointereau, C. Lacour, B. Langevin, Hercberg S. [et al.] // *British Journal of Nutrition*. – 2019. – Vol. 121, № 10. – P. 1166–1177. – URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30973117/> (дата обращения: 20.07.2024).
6. A review of a priori diet quality indices in relation to their construction criteria / Burgraff C., Teuber R., Brosig S., Meyer T. A // *Nutrition Reviews*. – 2018. – Vol. 76, № 10. – P. 747–764. – URL: <https://academic.oup.com/nutritionreviews/article/76/10/747/5053485> (дата обращения: 24.07.2024).
7. Indicators and recommendations for assessing sustainable healthy diets / M. M. Aldaya, F. C. Ibáñez, P. Domínguez-Lacueva, M. T. Murillo-Arbizu, M. Rubio-Varas, S. Soret [et al.] // *Foods*. – 2021. – Vol. 10, № 5. – Art. 999. – URL: <https://www.mdpi.com/2304-8158/10/5/999> (дата обращения: 06.03.2025).
8. FAO/WHO. Sustainable healthy diets: Guiding principles. – Rome, 2019. – 44 p. – URL: <https://www.who.int/publications/i/item/9789241516648> (date of access: 04.04.2025).
9. FAO. SAFA Guidelines – Sustainability Assessment of Food and Agriculture Systems. Rome: FAO, 2013. – URL: <https://www.fao.org/sustainable-food-value-chains/library/details/en/c/261333/> (дата обращения: 04.04.2025).
10. Алакиди, А. А. Современные тренды и вызовы индустрии питания / А. А. Алакиди [и др.] // Социально-экономические процессы: новое видение, вызовы, тенденции : монография. – Петрозаводск : МЦНП «Новая наука», 2022. – С.81–125 DOI:10.46916/04032022-2-978-5-00174-490-0.
11. Рыбакова, Т. М. Устойчивое потребление: применение метода близкрийоскопического охлаждения для термоконсервации кулинарной продукции / Т. М. Рыбакова, С. Л. Масанский // *Вестник Белорусского государственного университета пищевых и химических технологий*. – 2023. – №1. – С. 90–101.
12. Министерство образования Республики Беларусь: [сайт]. – Минск, 2011–2023. – URL: <https://edu.gov.by/pitanie> (дата обращения 15.08.2024).
13. Устинова, А. В. Мясные продукты для детского питания / А. В. Устинова. – М.: ВНИИ мясной промышленности, 1997. – 252 с.
14. Артемова, Е. Н. Растительные добавки в технологии пищевых продуктов: монография / Е. Н. Артемова, З. В. Василенко. – Орел: ОрелГТУ, 2004. – 244 с.
15. Использование овощных пюре-полуфабрикатов для повышения устойчивости кулинарных изделий из рубленого мяса / Т. М. Рыбакова, С. Л. Масанский // *Биотехнология и продовольственная безопасность: Материалы Международной научно-практической конференции им. Д. И. Менделеева, посвящённой 15-летию Института промышленных технологий и инжиниринга*: сборник статей. В 3-х томах. Том 1 / отв. ред. А. Н. Халин. – Тюмень : ТИУ, 2024. – С. 377–380.

16. Сборник технологических карт блюд и изделий для питания учащихся учреждений, обеспечивающих получение общего среднего и профессионально-технического образования / М-во торговли Респ. Беларусь ; утв. 11 июля 2006 г. № 21. – Минск, 2006. – 318 с.
17. Фатеева, А. В. Изменение зарядового состояния аминокислот в зависимости от pH среды / А. В. Фатеева, С. В. Мурашев // Низкотемпературные и пищевые технологии в XXI веке : материалы VII Междунар. науч.-техн. конф., Санкт-Петербург, 17–20 ноября 2015 г. / Университет ИТМО ; редкол.: А. Н. Слободян [и др.]. – СПб. : Университет ИТМО, 2015. – Ч. 2. – С. 164–168.
18. Тарте, Р. Ингредиенты в производстве мясных изделий. Свойства, функциональность, применение / Р. Тарте. – СПб.: Профессия, 2015. – 450 с.
19. Protein and amino acid requirements in human nutrition : report of a joint FAO/WHO/UNU expert consultation / WHO. – Geneva : WHO, 2007. – 265 p. – (WHO Technical Report Series ; № 935).
20. Guidelines on Nutrition Labelling / Codex Alimentarius Commission. – Rome : FAO, WHO, 2021. – URL: [http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252Fstandards%252FCXG%2B2-1985%252FCXG\\_002e\\_2021.pdf](http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252Fstandards%252FCXG%2B2-1985%252FCXG_002e_2021.pdf) (дата обращения: 12.01.2024).
21. Методические рекомендации МР 2.3.1.0253-21 "Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации" (утв. Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека 22 июля 2021 г. / Роспотребнадзор. – М., 2021. – 72 с. – URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/402716140/> (дата обращения: 19.03.2025).
22. Об утверждении Санитарных норм и правил «Требования к питанию населения: нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Республики Беларусь» : постановление М-ва здравоохранения Респ. Беларусь от 20 нояб. 2012 г. № 180 : в ред. постановления от 16 нояб. 2015 г. № 111 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – URL: <https://pravo.by/document/?guid=3871&p0=W21226625> (дата обращения: 19.03.2025).
23. Тутельян, В. А. Безопасность и пищевая ценность продуктов питания / В. А. Тутельян. – М.: Колосс, 2010. – 408 с.
24. Drewnowski, A. Concept of nutrient density: challenges and applications / A. Drewnowski // Journal of Nutrition. – 2005. – Vol. 135, № 4. – P. 892–894.
25. Roy, P. A review of life cycle assessment (LCA) on some food products / P. Roy, D. Nei, T. Orikasa, Xu Q., H. Okadome, N. Nakamura, T. Shiina // Journal of Food Engineering. – 2009. – Vol. 90, № 1. – P. 1–10.
26. Комплексная оценка рационов питания детей школьного возраста / К.В. Кудрявцева, А. К. Батурич, А. Н. Мартинчик [и др.] // Анализ риска здоровью. 2025. №1. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/kompleksnaya-otsenka-ratsionov-pitaniya-detey-shkolnogo-vozrasta> (дата обращения: 03.11.2025).
27. Мартинчик, А. Н. Индексы качества питания как инструмент интегральной оценки рациона питания / А. Н. Мартинчик // Вопр. питания. 2019. Т 88, № 3. С. 5-12.– DOI: 10.24411/0042-8833-2019-10024.
28. Липатов Н. Н. Принципы проектирования состава и совершенствование технологии многокомпонентных мясных и молочных продуктов : дис. ... д-ра техн. наук. – Москва, 1988. – 356 с.
29. Dietary protein quality assessment in human nutrition : report of an FAO Expert Consultation (Auckland, 31 March – 2 April 2011) / FAO. – Rome : FAO, 2013. – 76 p. – URL: <https://www.fao.org/3/i3124e/i3124e.pdf>
30. Лисин, П. А. Методология оценки сбалансированности аминокислотного состава многокомпонентных пищевых продуктов / П. А. Лисицын, О. Н. Мусина, И. В. Кистер, Н. Л. Чернопольская // Вестник Омского государственного аграрного университета. – 2013. – № 3 (11). – С. 30–35.
31. Healthy diet : fact sheet no. 394 / WHO. – Geneva : WHO, 2020. – URL: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/healthy-diet> (дата обращения: 12.01.2025).
32. Дорохович, А. М. Модель химического состава идеального пищевого продукта по макронутриентам / А. М. Дорохович, В. В. Дорохович // Инновационные процессы и технологии : материалы Междунар. науч.-практ. конф., Кутаиси, 24–25 июня 2021 г. / Кутаис гос ун-т ; редкол.: Г. Г. Гелашвили [и др.]. – Кутаиси, 2021. – С. 34–39.
33. FAO/UNU Expert Consultation. Protein Quality Evaluation. FAO Food and Nutrition Paper 51. – Rome: FAO, 1990. – 66 p.
34. Скурихин, И. М. Таблицы химического состава и калорийности российских продуктов питания: справочник / И. М. Скурихин, В. А. Тутельян. – М.: ДеЛи принт, 2007. – 276 с.
35. Тимошенко, Н. В. Приемы оптимизации рецептурных композиций специализированных колбасных изделий для детского питания / Н. В. Тимошенко, С. В. Патиева, А. М. Патиева, К. Н. Аксенова // Научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2014. № 100 (06). URL: <http://ej.kubagro.ru/2014/06/pdf/65.pdf> (дата обращения: 12.01.2025).
36. Ипатова, Л. Г. Жировые продукты для здорового питания. Современный взгляд / Л. Г. Ипатова, А. А. Кочеткова, А. П. Нечаев, В. А. Тутельян– М.: ДеЛи принт, 2009. – 396 с.

37. Тутельян, В. А. О нормах физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации // Вопросы питания. – 2009. – № 1. – С. 4–15.
38. Ловкис, З. В. Детское питание: наука, технологии, продукты / З. В. Ловкис. — Минск : ИВЦ Минфина, 2023. — 355 с.
39. Simopoulos, A. P. The importance of the omega-6/omega-3 fatty acid ratio in cardiovascular disease and other chronic diseases // *Experimental Biology and Medicine*. – 2008. – Vol. 233, № 6. – P. 674–688. – DOI: 10.1016/S0753-3322(02)00253-6.
40. Ulbricht, T. L. V., Southgate D. A. T. Coronary heart disease: seven dietary factors / T. L. V. Ulbricht, D. A Southgate // *Lancet*. – 1991. – Vol. 338, № 8773. – P. 985–992. DOI: 10.1016/0140-6736(91)91846-M.
41. Fats and Fatty Acids in Human Nutrition : Report of an Expert Consultation / FAO. – Rome : FAO, 2010. – 166 p. – (FAO Food and Nutrition Paper ; № 91).
42. Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь : [сайт]. – Минск, 2003–2025. – URL: <https://pravo.by> (дата обращения: 22.05.2025). – Из содерж.: О безопасности пищевой продукции : ТР ТС 021/2011 : техн. регла. Таможенного союза (ред. от 10.03.2022).
43. Гигиенический норматив «Показатели безопасности и безвредности для человека продовольственно-го сырья и пищевых продуктов» : ГН 2.3.2.15-52 / М-во здравоохранения Респ. Беларусь ; утв. 21 июня 2013 г. № 52. – Минск, 2013. – 342 с.

### Информация об авторах

*Ловкис Зенон Валентинович*, главный научный сотрудник республиканского унитарного предприятия «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию», заслуженный деятель науки Республики Беларусь, академик Национальной академии наук Беларуси, доктор технических наук, профессор (ул. Козлова, 29, 220037, г. Минск, Республика Беларусь).

E-mail: [lovkis\\_zv@mail.ru](mailto:lovkis_zv@mail.ru)

*Масанский Сергей Леонидович*, кандидат технических наук, доцент, профессор кафедры товароведения и организации торговли учреждения образования «Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий» (пр. Шмидта, 3, 212027, г. Могилев, Республика Беларусь).

E-mail: [tot505@yandex.ru](mailto:tot505@yandex.ru)

*Рыбакова Татьяна Михайловна*, старший преподаватель кафедры товароведения и организации торговли учреждения образования «Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий» (пр. Шмидта, 3, 212027, г. Могилев, Республика Беларусь).

E-mail: [tot405@yandex.ru](mailto:tot405@yandex.ru)

### Information about authors

*Lovkis Zenon Valentinovich*, Honored Science Worker of the Republic of Belarus, Academician of the National Academy of Sciences of Belarus, Doctor of Engineering sciences, Professor, Chief Researcher of the Administration of the Directorate of the Republican Unitary Enterprise "Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Food" (29, Kozlova str., 220037, Minsk, Republic of Belarus).

E-mail: [lovkis\\_zv@mail.ru](mailto:lovkis_zv@mail.ru)

*Masansky Sergey Leonidovich*, Ph.D (Technical), Associate Professor, Professor of the Department of Commodity Science and Trade Organization of the Educational Institution "Belarusian State University of Food and Chemical Technologies" (3, Schmidt Ave., 212027, Mogilev, Republic of Belarus).

E-mail: [tot505@yandex.ru](mailto:tot505@yandex.ru)

*Rybakova Tatyana Mikhailovna*, Senior Lecturer at the Department of Commodity Science and Trade Organization of the Educational Institution Belarusian State University of Food and Chemical Technologies (3, Schmidt Ave., 212027, Mogilev, Republic of Belarus).

E-mail: [tot405@yandex.ru](mailto:tot405@yandex.ru)