

ВЕСТНИК

БЕЛОРУССКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА ПИЩЕВЫХ И ХИМИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ

Научно-методический журнал

Издается два раза в год

№ 2(31), 2021

Учредитель: Белорусский государственный университет
пищевых и химических технологий

СОДЕРЖАНИЕ

ПИЩЕВАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

- С. Л. Масанский*
ПРОГРАММЫ ШКОЛЬНОГО ПИТАНИЯ КАК КОНВЕРГЕНТНЫЙ ОПЫТ:
ОПЫТ ФИНЛЯНДИИ (обзор). 3
- Т. И. Шингарева, Т. Л. Шуляк*
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ
ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЗАКВАСОК ДЛЯ ТВОРОГА, ПОЛУЧЕННЫХ
ИЗ КОНЦЕНТРИРОВАННЫХ ЗАКВАСОК БЕСПЕРЕСАДОЧНЫМ
СПОСОБОМ..... 32
- Т. Д. Самуйленко, Т. А. Гуринова, А. В. Акулич, В. А. Томашов*
КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА НЕСЛАДКИХ МУЧНЫХ СНЕКОВ
КАТЕГОРИИ «НАТУРАЛЬНЫЙ ПРОДУКТ»..... 40
- С. Л. Масанский*
НОРМИРОВАНИЕ ШКОЛЬНОГО ПИТАНИЯ НА ОСНОВЕ
ПЕДАГОГИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПИТАНИЯ..... 49
- Л. В. Евтушевская, З. В. Ловкис*
ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПОЛУЧЕНИЯ
КОНЦЕНТРАТА СУХОЙ КАРТОФЕЛЬНОЙ МЕЗГИ..... 62
- С. А. Леонтьева, С. Л. Тихонов, Н. В. Тихонова, Н. А. Кольберг, К. Е. Курпикова,
М. С. Тихонова*
ВЛИЯНИЕ ЭКСТРАКТА БУРСЫ ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ
НА ЦИТОТОКСИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ И ИММУННЫЙ СТАТУС..... 72
- Ж. В. Кошак, Л. В. Рукшан, А. Э. Кошак, Н. Н. Гадлевская, Е. Е. Рыбкина*
ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ НОВОГО ФЕРМЕНТНОГО КОМПЛЕКСА В
СОСТАВЕ КОМБИКОРМОВ ДЛЯ РАЗНОВОЗРАСТНОГО КАРПА..... 81

**ПРОЦЕССЫ, АППАРАТЫ И ОБОРУДОВАНИЕ
ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ**

А. И. Ольшанский, С. В. Жерносек, А. М. Гусаров
**МЕТОДИКА РАСЧЕТА ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ СУШКИ В КИПЯЩЕМ
СЛОЕ ДРОЖЖЕЙ И ХЛЕБА ПО ОБОБЩЕННЫМ ПЕРЕМЕННЫМ
КИНЕТИКИ ПРОЦЕССА..... 91**

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ И СОЦИАЛЬНО-ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ

А. Г. Ефименко, В. В. Ефимович
**НАПРАВЛЕНИЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ
МОЛОКОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ В УСЛОВИЯХ
ЦИФРОВИЗАЦИИ..... 103**

Е. В. Волкова, Н. А. Бондарович
**РЫНОЧНЫЕ УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ И ЭФФЕКТИВНОГО
ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ПЛОДООВОЩНОГО ПОДКОМПЛЕКСА
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ..... 112**

ПИЩЕВАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

УДК 642.58:658.5.011

ПРОГРАММЫ ШКОЛЬНОГО ПИТАНИЯ КАК КОНВЕРГЕНТНЫЙ ОПЫТ: ОПЫТ ФИНЛЯНДИИ (обзор)

С. Л. Масанский

*Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий,
Республика Беларусь*

Введение. Актуальным является реорганизация системы школьного питания в Республике Беларусь. Научная задача – анализ опыта реализации программ школьного питания в некоторых странах со средним и высоким уровнем доходов населения как опыта конвергентного – основанного на междисциплинарном синтезе. Часть 1 – Опыт Финляндии.

Материалы и методы. Отбор, анализ, систематизация и логическое обобщение тематической информации, представленной на официальных сайтах министерств и ведомств в доменной зоне FI, в онлайн-ресурсах Elsevier, ResearchGate, eLIBRARY.RU. Всего источников информации – 104.

Результаты. Дана характеристика и проанализированы основные элементы комплексной деятельности по организации школьного питания как части государственной системы в области образования и социальной защиты: институциональное устройство, сотрудничество и стабильность, образовательные и воспитательные цели, финансирование, привлекательность и сбалансированность, безопасность, надзор и информационное сопровождение.

Выводы. Опыт реализации программы школьного питания в Финляндии подтверждает высокую степень ее инновационности и конвергентности, что обеспечивает достижение заданной результативности. Представляет практический интерес для целей реорганизации системы школьного питания в Республике Беларусь. Обзор может быть использован в качестве учебного ресурса в учреждениях профессионального образования.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: *программа школьного питания; устойчивое питание; пищевое поведение; рацион питания; ассортимент продуктов; организация обслуживания; пищевая безопасность; информатизация.*

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ: Масанский, С. Л. Программы школьного питания как конвергентный опыт: Опыт Финляндии (обзор) / С. Л. Масанский // Вестник Белорусского государственного университета пищевых и химических технологий. – 2021. – № 2(31). – С. 3–31.

SCHOOL FEEDING PROGRAMS AS A CONVERGENT EXPERIENCE: EXPERIENCE OF FINLAND (overview)

S. L. Masansky

*Belarusian State University of Food and Chemical Technologies,
Republic of Belarus*

ABSTRACT

Introduction. Reorganization of the school feeding system in the Republic of Belarus is of current importance. The scientific task is to analyze the experience of implementing school feeding programs in some countries with middle and high incomes of the population as a convergent experience that is based on an interdisciplinary synthesis. Part 1. Experience of Finland.

Materials and methods. Selection, analysis, systematization and logical generalization of thematic information presented on the official websites of ministries and departments in FI domain zone, online resources Elsevier, ResearchGate, eLIBRARY.RU. There were analyzed 104 reference sources.

Results. The author characterizes and analyzes the basic elements of complex activities for organizing school meals as a part of the state system in the field of education and social protection: institutional structure, cooperation and stability, educational and upbringing goals, funding, attractiveness and balance, safety, supervision and information support.

Conclusions. The experience of implementing the school feeding program in Finland confirms the high degree of its innovation, convergence and cooperation, which ensures the achievement of the desired results. It is of practical interest for the purpose of reorganizing the school feeding system in the Republic of Belarus. The review can be used as a teaching resource in educational institutions of vocational training.

KEY WORDS: *school feeding program; sustainable nutrition; eating behavior; diet; range of products; service organization; food safety; informatization.*

FOR CITATION: Masansky, S. L. School feeding programs as a convergent experience: experience of Finland (overview) / S. L. Masansky // Vestnik of the Belarusian State University of Food and Chemical Technologies. – 2021. – № 2(31). – P. 3–31 (in Russian).

ВВЕДЕНИЕ. ПРОГРАММЫ ШКОЛЬНОГО ПИТАНИЯ В МИРЕ

В широком смысле школьное питание рассматривают как предоставление еды для школьников, которая может предоставляться как в школе, так и выдаваться домой [1]. Всемирный банк определяет школьное питание как «целевую систему социальной защиты, направленную на обеспечение как образования, так и здоровья наиболее уязвимых детей, тем самым увеличивая количество учащихся, сокращая количество прогулов и улучшая продовольственную безопасность на уровне домохозяйств»¹. В настоящее время более 368 миллионов школьников ежедневно как минимум в 161 стране с различным уровнем дохода обеспечиваются школьным питанием².

В основе своей программы школьного питания в различных странах направлены на улучшение пищевого статуса школьников и их здоровья. Вместе с тем школьное питание рассматривают как более широкий инструмент социальной защиты с упором на образовательные цели – школьное питание является образовательным мероприятием для увеличения или поддержки посещаемости, повышения обучаемости детей и достижения гендерного равенства в образовании [2–5].

Программы школьного питания все чаще становятся частью национальных институциональных структур, а более 80 % из них включены в национальную политику, что делает их самой обширной сетью социальной защиты в мире. На эти программы ежегодно расходуется 41–43 миллиарда долларов США, более 90 % из которых поступает из внутренних источников финансирования. Эти инвестиции не только создают человеческий капитал для обеспечения будущего экономического роста страны, но и напрямую влияют на экономику, открывая рынки для местных фермеров и создавая 1668 новых рабочих мест на каждые 100 000 накормленных детей. Эффективные программы приносят доход до 9 долл. США на каждый вложенный доллар и положительно влияют на несколько секторов, включая образование, здравоохранение и питание, социальную защиту и местное сельское хозяйство³.

Используются различные формы школьного питания, адаптированные к конкретной ситу-

¹ Scaling up school feeding: Keeping children in school while improving their learning and health / World Bank [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://siteresources.worldbank.org/EDUCATION/Resources/278200-1334777272566/Results2012-SB-HDNUpdate-SchoolFeeding.pdf>.

² State of School Feeding Worldwide 2020 / WFP [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.wfp.org/publications/state-school-feeding-worldwide-2020>.

³ State of School Feeding Worldwide 2020 / WFP [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.wfp.org/publications/state-school-feeding-worldwide-2020>.

ации с точки зрения практичности и цели. Различают школьное питание в виде обедов (завтраков) – это предоставление еды, которую готовят и раздают детям, пока они учатся в школе. И в виде школьных закусок, которые детям предлагают во время нахождения в школе в виде покупных продуктов, таких как фрукты, молоко, выпечка и других, в том числе в виде обогащенных продуктов (печенье или батончики). Закуски используются для утоления кратковременного голода и компенсации дефицита микронутриентов, а также в том случае, когда оборудование для приготовления пищи отсутствует или окружающая среда не подходит для хранения и приготовления блюд.

Питание может быть организовано непосредственно в школе и/или школьникам предоставляют пайки на вынос для питания дома. Кроме того, программы направлены на стимулирование местной экономики, обеспечивая источник дохода для местных мелких фермеров. Закупка продуктов у местных фермеров является глобальной целью программ школьного питания и потому, что способствует решению проблемы изменения климата, поскольку при этом сокращаются пищевые цепочки и сводится к минимуму образование отходов – крупнейшей предотвратимой причины выбросов углерода¹. В программах питания предусматриваются мероприятия по дегельминтизации, а также по обогащению рационов дефицитными витаминами, макро- и микроэлементами [6, 7].

Программы школьного питания и их цели существенно различаются в странах с разным уровнем доходов населения. В странах с высоким уровнем доходов в настоящее время программы соответствуют условно третьей фазе их исторического развития. Первая фаза (с конца 19 века) – когда школьное питание создавалось как социальный институт для поддержки социально менее защищенных детей и подростков и обеспечения их необходимым количеством питания. Вторая – со середины 70-х годов прошлого столетия – когда на первый план вышло качество питания с точки зрения его нутритивной ценности. Современные программы решают текущие социальные и индивидуальные проблемы, связанные с ожирением и недоеданием в контексте устойчивого питания. Акцент делается на пропаганду здорового и устойчивого пищевого поведения [8]. Эта деятельность рассматривается как педагогическая – школьное питание стало частью национальных учебных программ во многих странах. Например, среди европейских стран – в Финляндии, Швеции, Норвегии, в прибалтийских странах, в Польше, Чехии, Словении, Австрии, Венгрии, Франции, Испании, Португалии и некоторых других.

В странах со средним и низким уровнем доходов среди основных целей – ослабление проблемы голода, улучшение посещаемости детей в школе и их когнитивное развитие. В странах с низким уровнем доходов населения школьное питание является по сути основным приемом пищи в сутки, что характеризует его значение в решении проблемы голода [9, 10].

Национальные рекомендации по энергетической ценности школьного питания различаются. В большинстве стран энергетическая ценность порядка 30 % от суточной потребности (Англия, Финляндия, Бразилия, Гана, Кения, Индия, Мали и другие). В США – 45 % энергетической ценности от суточной физиологической потребности, рекомендуемой ВОЗ [1]. В России – обучающиеся в первую смену обеспечиваются завтраком в объеме 20–25 %, обучающиеся во вторую смену – обедом в объеме 30–35 % от суточной потребности в соответствии с национальными физиологическими нормами, которые выше рекомендуемых ВОЗ. Режим здорового питания предусматривает домашний завтрак для обучающихся в первую смену – до 10 % энергетической ценности от суточной потребности¹. В Беларуси завтрак в школе должен обеспечивать 20–25 % от суточной потребности в энергии, обед – 30–35 %, при этом национальные физиологические нормы питания также относительно высокие – выше, чем в России, в среднем на 5 %.

¹ «Рекомендации по организации питания для обучающихся общеобразовательных организаций»: Методические рекомендации Государственного санитарно-эпидемиологического нормирования Российской Федерации от 18 мая 2020 года № МР 2.4.0179-20.

Рекомендуемое потребление белка в странах с высоким уровнем дохода – от 15 % во Франции, 20 % в США, до 40 % в Бразилии (от суточной потребности). В странах со средним и низким уровнем доходов – Гана 33 %, Индия 62 %, Кения 50 %, Мали 36 %, Руанда 29 %. Относительно высокие уровни потребления белка в этих странах объясняются тем, что питание в школе является основным приемом пищи в сутки, а также преобладанием в структуре питания источников растительного белка [1].

Подходы к финансированию школьного питания в странах с разным уровнем доходов существенно различаются, как и его стоимость. Если оценить в долларах США затраты на программы школьного питания из расчета на одного школьника, то они варьируют от 54 долл. в странах с низким уровнем доходов до 693 долл. в странах с высоким уровнем доходов. В странах с низким уровнем доходов, как правило, расходы на питание полностью компенсируются государством. Вместе с тем стоимость школьного питания там невысокая. Для сравнения, например, в Гане – порядка 0,32 долл. в день, Кении – 0,19, Мали – 0,59, Руанде – 0,48 долл. В то время как во Франции – до 7,12 долл., где плата за питание дифференцирована в зависимости от дохода семьи, при этом до 50 % стоимости субсидируется государством. Стоимость питания в Англии – 2,58, Италии – 4,68, Финляндии – 2,63 долл. [11].

В большинстве стран с высоким уровнем доходов питание как правило для большинства школьников оплачивается их законными представителями. Вместе с тем правительства разных стран поддерживают программы и фонды, направленные на удешевление питания, а для малоимущих семей расходы на школьное питание компенсируются государством частично или полностью. Одни из самых известных программ – Программа школьных завтраков (School Breakfast Program (SBP)) и Национальная программа школьных обедов (National School Lunch Program (NSLP)) в США. SBP предусматривает возмещение расходов штатам на осуществление некоммерческих программ завтраков в школах и детских учреждениях-интернатах. Благодаря программе около 15 % детей получают бесплатные или льготные школьные завтраки¹. NSLP направлена на предоставление недорогих или бесплатных школьных обедов учащимся за счет государственных субсидий школам. Программа обслуживает более 30 миллионов детей ежедневно².

Бесплатное для всех школьников питание в школах Финляндии и Бразилии. Высокий уровень социальной поддержки со стороны государства при организации школьного питания в Швеции, где питание бесплатное для всех школьников 7–16 лет, в Эстонии – питание бесплатное для учащихся начальной и средней школы. В Южной Корее бесплатное питание получают старшекласники, в Англии – бесплатное питание порядка для 20 % школьников. Программа бесплатных школьных обедов в Индии охватывает 120 миллионов детей³. Для младших школьников бесплатное горячее питание организовано в России с 2020 года. В Беларуси бесплатное питание предоставляется не только для младших школьников, но и всех школьников, проживающих в сельской местности, а также для категории детей, находящихся в определенном социальном положении (проживающие на территориях с особым радиационным статусом, в многодетных семьях, в семьях с низким доходом, имеющие определенные проблемы со здоровьем и другим категориям).

Программы бесплатного школьного питания имеют большой социальный и экономический эффект за счет отдачи в таких сферах, как образование, здравоохранение, социальная защита и местная экономика. Доход от инвестиций может достигать 9 долл. США на каждый доллар, вложенный в реализацию программ школьного питания. В то же время, например, в

¹ The School Breakfast Program (SBP) [Electronic resource] // USDA. – Mode of access: <https://www.fns.usda.gov/sbp/school-breakfast-program>. – Date of access: 09.10.2021.

² The National School Lunch Program (NSLP) [Electronic resource] // USDA. – Mode of access: <https://www.fns.usda.gov/nslp>. – Date of access: 09.10.2021.

³ Free school meals: Autumn term [Electronic resource] // GOV.UK. – Mode of access: <https://explore-education-statistics.service.gov.uk/find-statistics/free-school-meals-autumn-term/2020-21-autumn-term>. – Date of access: 09.10.2021.

Нидерландах, Греции школьное питание на государственном уровне не организуется, в Норвегии дети питаются принесенной из дома упакованной едой, однако в школе выдают молоко и свежие фрукты. По состоянию на 2020 год порядка 20 % стран мира не имели государственной политики в отношении школьного питания [12].

Характерным является функционирование отдельных социальных программ, целью которых является организация системной работы по консолидации усилий общества и правительства для увеличения доли детей, которым одноразовое питание в школе предоставляется бесплатно. Например, программа «Food for Life» в Англии. Программа также решает задачу развития у детей культуры питания, что позволит им делать осознанный выбор в отношении здорового питания¹.

Структура ассортимента пищевой продукции для школьного питания также существенно различается в разных странах. Наибольшая доля в структуре ассортимента приходится на такие группы продуктов, как зерно/крупы – они включены в рационы школьного питания 95 % стран мира, овощи – 93 %, масло – 89 %, бобовые/орехи – 80 % стран, участвовавших в глобальном опросе в 2019 году (всего ответы получены из 103 стран, представляющих 78 % населения мира)².

По данным этого опроса, молоко и молочная продукция включены в ассортимент школьного питания в 35 % стран, а в ассортимент закусок – в 53 % стран. Мясо – соответственно 39 и 18 %, рыба – 41 и 18 %, фрукты – 34 и 24 % стран.

Для сравнения среди стран с высоким уровнем доходов на душу населения и стран с доходом выше среднего мясо и мясные продукты включены в ассортимент школьного питания в 84 и 67 % стран, рыба – 77 и 66 %, фрукты – 91 и 66 %.

В странах с низким и ниже среднего уровнем доходов: мясо – соответственно 20 и 43 %, рыба – 36 и 49 %, фрукты – 24 и 49 % стран, участвовавших в глобальном опросе.

Молоко включено в ассортимент во всех странах с высоким уровнем доходов, 78 % стран с доходом выше среднего, 39 % – доходов ниже среднего и 20 % стран с низким уровнем доходов.

В 68 % стран в ассортименте продуктов использовались обогащенные продукты. Наиболее распространенные среди них, обогащенные витамином А, железом, йодом, цинком.

В 47 % программ школьного питания среди приоритетных целей определена цель – снижение уровня ожирения среди детей. Эта цель как приоритетная рассматривается во всех странах с высоким уровнем доходов³.

Представляет наибольший интерес опыт реализации программ школьного питания в странах со средним и высоким уровнем доходов населения, учитывая, что он основан на глубоком научном обосновании, соответствующем высокому уровню развития научных исследований в этих странах, что подтверждается большим объемом тематической информации в доменных зонах этих стран. Доказано положительное влияние применяемых в этих странах программ школьного питания на когнитивное развитие и успеваемость детей, формирование полезных привычек в питании и навыков выбора продуктов здорового питания, в том числе увеличение потребления фруктов и овощей, повышение показателей здоровья и успеваемости детей, находящихся в неблагоприятном социальном положении с точки зрения их здоровья и успеваемости. Отмечаются долгосрочные экономические выгоды от реализации про-

¹Welcome to Food for Life [Электронный ресурс] // Food for Life. – Режим доступа: <https://www.foodforlife.org.uk>. – Дата доступа: 09.10.2021.

²School Meal Programs Around the World [Электронный ресурс] // Global Child Nutrition Foundation. – Режим доступа: https://survey.gcnf.org/?_ga=2.150769648.712994023.1628915790-332063478.1628586145. – Дата доступа: 09.10.2021.

³School Meal Programs Around the World [Электронный ресурс] // Global Child Nutrition Foundation. – Режим доступа: https://survey.gcnf.org/wp-content/uploads/2021/03/GCNF_School-Meal-Programs-Around-the-World_Report_2021_Final.pdf. – Дата доступа: 09.10.2021.

грамм¹ [13].

Комплексная бесплатная система школьного питания (Kouluruokailu) – это финские социальные инновации, играющие важную роль в системе образования страны. В стране с 5,5 млн жителей в школах ежедневно реализуется порядка 830 000 горячих обедов².

В Финляндии школа разделена на 2 уровня: начальная (базовое образование с 1-го по 6-й классы) и старшая (среднее образование – с 7-го по 10-й классы). В соответствии с Законом о базовом образовании (Basic Education Act), Законом об образовании (Education Act), Законом о профессиональном образовании (the Vocational Education Act) ученикам, посещающим школу, должно быть предоставлено эффективно организованное, контролируемое, сбалансированное питание бесплатно каждый учебный день до завершения среднего образования. Программа школьного питания Финляндии оценивается порядка 8 % от всех затрат на образование, рассматривается как инвестиция в будущее и является частью учебной программы как деятельности, которая поддерживает цели образования, в том числе, направленные на изучение национальных традиций и обычаев³. Принципиальными в Законе о базовом образовании являются положения о том, что для школьного обеда отводится достаточное время и что обед проводится под руководством взрослых. А также – что учащиеся влияют на содержание школьного питания, участвуют в его реализации и оценке – финская система образования исходит из того, что у каждого ребенка есть способности и потенциал реализовать свое право участвовать в принятии решений, касающихся его жизнедеятельности, и это нужно поощрять. Расширяя права и возможности детей и молодежи, формируется культура прозрачности (avoimuuden kulttuuri), развивается активная гражданская позиция и участие в жизни общества⁴.

Система организации школьного питания в Республике Беларусь обеспечивает горячим питанием всех обучающихся в учреждениях среднего образования. В республике во многом сохранен успешный опыт организации питания в системе образования СССР. Практически во всех школах функционируют собственные пищеблоки, что является большим преимуществом, позволяющим готовить качественную еду из необработанных местных продуктов. Проводится плановая модернизация технологического оборудования и мебели. Бюджетом возмещаются расходы по капитальному и текущему ремонту помещений объектов школьного питания, а также на коммунальные услуги, включая тепло- и электроэнергию, водоснабжение, канализацию и другое, которые оцениваются в 90–100 миллионов белорусских рублей ежегодно [14]. Произошедшие изменения в потребностях детей и подростков, структурные изменения в экономике в целом и на продовольственном рынке в частности, системе государственного регулирования отраслями, актуализируют в республике задачу реорганизации системы школьного питания⁴.

Целью исследования является реорганизация системы школьного питания в Республике Беларусь с учетом прогрессивного опыта.

Научная задача – сбор, анализ, систематизация и логическое обобщение информации в виде научного обзора об опыте реализации программ школьного питания в некоторых странах со средним и высоким уровнем доходов населения как опыта конвергентного – основанного на междисциплинарном синтезе.

¹ State of School Feeding Worldwide 2020 / WFP [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.wfp.org/publications/state-school-feeding-worldwide-2020>.

² School Meals for All [Электронный ресурс] // Opetushallitus. – Режим доступа: https://www.oph.fi/sites/default/files/documents/um_casestudyfinland_schoolfeeding_june2019_netti.pdf. – Дата доступа: 09.11.2021.

³ School meals in Finland. Investment in learning [Электронный ресурс] // Ruokavirasto. – Режим доступа: https://www.ruokavirasto.fi/globalassets/teemat/terveytta-edistava-ruokavalio/ravitsemus-ja-ruokasuositukset/eng/school_meals_in_finland.pdf. – Дата доступа: 09.10.2021.

⁴ Организацию школьного питания нужно кардинально менять – КГК // Национальный правовой интернет-портал Республики Беларусь «Pravo.by» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://pravo.by/novosti/obshchestvenno-politicheskie-i-v-oblasti-prava/2017/august/25380/>. – Дата доступа: 01.07.2019.

Обзор также ориентирован на использование в качестве учебного ресурса в учреждениях профессионального образования.

Данная публикация является первой частью общего обзора и основана на опыте Финляндии.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Отбор, анализ, систематизация и логическое обобщение тематической информации, представленной на официальных сайтах министерств и ведомств в доменной зоне FI, в онлайн-ресурсах Elsevier, ResearchGate, eLIBRARY.RU. Всего информационных источников 103, включая 50 оригинальных научных статей.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Ключевыми словами, характеризующими систему организации школьного питания Финляндии, являются: «СТАБИЛЬНОСТЬ», «ЕДА И ОБУЧЕНИЕ ВМЕСТЕ», «БЕЗВОЗМЕЗДНОСТЬ», «УЧАСТИЕ ВЗРОСЛЫХ», «ПРИВЛЕКАТЕЛЬНОСТЬ И СООТВЕТСТВИЕ», «СБАЛАНСИРОВАННОСТЬ», «БЕЗОПАСНОСТЬ»¹. На практике за каждым из этих слов – целенаправленное сближение к заданному конечному результату методов отдельных научных дисциплин, обосновывающих и поддерживающих систему организации и государственного регулирования школьного питания, что и является сутью конвергенции. В таком контексте изложены результаты данного обзора.

СТАБИЛЬНОСТЬ

Стабильность всей системы функционирования школьного питания в Финляндии является результатом ее организации на междисциплинарном уровне и эффективного сотрудничества между различными заинтересованными сторонами. В основе также 70-летний опыт организации бесплатного школьного питания, его глубокая преемственность и постоянное развитие². Политика Финляндии в области питания основана на хорошей системе мониторинга питания и факторов риска хронических заболеваний, а также на активных эпидемиологических исследованиях, в том числе, проводимых во всех странах Северной Европы³ [15].

Система законодательства

Институционально основную ответственность за реализацию программы школьного питания несет Министерство образования и культуры (Opetus- ja kulttuuriministeriön) и Национальный совет по образованию (Opetushallitus). Ими координируется школьное питание на государственном уровне и развивается с педагогической точки зрения.

Министерство социальных дел и здравоохранения (Sosiaali- ja terveystieteiden ministeriö) и Национальный институт здоровья и благосостояния (Terveyden ja hyvinvoinnin laitos) контролируют проведение национального мониторинга и пищевую ценность питания. Министерством финансируются проекты, связанные со школьным питанием, и исследования, связанные со здоровьем и благополучием детей и подростков.

Министерство сельского и лесного хозяйства (Maa- ja metsätalousministeriö) отвечает за координацию продовольственной политики.

Продовольственное агентство Финляндии (Ruokavirasto) регулирует вопросы безопасно-

¹ Eating and learning together – recommendations for school meals [Электронный ресурс] // Julkari. – Режим доступа: https://www.julkari.fi/bitstream/handle/10024/134867/URN_ISBN_978-952-302-844-9.pdf?sequence=1. – Дата доступа: 09.10.2021.

² School Meals for All [Электронный ресурс] // Opetushallitus. – Режим доступа: https://www.oph.fi/sites/default/files/documents/um_casestudyfinland_schoolfeeding_june2019_netti.pdf. – Дата доступа: 09.10.2021.

³ Nordic Nutrition Recommendations 2022 [Электронный ресурс] // Helsedirektoratet. – Режим доступа: <https://www.helsedirektoratet.no/english/nordic-nutrition-recommendations-2022>. – Дата доступа: 09.10.2021.

сти пищевых продуктов.

Национальный совет по питанию (Valtion ravitsemusneuvottelukunta) разрабатывает, обновляет и координирует выполнение рекомендаций по школьному питанию.

Министерство финансов (Valtiovarainministeriö) осуществляет государственное бюджетирование и финансирование основных обязательств муниципалитетов (местные органы власти).

Статистическое управление Финляндии (Statistics Finland) – официальная статистика по реализации программы.

Муниципалитеты отвечают за образование, включая школьное питание, в части их планирования, составления бюджета и финансирования, закупки услуг и мониторинга.

Горизонтальное институциональное сотрудничество основано на создании и поддержании устойчивых межведомственных практик для достижения общей цели, не имеющих политических границ и не зависящих от политических изменений.

Система школьного питания в Финляндии децентрализована и это важная стратегия – максимально использовать местные сильные стороны, предоставив местным операторам свободу и возложив ответственность за внедрение школьного питания в их районе. Система регулируется на национальном уровне законодательством и организуется на основе рекомендаций на местах, которые разработаны в дополнение к законодательству и поддерживаются в актуальном состоянии для учреждений образования всех уровней. Цель состоит в том, чтобы школьное питание осуществлялось в соответствии с рекомендациями во всех школах Финляндии. Одна из задач рекомендаций – облегчить толкование законов и нормативных актов на местах. Такой подход имеет важнейшее организационное значение, т.к. позволяет организовать работу школ и объектов общественного питания в них на основе одного хорошо структурированного и наполненного необходимой и достаточной информацией источника¹.

Ответственность за планирование и организацию обязательного образования, в том числе школьного питания, лежит на муниципалитетах и образовательных учреждениях. В каждой школе для поддержки и развития создается комитет школьного питания. Комитет собирается по приглашению директора школы или, если это согласовано со школой, заинтересованного руководителя или менеджера общественного питания. В состав комитета входят директор/заместитель директора/учителя по домоводству, а также представители как минимум кейтеринговых служб, здравоохранения, учителя и ученики. Один член должен быть представителем родителей (опекунов). При необходимости, помимо школьной медсестры, школа может пригласить присутствовать врача или психолога.

Ответственность за то, чтобы ежедневное школьное меню соответствовало рекомендациям по питанию, было разнообразным и полным лежит на службе общественного питания. Однако, муниципалитет и школа несут ответственность за обеспечение и выделение достаточных ресурсов для организации питания школьников. А также за то, чтобы качество продуктов питания и продовольственных услуг, закупаемых в результате проведения торгов, соответствовало ключевым минимальным требованиям.

При этом принципиально важным ресурсом является развитие горизонтального сотрудничества по созданию устойчивых практик в системе организации питания на основе долгосрочных обязательств и укрепления доверия во всей системе, сотрудничества между муниципалитетами, учреждениями образования по передаче опыта, а также межстранового сотрудничества, прежде всего, между странами Северной Европы².

Результатом такого сотрудничества является внедрение лучших практик и идей, которые

¹ Eating and learning together – recommendations for school meals [Электронный ресурс] // Julkari. – Режим доступа: https://www.julkari.fi/bitstream/handle/10024/134867/URN_ISBN_978-952-302-844-9.pdf?sequence=1. – Дата доступа: 09.10.2021.

² School Meals for All [Электронный ресурс] // Opetushallitus. – Режим доступа: https://www.oph.fi/sites/default/files/documents/um_casestudyfinland_schoolfeeding_june2019_netti.pdf. – Дата доступа: 09.10.2021.

представляются на онлайн-ресурсах для целей пищевого образования и организации питания. Например, известный ресурс «Школа вкуса» (Maistuva koulu)¹.

В муниципалитетах применяют разные организационные формы функционирования школьных столовых. В настоящее время тенденцией является строительство центральных кухонных систем, где еда готовится, частично или полностью, а потом развозится в школы. Например, большая часть школьного питания в Хельсинки находится в ведении городского сервисного центра (Helsinki Service Centre) – коммунального предприятия, которое предоставляет услуги питания под центральным управлением в соответствии с моделью «заказчик-поставщик». Заказчик в лице отдела образования определяет концепцию и описание услуги для школьного питания, а сервисный центр предлагает услуги, включая меню и рецепты, и реализует их в школах. Сервисный центр закупает продукты питания и производит большую часть продуктов питания централизованно на муниципальной кулинарной фабрике. Меню планируется на 6 и более недель. При планировании меню учитывается культурное многообразие и этнические диеты. Готовую еду транспортирует сторонняя частная компания в горячем или охлажденном виде, в зависимости от оборудования принимающей школы².

В школах, где имеются собственные кухни, производственную деятельность могут организовывать как сами учреждения образования, так и сторонние организации аутсорсеры. В 2022 году в Хельсинки планируется передать на аутсорсинг 30 % услуг школьного питания. Эти услуги были объявлены на конкурсных торгах, включающих 30 % критериев финансового характера и 70 % критериев качества, включая критерии устойчивого развития, что соответствует муниципальной стратегии. Организаторами конкурса являются образовательные учреждения и их специалисты по закупкам. В Хельсинки, например, функционируют два оптовых поставщика, чтобы гарантировать надежность поставки. Хлеб, мясо и молоко закупаются отдельно. Кроме того, «мини-тендеры» используются для закупки сезонных продуктов.

Финское школьное питание предлагает пищу, в основном приготовленную из финских продуктов и ингредиентов, что способствует поддержанию местного производства и занятости населения, а также обучению местной культуре питания. У местных фермеров, как правило, закупаются такие продукты, как хлеб, картофель, фрукты и овощи.

И хотя ставится задача увеличения доли местных продуктов в структуре закупок, ставится на уровне правительства, она не всегда решаема из-за того, что не во всех муниципалитетах доступен необходимый ассортимент продуктов, а также из-за низкой степени их обработки³. Отмечается тенденция увеличения использования предварительно промышленно обработанных продуктов в виде полуфабрикатов⁴. Учитывая значимость в питании овощей, фруктов и молока, их закупка для школьного питания выделена в отдельные программы финансирования. Финляндия участвует в программе ЕС по обеспечению школ фруктами, овощами и молоком⁵.

Принципиальным решением Правительства Финляндии является установление для прове-

¹ Maistuva koulu [Электронный ресурс] // Maistuvakoulu. – Режим доступа: <https://maistuvakoulu.fi/>. – Дата доступа: 09.10.2021.

² Официальный сайт администрации Хельсинки [Электронный ресурс] // City of Helsinki. – Режим доступа: <https://www.hel.fi/palvelukeskus/en/we-are-service-centre/>. – Дата доступа: 09.10.2021.

³ Lähiruoka puheissa ja teoissa - Julkiskeittiöiden lähiruoan käytön muutos 2013 ja 2019 välillä: Raportteja / University of Helsinki, Ruralia Institute; Viitaharju, L. Kujala, S. Nakala, O. Trogen, A. [Электронный ресурс] // Researchgate. – Режим доступа: <https://www.researchgate.net/publication/344337757>. – Дата доступа: 09.10.2021.

⁴ School meals in Finland. Investment in learning [Электронный ресурс] // Ruokavirasto. – Режим доступа: https://www.ruokavirasto.fi/globalassets/teemat/terveytta-edistava-ruokavaliio/ravitsemus--ja-ruokasuositukset_eng/school_meals_in_finland.pdf. – Дата доступа: 09.10.2021.

⁵ EU:n koulujakeluohjelmasta maidolle, piimälle, eräille hapanmaitovalmisteille sekä juustolle voidaan saada taloudellista tukea [Электронный ресурс] // Ruokavirasto. – Режим доступа: https://www.ruokavirasto.fi/globalassets/tietoa-meista/asiointi/oppaat-ja-lomakkeet/yhteisot/tuet-ja-kehittaminen/koulujakelu/koulujakelutuen_hakuopas_2018-2019.pdf. – Дата доступа: 09.10.2021.

дения тендеров на государственные закупки продуктов питания и пищевых услуг как критериев их качества, так и критериев, которые направлены на обеспечение общей экономической устойчивости. Продукты и услуги должны быть произведены с использованием экологически безопасных методов ведения сельского хозяйства и производства, минимизирующих воздействие на окружающую среду, а также способами, способствующими благополучию животных и безопасности пищевых продуктов¹. При планировании питания необходимо учитывать меняющийся мир и изменения в привычках питания. Диета, ориентированная на растительную пищу, может снизить воздействие продуктов питания на окружающую среду [16]. Все это соответствует национальным целям устойчивого развития, в частности, устойчивого здорового питания населения, что согласуется с руководящими принципами устойчивого здорового питания, сформулированными ВОЗ².

Одним из инструментов достижения этих целей рассматривается органическое земледелие. Органическое производство как сертифицированный метод производства определяется законодательством ЕС [17]. Существующие рекомендации по увеличению доли органических продуктов в школьном питании подтверждаются результатами расчета цен на экологически чистые продукты, согласно которым доля органических продуктов в меню может быть увеличена за счет уменьшения доли мяса и мясных продуктов и замены мяса овощами и продуктами из растительного белка³. И хотя за последнее десятилетие потребление органических продуктов в общественном питании утроилось, этот процесс не является быстрым, отчасти из-за нестандартного качества, высоких цен и сложности удержаться мелким производителям на высококонкурентном рынке [18]. Поэтому для увеличения потребления органических продуктов в школьном питании необходимы, прежде всего, политические решения, направленные на долгосрочную работу в этой области. Долгосрочные контракты со стороны муниципалитетов обеспечат гарантированный доход для мелких производителей, который, в свою очередь, позволит им сосредоточиться на развитии своего бизнеса в интересах потребителей [19].

Надзор

Охват и качество школьного питания контролируются в соответствии с Основной учебной программой базового образования Финляндии (Perusopetuksen opetussuunnitelman ydinasiat) на уровне учебного заведения и операторов общественного питания, муниципальном и национальном уровне. Результаты мониторинга являются основанием для корректирующих действий на этих уровнях. Мониторинг дает также информацию для контроля и планирования закупок продуктов в адекватном текущему уровню их потребления количестве, что позволяет минимизировать отходы и рационально использовать ресурсы.

Согласно Закону о здравоохранении (Terveydenhuoltolain) здоровье и безопасность школьной среды и благополучие школьного сообщества должны проверяться в начальных школах каждые три года. Это комплексные проверки, в т.ч. в части организации школьного питания.

Мониторинг посещаемости школьных столовых, потребления продуктов питания, потерь продуктов питания (отходов) осуществляется систематически ежедневно и обобщается еженедельно и ежегодно. Муниципалитетами публикуются результаты мониторинга в виде матрицы здорового питания (Ravitsemuksen hyvinvointimatriisi). Например, в городе Тампере (Tampere) по данным за 2020 г. в начальной школе 73 % младших школьников с удовольствием обедают в школе, 71 % съедают за обедом салат, в то же время только 63 % старших

¹ Valtioneuvoston periaatepäätös MMM/2016/115 [Электронный ресурс] // Ruokavirasto. – Режим доступа: <https://valtioneuvosto.fi/maatokset/maatokset?decisionId=0900908f804cfc99>. – Дата доступа: 09.10.2021.

² ФАО и ВОЗ. 2020. Устойчивое здоровое питание – Руководящие принципы. Рим. [Электронный ресурс] // FAO and WHO. – Режим доступа: <https://doi.org/10.4060/ca6640ru>. – Дата доступа: 09.10.2021.

³ Luomutavoitetta [Электронный ресурс] // Luomuravintola.fi/ – Режим доступа: https://www.luomuravintola.fi/resources/public/sisaltokaruselli/kohti_luomutavoitetta_opas_valmis.pdf. – Дата доступа: 09.10.2021.

школьников в начальной школе ежедневно обедают, а салат съедают 37 %. В старшей школе ежедневно обедают 73 % школьников, съедают за обедом салат 57 %¹.

Результаты мониторинга показывают, что проблема повышения потребления овощей не имеет простого и быстрого решения. Так, в период с 2015 по 2020 годы в городе Тампере количество старших школьников начальной школы, которые съедали салат за обедом в необходимом количестве, даже уменьшилось и колебалось по годам: 2015 – 54 %, 2016 – 48 %, 2017 – 39 %, 2018 – 50 %, 2019 – 41 %, 2020 – 39 %. Решение этой проблемы требует специальных методов [20–22].

На национальном уровне Национальный институт здоровья и благосостояния на основе постоянного мониторинга муниципалитетами раз в два года обновляет статистику по вопросам здоровья и благополучия населения на сайте Sotkanet.fi.

Например, по данным на 2021 год в среднем по всей стране не обедают в школе хотя бы один день в течение учебной недели 34,4 % учеников 8 – 9 классов. На 2019 год выполняли рекомендации в отношении школьного обеда и закусок 76 % школ².

Государственный контроль за организацией школьного питания возложен на муниципалитеты и осуществляется на основе мониторинга. Для оценки качества фактического питания в школе используют четыре группы критериев, которые в основном характеризуют кратность включения в рацион тех или иных групп продуктов:

основные критерии – включают оценку потребления блюд с высоким содержанием клетчатки, соли, растительного масла, овощей, фруктов и ягод;

критерии жирности пищи – включают оценку потребления жирного мяса, колбасных изделий, молочных продуктов, гарниров, блюд с повышенной жирностью, рыбы;

критерии солености – включают оценку потребления блюд и продуктов, содержащих соль;

критерии коммуникации – включают оценку мероприятий по информированию потребителей.

Сбор информации для оценки качества по этим критериям стандартизирован в виде анкеты с 26-ю вопросами. Анкета может быть представлена как в бумажном, так и в цифровом виде.

Ключевым индикатором работы является контроль посещаемости учениками школьной столовой (ежедневный/еженедельный/ежегодный мониторинг).

Непосредственно в школах, наряду с профессиональным контролем специалистами общественного питания, контроль и надзор за услугами общественного питания со стороны администрации учебных заведений осуществляет учитель домоводства (home economics teacher). Предусмотрено соответствующее денежное вознаграждение за эту сверхурочную работу.

Принципиальным аспектом в организации надзора и контроля (supervision) является ориентирование его на учеников. Надзор относится к образованию в области питания, которое учитывает возраст и возможности учащихся, а также к общению, которое поддерживает школьное питание как положительный опыт для учащихся. Поэтому основная цель надзора состоит в том, чтобы убедиться, что впечатления учащихся от приема пищи являются положительными, они становятся мотивированными быть критичными к еде, которую потребляют, способны выбирать блюда, составленные в соответствии с рекомендациями и достаточные для покрытия их собственных энергетических затрат. Другая цель состоит в том, чтобы ученик осознал важность приема пищи и ситуации с питанием для своего благополучия –

¹ Ravitsemuksen hyvinvointimatriisi [Электронный ресурс] // Tampere.fi. – Режим доступа: <https://www.tampere.fi/tampereen-kaupunki.html>. – Дата доступа: 12.08.2021.

² Tilastotietoja suomalaisten terveydestä ja hyvinvoinnista [Электронный ресурс] // Sotkanet.fi – Режим доступа: <https://sotkanet.fi/sotkanet/fi/taulukko?indicator=s44yAAA=®ion=s07MBAA=&year=sy5zAgA=&gender=t>. – Дата доступа: 12.08.2021.

здоровья, бодрости, умения адаптироваться и взаимодействовать в коллективе¹.

Надзор – это также средство повлиять на знания, навыки, отношение и выбор учащихся, связанные с питанием, и приучить их к регулярному приему пищи. Надзор развивает пищевую компетентность, а также поддерживает развитие осведомленности потребителей и устойчивого образа жизни. Во время еды ученикам рекомендуется демонстрировать хорошее поведение, проявляя уважение к другим, а также к еде. Руководство учениками в правильном выборе размеров порций может уменьшить потери пищи.

Надзор за питанием должен быть наглядным. Среди методов – организация линии раздачи, которая поддерживает правильный выбор продуктов питания и приятную обстановку для приема пищи, размещение на ней модельной тарелки с едой, иллюстрирующей правильный выбор, личный пример взрослых, маркировка блюд и продуктов специальными знаками, доступное описание блюд и продуктов через электронные ресурсы и др.

Информатизация

Национальный контент в интернете по вопросам здорового питания населения, культуры питания, пищевого образования, организации социального питания представлен на многочисленных ресурсах государственных и неправительственных организаций, в социальных сетях. В частности, Совет по образованию и Министерство сельского и лесного хозяйства поддерживают область знаний в информационной среде о продуктах питания и внедрению культуры питания, в том числе через интеграцию пищевого образования в базовое. Пищевое образование организуется как часть учебных материалов, способствующих развитию культуры питания, а также широкого спектра знаний и междисциплинарных учебных модулей².

Функционируют различные интернет-площадки по обсуждению социальных проектов, в т.ч. школьного питания, например Otakantaa.fi., Nuortenideat.fi. и другие. Данные услуги способствуют доступу к информации и гражданскому участию в принятии решений, а также большей прозрачности в принятии решений и повышению их качества. Широкая информационная среда создает условия для нетворкинга – деятельности по созданию системы полезных для решения общих проблем социальных контактов, связей, актуальных либо перспективных – что способствует повышению конвергентности системы.

В Финляндии создана общенациональная цифровая платформа, на которой с помощью специального приложения доступна информация о меню в любой день в любом учебном заведении, об ингредиентном составе блюд и их пищевой ценности, а также диетической направленности³. Через приложение каждый ученик может выразить свое отношение к любому блюду или обеду в целом в своей школьной столовой, а также к самой столовой, кликнув на один из значков-смайликов: «нравится», «не очень», «равнодушен», «не нравится».

Для обратной связи используются и другие интерактивные системы, например Taplause⁴. Отзывы школьников, учителей, родителей и других участников имеют ключевое значение для развития школьного питания. Прямая и интерактивная система обратной связи лучше всего поддерживает конкретные действия по улучшению его организации. По сути, применяется big data-технология, которая позволяет принципиально на новом уровне организовать планирование питания как в каждой школе, так и на национальном уровне в системе образования.

¹ Eating and learning together – recommendations for school meals [Электронный ресурс] // Julkari. – Режим доступа: https://www.julkari.fi/bitstream/handle/10024/134867/URN_ISBN_978-952-302-844-9.pdf?sequence=1. – Дата доступа: 09.10.2021.

² S1 Ruokaosaaminen ja ruokakulttuuri [Электронный ресурс] // Opetushallitus. – Режим доступа: <https://www.oph.fi/fi/koulutus-ja-tutkinnot/s1-ruokaosaaminen-ja-ruokakulttuuri>. – Дата доступа: 12.08.2021.

³ Palmia Kouluruoka [Электронный ресурс] // App Store – Режим доступа: <https://apps.apple.com/ru/app/palmia-kouluruoka/id1162581231>. – Дата доступа 11.10.2021.

⁴ Kerää palautetta ja kehitä toimintaasi [Электронный ресурс] // Taplause. – Режим доступа: <https://www.taplause.fi/>. – Дата доступа 11.10.2021.

Задачи автоматизации планирования питания, учета, а также контроля за безопасностью по системе НАССР также решены с использованием информационных технологий^{1, 2, 3, 4}.

Интегрированная информационная система JAMIX позволяет комплексно реализовывать функции по планированию меню и всем необходимым производственным и экономическим расчетам, по управлению запасами и закупками, управлению производственными процессами и обслуживанием. Система включает базы данных с актуальными для организации питания рекомендациями и инструкциями, имеет мобильное приложение и позволяет реализовать концепцию «безбумажной кухни». Система адаптирована для образовательных целей при повышении квалификации персонала в заведениях общественного питания⁵.

В последнее время внедряются автоматизированные системы для цифрового мониторинга количества и качества пищевых отходов и их оценки с точки зрения экономических потерь и объема углеродного следа⁶.

Остатки еды как инструмент социальной устойчивости

Проблема отходов рассматривается как актуальная не только с экономической точки зрения. Сокращение отходов и, как следствие, разумное потребление является частью экологического воспитания учащихся, а также инструментом для достижения социальной устойчивости. Финским школьникам доступна информация не только о влиянии пищевых отходов на окружающую среду, но и информация об «углеродном следе», который образуется в результате получения любого блюда из меню. Такая информация предоставляется на сайтах школ вместе с меню. В школе постоянно публикуется так называемый «барометр потерь» – данные мониторинга вывешиваются на стене в обеденном зале, на двери или на станции возврата лотков использованной посуды, который служит для информирования учеников и всего школьного сообщества о достигнутом прогрессе в сокращении продовольственных потерь.

Как отмечается, хотя в целом в процентном отношении объем остатков еды в школах не большой, в муниципальном масштабе количество пищевых отходов существенно⁷ [22]. Способы решения проблемы оставшейся еды муниципалитеты решают самостоятельно, в т.ч. с привлечением неправительственных организаций. Например, остатки еды продаются за небольшую плату для пожилых людей, у которых есть возможность пообедать в местных школах после школьных обедов. В дни, когда есть излишки еды, на двери школы вывешивается зеленый знак, когда еды не осталось – красный.

Такая практика не только сокращает количество пищевых отходов, но и также является социально устойчивым курсом действий властей, это также расширяет возможности для общения пожилых людей, в особенности для одиноких.

ЕДА И ОБУЧЕНИЕ ВМЕСТЕ

В Основной учебной программе базового образования Финляндии (Perusopetuksen

¹ Helppoutta ja vastuullisuutta ammattikeittiöön älykkäällä keittiöjärjestelmällä [Электронный ресурс] // JAMIX. – Режим доступа: <https://www.jamix.fi/>. – Дата доступа 11.10.2021.

² НАССР monitoring. Metos Professional Kitchens [Электронный ресурс] // METOS. – Режим доступа: <https://en.metos.com/product-category/haccp-monitoring/>. – Дата доступа 11.10.2021.

³ Digitalisoimme ammattikeittiön [Электронный ресурс] // Ioliving. – Режим доступа: <https://www.ioliving.com/digitalisoimme-ammattikeittiön/>. – Дата доступа 11.10.2021.

⁴ Ammattikeittiön digitaalinen haccp omavalvonta [Электронный ресурс] // Smartkitchen. – Режим доступа: <https://smartkitchen.solutions/ammattikeittiot-digitaalinen-omavalvonta/>. – Дата доступа 11.10.2021.

⁵ JAMIX-järjestelmän avulla keittiötöyt hoituvat helpommin, nopeammin ja tehokkaammin [Электронный ресурс] // JAMIX. – Режим доступа: <https://www.jamix.fi/>. – Дата доступа 11.10.2021.

⁶ Hävikivalvoja vähennä ruokahävikkiä [Электронный ресурс] // Smartkitchen. – Режим доступа: <https://smartkitchen.solutions/ruokahavikin-vahentaminen/>. – Дата доступа 11.10.2021.

⁷ School Meals for All [Электронный ресурс] // Opetushallitus. – Режим доступа: https://www.oph.fi/sites/default/files/documents/um_casestudyfinland_schoolfeeding_june2019_netti.pdf. – Дата доступа: 09.10.2021.

opetusuunnitelman ydinasiat) указано, что предоставление школьного питания должно способствовать достижению целей, установленных для обучения, разностороннего развития и благополучия учеников¹.

Питание как потребность не рассматривается только с точки зрения индивидуального здоровья – должна учитываться более широкая перспектива устойчивого развития. Устойчивое потребление продуктов питания в своей основе является здоровым и безопасным с учетом экономических, социальных, культурных аспектов, а также аспектов защиты животных и окружающей среды. Также необходимо предотвращать и сокращать образование пищевых отходов. В этом смысле весь учебный процесс – это становление образованного человека, а образованный человек старается самостоятельно действовать, уважая и принимая во внимание других людей и окружающий мир. В частности, знания и навыки, которые школьники получают на ежедневных занятиях, к которым в финских школах фактически относят совместный обед в школьной столовой, позволят им в будущем критично отбирать информацию и самостоятельно ориентироваться в вопросах питания. Это также является фактором устойчивого развития всего общества.

На местном уровне учреждение образования должно определить и описать в учебной программе учреждения принципы, определяющие организацию школьного питания, а также цели, связанные с просвещением в области питания и здравоохранения, обучением привычкам и манерам, устойчивому образу жизни, а также как учитываются особые потребности учащихся в питании. В соответствии с учебной программой базового образования, если у ученика есть индивидуальные потребности, связанные с питанием, медицинским обслуживанием или лечением болезни, ученик, его родители (опекуны), персонал, отвечающий за школьное питание, и школьная медицинская сестра должны совместно согласовать меры поддержки и контроля, связанные с его питанием².

БЕЗВОЗМЕЗДНОСТЬ

Бесплатно предоставляется питание всем школьникам в виде обеда. В случаях, когда интервал между приемами пищи слишком большой, включая уроки и время в пути в школу, бесплатно предоставляются и закуски для обеспечения полноценного питания. Также закуски могут быть предложены как дополнительная услуга за плату.

Средние ежегодные расходы на ученика учреждений базового образования составляют порядка 530 евро, на ученика учреждений среднего образования – 759 евро. Как и бюджеты для образования, так и финансовые ассигнования на школьное питание определяются на местном уровне муниципалитетами. Доля муниципалитетов составляет 75 %, государственная доля – 25 % в общих расходах.

В 2017 г. средняя стоимость одного школьного обеда в базовом образовании по стране составляла 2,80 евро. В эту стоимость входят также расходы на персонал, оборудование и транспорт. Учитель, руководящий классом в школьной столовой, имеет право на государственную субсидию на питание. Поскольку количество школ в каждом муниципалитете варьируется от одной школы до более сотни, практические аспекты организации питания существенно различаются. Поэтому не существует заранее установленной стоимости однократного школьного обеда, но он должен соответствовать критериям, установленным законодательством, национальной основной учебной программой и местными учебными программами. В больших по количеству жителей муниципалитетах стоимость еды на ребенка обычно ниже, чем в небольших муниципалитетах. Например, среднегодовая стоимость

¹ Perusopetuksen opetusuunnitelman ydinasiat [Электронный ресурс] // Opetushallitus. – Режим доступа: <https://www.oph.fi/fi/koulutus-ja-tutkinnot/perusopetuksen-opetusuunnitelman-ydinasiat>. – Дата доступа: 11.10.2021.

² Eating and learning together – recommendations for school meals [Электронный ресурс] // Julkari. – Режим доступа: https://www.julkari.fi/bitstream/handle/10024/134867/URN_ISBN_978-952-302-844-9.pdf?sequence=1. – Дата доступа: 09.10.2021.

школьного питания на одного ученика варьировалась в среднем от 442 евро (муниципалитеты с населением 100 000 человек и более), муниципалитеты с 20 000 жителей или меньше – в среднем до 704 евро¹. Соответственно – в Хельсинки (125 школ) – 2,14 евро, муниципалитет Мянтсälä (Mäntsälä – 60 км от Хельсинки – 14 школ) – 3,15 евро, город Парайнен (Parainen; 15 школ) – 4,03 евро, город Турку (Turku; 38 школ) – 2,85 евро².

Школьное и студенческое питание освобождено от НДС, если муниципальное образовательное учреждение (муниципалитет или ассоциация муниципалитетов) самостоятельно организуют производственный процесс в пищеблоках³.

УЧАСТИЕ ВЗРОСЛЫХ

Широкое участия взрослых (учителей, персонала, родителей) является ключевым ресурсом в финской системе школьного питания. Взрослые поощряют и помогают ученикам делать сбалансированный выбор продуктов питания. Сотрудничество каждого взрослого играет важную роль в улучшении благополучия и безопасности детей и молодежи. Финский опыт показывает важность вовлечения всех членов школьного сообщества уже на самых ранних этапах планирования меню, графика приема пищи, комфортной и функциональной среды в объектах питания. Конкретные проблемы разрешимы на основе совместного планирования преподавательского состава, учеников, школьного здравоохранения и поставщиков услуг питания. Поэтому «школьное питание – это бизнес всей школы»⁴.

Обязанность учебных заведений обеспечить постоянное участие учителей в организации и обучении, связанных с питанием, закреплена в Национальной основной учебной программе базового образования. Время, в течение которого учителя ведут занятия по обучению основам здорового питания, обучают правильному питанию и пищевым привычкам, посещают со школьниками столовую рассматривается как педагогическая нагрузка. Педагогический коллектив может использовать различные методы, а также собственный пример и активное участие за столом, обедая вместе с учениками. Такая практика показала свою эффективность в повышении качества образования в области питания [23, 24].

Рекомендуется, чтобы за обедом на каждых 35 учеников был хотя бы один взрослый, который следит за обедом и подает пример, обедая вместе за одним столом. Когда учителя следят за приемом пищи и едят вместе с учениками, они имеют право на денежное пособие. Размер пособия ежегодно устанавливается налоговой администрацией и практически покрывает стоимость школьного обеда.

Эффективным методом является организация более длительных перерывов на обед – время приема пищи играет важную рекреационную роль и способствует достижению задач обучения. Цель – овладеть повседневным выбором продуктов питания, разнообразием альтернативных пищевых продуктов и их значением, стремясь к пищевой компетентности и формированию чувства еды. Чувство еды – это личное и основанное на опыте понимание выбора еды. Принципиальный посыл при этом – не существует единственного способа питания, способствующего устойчивому благополучию [25].

Образовательная и другая политика, закреплённая в учебной программе, может быть реализована только тогда, когда весь педагогический персонал школы знает, понимает и стре-

¹ Mikko Svartsjö Kouluikkunan : Vuosiraportti 2016 / Helsinki: Suomen Kuntaliitto [Электронный ресурс] // Docplayer. – Режим доступа: <https://docplayer.fi/108210065-Mikko-svartsjo-kouluikkunan-vuosiraportti-2016-kouluikkuna.html>. – Дата доступа: 11.10.2021.

² School Meals for All [Электронный ресурс] // Opetushallitus. – Режим доступа: https://www.oph.fi/sites/default/files/documents/um_casestudyfinland_schoolfeeding_june2019_netti.pdf. – Дата доступа: 09.10.2021.

³ Joukkoruokailun kehittäminen Suomessa [Электронный ресурс] // Docplayer. – Режим доступа: <https://docplayer.fi/1029-Joukkoruokailun-kehittaminen-suomessa.html>. – Дата доступа: 11.10.2021.

⁴ Eating and learning together – recommendations for school meals [Электронный ресурс] // Julkari. – Режим доступа: https://www.julkari.fi/bitstream/handle/10024/134867/URN_ISBN_978-952-302-844-9.pdf?sequence=1. – Дата доступа: 09.10.2021.

мится ее соблюдать [26]. В этой связи ключевая роль в организации питания принадлежит директору школы [27]. Вместе с тем в условиях постоянной загруженности и многозадачности проблемой является признание учителями важности этой работы, принятие ее в качестве образовательной цели. Решение проблемы в комплексном и целостном подходе в учебном процессе к программе укрепления здоровья, а не в организации решения только отдельных задач для достижения этой цели, в т.ч. связанных со школьным питанием [28].

С другой стороны, школы обязаны организовать всестороннее вовлечение учащихся в организацию школьного питания – и им должна быть предоставлена возможность участвовать в планировании и осуществлении школьного питания в соответствии с их возрастными возможностями. Старшие школьники могут участвовать в наблюдении за младшими, накрытии и уборке столов и/или украшении школьного ресторана. Учащиеся могут принять участие в программе профессиональной стажировки в школьном ресторане. Все это поощряется. А внедрение школьного питания, которое было спланировано, проконтролировано, оценено и разработано совместно, обязывает учащихся есть и учиться вместе. Чем сильнее ученики ощущают свою возможность влиять, тем больше они мотивированы действовать. Учащиеся получают опыт и в том, чтобы их ценили как членов сообщества, что важно для их будущей жизни.

По опыту школ Хельсинки распространение получают команды агентов по школьному питанию (*kouluruoka-agentti*), в составе которых представители учащихся, учителей и персонал столовой. Цель агентов – разработка обедов для школы и создание необходимой атмосферы в школьной столовой на основе реализации идей и предложений по развитию всех сторон и вовлечения учащихся в разработку школьного питания в целом. Идеология таких команд основана на том, что основным фактором успеха является сотрудничество и признательность. Они для разных людей – персонала столовых, учителей, учеников и остального школьного персонала – означают разные вещи. Для расширения сотрудничества и признательности необходимо сделать идеи и цели каждой стороны видимыми¹.

В финской системе организации школьного питания существует четкое понимание того, что приготовление здоровой пищи требует профессиональных навыков, ответственного отношения и адекватных ресурсов для осуществления этой деятельности. А также понимание того, что в условиях ужесточения диетических требований к пище и экономических ограничений привычный ее вкус теряется и это является основной причиной снижения спроса, особенно среди детей старшего возраста. Наряду с целенаправленной информационной и разъяснительной работой, профессиональное участие в обеспечении вкуса, создание атмосферы гостеприимства во время приема пищи является основным способом для достижения цели. На это указывают результаты ряда исследований последних лет [29–31].

Не случайно школьные столовые в Финляндии и ряде других стран называют школьными ресторанами. И это не столько дань моде, сколько смысловое выражение целей – место не только для питания, место для встреч и неформального общения за обедом со сверстниками, учителями, персоналом в атмосфере гостеприимства, что развивает социальные навыки. Поэтому одной из важнейших задач управления является подбор и обучение персонала, от которого зависит атмосфера гостеприимства.

Независимо от формы организации производственной деятельности весь персонал школьных столовых должен иметь профессиональное образование в сфере общественного питания. Особо подчеркивая важность этого ресурса, ключевая задача – обеспечение необходимого профессионального уровня, создания условий для обучения, развития персонала, раскрытия творческого потенциала и возможностей применения его на практике. Это мотивирует персонал, способствует карьерному росту в профессии и позволяет решать кадровую проблему. С другой стороны, важным является создание для персонала школьного питания таких усло-

¹ Mikä kouluruoka-agentti [Электронный ресурс] // Ruokatieto. – Режим доступа: <https://www.ruokatieto.fi/ruokakasvatus/kouluruoka-agentin-kasikirja/mika-kouluruoka-agentti>. – Дата доступа: 11.10.2021.

вий для работы, при которых они могли бы подвергать сомнению традиционные практики в организации питания и предлагать новые, более эффективные для данной школы. Вся работа школьного общепита требует скорости, сотрудничества, гибкости, новаторства и приверженности делу [32]. Известен ряд исследований, в которых подтверждается влияние профессиональных поваров на повышение лояльности учеников к школьному питанию, на увеличение потребления фруктов и овощей [33–35]. Внедрение программы устойчивого школьного питания требует дополнительных усилий по обучению персонала [36].

Ассоциация профессиональных кулинаров Финляндии награждает специальными дипломами операторов школьного питания. Эта система была разработана при поддержке Министерства сельского и лесного хозяйства в качестве инструмента для развития школьного питания. Диплом о школьном питании – это признание школы в области питания, продвижение экологически устойчивого школьного питания с образовательной и экологической точки зрения. Диплом признак того, что школа выполняет поставленные в отношении школьного питания цели в области питания, здоровья и привычного образования. Диплом также свидетельствует о хорошем сотрудничестве между школьным кухонным персоналом, директором и учителями^{1, 2}.

Успешная реализация программы школьного питания требует сотрудничества между преподавательским составом, персоналом общественного питания, администрацией школы, службой социального обеспечения, учениками и их родителями (или опекунами). Родители играют важную роль в повышении востребованности школьного питания, а также признательности и осознании ценности у детей труда тех, кто ежедневно организует питание. Поэтому важно, чтобы школы вовлекали родителей в оценку и разработку школьного питания, а также в дискуссии о пищевом образовании и его целях – сотрудничество между домом и школой соответствует положениям Национальной основной учебной программы.

Информация о еженедельном меню доступна родителям по каналам связи, используемым между домом и школой, ее можно загрузить в цифровом виде с помощью мобильного приложения. В приложении доступна информация о всех ингредиентах в составе блюд, их пищевой ценности.

Вовлечению родителей в более тесное сотрудничество и интеграцию школы и дома призваны различные сообщества, фонды, ресурсы в социальных сетях, например Suomen Vanhempainliitto (vanhempainliitto.fi), ELO-säätiö (elo-saatio.fi), Hem och Skola (hemochskola.fi), Operation Skolmat (@operationskolmat), Kouluruokatietopankki (@kouluruokatietopankki), Kouluruokailu (#kouluruokailu) и другие.

ПРИВЛЕКАТЕЛЬНОСТЬ И СООТВЕТСТВИЕ

Ассортимент. Состав меню

Школьный обед, как основное питание, предоставляется в виде одновариантного набора блюд без выбора, за исключением возможности выбора вегетарианских блюд, которые рекомендуется включать ежедневно. Если в меню нет ежедневного вегетарианского блюда, рекомендуется организация вегетарианской недели, например, осенью и весной. Считается, что предоставление вегетарианских блюд ориентировано не только на удовлетворение тех, кто придерживается такого питания. Это влияет на популярность таких блюд среди школьников, не привыкших к ним, позволяет разнообразить предложение, чтобы они знакомились с ингредиентами и блюдами на растительной основе. Как известно³, повышение доли раститель-

¹ Diplomiruokaa Suomen kouluihin [Электронный ресурс] // Kouluruokadiplomi. – Режим доступа: <https://www.kouluruokadiplomi.fi/>. – Дата доступа: 11.10.2021.

² Ammattikeittiöosaajat ry [Электронный ресурс] // АМКО. – Режим доступа: <https://www.amko.fi/>. – Дата доступа: 11.10.2021.

³ Устойчивое здоровое питание – Руководящие принципы / FAO and WHO. – Рим. – 2020 [Электронный ресурс] // FAO and WHO, – Режим доступа: <https://doi.org/10.4060/ca6640ru>. – Дата доступа: 11.10.2021.

ной пищи в рационе питания является одним из руководящих принципов устойчивого здорового питания.

Модель сбалансированного школьного обеда включает следующие компоненты:

- *свежие и вареные овощи* – занимают половину тарелки;
- *картофель, рис или макароны* – четверть тарелки;
- *рыба* – по крайней мере один раз (предпочтительнее два) или мясо (или бобы и ростки как часть вегетарианской диеты) – оставшаяся четверть тарелки;
- *обезжиренное или полуобезжиренное молоко, ферментированное молоко;*
- *хлеб с растительным маргарином;*
- *ягоды или фрукты на десерт;*
- *вода для утоления жажды должна быть доступна всегда.*

В качестве примера следующее меню на неделю, включая вегетарианские блюда.

Понедельник

Обед

Курица с маслом L, M, G, K, ♥; Салат L, M, G, K; Рис из цельной муки L, M, G, K, S, VEG, ♥.

Вегетарианский обед

Палак Панир (шпинат со сливочным сыром) L, G, K, Ч; Салат L, M, G, K; Рис из цельного зерна L, M, G, K, C, ♥.

Вторник

Обед

Рыбные клецки L, M, G, K, ♥; Соус-майонез (с горчицей) L, M, G, K, S, VEG; Салат L, M, G, K; Отварной картофель L, M, G, K, S, VEG, ♥.

Вегетарианский обед

Домашний овощной стейк L, G, K, ♥; Соус-майонез (с горчицей) L, M, G, K, S; Салат L, M, G, K; Отварной картофель L, M, G, K, S.

Среда

Обед

Овощная паэлья L, M, G, K, C, VEG, ♥,

Салат L, M, G, K, VEG.

Вегетарианский обед

Соевые макароны с сыром L, K, Ч, ♥;

Салат L, M, G, K.

Четверг

Обед

Ячменная каша L, K; Суп из сока красной смородины L, M, G, K, S, VEG; Сыр L, G, K;

Салат L, M, G, K.

Вегетарианский обед

Суп-пюре из сладкого картофеля L, G, K, ♥;

Сыр L, G, K; Салат L, M, G, K.

Пятница

Обед

Гуляш из свинины с подливой L, G, K, ♥; Горячий сэндвич с овощами и сыром блюдо L, M, G, K; Салат L, M, G, K; Отварной картофель L, M, G, K, Ч, VEG, ♥.

Вегетарианский обед

Тушеное блюдо из нута и абрикосов L, M, K, S, ♥; Горячий сэндвич вегетарианский M, G, K; Салат L, M, G, K; Отварной картофель L, M, G, K, S.

В таком виде меню представляется на доске для информации в школьной столовой. Характерно, что в меню отсутствует информация о выходе блюд и количественных показателях их пищевой ценности. Эта информация доступна в цифровом формате через приложение. Буквенные обозначения указывают на диетические свойства блюд: L = без лактозы; VL = с низким содержанием лактозы; M = без молока; G = без глютена; S = без свинины; N = без говядины; K = без яиц; VEG = веганское блюдо; ♥ знак = блюдо с высоким содержанием клетчатки, с низким содержанием соли и жира в соответствии с рекомендациями.

В качестве основного блюда могут быть запланированы суп или каша. В этом случае к ним предлагаются дополняющие пищевую ценность блюда и продукты:

- *творог, йогуртовые и творожные пасты или соусы, смузи с ягодами;*
- *яйцо, яично-маргариновые спреды, домашние рыбные спреды;*

– хумус (паста из нута и кунжута) и другие пасты из овощей, бобов и семян, маринованная фасоль и чечевица;

– салат и нарезанные овощи, такие как помидоры, огурцы, перец и т. д.;

– фрукты и домашние ягоды или в виде пюре из ягод, или фруктовых пюре.

Разнообразие ассортимента блюд в рационе достигается длительным – 6 и более недель – циклом планового меню, разнообразием продуктов и ингредиентов, а также возможностью в каждой школе изменять меню в соответствии с особенностями местной кухни, изменением пищевых привычек, интернациональными запросами или другими факторами [37]. При всем многообразии в меню прослеживается определенная ассортиментная унификация блюд – это супы, основные блюда, содержащие рыбу, белое или красное мясо, бобовые или яйца, а также запеканки, тушеные блюда, «штучные» (pata- ja karpaleuookia) блюда (например, рыбные палочки, фрикадельки, блинчики со шпинатом).

В составе обеда может предлагаться десерт, если содержание питательных веществ в основном блюде недостаточно разнообразно или если его энергетическая ценность не очень высокая. «Хороший обед – это больше, чем питание. Это то, что доставляет удовольствие, расслабляет, освежает, сохраняет работоспособность и помогает детям расти здоровыми»¹.

Послеобеденные закуски подаются примерно в 30 % финских школ. Закуски предоставляются бесплатно для обеспечения надлежащего питания в тех случаях, когда интервал между приемами пищи слишком большой для ученика, включая уроки и время на дорогу в школу. Закуски могут быть предложены в качестве дополнительной услуги за дополнительную плату.

В ассортименте – овощи, фрукты, ягоды и цельнозерновые каши, хлеб и выпечка, богатая клетчаткой и с низким содержанием соли, а также обезжиренные и нежирные молочные продукты. Безалкогольные напитки, соки, сладости и (или) другие продукты, которые содержат большое количество добавленного сахара, соли или насыщенных жиров не рекомендованы в школе. Школы могут запрещать продажу закусок во время обеда. Они также могут запретить потребление безалкогольных напитков и сладостей, принесенных из дома, в столовой или в классах.

Критерии выбора продуктов

Среди актуальных целей в финских школах на сегодняшний день – увеличение потребления овощей, фруктов и ягод, цельнозернового хлеба, обезжиренного или низкокалорийного молока. Этой цели соответствуют критерии выбора продуктов – количество и качества жира в них, количество соли, сахара и клетчатки. Критерии соответствуют критериям отнесения к продуктам, маркированным знаком Сердца (Sydänmerkki)².

Блюда и продукты с маркировкой сердца характеризуется оптимальным соотношением энергии и питательных веществ. Рекомендации также касаются оптимального физического объема потребляемой пищи и ассортиментного состава. Такое питание снижает утомляемость после еды, повышает работоспособность и внимательность. В масштабах страны питание всего населения с использованием маркированных знаком продуктов выражается реальным экономическим эффектом. По оценкам, если потребление соли на душу населения уменьшится на один грамм в день, то это сэкономит расходы на здравоохранение в среднем на 70 миллионов долларов в год, а здоровый возраст увеличивается суммарно по стране на

¹ Eating and learning together – recommendations for school meals [Электронный ресурс] // Julkari. – Режим доступа: https://www.julkari.fi/bitstream/handle/10024/134867/URN_ISBN_978-952-302-844-9.pdf?sequence=1. – Дата доступа: 09.10.2021.

² Sydänmerkki ohjaa ostopäätöksiä [Электронный ресурс] // Sydänmerkki. – Режим доступа: <https://ammattilaiset.sydanmerkki.fi/>. – Дата доступа: 11.10.2021.

1700 лет в год¹.

Основными организациями Sydänmerkki являются Финская кардиологическая ассоциация (Suomen Sydänliitto) и Финская диабетическая ассоциация (Suomen Diabetesliitto ry). Критерии определяются группой экспертов, состоящей из специалистов в области как здравоохранения, так и общественного питания. При этом экспертная группа обязана рассматривать все запросы и комментарии от производителей продуктов питания и профессионального сообщества общественного питания с целью разработки пригодных для использования на практике критериев.

Среди действующих критериев для блюд максимальное содержание (в 100 г) – в кашах для основного блюда: жиров – 3 г, насыщенных жиров – 1 г, соли – 0,5 г; в супах: жиров – 3(5) г, насыщенных жиров – 1 (1,5) г, соли – 0,5...0,7 г; в запеканках, ризотто, пасте, пицце: жиров – 5(7) г, насыщенных жиров – 2 г, соли – 0,6...0,75 г (цифры в скобках относятся к блюдам, в которых в качестве основного ингредиента используется рыба).

Критерии состава закусок также количественно прописаны, например, хлеб, каши – содержание соли не более 0,7 г/100 г (хлебцы – максимум 1,2 г/100 г), цельнозерновой хлеб – содержание клетчатки минимум 6 г/100 (хлебцы – минимум 10 г/100 г). Молоко/молочный напиток и пахта – обезжиренные, обогащенные витамином D; жидкие молочные продукты/кисломолочные продукты – жирность не более 1 %. Содержание сахара в йогурте и твороге – максимум 10 г/100 г. Сыр нежирный (максимум 17 % жирности) и с низким содержанием соли (не более 1,2 г/100 г)².

По причине избыточного содержания насыщенных жиров, непереносимости лактозы некоторыми детьми и неблагоприятного соотношения между полиненасыщенными кислотами не используются в рационах соответственно масло сливочное и масло подсолнечное. Взамен – мягкий маргарин (спред) на растительном масле (kasvirasvamargariini) и масло рапсовое. Спреды, как правило, обогащены витаминами А и D.

Ограничиваются в питании орехи, миндаль, семена в связи с их потенциальной аллергенностью и высоким содержанием жира – всего с учетом индивидуальной переносимости рекомендуется 15–30 г/день. Специи, пряные травы и семена, другие вкусовые ингредиенты используются. В частности, черный перец, белый перец, перец душистый, перец чили, уксус, винный уксус, чеснок, кориандр, куркума, тмин, корица, корень петрушки, орегано, имбирь, розмарин, базилик, лавровый лист, смеси специй. Использование специй – это и необходимость придать блюдам заданные вкусовые свойства, и просто здравый смысл – все эти продукты неотъемлемая часть кулинарии, в т.ч. в домашнем питании. Никто не заинтересован злоупотреблять ими, обоснованное их количество контролируется на стадии разработки рецептур блюд, но важно воспитать к ним правильное пищевое поведение. Применительно к школьному питанию проблема обсуждается в научной литературе и не рассматривается только в запретительной плоскости [38–43].

При этом научно доказанным фактом является то, что вкусовые качества и эстетика еды являются ключевыми факторами выбора ее учащимися [44–46]. Что именно вкусовые свойства блюд являются основной причиной отказа от школьного обеда в пользу перекуса в буфете. Низкое вкусовое качество пищи является одной из причин чрезмерного потребления сахара, соли и жира [47], а в целом негативно сказывается на здоровье и социальном благополучии [48]. Эта проблема актуальная в финских школах и осознается как один из основных

¹ Sydänmerkin mukaisella ruualla kymmenien miljoonien kustannussäästöt [Электронный ресурс] // Sydänmerkki. – Режим доступа: <https://ammatilaiset.sydanmerkki.fi/ajankohtaista/sydanmerkiilla-miljoonasaastoihin/>. – Дата доступа: 11.10.2021.

² Eating and learning together – recommendations for school meals [Электронный ресурс] // Julkari. – Режим доступа: https://www.julkari.fi/bitstream/handle/10024/134867/URN_ISBN_978-952-302-844-9.pdf?sequence=1. – Дата доступа: 09.10.2021.

вызовов перед всей системой организации школьного питания¹.

Организация обслуживания

Питание в школьных столовых осуществляется на основе самообслуживания, при этом дети самостоятельно порционируют себе гарнир, салат и другие не порционные блюда. Такой подход направлен на воспитание пищевого поведения через собственную практику самообслуживания под руководством взрослых. Начиная с дошкольного образования, у детей вырабатывают эти навыки, в т.ч. определять размер своей порции². Это способствует нормальному развитию самоконтроля во время еды. При этом исходят из принципа, что заставлять есть нельзя. Как нельзя и создавать условия для отходов – нужно научить каждого ребенка этому балансу, т.е. брать себе на тарелку столько еды, сколько он сможет в данный момент съесть. Такой подход важен для формирования отношения к еде как ценности, формирования экологического мышления и понимания того, что отходы пищи губительно сказываются на окружающую среду³. При обучении детей важно также понимание, что их питание может значительно отличаться от одного дня к другому, и адекватность потребления энергии может быть оценена только в долгосрочной перспективе⁴.

Для правильного выбора в качестве образцов в начале линии самообслуживания выставлены модели тарелки с едой (lautasmalli), объем пищи в которых соответствует потребностям детей разных возрастных групп – в базовой школе моделируется блюдо для двух возрастных категорий – 6–9 и 10–13 лет. Модель представлена в виде тарелки с едой – половина тарелки наполнена овощами, четверть – картофелем, макаронами или каким-либо другим зерновым гарниром, оставшаяся четверть – мясом/рыбой/яйцом/бобовыми. В модель входят также хлеб, спред, стакан молока и в отдельных случаях десерт, чтобы формировать целостное представление о полноценном обеде. Если в качестве основного блюда на обед суп или каша, то они подаются в чашке, при этом овощи, ягоды, фрукты и другие гарниры подаются отдельно.

Пропорции элементов модельного блюда для детей разного возраста одинаковые, объем для старших увеличен, в особенности по количеству картофельного/зернового гарнира, хлеба, спреда для намазывания на хлеб.

Модель тарелки может быть представлена на линии самообслуживания в виде макета блюда или в виде фото и описания. Такой способ обслуживания в школах способствует формированию необходимых навыков правильного выбора еды и ее количества, навыков самообслуживания и социального взаимодействия на будущее. Модель тарелки является также одним из инструментов для сокращения пищевых отходов. Модель, распространяемая в электронном виде, используется для информирования родителей.

Особое значение придается организации линий самообслуживания. Практикуется организация в обеденном зале двух линий самообслуживания, соответствующих антропометрическим данным детей младшего и старшего возраста. Хорошо организованная линия самообслуживания, спокойная обстановка за едой, приятная, позитивная атмосфера, дизайн помещений и возможность для общения – важные факторы, способствующие приятному аппети-

¹ School Meals for All [Электронный ресурс] // Opetushallitus. – Режим доступа: https://www.oph.fi/sites/default/files/documents/um_casestudyfinland_schoolfeeding_june2019_netti.pdf. – Дата доступа: 09.10.2021.

² Hygieniaohje varhaiskasvatukseen 2020 [Электронный ресурс] // Oulu. – Режим доступа: https://www.ouka.fi/documents/112792/2458726/Hygieniaohje+2020_muokattu+280820.pdf/130415a6-2acb-4eb4-9a92-af926f9fc6cb. – Дата доступа: 11.10.2021.

³ Food waste footprint: Impacts on natural resources. FAO (2013) [Электронный ресурс] // FAO. – Режим доступа: <http://www.fao.org/3/i3347e/i3347e.pdf>. – Дата доступа: 09.10.2021.

⁴ Eating and learning together – recommendations for school meals [Электронный ресурс] // Julkari. – Режим доступа: https://www.julkari.fi/bitstream/handle/10024/134867/URN_ISBN_978-952-302-844-9.pdf?sequence=1. – Дата доступа: 09.10.2021.

ту. И наоборот – отрицательно сказываются длинные очереди и шумная обстановка, а также если возникает ощущение срочности во время еды.

Для повышения спроса овощи и фрукты располагают в ассортименте в начале линии самообслуживания. Разные их цвета, специальная подсветка повышают привлекательность. Корнеплоды и другие овощи подают в салатах, в натуральном виде целыми или нарезанными, а также в составе основных блюд. Фрукты и ягоды – в целом или нарезанном виде, в виде пюре, смузи. Овощи и фрукты, которые можно есть без столовых приборов, предпочтительны, особенно в качестве закусок. Востребованы у детей организованные в обеденном зале салат-бары, где можно самостоятельно выбрать компоненты для салата.

Отдельный прилавок для хлеба, установленный в конце линии раздачи, дает возможность предлагать разнообразный выбор хлеба. Не реже двух раз в неделю рекомендуется включать в ассортимент цельнозерновой хлеб.

В конце линии размещают напитки в виде обезжиренного молока/молочных напитков и пахты, фортифицированных витамином D. Доза 7,5 мкг в день добавки витамина D рекомендуется круглый год для всех в возрасте от 2 до 18 лет. Это особенно важно в фазах быстрого роста костей¹.

Практикуется организация салат-баров и салатных столов с сезонными овощами, кореньями и заправками для салатов, где можно самостоятельно выбрать компоненты. В дополнение предлагается цельнозерновой хлеб, хрустящие хлебцы, хлеб на закваске, спреда и пищевые напитки. Вода для обеспечения питьевого режима должна быть доступна в течение всего школьного дня.

В последнее время распространяется опыт, при котором на линиях самообслуживания не используются подносы (за исключением дней, когда в меню суп). Способ оправдал себя даже для детей младшего возраста – при участии взрослых они быстро осваивают необходимые навыки. Эффект выражается в ускорении обслуживания и существенным сокращением необходимых ресурсов на санитарную обработку подносов, снижении нагрузки на окружающую среду – не используются моющие и дезинфицирующие средства².

Рекомендации по организации обслуживания в школьной столовой ориентированы на то, чтобы обед предоставлялся ежедневно в одно и то же время – с 11 до 12 часов – и с достаточным запасом времени для еды и послеобеденной активности вне класса. Рекомендуемая продолжительность на обед – минимум 30 минут. При этом во избежание очередей практикуется организация перерывов в шахматном порядке (on porrastetut) благодаря относительному смещению времени занятий для отдельных классов. Целесообразность организации более длительных перерывов на обед обоснована в ряде исследований [49, 50].

СБАЛАНСИРОВАННОСТЬ

Критерии сбалансированности и оценки качества питания

Сбалансированное школьное питание рассматривается как достаточное для ученика соответствующей возрастной категории с учетом места, где проводится обучение, а также продолжительности и характера учебного дня. Критерии сбалансированности, которые учитываются и по которым осуществляется контроль непосредственно в школах, выражаются количеством и кратностью включения в рацион тех или иных групп продуктов, общей энергетической ценностью и энергопроцентом основных пищевых веществ, насыщенного жира, содержанием витаминов С (для обеда – 34 мг на 1000 ккал энергетической ценности), тиами-

¹ Syödään yhdessä -ruokasuositukset lapsiperheille [Электронный ресурс] // Ruokavirasto. – Режим доступа: https://www.ruokavirasto.fi/globalassets/teemat/terveytta-edistava-ruokavaliio/ravitsemus--ja-ruokasuositukset/ruokasuositukset_lapsiperheille.pdf. – Дата доступа: 11.10.2021.

² Kouluravintola luopui tarjottimista ja vähensi yli 60 korillista tiskiä päivässä / Vuosaari, Torstai [Электронный ресурс] // Vuosaarilehti. – Режим доступа: <https://vuosaarilehti.fi/2020/03/13/kouluravintola-luopui-tarjottimista-ja-vahensi-yli-60-korillista-tiskia-paivassa/>. – Дата доступа: 11.10.2021.

на (0,5 мг/1000 ккал), минеральных веществ – кальция (420 мг/1000 ккал), железа (6,7 мг/1000 ккал). Эти показатели, а также содержание пищевых волокон и соли, приводятся при характеристике разработанных рационов питания на этапе планирования и разработки рационов.

В качестве примера приведем рекомендуемую кратность и количество продуктов в рационе обеда для учащихся 10–13 лет (табл. 1).

Табл. 1. Рекомендуемая кратность и количество продуктов в рационе обеда для учащихся 10–13 лет

Table 1. Recommended multiplicity and quantity of products in the lunch diet for students aged 10–13

Пищевая ценность обеда	Продукты	Кратность
Энергетическая ценность (ЭЦ) – 550 ккал; Доля жира в ЭЦ 30–40 %; Доля ненасыщенного жира в ЭЦ 10 %; Доля белка в ЭЦ 13–17 %; Доля углеводов в ЭЦ 45–50 %.	Мясо, птица	Красное мясо – максимум 1–2 раза в неделю (из расчета 350–400 г в готовом виде в течение недели, включая домашнее питание за весь день). Птица 1–2 блюда в неделю. Мясные продукты, колбасы не чаще одного раза в неделю
	Рыба	1–2 блюда в неделю
	Молоко и кисломолочные продукты	Ежедневно. Молоко обезжиренное, пахта, обогащенные витамином D, в каждый прием пищи
	Овощи	Ежедневно, не менее 150 г на порцию к основному блюду. При каждом приеме пищи в разных формах
	Фрукты свежие	Ежедневно
		Пахта, напитки на растительной основе и вода

Школьное питание покрывает в среднем 30 % от общей суточной потребности ученика в энергии. Эталонная энергетическая потребность, например, девочек в возрасте 10–13 лет составляет 2055 ккал/сут, а мальчиков – 2340 ккал/сут. Эталонная энергетическая потребность девушек в возрасте 14–17 лет составляет 2340 ккал/сут, юношей – 2820 ккал/сут¹. Для сравнения в Республике Беларусь – девочки 11–13 лет – 2300–2500 ккал, мальчики – 2400–2700 ккал, девушки возраста 14–17 лет – 2400–2600 ккал, юноши – 2800–3000 ккал².

Различаются нормы потребления белка в питании: в Беларуси – для детей 7–10 лет – 74–87 г, в Финляндии и других северных странах – 40–80 г³.

Количественные критерии общей энергетической ценности, энергопроцента основных пищевых веществ и насыщенного жира используются на этапе планирования рациона питания. Рекомендации по энергетической и питательной ценности питания приводятся на один прием пищи из расчета в среднем за неделю. Отклонения от среднего не регламентируются – в приведенном недельном рационе обеда⁴ энергетическая ценность колеблется от 520 до 790 ккал в разные дни (среднее за неделю – 620 ккал), энергопроцент белка – от 12 до 20 %

¹ School-age children and teenagers [Электронный ресурс] // Ruokavirasto. – Режим доступа: <https://www.ruokavirasto.fi/en/themes/healthy-diet/nutrition-and-food-recommendations/school-age-children-and-teenagers/>. – Дата доступа: 09.10.2021.

² Постановление Министерства здравоохранения Республики Беларусь, 20 ноября 2012 г. №180 [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://minzdrav.gov.by>. – Дата доступа: 15.03.2020.

³ Bedömning och dokumentation av näringsriktiga skolluncher [Электронный ресурс] // Livsmedelsverket. – Режим доступа: <https://www.livsmedelsverket.se>. – Дата доступа: 09.10.2021.

⁴ Eating and learning together – recommendations for school meals [Электронный ресурс] // Julkari. – Режим доступа: https://www.julkari.fi/bitstream/handle/10024/134867/URN_ISBN_978-952-302-844-9.pdf?sequence=1. – Дата доступа: 09.10.2021.

(среднее значение за неделю – 17 %). При рекомендуемой энергетической ценности 700 ккал, энергопроценте белка – 13–17 % (для учащихся 10–13 лет). Среднее за неделю соотношения между белками, жирами и углеводами в представленном рационе составляет 1:0,9:2,6.

Такой подход позволяет удовлетворить разнообразные потребности, более гибко реагировать на их изменения, не связывает персонал излишне формальными требованиями при разработке и внедрении новых блюд и меню в целом. *«Термин «рекомендуемая суточная потребность в энергии» используется для удобства и условности. Указывает на то, что потребность представляет собой среднюю потребность в энергии за определенный период времени. Нет никаких указаний на то, что именно такое количество энергии должно потребляться каждый день, а также чтобы рекомендованное потребление было постоянным изо дня в день»¹.*

Расчет пищевой ценности блюд проводится для детального мониторинга содержания питательных веществ. Расчеты осуществляются на основе национальных баз данных о составе пищевых продуктов Fineli.fi, которые поддерживаются и ежегодно обновляются Институтом здоровья и благосостояния (Terveyden ja hyvinvoinnin laitos). Расчет является частью базовой компетенции служб общественного питания и, прежде всего, инструментом для разработки рецептур и создания комплексных блюд, а не для общей оценки окончательного меню.

Инструментом для наглядного руководства по составлению сбалансированного для здоровья блюда является модель тарелки. Эта своеобразная финская инновация применяется при организации питания во всех типах учебных заведений, в больницах, социальных учреждениях, а также заведениях общественного питания.

БЕЗОПАСНОСТЬ

Обеспечение безопасности в системе производства и обращения пищевых продуктов в Финляндии основано на соответствующем национальном законодательстве, в частности Постановлении Министерства сельского и лесного хозяйства о гигиене пищевых продуктов (Maa- ja metsätalousministeriön asetus elintarvikehygieniasta). В дополнение к законодательным актам под эгидой Продовольственного агентства (Ruokavirasto) издаются инструкции, рекомендации, руководства, которые не имеют юридической силы, а призваны помочь участникам хозяйственной деятельности в сфере пищевых продуктов понять и правильно применять требования законодательства. Например, Руководство по пищевой гигиене в помещениях по производству и обращению пищевых продуктов (Ohje ilmoitettujen elintarvikehuoneistojen elintarvikehygieniasta). Продовольственное агентство продвигает, контролирует и исследует безопасность пищевых продуктов. В конечном итоге вопросы, касающиеся применения законодательства, решаются судом².

Персонал школьных столовых обязан иметь гигиенические паспорта. Система паспортов гарантирует, что персонал имеет базовые знания в области безопасности пищевых продуктов и гигиены.

Надзор за организацией школьного питания осуществляется территориальными органами Агентства по охране окружающей среды и здоровья (Ympäristön- ja terveydensuojelutoimisto). Согласно законодательству, проверки проводятся без какого-либо предварительного уведомления. Специалисты агентства – санитарные инспекторы (health inspector) контролируют только соблюдение законодательства в области гигиены и безопасности пищевых продуктов. Надзор за качеством питания, качеством обслуживания и уровнем услуг в целом в их компетенцию не входит. Надзор в этой части осуществляется непосредственно учебными заведениями, операторами общественного питания и муниципалитетами на основе мониторинга,

¹ Human energy requirements. Report of a Joint FAO/WHO/UNU Expert Consultation Rome [Электронный ресурс] // FAO. – Режим доступа: <http://www.fao.org/3/y5686e/y5686e.pdf>. – Дата доступа: 11.10.2021.

² Ruokavirasto [Электронный ресурс] // Ruokavirasto. – Режим доступа: <https://www.ruokavirasto.fi/>. – Дата доступа: 11.10.2021.

проводимого в плановом порядке.

В области гигиены и безопасности операторы общественного питания обязаны осуществлять самоконтроль в соответствии с планом самоконтроля. Самоконтроль планируется на основе риск-ориентированного подхода¹.

Частью системы самоконтроля является система НАССР. Вместе с тем в отношении к малым пищевым производствам, к которым отнесено большинство школьных пищеблоков, применяется гибкий подход к внедрению НАССР. В этом случае внедрению подлежит только первый этап процедуры НАССР (оценка рисков) – нет необходимости внедрять другие принципы НАССР и вести соответствующий объем документооборота. Управление рисками осуществляется на основе соблюдения требований к системе самоконтроля, следуя рекомендациям надлежащей гигиенической практики².

В Финляндии функционирует эффективная и уникальная по своему решению информационная система Oiva для предоставления потребителям открытого доступа к результатам всех проверок, проводимых государственными органами по контролю за безопасностью на пищевых производствах, в т.ч. объектах общественного питания республики³.

Система Oiva координируется Продовольственным агентством Финляндии. В системе органы по контролю за продуктами питания оценивают безопасность пищевых продуктов и услуг на основе риск-ориентированного подхода. Необходимые и достаточные процедуры оценки прописаны в руководствах Oiva, которые предназначены как для официального использования органами по контролю, так и для использования при планировании своей деятельности операторами на пищевых производствах и объектах общественного питания. Это обеспечивает в системе контроля и системе производства единство руководящих принципов и процедур достижения заданного уровня безопасности.

Системой предусмотрены области проверки, которые верифицированы для разных контролируемых объектов. В объектах общественного питания, в т.ч. школьного, предусмотрена проверка по 17 областям: план самоконтроля; пригодность, соответствие и техническое обслуживание помещений и оборудования; чистота помещений, поверхностей и оборудования; мероприятия и обучение персонала; гигиена производства и обращения с пищевыми продуктами; контроль температуры продуктов; продажа и кейтеринг; особые требования, применяемые к производству пищевых продуктов; вещества, вызывающие аллергию и непереносимость; состав пищевых продуктов; особые требования к конкретным пищевым продуктам; предоставленная информация о продуктах; упаковочные материалы и материалы для контакта с пищевыми продуктами; перевозка пищевых продуктов; прослеживаемость продуктов и готовность объекта к особым ситуациям; тестирование продуктов питания; отображение отчета Oiva.

Инспектор органа контроля принимает решение, какие области подлежат проверке в зависимости от степени риска для безопасности в данном объекте. Другие области проверяются по усмотрению инспектора не реже одного раза в три года или в случае выявления явных недостатков в этих областях в ходе проверки.

По результатам проверки инспектором составляется развернутый отчет и краткий строго формализованный отчет на одной странице. Заключение в отчете по каждой области визуализируется одним из четырех смайликов, отражающим уровень соответствия деятельности объекта в этой области установленным требованиям: «отлично», «хорошо», «нужно исправить», «неудовлетворительно». Обобщающее заключение о безопасности по всем проверяе-

¹ Elintarvikehuoneistonriskiperusteinen valvonta [Электронный ресурс] // DOCZZ. – Режим доступа: <https://doczz.net/doc/7055220/elintarvikehuoneiston-riskiperusteinen-valvonta>. – Дата доступа: 11.10.2021.

² НАССР-Järjestelmä, periaatteet ja soveltaminen [Электронный ресурс] // Ruokavirasto. – Режим доступа: https://www.ruokavirasto.fi/globalassets/tietoa-meista/asiointi/oppaat-ja-lomakkeet/yritykset/elintarvikeala/omavalvonta/eviran_ohje_10002_haccp.pdf. – Дата доступа: 11.10.2021.

³ Publication of Oiva control results [Электронный ресурс] // Oiva. – Режим доступа: <https://www.oivahymy.fi/en/front-page/>. – Дата доступа: 11.10.2021.

мым областям визуализируется смайликом, соответствующим самой минимальной из полученных по всем областям оценок.

Развернутый отчет предоставляется операторам общественного питания. Оригинал краткого отчета Oiva должен быть также размещен в заведении общественного питания рядом со входом для посетителей, чтобы они могли легко его прочитать, а также в информационной системе Oiva, где он общедоступен. При этом в системе Oiva не оценивается уровень обслуживания или вкус пищи. Oiva предоставляет информацию о том, соблюдала ли компания свой уровень гигиены и безопасности продукции и услуг.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Программы школьного питания реализуются в большинстве стран. Их содержание зависит от уровня и целей проводимой в стране социальной политики и от уровня доходов населения. Инвестирование в программы характеризуется как социальной, так и экономической отдачей для государства.

Финляндия является одной из первых стран в мире, которая на практике обеспечила с начала 2000-х годов переход к такому типу программ школьного питания, акцент в которых делается на пропаганду здорового пищевого поведения на основе интеграции проблем здоровья и устойчивости. Как следствие, существенно изменились формальные требования со стороны государства к организации питания, количественным критериям его нормирования. Школьное питание стало частью национальной учебной программы и рассматривается как деятельность педагогическая.

Финский опыт организации школьного питания инновационен, высокоэффективен, базируется на многолетней истории целенаправленного развития и может быть полезен в нашей республике, прежде всего, в части:

- интеграции образовательного и воспитательного процесса с организацией питания, участия школьников в принятии решений, связанных с питанием;
- распределения на институциональном уровне функций между различными ведомствами на основе горизонтального сотрудничества, сокращения избыточных и дублирующих функций, требований, нормативов;
- взаимосогласованности ведомственных требований, механизмов их реализации на практике, критериев и методов нормирования и контроля, а также выработки единых национальных рекомендаций по школьному питанию;
- расширения возможностей для профессионального вмешательства специалистов общественного питания в меню школьного питания, состав блюд и их вкусовые характеристики;
- делегирования полномочий с республиканского на местный уровень и повышения уровня самоорганизации учебных заведений в вопросах организации питания;
- повышения уровня информатизации во всех аспектах деятельности, в т.ч. с целью регулярного мониторинга и оценки организации питания на местах.

Представленная в обзоре информация может использоваться в качестве старт-идей для планирования и проведения прикладных проектов и научных исследований по актуальной тематике с учетом республиканских целей, условий и ресурсов. Принципиальным при этом является понимание того, что организация школьного питания является сложной междисциплинарной проблемой.

Материалы публикации могут быть полезны для целей профессионального образования как учебно-методический ресурс.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Aliyar, R. A review of nutritional guidelines and menu compositions for school feeding programs in 12 countries / R. Aliyar, A. Gelli, S. H. Hamdani // *Front Public Health* 3:148. – 2015. – Volume 3. – DOI: 10.3389/fpubh.2015.00148.
- 2 Bundy, D. The School as a Platform for Addressing Health in Middle Childhood and Adolescence / D. Bundy, L. Schultz, B. Sarr, L. Banham, P. Colenso, L. Drake // *Child and Adolescent Health and Development*. – 2017. – Volume 3, № 20. – DOI: 10.1596/978-1-4648-0423-6_ch20.
- 3 Anderson, M. School meal quality and academic performance / M. Anderson, J. Gallagher, E. Ritchie // *Journal of Public Economics*. – 2015. – Volume 168. – P. 81–93.
- 4 Bundy, D. Rethinking School Feeding Social Safety Nets, Child Development, and the Education Sector / D. Bundy, C. Burbano, M. Grosh, A. Gelli, M. Jukes, L. Drake // *Directions in Development; human development*. – 2009. – Volume 1. – DOI: 10.1596/978-0-8213-7974-5.
- 5 Khera, R. Mid-day meals in primary schools: Achievements and challenges / R. Khera // *Economic and political weekly*. – 2006. – Volume 41. – P. 4742–4750.
- 6 Jomaa, L. H. School feeding programs in developing countries: impacts on children's health and educational outcomes / L.H. Jomaa, E. McDonnell, C. Probart // *International Life Sciences Institute*. – 2011. – Volume 69. – P. 83–98.
- 7 Hatloy, A. Rethinking emergency school feeding: A child-centred approach / A. Hatloy, T. Sommerfelt // *Fafo-report*. – 2017 – P. 82.
- 8 Oostindjer, M. Are school meals a viable and sustainable tool to improve the healthiness and sustainability of children's diet and food consumption? A cross-national comparative perspective In press: *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* / M. Oostindjer, J. Aschemann-Witzel, Q. Wang, S. Skuland, B. Egeland, G. Amdam, A. Schjøll, M. Pachucki, P. Rozin, J. Stein, V. Almli, K. E. Van // In press: *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. – 2016. – DOI: 10.13140/RG.2.1.4286.6803.
- 9 Espejo, F. Putting It All Together: Aggregating Impacts of School-Feeding Programmes on Education, Health and Nutrition: Two Proposed Methodologies / F. Espejo, A. Gelli, E. Kristjansson, J. Shen // *UNU-WIDER, Helsinki, Finland*. – 2014. – 18 pp. [WIDER Working Paper No. 2014/036] [Electronic resource] // *GOV.UK*. – Mode of access: http://www.wider.unu.edu/publications/working-papers/2014/en_GB/wp2014-036/. – Date of access: 09.09.2021.
- 10 Jomaa, L. H. School feeding programs in developing countries: impacts on children's health and educational outcomes / L. H. Jomaa, E. McDonnell, C. Probart // *Nutrition Reviews*. – 2011. – Volume 69. – P. 83–98.
- 11 Gelli, A. Are school feeding programs in low-income settings sustainable? Insights on the costs of school feeding compared with investments in primary education / A. Gelli, R. Daryanani // *Food Nutrition Bull*. – 2013. – Volume 34. – DOI: 10.1177/156482651303400303.
- 12 Cohen, J. F. W. Universal School Meals and Associations with Student Participation, Attendance, Academic Performance, Diet Quality, Food Security, and Body Mass Index: A Systematic Review / J. F.W. Cohen, A. A. Hecht, G. M. McLoughlin, L. Turner, M. B. Schwartz // *Nutrients*. – 2021. – Volume 11, March. – doi.org/10.3390/nu13030911.
- 13 Oostindjer, M. Are school meals a viable and sustainable tool to improve the healthiness and sustainability of children's diet and food consumption? A cross-national comparative perspective / M. Oostindjer, J. Aschemann-Witzel, Q. Wang, S.E. Skuland // *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*: – 2017. – Volume 12, December. – P. 3942–3958.
- 14 Масанский, С. Л. Сокращение бюджетных расходов на основе гибридного подхода к формированию ассортимента продукции для школьного питания / С. Л. Масанский // *Пищевая промышленность: наука и технология*. – 2017. – Т. 38. – № 4. – С. 95–102. Режим доступа: <http://www.new.belproduct.com/assets/files/Pishevaya-promyshlennost-4-38-2017.pdf>. – Дата доступа. – 09.11.2021.
- 15 Pietinen, P. Nutrition policy in Finland / Pietinen, P. S. Männistö, L. Valsta, S. Sarlio-Lähteenkorva // *Public health nutrition*. – 2010. – Volume 13(6A):901-6. – DOI: 10.1017/S1368980010001072.
- 16 Eustachio, C. P. Optimizing School Food Supply: Integrating Environmental, Health, Economic, and Cultural Dimensions of Diet Sustainability with Linear Programming / C. P. Eustachio, E. Patterson, L. Schäfer Elinder, A. K. Lindroos, U. Sonesson, N. Darmon, A. Parlesak // *International Journal of Environmental Research and Public Health*. – 2019. – Volume 17, August. – DOI:10.20944/preprints201903.0178.v4.
- 17 Акимова, Ю. А. Органическое сельское хозяйство в ЕС для обеспечения приоритетов единой аграрной политики / Ю. А. Акимова, Е. Г. Коваленко // *Современные проблемы науки и образования*. – 2015. – № 2–3. – URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=23966>. – Дата доступа: 13.10.21.
- 18 Nuutila, J. Public kitchen menu substitutions increase organic share and school meal sustainability at equal cost / J. Nuutila, H. Risku-Norja, A. Arolaakso, // *Organic Agriculture*. – 2019. – Volume 9. – DOI: 10.1007/s13165-018-0215-0.
- 19 Risku-Norja, H. Organic food in food policy and in public catering: lessons learned from Finland. / H. Risku-Norja, A. Løes // *Organic Agriculture*. – 2019. – Volume 7. – P. 111–124.

- 20 Adams, M. A. Location of School Lunch Salad Bars and Fruit and Vegetable Consumption in Middle Schools: A Cross-Sectional Plate Waste Study. / M.A. Adams, M. Bruening, P. Ohri-Vachaspati, J.C. Hurley // *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*. – 2016. – Volume 116. – P. 407–416.
- 21 Ang, I.Y. School Lunch Environmental Factors Impacting Fruit and Vegetable Consumption / I. Y. Ang, R. L. Wolf, P. A. Koch, H. L. Gray, R. Trent, E. Tipton, I. R. Contento // *Journal of Nutrition Education and Behavior*. – 2019. – Volume 51. – P. 68–79.
- 22 Madden, G. Behavioral Economic Approaches to Influencing Children’s Dietary Decision Making at School. / G. Madden, J. Price, F. Sosa, // *Policy Insights from the Behavioral and Brain Sciences*. – 2017. – Volume 4. – P. 41–48.
- Silvennoinen, K. Food waste case study and monitoring developing in Finnish food services / K. Silvennoinen, S. Nisonen, O. Pietiläinen, // *Waste Management*. – 2019. – Volume 97. – P. 97–104.
- 23 Andersen, S. Contrasting Approaches to Food Education and School Meals. *Food Culture and Society* / S. Andersen, L. Holm, C. Baarts // *An International Journal of Multidisciplinary Research*. – 2019. – Volume 20. – P. 609–629.
- 24 Elorinne, A. Investigating Home Economics Teachers’ Food Waste Practices and Attitudes / A. Elorinne, L. Eronen, M. Pollari, J. Hokkanen, H. Reijonen, J. Murphy // *Journal of Teacher Education for Sustainability*. – 2020. – Volume 22. – P. 6–20.
- 25 Janhonen, K. Perusopetuksen ruokakasvatus ravintotiedosta ruokatajuun. Luova ja vastuullinen kotitalousopetus / K. Janhonen, J. Mäkelä, P. Palojoki // *Creative and responsible home economics education*. – 2015. – Volume 38. – P. 107–120.
- 26 Pike, J. «I Don’t Have To Listen To You! You’re Just A Dinner Lady!»: Power and Resistance at Lunchtimes in Primary Schools. / J. Pike // *Children’s Geographies*. – 2019. – Volume 8. – P. 275–289.
- 27 Lintukangas S. Kouluruokailuhenkilöstö matkalla kasvattajaksi. [School catering staff to act as educators in comprehensive schools] / S. Lintukangas. – Helsinki: Helsingin yliopisto: Yliopistopaino. – 2009. – Volume 20 [Электронный ресурс] // HELDA. – Режим доступа: <https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/20045/kouluruo.pdf?sequence=3>. – Дата доступа 10.11.2021.
- 28 Velasco, V. Multiple Health Behavior Programs in School Settings: Strategies to Promote Transfer-of-Learning Through Life Skills Education / V. Velasco, C. Celata, K. Griffin, // *Frontiers in Public Health*. – 2021. – Volume 9. – DOI:10.3389/fpubh.2021.716399.
- 29 Berggren, L. Nordic children’s conceptualisations of healthy eating in relation to school lunch /L. Berggren, E. Eldbjørg Fossgard, U. Björk Arnfjörð, A. Hörnell, A. Sigríður Ólafsdóttir, I. Gunnarsdóttir, C. Olsson // *Health Education*. – 2016. – Volume 117. – P. 130–147.
- 30 Janhonen K. Adolescents’ school lunch practices as an educational resource / K. Janhonen, P. Palojoki, J. Mäkelä // *Health education*. – 2016. – Volume 116. – P. 292–309.
- 31 Janhonen, K. The roles of humour and laughter in youth focus groups on school food / K. Janhonen // *Journal of Youth Studies*. – 2019. – Volume 20. – P. 1127–1142.
- 32 Senge, P. M. Schools that learn (updated and revised): A fifth discipline fieldbook for educators, parents, and everyone who cares about education / P. M. Senge, N. Cambron-McCabe, T. Lucas, J. Dutton, B. Smith // Kindle Edition. – 2012. – 608 p.
- 33 Just, D. Chefs move to schools. A pilot examination of how chef-created dishes can increase school lunch participation and fruit and vegetable intake / D. Just, B. Wansink, A. Hanks // *Appetite*. – 2014. – Volume 83(3). – DOI:10.1016/j.appet.2014.08.033.
- 34 Zellner, D. Just Dessert: Serving Fruit as a Separate “Dessert” Course Increases Vegetable Consumption in a School Lunch / D. Zellner, J. Cobuzzi // *Food Quality and Preference*. – 2015. – Volume 48. – DOI:10.1016/j.foodqual.2015.09.013.
- 35 Thorsen, A. Plate waste and intake of school lunch based on the new Nordic diet and on packed lunches: A randomised controlled trial in 8- to 11-year-old Danish children / A. Thorsen, A. Lassen, E. Andersen, L. Christensen, A. Biloft-Jensen, R. Andersen, I. Tetens // *Journal of Nutritional Science*. – 2015. – Volume 4, E20. – DOI:10.1017/jns.2015.3.
- 36 Eustachio Colombo, P. Barriers and facilitators to successful implementation of sustainable school meals: a qualitative study of the OPTIMAT-intervention / P. Eustachio Colombo, L.S.Elinder, E.Patterson, A. Parlesak, A. K. Lindroos, S. Andermo // *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*. – Volume 3, July 2021. – DOI:10.21203/rs.3.rs-139427/v1.
- 37 Кузина, Н. В. Рекомендации по школьному меню: опыт Финляндии / Н. В. Кузина // *Образование и право*. – 2019. – № 4. – С. 233–238.
- 38 Ghawi, S. K. Methven Enhancing consumer liking of low salt tomato soup over repeated exposure by herb and spice seasonings / S. K. Ghawi, L. I. Rowland // *Appetite*. – 2014. – Volume 81. – DOI: 10.1016/j.appet. 2014.05.029.

- 39 Savage, J. S. The addition of a plain or herb-flavored reduced-fat dip is associated with improved preschoolers' intake of vegetables / J. S. Savage, J. Peterson, M. Marini, P. L. Bordi Jr., L. L. Birch // Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics. – 2013. – Volume 113(8). – DOI: 10.1016/j.jand. 2013.03.013.
- 40 Fritts, J. Herbs and spices increase liking and preference for vegetables among rural high school students / J. Fritts, C. Fort, A. Corr, Q. Liang, L. Alla, T. Cravener, J. Hayes, B. Rolls, C. D'Adamo, K. Keller // Food Quality and Preference. – 2018. – Volume 68. – DOI:10.1016/j.foodqual. 2018.02.013.
- 41 D'Adamo, C. R. Spice MyPlate: Nutrition education focusing upon spices and herbs improved diet quality and attitudes among urban high school students / C.R. D'Adamo, P.F. McArdle, L. Balick, E. Peisach, T. Ferguson, A. Diehl, B.M. Berman // American Journal of Health Promotion. – 2016. – Volume 30 (5). – DOI: 10.1177/0890117116646333.
- 42 Bouhlal, S. 'Just a pinch of salt'. An experimental comparison of the effect of repeated exposure and flavor-flavor learning with salt or spice on vegetable acceptance in toddlers / S. Bouhlal, S. Issanchou, C. Chabanet, S. Nicklaus // Appetite. – 2014. – Volume 83. – DOI: 10.1016/j.appet. 2014.07.032.
- 43 Peters, C. The influence of herbs and spices on overall liking of reduced fat food / C. Peters, S. Polsky, R. Stark, P. Zhaoxing, J.O. Hill // Appetite. – 2014. – Volume 79. – DOI:10.1016/j.appet. 2014.04.019.
- 44 Murimi, M. Qualitative Study on Factors that Influence Students' Food Choices / M. Murimi, M. Chrisman, H. McCollum, O. McDonald // Journal of Nutrition & Health. – 2016. – Volume 2. – 6 p.
- 45 Guerrero, K. What Role Does Taste Play in School Meal Studies? A Narrative Review of the Literature / K. Guerrero, A. Olsen, K. Wistoft, // The Journal of Child Nutrition & Management. – 2018. – Volume 42. – 16 p.
- 46 Benn, J. Giver skolemad næring for læring? læringsmiljø, trivsel og competence / J. Benn, M. Carlsson, L. L. Nordin, L. Hortensen // København: Danmarks Pædagogiske Universitetsskole, Aarhus Universitet / Sundhed, samfund, pædagogik og læring. – 2010. – Volume 2. – 45 p.
- 47 Mouritsen, O. Deliciousness of food and a proper balance in fatty acid composition as means to improve human health and regulate food intake / O. Mouritsen // Flavour. – 2016. – Volume 5. – DOI: 10.1186/s13411-016-0048-2.
- 48 Wistoft, K. Rundt om smag / K. Wistoft, L. Qvortrup // Ugeskrift for Læger. – 10 dec. 2018. – Volume 180 (25). – P. 2291–2294.
- 49 Bauer, K. “How Can We Stay Healthy when you’re Throwing All of this in Front of Us?” Findings from Focus Groups and Interviews in Middle Schools on Environmental Influences on Nutrition and Physical Activity / K. Bauer, Y. Yang, S. B. Austin // Health education & behavior : the official publication of the Society for Public Health Education. – 2004. – Volume 31. – DOI: 10.1177/1090198103255372.
- 50 Moore, S. The social, physical and temporal characteristics of primary school dining halls and their implications for children's eating behaviours / S. Moore, S. Murphy, K. Tapper, L. Moore // Health Education. – 2010. – Volume 110. – DOI: 10.1108/09654281011068540.

Поступила в редакцию 12.10.2021 г.

ОБ АВТОРАХ:

Сергей Леонидович Масанский, кандидат технических наук, доцент, профессор кафедры товароведения и организации торговли, Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий, e-mail: masanskii_sl@bgut.by.

ABOUT AUTHORS:

Sergey L. Masansky, PhD (Engineering), Associate Professor, Professor of the Department of Commodity Science and Trade Organization, Belarusian State University of Food and Chemical Technologies.

УДК 664.642.2:637.146

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЗАКВАСОК ДЛЯ ТВОРОГА, ПОЛУЧЕННЫХ ИЗ КОНЦЕНТРИРОВАННЫХ ЗАКВАСОК БЕСПЕРЕСАДОЧНЫМ СПОСОБОМ

Т. И. Шингарева, Т. Л. Шуляк

*Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий,
Республика Беларусь*

АННОТАЦИЯ

Введение. При получении творога для сквашивания молока применяются заквасочные культуры молочнокислых микроорганизмов. Закваски могут быть разного состава, способа получения, степени активности. В республике для производства творога применяются концентрированные закваски, среди которых высокая доля заквасок импортного производства. Наряду с заквасками прямого способа внесения, ряд предприятий используют и производственные закваски. Это позволяет сократить издержки производства творога. Отсутствие информации по анализу свойств производственных заквасок, полученных из концентрированных заквасок беспересадочным способом, применительно к отечественному молочному сырью в современных условиях, определило научную задачу исследований.

Материалы и методы. Концентрированные закваски для творога разных производителей: «Hr.Hansen», Дания; «SCK Food Enrichment C.V.», Нидерланды; РУП «Институт мясо-молочной промышленности», г. Минск, Беларусь. Концентрированные закваски получали беспересадочным способом. Использованы общепринятые методы определения показателей качества сырья и заквасок.

Результаты. Технологические свойства производственных заквасок – газообразующие, ароматообразующие, синергетические показатели кислотообразующего молочнокислого процесса – существенно зависят от продолжительности их хранения. Установлен период хранения производственных заквасок, позволяющий обеспечить физико-химические и микробиологические показатели, близкие к свежеполученным производственным закваскам. В заквасках разных по составу микрофлоры установлены некоторые различия по газообразующей и синергетической способности.

Выводы. Технологические свойства производственной закваски отечественного производства позволяют получить конечный продукт заданного качества, уровень которого не ниже, чем в случае применения импортных. Производственные закваски, полученные из концентрированных заквасок беспересадочным способом, предпочтительно использовать в первые шесть часов после получения.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: *молоко; закваска концентрированная; видовой состав микрофлоры; закваска производственная; творожный сгусток; кислотность; молочнокислый процесс; газообразование; ароматообразование; синергезис; продолжительность хранения закваски.*

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ: Шингарева, Т. И. Сравнительный анализ технологических свойств производственных заквасок для творога, полученных из концентрированных заквасок беспересадочным способом / Т. И. Шингарева, Т. Л. Шуляк // Вестник Белорусского государственного университета пищевых и химических технологий. – 2021. – № 2(31). – С. 32–39.

COMPARATIVE ANALYSIS OF TECHNOLOGICAL PROPERTIES OF INDUSTRIAL CURD STARTER CULTURES OBTAINED FROM CONCENTRATED STARTERS BY DIRECT METHOD

T. I. Shingareva, T. L. Shulyak

Belarusian State University of Food and Chemical Technologies, Republic of Belarus

ABSTRACT

Introduction. Starter cultures of lactic acid bacteria are used for fermenting milk in curd production. They can be different in composition, method of production, and activity. Concentrated starter cultures are used for curd production in the Republic of Belarus, most of them being imported. Along with the starter cultures

of the direct method of introduction, a number of enterprises also use industrial starter cultures. This method makes it possible to lower curd production costs. The objective of the study results from the unavailability of information on the analysis of the properties of industrial starter cultures obtained from concentrated ones by a direct method, as applied to domestic dairy raw materials in modern conditions.

Materials and methods. Concentrated curd starter cultures of different manufacturers: "Hr. Hansen", Denmark; SCK Food Enrichment C.V., Netherlands; RUE "Institute for Meat and Dairy industry", Minsk, Belarus. Concentrated starter cultures were obtained by a direct method. The generally accepted methods for determining the quality indicators of raw materials and culture starters were used.

Results. Technological properties of industrial starter cultures including gas-forming, aroma-forming, and synergistic indicators of the acid-forming lactic acid process significantly depend on the duration of their storage. The storage period for industrial starter cultures has been established, which allows us to determine physicochemical and microbiological indicators close to freshly obtained industrial starter cultures. There also have been revealed some differences in terms of gas-forming and synergetic ability in starter cultures with different microflora composition.

Conclusions. Technological properties of domestically produced industrial starter cultures make it possible to obtain the final product of specified quality, the level of which being no lower than in imported ones. Industrial starter cultures obtained from concentrated starter cultures by a direct method should be mainly used within six hours after production.

KEY WORDS: *milk; concentrated starter culture; species composition of microflora; industrial starter; curd clot; acidity; lactic acid process; gas generation; aromatization; syneresis; duration of starter storage.*

FOR QUOTATION: Shingareva, T. I. Comparative analysis of technological properties of industrial curd starter cultures obtained from concentrated starters by direct method / T. I. Shingareva, T. L. Shulyak // Vestnik of the Belarusian State University of Food and Chemical Technologies. – 2021. – № 2(31). – P. 32– 39 (in Russian).

ВВЕДЕНИЕ

Из кисломолочной белковой продукции творог пользуется широким спросом у потребителей на постсоветском пространстве. При выработке творога для ферментации молока применяются заквасочные культуры молочнокислых микроорганизмов [1–4]. Сегодня выбор бактериальных заквасок для творога достаточно широкий. При этом хорошо востребованы закваски европейского производства (Дания, Голландия, Нидерланды и др.), позволяющие получать качественную продукцию. Нарастает обороты и отечественное производство заквасочных культур [5–9].

Закваски для творога могут отличаться по способу получения заквасочных культур на биофабриках (сухие, замороженные, глубокозамороженные). Кроме того, отличие может быть по концентрации заквасочной микрофлоры (неконцентрированные или концентрированные), видовому составу, способу внесения в молоко. На биофабриках постоянно совершенствуются технологии производства бактериальных заквасок. При этом закваски для творога у разных производителей могут иметь разное соотношение видовых групп (штаммов) заквасочной микрофлоры и другие отличия [10, 11].

В молочной промышленности активно применяются концентрированные закваски прямого способа внесения. Такие закваски обеспечивают заданное равновесие между входящими в состав заквасок штаммами, значительно снижают риск потери активности заквасок и стабильности свойств, менее уязвимы к бактериофагам, менее трудоемки и значительно снижают роль человеческого фактора [12–15]. Однако, несмотря на имеющиеся преимущества применения концентрированных заквасок прямым способом внесения, до сих пор нет однозначного ответа на вопрос, какую закваску лучше использовать. На ряде предприятий молочной промышленности, несмотря на преимущество заквасок прямого способа внесения, применяют и производственные закваски, так как материальные затраты на них значительно ниже. В каждом конкретном случае решение принимает конкретный производитель молочной продукции с учетом особенностей производства, материальных затрат, экономических

аспектов и др. факторов.

Раньше производственные закваски для кисломолочных продуктов, включая творог, получали из неконцентрированных бактериальных заквасок трехпересадочным способом, согласно действующей технологической инструкции [16, 17]. Полученные производственные закваски использовались на выработку кисломолочной продукции или допускалось их хранение перед использованием в охлажденном виде до 24 ч.

В последние годы в Беларуси ведется активная работа по улучшению качества молока заготавливаемого. В сравнении с межгосударственным стандартом ТР ТС 033-2013, на молоко, заготавливаемое в нашей стране, установлены более жесткие показатели качества сортового молока и, прежде всего, по микробиологическим показателям и соматическим клеткам. Кроме того, изменились корма, что повлияло и на компонентный состав заготавливаемого молока, включая белки, минеральный состав. Это отразилось и в нормативной документации. Так, начиная с 2020 г., в Беларуси в молоке заготавливаемом проводится контроль не только на общий белок, но и истинный белок [18–20]. Совершенствуется и технология получения производственных заквасок. На предприятиях молочной промышленности производственные закваски стали получать непосредственно из концентрированных заквасок беспересадочным способом. Для их приготовления требуется наличие заквасочного отделения, где в специальных емкостях с теплообменной рубашкой проводится термообработка обезжиренного молока, заквашивание концентрированными заквасками и сквашивание до готовности.

Однако информация о технологических свойствах производственных заквасок, в частности об их способности сохранять стабильность качества при хранении, отсутствует. Это является актуальным, поскольку свежеполученные производственные закваски не сразу могут быть использованы на выработку кисломолочной продукции, включая творог, и определенный период подлежат хранению.

Цель исследования – сократить издержки производства творога при использовании концентрированных заквасок в современных условиях производства.

Научной задачей исследования явился сравнительный анализ технологических свойств производственных заквасок для творога, полученных беспересадочным способом из разных концентрированных заквасок импортного и отечественного производства, применительно к отечественному молочному сырью.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В эксперименте применяли концентрированные закваски зарубежного и отечественного производства: «Hr.Hansen», Дания; «SCK Food Enrichment C.V.», Нидерланды; РУП «Институт мясо-молочной промышленности», г. Минск, Беларусь. Концентрированные закваски использовали для получения производственных заквасок беспересадочным способом. Для этого в предварительно термообработанное и охлажденное до температуры сквашивания молоко вносили исследуемые концентрированные закваски и проводили сквашивание в течение 12 ч. Количество закваски определяли с учетом единиц активности, установленных производителями этих заквасок (табл. 1), в пересчете на исходную порцию молока (500 г). Видовой состав микрофлоры концентрированных заквасок для творога, используемых для сквашивания молока, представлен в табл. 1.

Для исключения возможности влияния неодинакового компонентного состава и свойств молочного сырья на закваски в эксперименте применяли молоко одной партии: молоко ультрапастеризованное (ОАО «Простоквашино», ТУ ВУ 290506091.008) с массовой долей жира 0,5 %, белка 3,0 %, плотностью 1030 кг/м³, титруемой кислотностью 16 °Т.

В работе применяли стандартные и общепринятые в молочной промышленности методы исследования. Титруемую кислотность определяли по ГОСТ 3624, активную кислотность с помощью рН-метра по ГОСТ 26781. Газообразующую активность заквасок определяли по накоплению углекислого газа, ароматобразующую активность – по наличию диацетила и

ацетоина, синергетические свойства – путем сгустков по объему выделившейся сыворотки в единицу времени [21–24].

Табл. 1. Состав и характеристика микрофлоры заквасок для творога

Table 1. Composition and characteristics of curd starter culture microflora

Наименование закваски	Видовой состав заквасочной микрофлоры	Единица активности, ЕА (U)
СНН-19 глубокозамороженная (Chr. Hansen, Дания)	<i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>lactis</i> , <i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>cremoris</i> , <i>Leuconostoc mesenteroides</i> <i>cremoris</i> , <i>Lactococcus lactis</i> biovar <i>diacetylactis</i>	50 U на 500 кг
Ceska G900 глубокозамороженная (Нидерланды)	<i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>lactis</i> , <i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>cremoris</i> , <i>Leuconostoc mesenteroides</i> <i>cremoris</i> , <i>Lactococcus lactis</i> biovar <i>diacetylactis</i>	50 U на 500 кг
ТВ-М замороженная (Беларусь)	<i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>lactis</i> , <i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>diacetylactis</i> , <i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>cremoris</i>	10 ЕА на 1000 кг

Полученные результаты физико-химических и микробиологических показателей качества производственных заквасок подвергнуты анализу на предмет изменения показателей качества при хранении производственных заквасок в течение 24 ч.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Исследовали физико-химические, микробиологические показатели образцов производственных заквасок.

Как известно, характер протекания молочнокислого процесса можно определить по динамике изменения показателей активной и титруемой кислотности, что и было положено в основу экспериментальных исследований производственных заквасок разных производителей при хранении образцов заквасок в течение 24 ч хранения с точками контроля через 6 ч (рис. 1, 2).

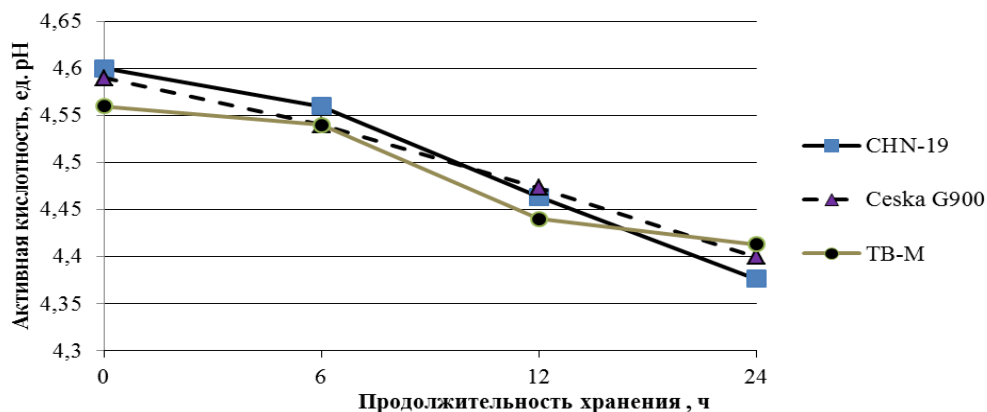


Рис. 1. Изменение активной кислотности производственных заквасок при хранении

Fig. 1. Changes in active acidity of industrial starter cultures during storage

Определено, что в исследуемых образцах заквасок через 6 ч хранения активная и титруемая кислотности изменяются незначительно (0,04–0,05 ед. рН). При дальнейшем хранении заквасок прирост активной кислотности увеличивается более интенсивно, так через 12 ч прирост практически у всех заквасок составил 0,1 ед. рН. Это свидетельствует об активном развитии кислотообразующей заквасочной молочнокислой микрофлоры.

Исследование динамики изменения титруемой кислотности также показало, что при хра-

нении образцов заквасок титруемая кислотность во всех образцах нарастает, причем более активно через 12 ч хранения.

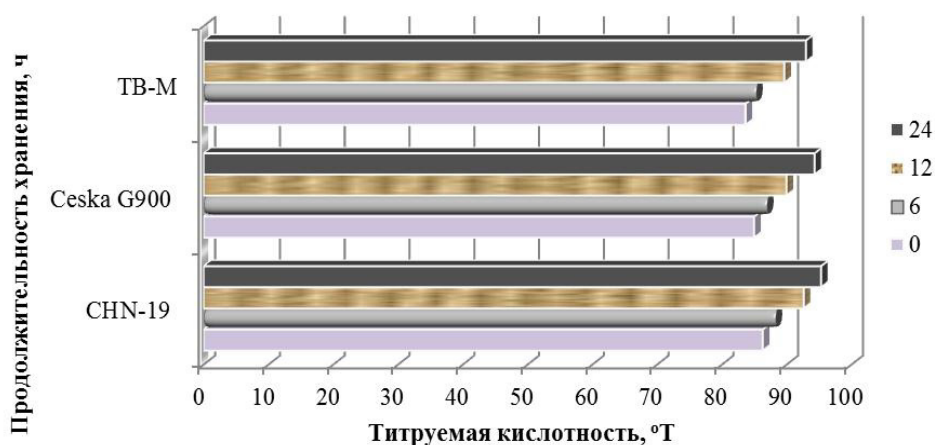


Рис. 2. Изменение активной кислотности в производственных заквасках при хранении

Fig. 2. Changes in titratable acidity of industrial starter cultures during storage

Известно, что улучшение отделения сыворотки в процессе подогрева творожного сгустка достигается при подъеме сгустка вверх, что наблюдается при повышенном содержании в нем газов, образуемых в результате развития молочнокислой микрофлоры: *Lc. diacetylactis*, *Leuconostoc*. Активность развития этой микрофлоры можно определить косвенным методом по накоплению углекислого газа.

Результаты исследований накопления углекислого газа в производственных заквасках при хранении отражены в табл. 2.

Табл. 2. Образование углекислого газа в производственных заквасках при хранении

Table 2. Formation of carbon dioxide in industrial starter cultures during storage

Продолжительность хранения, ч	Образование углекислого газа (CO ₂), мм		
	CHN-19	Ceska G900	TB-M
0	4,30	4,20	3,97
6	4,27	4,17	3,82
12	3,67	3,50	3,60
24	3,43	3,30	3,37

Как видно (табл. 2), более активное газообразование в исследуемых заквасках отмечается в первые шесть часов хранения. При этом в производственной закваске TB-M, в сравнении с CHN-19 и Ceska G900, газообразование несколько менее интенсивное. Это, вероятно, связано с отсутствием в ее составе микроорганизмов рода *Leuconostoc*.

Интенсивность развития ароматобразующей микрофлоры в производственных заквасках при хранении также определяли косвенным методом: качественной реакцией на наличие ди-ацетила, а именно, по времени появления розовой окраски в исследуемых образцах заквасок. Результаты исследований отражены, соответственно, в табл. 3.

Табл. 3. Время появления розовой окраски (диацетила) в производственных заквасках при хранении

Table 3. Time of appearance of pink color (diacetyl) in industrial starter cultures during storage

Продолжительность хранения, ч	Время появления розовой окраски (диацетила), мин		
	CHN-19	Ceska G900	ТВ-М
0	225	230	240
6	220	230	235
12	200	210	220
24	185	195	200

Определено (табл. 3), что время появления розовой окраски во всех образцах более стабильно в первые шесть часов хранения. Затем процесс обесцвечивания ускоряется, что говорит об активизации роста ароматообразующей заквасочной микрофлоры.

Для заквасок на творог важным условием является образование достаточно прочного сгустка, который при дальнейшей обработке будет хорошо отделять свободную влагу, но при этом не должен быть пересушенным. Поэтому далее в работе были изучены синергетические свойства сгустков исследуемых образцов закваски при хранении (табл. 4).

Табл. 4. Синергетические свойства сгустков производственных заквасок при хранении

Table 4. Synergetic properties of industrial starter culture clots during storage

Продолжительность синерезиса сгустков, мин	Объем выделенной сыворотки от исходного объема закваски, %			
	0	6	12	24
CHN-19				
5	8	8	9	9
10	12	12	13	13
15	15	16	17	17
20	18	19	20	19
30	23	24	25	24
40	27	28	29	29
50	31	31	32	33
60	33	33	35	35
Ceska G900				
5	7	8	8	9
10	11	12	12	12
15	15	15	15	15
20	19	18	18	18
30	24	24	26	26
40	28	28	31	31,5
50	31,5	31,5	34	34,5
60	34	34	36	36
ТВ-М				
5	10	10	10	12
10	15	15	15	18
15	19	19	20	22
20	23	23	23	25
30	30	29	28	31
40	34	33	32	35
50	37	36	36	38
60	38	38	39	40

Как видно (табл. 4), в течение первых шести часов хранения в исследуемых заквасках процесс синерезиса сгустков протекает практически одинаково, что говорит о стабильности их свойств в первые часы хранения. При этом в закваске ТВ-М, в сравнении с СНН-19 и Ceska G900, объем выделившейся сыворотки отмечен несколько больший, то есть синерезис здесь проходит несколько интенсивнее. Возможно, это связано с различием видовых групп и штаммов, входящих в состав заквасок молочнокислых микроорганизмов.

На основании полученных результатов исследований выявлено, что кислотообразующие микроорганизмы в производственных заквасках, полученных из концентрированных заквасок импортного и отечественного производства, развиваются практически одинаково. При этом газообразующая активность более выражена в производственных заквасках, включающих в своем составе лактококки и лейконостоки. Технологические свойства производственных заквасок – газообразующие, ароматообразующие, синеретические показатели кислотообразующего молочнокислого процесса – существенно зависят от продолжительности их хранения. Период хранения производственных заквасок, позволяющий обеспечить физико-химические и микробиологические показатели, близкие к свежеполученным производственным закваскам, составляет шесть часов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Технологические свойства производственной закваски отечественного производства позволяют получить конечный продукт заданного качества, уровень которого не ниже, чем в случае применения импортных. Продолжительность хранения производственных заквасок оказывает существенное влияние на жизнедеятельность заквасочной микрофлоры, что отражается на интенсивности протекания кислотообразующего процесса, газообразовании, ароматических и синеретических показателях заквасок. Установлено, что в первые шесть часов хранения производственные закваски по физико-химическим и микробиологическим показателям обладают более стабильными свойствами. Такая закономерность отмечается у заквасок разных производителей. При этом производственные закваски, включающие в своем составе помимо лактококков и лейконостоки, обладают более выраженным газообразованием, из их сгустков свободной влаги выделяется несколько меньше. Зависимость выходных параметров производственных заквасок от продолжительности хранения необходимо учитывать при дальнейшем использовании заквасок при выработке творога.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Бредихин, С. А. Технология и техника переработки молока: учебное пособие для подготовки бакалавров, обучающихся по направлению 35.03.07 "Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции" / С. А. Бредихин. – 2-е изд., доп. – Москва: ИНФРА-М, 2016. – 442 с.
- 2 Шалапугина, Э. П. Технология молока и молочных продуктов: учебное пособие / Э. П. Шалапугина, Н. В. Шалапугина. – Москва: Дашков и К, 2014. – 304 с.
- 3 Рябцева, С. А. Микробиология молока и молочных продуктов: учебное пособие для вузов / С. А. Рябцева, В. И. Ганина, Н. М. Панова. – СПб.; М.; Краснодар: Лань, 2018. – 188 с.
- 4 Скокова, О. И. Технология творога на основе кислотной коагуляции белков молока с применением хлорида кальция и трансглутаминазы / О. И. Скокова, А. П. Пачковский, Ю. Ю. Чеканова // Вестник МГУП, 2018. – № 1(24). – С 55–60.
- 5 Гуша, Ю. М. Роль заквасок в технологии и формировании показателей качества творога. / Ю. М. Гуша, Т. В. Рожкова // Молочная промышленность, 2019. – № 10. – С. 47–48.
- 6 Производство творога: выбор заквасочных культур [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ssnab.ru/news/proizvodstvo-tvoroga-vybor-zakvasochnyh-kultur/>. – Дата доступа: 10.03.2021.
- 7 Сорокина, Н. П. Бактериальные закваски для производства творога / Н. П. Сорокина, Е. В. Кураева, И. В. Кучеренко // Молочная промышленность. – 2016. – № 2. – С. 36–38.
- 8 Производство кисломолочных заквасок в Минске [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://biotechno.ru/about_company/articles/proizvodstvo-kislomolochnykh-zakvasok-v-minske/. – Дата доступа: 10.09.2021.
- 9 Зипаев, Д. В. Биотехнология заквасок для молочной промышленности, культивирование микроорганизмов / Д. В. Зипаев, Л. В. Красникова // Молочная промышленность. – 2019. – № 8. – С. 32–34.

- 10 ГОСТ 34372-2017. Закваски бактериальные для производства молочной продукции. Общие технические условия [Электронный ресурс]: межгосударственные стандарты, принятые в Республике Беларусь // ИПС СТАНДАРТ. – Минск: БелГИСС, 2020. – Дата доступа: 04.01.2020.
- 11 Основные культуры для производства творога и творожных продуктов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://miltex.by/solutions/tvoroga-i-tvorozhnye-produkty/>. – Дата доступа: 10.03.2021.
- 12 Кашина, Е. Д. Практика применения заквасочных культур для кисломолочных продуктов / Е. Д. Кашина // Молочная промышленность, 2019. – № 12. – С. 42–43.
- 13 Свириденко, Г. М. Бактериальные концентраты: способы применения при производстве ферментированных молочных продуктов / Г. М. Свириденко // Молочная промышленность. – 2015. – № 6. – С. 25–28.
- 14 Савелькина, Н. А. Биохимия и микробиология молока и молочных продуктов. Часть 2: учебное пособие / Сост. Н. А. Савелькина. – Брянск: Мичуринский филиал ФГБОУ ВО «Брянский государственный аграрный университет», 2015. – 120 с.
- 15 Просеков, А. В. Технология молочных продуктов детского питания / А. В. Просеков, С. Ю. Юрьева // Кемерово: КемТИПП, 2005. – 278 с.
- 16 Технологическая инструкция по приготовлению и применению заквасок для кисломолочных продуктов. – Минск: БелНИКТИМП, 2000. – 14 с.
- 17 Банникова, Л. А. Микробиология молока и молочных продуктов / Л. А. Банникова, Н. С. Королева, В. Ф. Семенихина // Справочник – М.: Агропромиздат, 1987. – 400 с.
- 18 СТБ 1598-2006. Молоко коровье. Требования при закупках. – Изменение 1,2,3,4 (ИУС. 2007. №10; ИУС. 2009. №1; ИУС. 2015. № 5; ИУС. 2020. № 2).
- 19 ТР ТС 033/2013. О безопасности молока и молочной продукции [Электронный ресурс]: нормативный документ / Евразийская экономическая комиссия. – Поправка (ИУС. 2014. № 8; ИУС. 2015. № 7; ИУС. 2015. № 8; ИУС.2018. № 7; ИУС.2019. № 12; ИУС.2020. № 1); Изменение 1, 2, 3 (реш. 86, реш. 102, реш.118). – Введ. с 2014-05-01 // ИПС СТАНДАРТ. – Минск: БелГИСС, 2020. – 92 с.
- 20 Абдуллаева, Л. В. Требования действующего законодательства к сырому молоку / Л. В. Абдуллаева // Молочная промышленность. – 2017. – № 8. – С. 9–12.
- 21 ГОСТ 3624-92. Молоко и молочные продукты. Титриметрические методы определения кислотности. Межгосударственный стандарт / Москва: Стандартинформ, 2009. – 14 с.
- 22 ГОСТ 26781-85. Молоко. Метод измерения pH. Межгосударственный стандарт / Москва: Стандартинформ, 2009. – 9 с.
- 23 Методические рекомендации по организации производственного микробиологического контроля на предприятиях молочной промышленности МР 2.3.2 2327-08 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293801/4293801959.pdf>. – Дата доступа: 10.09.2021.
- 24 Крусь, Г. Н. Методы исследования молока и молочных продуктов / Г. Н. Крусь, А. Н. Шалыгина, З. В. Волокитина. – М.: Колос, 2000. – 367 с.

Поступила в редакцию 21.11.2021 г.

ОБ АВТОРАХ:

Татьяна Ивановна Шингарева, кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой технологии молока и молочных продуктов, Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий.

Татьяна Леонидовна Шуляк, кандидат технических наук, доцент, профессор кафедры технологии молока и молочных продуктов, Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий.

ABOUT AUTHORS:

Tatyana I. Shingareva, PhD (Engineering), Associate Professor, Head of the Department of Milk and Dairy Products, Belarusian State University of Food and Chemical Technologies.

Tatiana L. Shulyak, PhD (Engineering), Associate Professor, Professor of the Department of Milk and Dairy Products, Belarusian State University of Food and Chemical Technologies.

УДК 664.64

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА НЕСЛАДКИХ МУЧНЫХ СНЕКОВ КАТЕГОРИИ «НАТУРАЛЬНЫЙ ПРОДУКТ»

Т. Д. Самуйленко, Т. А. Гуринова, А. В. Акулич, В. А. Томашов

*Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий,
Республика Беларусь*

АННОТАЦИЯ

Введение. На рынке отмечается рост спроса на несладкие мучные снеки на основе натурального сырья в составе. Это стимулирует их производство и актуализирует необходимость организации оценки качества в процессе товародвижения. Научной задачей исследования явилось обоснование выбора визуального, осязательного, обонятельного, вкусового и аудиометодов для балльной оценки несладких мучных снеков типа «хлебные закуски» категории «Натуральный продукт».

Материалы и методы. Несладкие мучные снеки в виде «хлебных закусок», отвечающих требованиям ТКП 126–2016 «Пищевые продукты. Правила маркировки знаком «Натуральный продукт». Основные положения». Использовали методы составления балльных шкал.

Результаты. Предложена номенклатура характерных признаков органолептической оценки несладких мучных снеков категории «Натуральный продукт» и терминология для описания данных признаков. Предложен метод скоринга для органолептической оценки несладких мучных снеков. Разработаны балльные шкалы с определенным числом уровней, характеризующих интенсивность проявления оцениваемых показателей. Установлена весомость выбранных показателей качества.

Выводы. Разработанный метод позволит эффективно организовать комплексную оценку качества несладких мучных снеков типа «хлебные закуски» категории «Натуральный продукт» на разных этапах товародвижения.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: *несладкие мучные снеки категории «Натуральный продукт»; скоринг; балльная шкала; органолептическая оценка.*

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ: Самуйленко, Т. Д. Комплексная оценка качества несладких мучных снеков категории «Натуральный продукт» / Т. Д. Самуйленко [и др.] // Вестник Белорусского государственного университета пищевых и химических технологий. – 2021. – № 2(31). – С. 40–48.

COMPREHENSIVE ASSESSMENT OF THE QUALITY OF UNSWEETED FLOUR SNACKS OF «NATURAL PRODUCT» CATEGORY

T. D. Samuylenko, T. A. Gurinova, A. V. Akulich, V. A. Tomashov

Belarusian State University of Food and Chemical Technologies, Republic of Belarus

ABSTRACT

Introduction. There is growth in demand for unsweetened flour snacks in the market which are based on natural raw materials in the composition. This fact tends to stimulate their production and increase necessity to organize quality assessment in the process of commodity circulation. The scientific task of the study is to substantiate the choice of visual, tactile, olfactory, gustatory and audio methods for scoring unsweetened flour snacks such as «bread snacks» in the category «Natural product».

Materials and methods. Unsweetened flour snacks of «bread snacks» type that meet the requirements of TCP 126–2016 «Food products. Labeling rules with the sign «Natural product». Main Provisions». Methods for compiling point scales were used.

Results. The nomenclature of differential characteristics of organoleptic evaluation of unsweetened flour snacks of the category «Natural product» and terminology for describing these characteristics are proposed. A scoring method for sensory evaluation of unsweetened flour snacks is described. Point scales have been developed with a certain number of levels that characterize the intensity of the indicators under study. Weight coefficient indices have been also established.

Conclusions. The developed method will make it possible to organize effectively a comprehensive assessment of the quality of unsweetened flour snacks such as «bread snacks» in the category «Natural product» at different stages of commodity circulation.

KEY WORDS: *natural product category unsweetened flour snacks; scoring; point scale; organoleptic estimation.*

FORCITATION: Samuylenko, T. D. Comprehensive assessment of the quality of unsweetened flour snacks of «natural product» category / T. D. Samuylenko [et al.] // Vestnik of the Belarusian State University of Food and Chemical Technologies. – 2021. – № 2(31). – P. 40–48 (in Russian).

ВВЕДЕНИЕ

Процессы глобализации отразились на всех сферах жизни, в том числе и на привычках и предпочтениях в питании всех категорий населения. Экономия времени и польза, так можно охарактеризовать подход к выбору пищевой продукции у потребителя в XXI веке [1]. Такие подходы привели к стремительному развитию рынка снековой продукции как в мировых масштабах, так и на уровне региональных рынков [2].

Под термином «снековая продукция» (от английского «snack») рассматривают популярные пищевые продукты, предназначенные для быстрого утоления голода, употребляемые преимущественно на ходу [3, 4]. Существенными отличиями этих продуктов питания является их готовый вид, индивидуальная упаковка преимущественно небольшого размера, насыщенный вкус и аромат [5].

Снековая продукция включает в себя несладкую (острую) и сладкую продукцию, полностью натурального происхождения и/или включающую значительное количество пищевых добавок, на основе продуктов переработки растительного, животного или рыбного сырья [6].

В Республике Беларусь преимущественно пользуется спросом классическая несладкая снековая продукция на основе продуктов переработки растительного сырья (мучные снеки, чипсы, продукты экструзии). Широкое распространение среди всех категорий населения занимают несладкие мучные снеки. В настоящее время в эту группу пищевых продуктов относят «хлебные закуски», галеты, крекеры, соломку, печенье, крендели и др. «Хлебные закуски», включающие непосредственно сухарики, крутоны, гренки (брускетта, кростини), ежегодно набирают популярность, увеличивают свою долю в нише несладких мучных снеков, в том числе и за счет расширения ассортимента [7]. В Соединенных Штатах Америки, странах Европейского Союза, Российской Федерации это более динамичный процесс, в то время как в Республике Беларусь он только начал набирать популярность [8, 9].

В то же время с точки зрения вопросов рационального питания и пищеварения такая снековая продукция на сегодняшний день имеет ряд недостатков, к которым можно отнести высокую энергетическую ценность, высокое содержание жиров и углеводов, наличие пищевых добавок (усилители вкуса и аромата, ароматизаторы, загустители, консерванты, стабилизаторы, химические разрыхлители), дисбаланс в содержании отдельных макро- и микронутриентов, пониженное содержание биологически активных веществ. На мировом рынке снековой продукции сложившаяся проблема находит свое решение путем доминирования курса на расширение ассортимента, в том числе узконаправленного, и на охват всех групп потребителей.

Стоит отметить, что современный покупатель требователен к качеству потребляемых продуктов питания [10]. Это подтверждается исследованиями Innova Market Insights, в которых отмечаются следующие ключевые тенденции в области пищевой индустрии: преимущественно растительное происхождение продуктов питания, устойчивое развитие производства, свобода выбора, привлекательная текстура, сбалансированное содержание по макро- и микронутриентам, гибридные продукты, использование мейнстримных ингредиентов, а также персонализированные продукты, подчеркивающие индивидуальность своего потребителя [11]. Кроме того, широкую популярность приобретает такое явление как webrooming – прак-

тика тщательного изучения состава продуктов и их пищевой ценности онлайн перед покупкой в магазине. Благодаря этому широкую долю рынка, в том числе снековой продукции, начинают занимать продукты со сбалансированным химическим составом по содержанию отдельных нутриентов [12].

В настоящее время в сегменте таких пищевых продуктов выделяют две основные группы:

- 1) продукты с пониженным содержанием нутриентов;
- 2) продукты, обогащенные тем или иным нутриентом.

Продукты первой группы, так называемые *free from*, являются одними из самых популярных в сегменте рационального питания. Данные пищевые продукты показаны людям, имеющим определенные заболевания, лечение или профилактика которых неотъемлемо связана с рационом. Например, продукты питания без сахарозы (*sugar-free*), без глютена (*gluten-free*) и др. В настоящее время развитие такого ассортимента является весьма динамичным [13].

Продукты второй группы, так называемые *fortified food*, отличаются внесением в состав нутриентов, не присутствующих в них изначально, или присутствующими в недостаточном, для определенных целей, количестве. Такие продукты решают проблемы, связанные с улучшением пищевой ценности и имеют высокую востребованность у широкого круга населения. Своевременная их разработка обусловлена тем, что в процессе обработки пищевых продуктов на определенных стадиях происходит уменьшения того или иного нутриента под действием ряда технологических факторов и требует обогащения готового продукта [14].

Кроме того, в последние годы сформировалась положительная динамика в формировании спроса на пищевые продукты с использованием преимущественно натуральных сырьевых ингредиентов с незначительным воздействием технологических факторов [15].

На сегодняшний день производство несладких мучных снеков улучшенной пищевой ценности, в частности «хлебных закусок», весьма ограничено, а в Республике Беларусь и вовсе не представлено. На кафедре технологии хлебопродуктов Белорусского государственного университета пищевых и химических технологий в рамках задания «Научное обоснование получения несладких мучных снеков улучшенной пищевой ценности с использованием сухих смесей» ГПНИ «Сельскохозяйственные технологии и продовольственная безопасность» подпрограммы «Продовольственная безопасность» на 2021–2023 гг. ведется разработка пищевых продуктов сегмента несладких мучных снеков категории «Натуральный продукт» с использованием продуктов переработки зернобобовых и масличных культур, фитосырья, пряно-ароматического сырья, продуктов переработки фруктов и овощей.

Стоит отметить, что быстрое развитие рынков и разработка нового всегда создает потребность в оперативном контроле качества выпускаемой пищевой продукции [14]. В настоящий момент не существует адаптируемых методик для оценки показателей качества несладких мучных снеков, в частности «хлебных закусок», что существенно замедляет разработку нового ассортимента, в особенности улучшенной пищевой ценности. В то же время следует учитывать, что современный анализ качества пищевой продукции представляет собой комплексный подход, требующий объективных и обоснованных результатов [16–18].

Первое восприятие любого пищевого продукта потребитель анализирует путем его органолептической оценки. Точность и воспроизводимость такой оценки может быть представлена в виде сенсорного анализа. Он является наиболее простым и распространенным способом оценки качества, а в сочетании с математической обработкой результатов будет образовывать объективную систему органолептической оценки несладких мучных снеков улучшенной пищевой ценности [19–21].

Объектом исследований в настоящей работе явились методы контроля качества несладких мучных снеков, в частности «хлебные закуски».

Предметом исследований выступил метод органолептической оценки качества несладких мучных снеков категории «Натуральный продукт».

Цель исследования – повышение эффективности контроля качества несладких мучных снеков на этапах товародвижения.

Научной задачей исследования явилось обоснование выбора визуального, осязательного, обонятельного, вкусового и аудиометодов для балльной оценки несладких мучных снеков типа «хлебные закуски» категории «Натуральный продукт».

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследования проводили в лабораториях кафедры технологии хлебопродуктов учреждения образования «Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий».

В качестве материалов использовали несладкие мучные снеки, в частности «хлебные закуски» категории «Натуральный продукт».

Использовали методологию, представленную в ГОСТ ISO 6658 [22], в частности применяли методы составления балльных шкал.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Существует большое количество способов органолептической оценки пищевых продуктов, и, учитывая специфику несладких мучных снеков категории «Натуральный продукт», наиболее целесообразным будет являться метод балльной оценки (скоринг). Скоринг представляет собой совокупность численных значений, объединяющих оценку свойств оцениваемого пищевого продукта в заданном диапазоне качества, образуя балльную шкалу [22–25].

В соответствии с методикой оценки уровня качества при создании балльных шкал, прежде всего, устанавливался перечень признаков, наиболее полно характеризующих качество исследуемого пищевого продукта. Главной задачей являлся правильный выбор этих признаков для объективного представления качественных характеристик на основе предпочтений потребителей.

Прогнозировалась потребительская оценка продукта на основе органов чувств, что легло в основу установления ряда необходимых для анализа факторов на основе визуального, осязательного, обонятельного, вкусового и аудиометодов. Стоит отметить, что каждому методу соответствует определенный органолептический признак.

Визуальный метод является первым в цепочке оценки пищевых продуктов. В первую очередь потребитель обращает внимание на внешний вид изделия, его форму, цвет, состояние поверхности. В большинстве случаев, если данный признак не подходит по каким-либо критериям, то оценка продукта заканчивается на этом этапе. В некоторых частных случаях учитывается тот факт, что осведомленный потребитель не отводит ключевую роль этому фактору при выборе пищевого продукта. В случае массового производства, частным случаем можно пренебречь для более широкого охвата групп потребителей. Проецируя вышесказанное на несладкие мучные снеки улучшенной пищевой ценности можно выделить следующие органолептические признаки, подлежащие оценке: внешний вид, форма; состояние поверхности; хруст; запах; вкус [26].

Внешний вид, форма как единый признак, характеризующий правильность формы изделия и равномерность его поверхности, является первым признаком в цепочке оценивания. Следовательно, максимальный балл предпочтителен для изделий правильной формы (предусмотренный конкретным методом формования), с равномерными краями. Изменения балла в сторону уменьшения возможны при несоблюдении режимов приготовления пищевого продукта, нарушениях и особенностях рецептурного состава.

Состояние поверхности является фактором, который определяется визуально и осязательно. Максимальный балл получают изделия с равномерной поверхностью без сквозных трещин и пустот, без следов непромеса. Для рассматриваемого нового пищевого продукта учитываются особенности рецептурного состава, то есть наличие вкраплений отдельных рецептурных компонентов.

В табл. 1 представлена разработанная для несладких мучных снеков категории «Натуральный продукт» описательная балльная шкала визуального и осязательного методов.

Табл. 1. Описательная балльная шкала визуального и осязательного методов

Table 1. Descriptive point scale for visual and tactile method

Показатель Балл	Внешний вид, форма	Состояния поверхности
1	Деформированные изделия	Неровная, бугристая поверхность. Цвет неравномерный. Вкрапления сырьевых компонентов неравномерные
2	Изделия имеют признаки деформации	Неровная поверхность, без бугристостей. Имеются отдельные вкрапления сырьевых компонентов
3	Изделия без признаков деформации с неравномерными краями	Поверхность имеет незначительные неровности
4	Незначительно деформированные изделия	Гладкая поверхность, имеются отдельные неровности и неравномерные вкрапления сырьевых компонентов. Цвет равномерный
5	Форма правильная. Края равномерные	Гладкая поверхность, имеются равномерно распределенные вкрапления сырьевых компонентов, без следов пригорелости. Цвет равномерный

Обонятельный метод основан на восприятии запаха пищевого продукта. Несладкие мучные снеки категории «Натуральный продукт» с максимальным баллом должны иметь выраженный свойственный приятный либо нейтральный запах без посторонних оттенков. В то же время следует отметить большое влияние рецептурных компонентов на запах получаемого пищевого продукта.

Одним из самых важных методов является вкусовой. Для основной массы пищевых продуктов данный метод и органолептический признак является определяющим. Максимальным баллом оцениваются несладкие мучные снеки категории «Натуральный продукт» с ярко выраженным вкусом, обусловленным особенностями рецептурного состава и технологически параметрами приготовления.

Хруст является специфической характеристикой, являющейся весомой в сенсорном анализе несладких мучных снеков, в том числе и категории «Натуральный продукт». Именно характерный хруст несладких мучных снеков при их разжевывании позволяет идентифицировать этот продукт у потребителей. При оценке хруста учитывалась его равномерность распределения по массе пищевого продукта и его выраженность при разжевывании, что оценивалось максимальным баллом.

В табл. 2 представлена разработанная для несладких мучных снеков категории «Натуральный продукт» описательная балльная шкала обонятельного, вкусового и аудиометодов.

Табл. 2. Описательная балльная шкала обонятельного, вкусового и аудиометодов**Table 2.** Descriptive point scale for olfactory, gustatory and audiomet methods

Показатель Балл	Хруст	Запах	Вкус
1	Наличие хруста не наблюдается, изделие недостаточно пропеченное. Изделие тянется при разжевывании	Неприятный. Запах гари	Неприятный. Привкус гари.
2	Легкий хруст. Изделие имеет неравномерную структуру.	Слабовыраженный	Слабовыраженный
3	Удовлетворительный хруст, изделие не тянется при разжевывании	Выраженный, свойственный используемым рецептурным компонентам. Имеются посторонние запахи	Невыраженный. Имеются посторонние привкусы
4	Выраженный хруст по всей массе изделия	Выраженный, свойственный используемым рецептурным компонентам. Слабовыраженные посторонние запахи	Выраженный, свойственный используемым рецептурным компонентам. Имеются посторонние привкусы
5	Ярко выраженный хруст при разжевывании. Хруст равномерно распределен по всему изделию	Ярко выраженный, свойственный используемым рецептурным компонентам	Ярко выраженный, свойственный используемым рецептурным компонентам

Известно, что статистическое исследование всегда начинается с подготовки. Имея детальное представление каждого органолептического признака, необходимо, чтобы результаты оценки экспертной группы имели согласованность, единодушие и объективность. Для этой цели необходимо произвести оценку согласованности мнений, для чего использовался коэффициент ранговой корреляции Кендалла (коэффициент Конкордации) [27]. Данный коэффициент изменяется в диапазоне от 0 до 1, причем 0 – полная несогласованность, 1 – полное единодушие. Для проведения анализа необходимо, чтобы этот коэффициент имел значение не менее 0,7. Данные оценки эксперта с коэффициентом ниже 0,7 исключались при дальнейшей обработке. По результатам проведенной оценки экспертной группы величина этого коэффициента составила 0,92, что подразумевает полную согласованность и позволяет проводить основную оценку с данной группой.

Следующим этапом явилась установка весомости каждого признака для улучшения объективности результатов сенсорной оценки. Для его определения применялся метод ранжирования, где признаку присваивался балл от 0 до 5 в зависимости от его значимости

(где 0 – признак незначим; 1 – практически незначим; 2 – важен иногда; 3 – важен периодически; 4 – важен часто, практически всегда; 5 – приоритетный признак).

Определение органолептических показателей качества нового пищевого продукта осуществлялось 20 экспертами-потребителями (преподавателями и студентами университета) с использованием разработанных балльных шкал. Для определения конкретных значений коэффициентов весомости для каждого признака результаты подвергались математической обработке путем отсева грубых погрешностей и расчета абсолютных и относительных показателей вариации. Результаты математической обработки мнений экспертов-потребителей представлены в табл. 3.

Табл. 3. Результаты показателей коэффициентов весомости для несладких мучных снеков улучшенной пищевой ценности

Table 3. Weight coefficient indices for unsweetened flour snacks with high nutritional value

Показатель	Коэффициент весомости
Хруст	5
Состояние поверхности	3
Вкус	5
Запах	4
Внешний вид, форма	4

Анализ результатов, представленных в табл. 3, показывает, что наибольшей весомостью для несладких мучных снеков, в частности «хлебных закусок» категории «Натуральный продукт», обладает хруст и вкус этого пищевого продукта, а наименьшей весомостью – состояние поверхности.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе теоретических исследований представлены особенности снековой продукции, в частности «хлебных закусок», развитие рынка этой группы пищевых продуктов, преимущества и недостатки, в том числе с точки зрения вопросов рационального питания и пищеварения. Отмечено доминирование курса на расширение ассортимента, включающего несладкие мучные снеки. Выявлена проблема отсутствия адаптированных методик органолептической идентификации «хлебных закусок» категории «Натуральный продукт».

Предложена номенклатура характерных признаков органолептической оценки несладких мучных снеков категории «Натуральный продукт» и терминология их описания. Осуществлен выбор методик анализа единичных показателей, характеризующих органолептические свойства исследуемой снековой продукции. Разработаны балльные шкалы, характеризующие интенсивность проявления оцениваемых показателей. Установлена весомость выбранных показателей качества.

Использование разработанных балльных шкал позволит эффективно провести комплексную оценку несладких мучных снеков, в частности «хлебных закусок» категории «Натуральный продукт».

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Littlewood, R. Commentary: Globalization, culture, body image, and eating disorders / R. Littlewood // Culture, Medicine and Psychiatry. – 2004. – № 28 (4). – P. 579–602 (doi:http://dx.doi.org/10.1007/s11013-004-1069-3).
- 2 Snacks Market Size, Share & Trends Analysis Report By Type (Extruded (Potato, Corn, Rice), Non-extruded (Salty, Refrigerated, Bakery)), By Distribution Channel (Supermarkets & Hypermarkets, Online), And Segment Forecasts, 2019 – 2025, Grandviewresearch, 205.
- 3 Ovaskainen, M.-L. Snacks as an element of energy intake and food consumption / M.-L. Ovaskainen, H. Reinivuo, H. Tapanainen, M.-L. Hannila, T. Korhonen, H. Pakkala // Eur J Clin Nutr. – 2006. – № 60. – P. 494–501.
- 4 Marmonier, C. Effects of macronutrient content and energy density of snacks consumed in a satiety state on the onset

- of the next meal / C. Marmonier, D. Chapelot, J. Louis-Sylvestre // *Appetite*. – 2000. – № 34. – P. 161–168.
- 5 Bellisle, F. Meals and snacking, diet quality and energy balance / F. Bellisle // *PhysiolBehav*. – 2014. – № 134. – P. 38–43.
- 6 Chapelot, D. The role of snacking in energy balance: a biobehavioral approach / D. Chapelot // *J Nutr*. – 2011. – № 141. – P. 158–162.
- 7 Novitskaya, L.Yu. Prospects for the development of the snack market in Russia / L. Yu. Novitskaya, M. A. Orlovskaya // *Scientific works of the Russian academy of attorneys and notary. Founders: Russian Academy of Advocacy and Notaries*. – 2019. – № 4(55). – P. 39–43.
- 8 Marshall, D. Meal construction: exploring the relationship between eating occasion and location / D. Marshall, R. Bell // *Food Qual Prefer*. – 2003. – № 14. – P. 53–64.
- 9 Prinsen, S. Eating by example. Effects of environmental cues on dietary decisions / S. Prinsen // *Appetite*. – 2013. – № 70. – P. 1–5.
- 10 Zizza, C.A. Healthy snacking recommendations: one size does not fit all / C.A. Zizza // *Physiol Behav*. – 2014. – № 134. – P. 32–37.
- 11 Cruwys, T. Social modeling of eating: a review of when and why social influence affects food intake and choice / T. Cruwys, K. E. Bevelander, R. C.J. Hermans // *Appetite*. – 2015. – № 86. – P. 3–18.
- 12 Guiné, R. P. F. New Foods. New Consumers: Innovation in Food Product Development / R. P. F. Guiné, E. C. D. Ramalhosa, L. P. Valente // *Curr. Nutr. Food Sci*. – 2016. – № 12. – P. 175–189 (doi: 10.2174/1573401312666160608120727).
- 13 Bresciani, S. Open, networked and dynamic innovation in the food and beverage industry / S. Bresciani // *Br. Food J*. – 2017. – № 119. – P. 2290–2293 (doi: 10.1108/BFJ-08-2017-0458).
- 14 Murley, T. The influence of colorants, flavorants and product identity on perceptions of naturalness / T. Murley, E. Chambers // *Foods*. – 2019. – № 8. – P. 317 (doi: 10.3390/foods8080317).
- 15 Brennan, M. A. Ready-to-eat snack products: the role of extrusion technology in developing consumer acceptable and nutritious snacks / M. A. Brennan, E. Derbyshire, B. K. Tiwari, C. S. Brennan // *Int J Food Sci Technol*. – 2013. – № 48. – P. 893–902.
- 16 Banović, M. Consumers as co-creators of new product ideas: An application of projective and creative research techniques / M. Banović, A. Krystallis, L. Guerrero, M. J. Reinders // *Food Res. Int*. – 2016. – № 87. – P. 211–223 (doi: 10.1016/j.foodres.2016.07.010).
- 17 Kemp, S. Trends in sensory science / S. Kemp, J. Hort // *Food Sci. Technol*. – 2015. – № 29. – P. 36–39.
- 18 Grujić, S. Sensory analysis as a tool in the new food product development / S. Grujić, B. Odžaković, M. Ciganović // *Proceedings of the II International Congress Food Technology Quality and Safety, Novi Sad, 28–30 October 2014*. – Novi Sad, 2014. – P. 325–330.
- 19 Simeone, M. Towards an integration of sensory research and marketing in new food products development: A theoretical and methodological review / M. Simeone, G. Marotta // *Afr. J. Bus. Manag*. – 2010. № 4. – P. 4207–4216.
- 20 Lawless, H. T. *Sensory Evaluation of Food* / H. T. Lawless, H. Heymann. – New York, USA, 2013 (Food Science Text Series).
- 21 Van Kleef, E. Consumer research in the early stages of new product development: A critical review of methods and techniques / E. Van Kleef, H.C.M. Van Trijp, P. Luning // *Food Qual. Prefer*. – 2005. – № 16. P. 181–201 (doi: 10.1016/j.foodqual.2004.05.012).
- 22 Органолептический анализ. Методология. Общее руководство: ГОСТ ISO 6658–2016. – Введ. 01.07.2017. – М.: Стандартинформ, 2016. – 27 с.
- 23 Вытовтов, А. А. Теоретические и практические основы органолептического анализа продуктов питания: учеб. пособие / А. А. Вытовтов. — СПб.: ГИОРД, 2010. – 232 с.
- 24 Медведев, П. В. Сенсорный анализ продовольственных товаров / П. В. Медведев, В. А. Федотов. – Оренбург: ОГУ, 2017. – 97 с.
- 25 Родина, Т. Г. Сенсорный анализ продовольственных товаров: учебник / Т. Г. Родина. – М: Издательский дом «Академия», 2004. – 208 с.
- 26 Гуринова, Т. А. Разработка критериев сенсорной оценки качества снеков с добавлением овощных порошков / Т. А. Гуринова, В. А. Томашов // *Современные аспекты производства и переработки сельскохозяйственной продукции: сборник статей по материалам VI Международной научно-практической конференции, Краснодар, 31 марта 2020 г.* / Отв. за вып. А.В. Степовой. – Краснодар: КубГАУ, 2020. – С. 557–563.
- 27 Денисова, А. Л. Теория и практика экспертной оценки товаров и услуг: учеб. пособие / А. Л. Денисова, Е. В. Зайцев. – Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2002. – 72 с.

Поступила в редакцию 05.11.2021 г.

ОБ АВТОРАХ:

Татьяна Дмитриевна Самуйленко, кандидат технических наук, доцент, заведующий аспирантурой, Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий, TataSam@tut.by.

Татьяна Александровна Гуринова, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры технологии хлебопродуктов, Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий (БГУТ), gurinova09@tut.by.

Александр Васильевич Акулич, доктор технических наук, профессор, проректор по научной работе, Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий, bgut@mogilev.by.

Владислав Андреевич Томашов, аспирант, Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий (БГУТ).

ABOUT AUTHORS:

Tatyana D. Samuylenko, PhD (Engineering), Associate Professor, head of Postgraduate Studies, Belarusian State University of Food and Chemical Technologies, , e-mail: TataSam@tut.by.

Tatyana A. Gurinova, PhD (Engineering), Associate Professor of the Department of Grain Products Technology, Belarusian State University of Food and Chemical Technologies, e-mail: gurinova09@tut.by.

Aleksandr V. Akulich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Vice-rector for scientific work, Belarusian State University of Food and Chemical Technologies, e-mail: bgut@mogilev.by.

Vladislav A. Tomashov, post-graduate student, Belarusian State University of Food and Chemical Technologies.

УДК 642.58:658.5.011

НОРМИРОВАНИЕ ШКОЛЬНОГО ПИТАНИЯ НА ОСНОВЕ ПЕДАГОГИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПИТАНИЯ

С. Л. Масанский

*Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий,
Республика Беларусь*

Введение. Актуальным является реорганизация системы школьного питания в Республике Беларусь с учетом отечественного и мирового опыта. В ряде стран с начала 2000-х годов питание организуется на основе прогрессивной педагогической модели питания. Научная задача исследования – анализ и обоснование методологии нормирования школьного питания в республике, ориентированной на реализацию данной модели.

Материалы и методы. Отбор, анализ, систематизация и логическое обобщение тематической информации, представленной в онлайн-ресурсах Elsevier, PubMed, ResearchGate; расчетные методы оценки пищевой ценности; экспертные опросы.

Результаты. Обоснована в рамках педагогической модели питания необходимость изменения критериев для планирования школьного питания и контроля над его организацией в системе госрегулирования. Учитываются диетические принципы, основанные на пищевых продуктах. Предложены конкретные методологические подходы к нормированию питания.

Выводы. Эффективность организации школьного питания на основе педагогической модели питания подтверждается практическим опытом и научными доказательствами. Предложенные подходы к нормированию школьного питания могут стать основой для междисциплинарного сотрудничества по реализации данной модели в республике.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: *школьное питание; педагогическая модель питания; диетические рекомендации; нормирование питания; педагогическое питание; устойчивое питание; пищевое поведение; формат организации питания; междисциплинарность.*

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ: Масанский, С. Л. Нормирование школьного питания на основе педагогической модели питания / С. Л. Масанский // Вестник Белорусского государственного университета пищевых и химических технологий. – 2021. – № 2(31). – С. 49–61.

SCHOOL FEEDING RATIIONS BASED ON FOOD PEDAGOGY MODEL

S. L. Masansky

*Belarusian State University of Food and Chemical Technologies,
Republic of Belarus*

ABSTRACT

Introduction. Reorganize the school feeding system in the Republic of Belarus in terms of domestic and world experience is of utmost importance. Since the early 2000s the feeding in several countries have been organized on the basis of the innovative food pedagogy model. The objective of the study is to analyze and substantiate the methodology of rationing school feeding in the Republic focusing on the implementation of the above mentioned model.

Materials and methods. Selection, analysis, systematization and logical generalization of thematic information presented in the online resources Elsevier, PubMed, ResearchGate; calculation methods for assessing nutritional value; expert surveys.

Results. We substantiated the necessity of changing the criteria for planning school feeding and control over its organization in the state regulation system as part of the food pedagogy model in terms of the food-based dietary guidelines. Specific methodological approaches for food rationing were proposed.

Conclusions. We proved the effectiveness of the organization of school feeding based on the food pedagogy model by practical experience and scientific evidence. The proposed approaches to school meals rations can become the basis for interdisciplinary cooperation in the implementation of the model under consideration in

the Republic.

KEY WORDS: *school meals; food pedagogy model; dietary recommendations; food rations; nutrition education; sustainable nutrition; eating behavior; service organization model; interdisciplinarity.*

FOR CITATION: Masansky, S. L. School feeding rationing based on nutrition education model / S. L. Masansky // *Vestnik of the Belarusian State University of Food and Chemical Technologies.* – 2021. – № 2(31). – P. 49–61 (in Russian).

ВВЕДЕНИЕ

В Республике Беларусь разработана и утверждена Концепция государственной политики в области здорового питания населения, основной целью которой является сохранение здоровья и улучшение качества жизни населения. Одна из задач Концепции – обеспечение достаточного финансирования и создание условий для организации рационального питания в учреждениях образования.

В республике созданы условия производить горячее питание практически во всех учебных заведениях. Функционирует сеть школьных столовых с собственным производством, позволяющим готовить качественную еду из необработанных местных продуктов, что согласуется с современными принципами устойчивого здорового питания¹. Решаются и текущие вопросы ремонта, модернизации оборудования. С 2012 года бесплатное питание предоставляется для большей части школьников республики – не только для младших, но и всех школьников, проживающих в сельской местности, а также для категорий детей, находящихся в определенном социальном положении. Государство выделяет для этого большие средства, денежные нормы для обеспечения питания рассчитываются на основе натуральных норм продуктов и соответствуют принятым в республике физиологическим нормам питания. Вместе с тем, по ряду причин, на практике денежные нормы и цены на продукты не совпадают, последние опережают. Этот диссонанс нужно учитывать при нормировании питания и составлении рационов, т.к. последствия выражаются сокращением энергетической и пищевой ценности фактического питания детей. Сама проблема требует скорейшего решения².

Проблема недостаточного фактического питания усугубляется и сложившимся высоким уровнем несъедобности (отходов) в школьном питании [1]. Проблема отходов актуальна в других странах, она не решается нормативным методом [2, 3].

Традиционно сложилось, что в системе организации питания в учреждениях образования, системе государственного контроля над ней доминируют количественные медико-гигиенические нормативы обеспечения сбалансированности питания. Вместе с тем такое нормирование может удовлетворять, если нормативы достижимы, что на практике не происходит и доказывается хроническим невыполнением норм питания и сложившимся уровнем несъедобности (отходов).

С начала 2000-х годов в ряде стран начала формироваться новая междисциплинарная модель организации питания в школе – педагогическая модель питания (или педагогический, образовательный, обучающий обед) [4, 5]. Междисциплинарный подход к программе школьного питания базируется на фундаментальном положении о том, что требуется учитывать множество из биологических, культурных, социальных, образовательных, психологических, физических, производственных контекстов [6]. Акцент делается на пропаганду здорового и устойчивого пищевого поведения на основе интеграции проблем здоровья и устойчивости в процессе их решения [7]. Эта деятельность рассматривается как педагогическая – школьное

¹ ФАО и ВОЗ. 2020. Устойчивое здоровое питание. Руководящие принципы. Рим. [Электронный ресурс] // ФАО and WHO. – Режим доступа: <https://doi.org/10.4060/ca6640ru>. – Дата доступа: 09.10.2021.

² Организацию школьного питания нужно кардинально менять – КГК // Национальный правовой интернет-портал Республики Беларусь «Pravo.by» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://pravo.by/novosti/obshchestvenno-politicheskie-i-v-oblasti-prava/2017/august/25380/>. – Дата доступа: 01.07.2019.

питание стало частью национальных учебных программ во многих странах, в частности странах Северной Европы. Как часть концепции устойчивого развития, эти программы призваны решать в том числе проблемы недостаточного или избыточного питания, проблему отходов.

Таким образом, произошедшие изменения в потребностях детей и подростков, структурные изменения в экономике в целом и ряд проблем самой отрасли актуализирует поиск новых подходов. В 2020 году по заданию Министерства образования республики в Белорусском государственном университете пищевых и химических технологий выполнялась научно-исследовательская работа по разработке норм и практико-ориентированной методологии нормирования питания для учреждений образования. Ориентируясь на стратегическую цель поэтапного перехода на педагогическую модель питания, в результате ее выполнения было предложено реализовать ряд новых для республики подходов [8].

При постановке проблемы данного исследования исходили из актуальности следующих ключевых проблем междисциплинарного характера: а) сокращение дефицита в потреблении обучающимися пищевых веществ и энергии; б) исключение избыточных, противоречивых и формальных требований и показателей при нормировании; в) делегирование полномочий посредством определения показателей, которые нецелесообразно «жестко» нормировать на республиканском уровне.

Цель исследования – реорганизация системы школьного питания в Республике Беларусь с учетом прогрессивного опыта. Научная задача – обоснование методологии нормирования школьного питания на основе анализа и логического обобщения информации об опыте практической реализации педагогической модели питания как опыте междисциплинарном, соответствующем современным социально-экономическим условиям.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Научный коллектив, участвовавший в обосновании методологии нормирования и корректировке норм питания для учреждений общего среднего образования, сформирован на междисциплинарной основе в составе инженера-технолога, товароведа, инженера по автоматизации, работающих в данной предметной области и имеющих ученые степени кандидатов технических наук; врача-педиатра высшей категории, нутрициолога с ученой степенью доктора медицинских наук, специалиста по автоматизации процессов планирования, учета и контроля в объектах питания при учреждениях образования, имеющего врачебное образование; практиков с высшим профессиональным образованием, имеющих более чем 30-летний трудовой стаж работы по организации питания в учреждениях образования.

Отбор, анализ, систематизация и логическое обобщение тематической информации осуществлялись на основе представленной в онлайн-ресурсах Elsevier, PubMed, ResearchGate, eLIBRARY.RU информации.

Расчет химического состава и энергетической ценности для обоснования наборов продуктов осуществляли в соответствии с Инструкцией по применению «Гигиеническая оценка питания в учреждениях для детей и подростков» (утверждена заместителем Министра здравоохранения – Главным государственным санитарным врачом Республики Беларусь 18 марта 2004 г., регистрационный номер № 2.4.11-14-6.2004). Учитывали при этом ассортимент пищевого сырья и продуктов, который сложился в практике снабжения объектов питания при учреждениях образования – соответствующие данные получены методом опроса и обобщены.

Для обратной связи по ходу выполнения работы привлекались с использованием метода экспертного опроса 25 специалистов отрасли – специалисты управлений (отделов) образования со всех регионов республики; руководители, специалисты комбинатов питания.

В итоговой экспертизе результатов работы участвовали профильные специалисты организаций Министерства образования, Национальной академии наук, в том числе имеющие ученые степени кандидатов медицинских и технических наук.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В основе решения проблемы любой реорганизации всегда стоит парадигма, на основе которой она будет осуществляться. Исторически как в Беларуси, так и в России такой парадигмой являлась теория сбалансированного питания, получившая наибольший расцвет в середине XX в. В основу организации и государственного регулирования школьного питания положены диетические принципы нормирования питания по энергетической ценности рационов, содержанию в них пищевых веществ и соотношению между ними, содержанию макро- и микронутриентов. Формула сбалансированного питания, объединяющая все эти показатели, положена в основе своей в утвержденные на государственном уровне физиологические нормы потребностей в пищевых веществах и энергии для различных групп населения. Соответствующие нормы установлены для детей и подростков, в частности для детей школьного возраста, по возрастному и половому признаку: для 7–10 лет, 11–13 лет (мальчиков и девочек), 14–17 лет (юношей и девушек). Для каждой возрастной категории детей разработаны наборы продуктов (натуральные нормы) с учетом химического состава этих продуктов. В наборах перечень из 33–36 продуктов, которыми через процедуру госзакупки обеспечиваются школьные столовые. Государственный контроль питания в школе осуществляется органами санитарного надзора по критериям, закрепленным в соответствующих санитарных нормах и правилах.

Количественные критерии содержания пищевых веществ привлекательны и понятны как основа для нормирования школьного питания в системе госрегулирования. Эти критерии логично укладываются в диетические принципы и затем также легко формализуются в нормы питания и критерии контроля за его организацией. В существующей практике при планировании рационов школьного питания эти многочисленные количественные критерии должны учитываться.

За последние десятилетия классическая теория сбалансированного питания получила дальнейшее развитие, в том числе относительно количественных принципов питания. В своей фундаментальной работе «Теория адекватного питания и трофология» [9] выдающийся советский физиолог Александр Михайлович Уголев писал: *«По-видимому, едва ли не самое большое заблуждение – убеждение в том, что проблема правильного питания человека может быть решена путем создания достаточного количества необходимых пищевых продуктов»*. (С. 12). *«Попытка охарактеризовать питание как сбалансированный процесс поступления и расхода пищевых веществ – важный дефект классической теории питания»* (С. 16). *«...к числу коренных недостатков классической теории следует отнести ее антропоцентрический характер, т.е. направленность на решение прикладных задач питания человека, точнее к задачам рационального питания человека, в условиях, когда он сам не способен достаточно четко устанавливать свои пищевые потребности»* (С. 17). Поставлен под сомнение количественный принцип теории сбалансированного питания в его строгом выражении, который соответствует представлению о пищеварительной системе, по словам Уголева А. М., как *«почти идеальном химическом заводе»*.

С развитием междисциплинарной науки трофологии, на практике диетические рекомендации освобождаются от избыточных показателей, характеризующих потребности в энергии и пищевых веществах, которые сковывают саму практику организации питания. В докладе Всемирной организации здравоохранения «Энергетические потребности человека» отмечается в отношении рекомендуемой суточной потребности в энергии: *«Нет никаких указаний на то, что именно такое количество энергии должно потребляться каждый день, а также чтобы рекомендованное потребление было постоянным изо дня в день»*¹. Вместе с тем это не означает, что подход к организации питания исключает его нормирование. Как отмечал Уголев А. М.: *«Объективный анализ свидетельствует, что свободный, точнее стихийный, выбор таких продуктов в современном человеческом обществе в большинстве случаев приводит к нарушениям питания...»* (С.12).

¹ Human energy requirements. Report of a Joint FAO/WHO/UNU Expert Consultation Rome [Электронный ресурс] // FAO. – Режим доступа: <http://www.fao.org/3/y5686e/y5686e.pdf>. – Дата доступа: 11.10.2021.

С начала 2000-х годов появились научные публикации, суть которых сводилась к констатации того факта, что диетические принципы, основанные на строгом количественном нормировании в питании пищевых веществ, на практике труднореализуемы. В статье «Диетические рекомендации в 21 веке – время продуктов» [10] докторов медицинских наук Д. Мозаффариана и Д. С. Людвиг из Школы общественного здравоохранения Гарвардского университета прямо говорится: «Подход, основанный на питательных веществах, может способствовать развитию диет, противоречащих здравому смыслу». Констатируется тот факт, что, несмотря на свою привлекательность, рекомендуемые диетические нормы (RDA) не сработали из-за сложностей, связанных с переводом этих рекомендаций в реальные диетические предпочтения. Высказывается предположение, что рост хронических заболеваний, связанных с питанием, произошел благодаря господству в течение нескольких десятилетий руководящих принципов, ориентированных на питательные вещества.

Авторами поддерживается подход к диетическим рекомендациям, основанный на пищевых продуктах (Food-based dietary guidelines (FBDGs)). Упор делается на рекомендации по потреблению цельных или минимально обработанных пищевых продуктов и растительных масел с ограниченным содержанием соли, трансжиров, насыщенных жиров, рафинированных углеводов и добавленных сахаров, обоснованным содержанием ненасыщенных жиров, клетчатки, антиоксидантов, минералов и других биологически активных веществ. При этом подчеркивается, что не следует игнорировать потребность в питательных веществах, а использовать их для обоснования применения руководящих принципов в отношении пищевых продуктов.

Для практического руководства Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединённых Наций (ФАО) опубликовала рекомендации по питанию на основе пищевых продуктов для ряда стран¹. Рекомендации, основанные на пищевых продуктах, позволяют более эффективно реализовывать диетические рекомендации на практике. Рекомендации в таком виде понятны для населения, наглядны (в виде пищевой пирамиды, например), могут быть ориентированы и учитывать возрастные, культурные и иные особенности.

Своеобразным практическим пособием стал труд «Питание в науке и практике: междисциплинарные исследования и бизнес-приложения» под редакцией всемирно известного эксперта Герберта Л. Майзельмана [11]. В книге проводится та же мысль – люди не едят питательные вещества, они едят продукты.

Рекомендации, основанные на потреблении пищевых продуктов, эффективны для организации питания в коллективах. Этот подход реализован в педагогической модели питания для организации школьного питания [12, 13]. Программы школьного питания на ее основе решают текущие социальные и индивидуальные проблемы, связанные с ожирением и недоеданием в контексте устойчивого питания. Школьное образование в области пищевых продуктов и питания (SFNE) было признано во всем мире за его потенциал для развития способностей детей к занятиям и поддержания здоровья через пищевые практики. SFNE – ключевой компонент целостных программ школьного питания².

Стратегическая цель педагогической модели питания – овладеть за время обучения в школе навыками повседневного выбора продуктов (блюд) здорового питания, разнообразием альтернативных пищевых продуктов, стремясь к формированию чувства еды. Чувство еды – это личное и основанное на опыте понимание выбора еды – пищевая компетентность. Принципиально важно, что не существует единственного способа питания, способствующего устойчивому благополучию [14].

Взрослые являются образцами для подражания и должны принимать пищу вместе с детьми

¹ Developing Food-based Dietary Guidelines. A manual from the English-speaking Caribbean [Электронный ресурс] // FAO <https://www.fao.org/3/ai800e/ai800e.pdf>

² Legal Guide on school food and nutrition. Legislating for a healthy school food environment [Электронный ресурс] // FAO. – Режим доступа: <https://www.fao.org/3/ca9730en/ca9730en.pdf> . – Дата доступа: 25.09.2021.

за одним столом. Цель учителя во время обучающего обеда – создание спокойной, комфортной и естественной обстановки для приема пищи и получения положительных впечатлений от еды, а также условий для общения и повышения осведомленности детей о еде, ее важности для здоровья и экологии.

Разнообразие ассортимента блюд в рационе достигается длительным – 4–6 и более недель – циклом планового меню, а также возможностью в каждой школе изменять меню в соответствии с особенностями местной кухни, изменением пищевых привычек, национальными традициями или другими факторами. При обучении детей важно также понимание, что их питание может значительно отличаться от одного дня к другому и адекватность потребления энергии может быть оценена только в долгосрочной перспективе¹.

Самообслуживание в школьной столовой направлено на воспитание пищевого поведения через собственную практику под руководством взрослых. Подчеркивается, что привычки в питании формируются в раннем возрасте [15]. При этом исходят из принципа, что заставлять есть нельзя. Как нельзя и создавать условия для отходов. Цель – научить этому балансу. Для правильного выбора в качестве образцов в начале линии самообслуживания выставлены модели тарелки с едой, объем пищи в которых соответствует потребностям детей разных возрастных групп. Такая визуализация соответствует диетическим рекомендациям, основанным на пищевых продуктах.

При разработке темы НИР по заданию Министерства образования Республики Беларусь «Корректировка действующих норм питания и обоснование практико-ориентированной методологии нормирования питания обучающихся в учреждениях дошкольного, общего среднего, профессионально-технического образования» исходили из актуальности ключевых проблем междисциплинарного характера. На основании принципов современной диетологии детского возраста, обоснованной в рамках исследования методологии нормирования питания, разработаны наборы продуктов для обучающихся в учреждениях общего среднего образования – 5 наборов продуктов (в рамках исследования разработано всего 65 наборов продуктов для всех категорий обучающихся в учреждениях образования республики). В табл. 1 представлены для примера сравнительные расчеты по оценке пищевой ценности набора продуктов для школьников в соответствии с проектом норм и действующими физиологическими нормами.

Следует заметить, что физиологические критерии, детерминирующие школьное питание в республике, количественно одни из самых высоких в мире. Например, по содержанию белка выше, чем в Финляндии, Швеции² и других странах с высоким уровнем достатка населения.

Без всякого сомнения, физиологические нормы питания должны быть основой для разработки продуктовых наборов. В этой части нет противоречия между подходом, основанном на потреблении пищевых веществ, и подходом, основанном на потреблении пищевых продуктов. В рамках первого разрабатываются продуктовые наборы с целью обоснования денежных норм. Денежные нормы – гарантированный в соответствии с действующей социальной политикой государства уровень дотации на питание с учетом физиологических потребностей.

Однако в части практикоприменения эти продуктовые наборы не должны быть нормами питания, т.е. не должны нормироваться как критерии для последующего контроля и регулирования организации питания все многочисленные количественные показатели их пищевой ценности и ассортиментной идентификации, используемые для расчета продуктовых наборов. В противном случае, как показывает многолетний опыт, такая практика приводит к тем проблемам, которые обусловили актуальность данного исследования. Такая практика не согласуется с подходом к организации питания, основанном на пищевых продуктах и не соответствует целям и

¹ Eating and learning together – recommendations for school meals [Электронный ресурс] // Julkari. – Режим доступа: https://www.julkari.fi/bitstream/handle/10024/134867/URN_ISBN_978-952-302-844-9.pdf?sequence=1. – Дата доступа: 09.10.2021.

² Nordic Nutrition Recommendations 2022 [Электронный ресурс] // Helsedirektoratet. – Режим доступа: <https://www.helsedirektoratet.no/english/nordic-nutrition-recommendations-2022>. – Дата доступа: 09.10.2021.

задачам педагогической модели питания.

В разработанной методологии нормирования предложено исключить для субъектов хозяйствования, организующих питание в школе, критерии состава и количества пищевых веществ из числа нормируемых для формирования дневных рационов питания. В качестве основных критериев установить состав продуктовых наборов и количество в них только значимых в питании групп продуктов. К таким отнести: мясо (птица, рыба), молоко и кисломолочные напитки, творог (сыр), масло растительное и коровье, сахар, хлеб, крупа (картофель), овощи, свежие фрукты.

Табл. 1. Пищевая ценность набора продуктов для обучающихся в школах, гимназиях, лицеях с длительностью пребывания 6–8 часов (двухразовое питание) с учетом обобщенных потерь и режима питания

Table 1. Nutritional value of a set of products for students at schools, gymnasiums, lyceums with a 6–8 hour school day (two meals a day) in terms of generalized losses and diet

Показатели	6–10 лет	11–18 лет
Пищевая ценность набора продуктов		
Белки – Б (всего, г)	44	53
<i>в т.ч. животного происхождения, г</i>	26	30
<i>в т.ч. животного происхождения, в % к Б</i>	58 %	57 %
Жиры – Ж (всего, г)	41	48
<i>в т.ч. растительного происхождения, г</i>	13	16
<i>в т.ч. растительного происхождения, в % Ж</i>	31%	32%
Углеводы – У (всего, г)	164	193
Энергетическая ценность (ЭЦ) (ккал)	1 204	1 418
Б:Ж:У (по массе)	1:1:4	1:1:4
Б:Ж:У (в % от ЭЦ)	15:31:55	15:31:55
Кальций, (всего, г)	377	444
Физиологическая норма		
Белки – Б (всего, г)	41–48	48–56
<i>в т.ч. животного происхождения, г</i>	24–29	29–34
Жиры – Ж (всего, г)	39–45	45–53
<i>в т.ч. растительного происхождения, г</i>	11–12	12–15
Углеводы – У (всего, г)	156–177	185–208
Энергетическая ценность (ЭЦ) (ккал)	1155–1265	1361–1485
Энергетическая ценность (ЭЦ) (ккал) <i>(расчетная, с учетом коэффициентов пересчета)</i>	1134–1306	1341–1531
Кальций, (всего, г)	605	660

Актуальные, т.е. соответствующие текущему пищевому статусу детей и подростков, критерии пищевых веществ являются значимыми только на этапе формирования примерных рационов питания, а также на этапе разработки уполномоченными органами здравоохранения требований к продуктовому набору, ассортименту блюд, при разработке специализированных продуктов промышленного производства, фирменных блюд. Информация о пищевой ценности отдельных блюд предоставляется потребителям субъектами через доступные каналы информирования.

В проекте норм сокращено количество нормируемых групп продуктов с 33–36 до 20 за счет объединения некоторых однородных по пищевой значимости и назначению продуктов, например, в одну группу мясо, птицу, субпродукты. В качестве критериев использования продуктов в рационах питания применена их кратность в цикличном меню. Например, рекомендуется использовать в качестве основного компонента в составе вторых блюд: мясо – не реже 2-х раз в 10 дней из натурального мяса (без наполнителей); птица – не чаще 2-х раз в неделю и т.д. Такой подход обеспечит возможность большей вариативности блюд при формировании рационов питания в сравнении с существующими нормами, что повысит разнообразие питания и позво-

лит более рационально использовать продукты в пределах норм питания.

Кратность, как критерий нормирования, введена в современную практику организации школьного питания в других странах (табл.2)¹.

Табл. 2. Рекомендуемая кратность использования продуктов в рационах школьного обеда в некоторых странах (для учащихся начальной школы)

Table 2. Recommended food ratio for school lunch diets in various countries (primary school children)

Страна	Группа продуктов	Рекомендуемая кратность
Германия (рекомендации для одно-разового питания в виде обеда). Энергетическая ценность – 400 ккал	Мясо, птица, колбасные изделия	Из расчета на один день 28 г. Максимум двукратно в неделю мясо или колбаса, из которых один раз нежирное мясо
	Рыба	Из расчета на один день 14 г. По меньшей мере один раз в неделю, из них 1 раз в две недели рыба жирных сортов
	Молоко и кисломолочные продукты	Из расчета на один день 44 г в составе блюд (в качестве напитка используется питьевая или минеральная вода)
	Овощи	Из расчета на один день 150 г. Ежедневно, из которых по крайней мере 2 раза в неделю сырые овощи или салат
Франция (рекомендации для одно-разового питания в виде обеда). Энергетическая ценность – не нормируется	Фрукты свежие	Из расчета на один день 32 г. По меньшей мере два раза в неделю
	Мясо, птица	Не менее 2-х блюд в неделю, одно из которых из натурального мяса – 90 г в сыром виде, другое из фарша – 70 г в сыром виде
	Рыба	Не менее одного блюда в неделю, всего 70 г в сыром виде
	Молоко и кисломолочные продукты	Минимум четыре порции за 20 дней по 150 мл, максимум 6 порций за 20 дней молочных продуктов
Финляндия (рекомендации для одно-разового питания в виде обеда). Энергетическая ценность – 550 ккал	Овощи	Максимум 10 порций за 20 дней сырых овощей
	Фрукты свежие	Минимум 8 блюд из свежих фруктов за 20 дней
	Мясо, птица	200 г в неделю (птица 1–2 блюда в неделю). Красное мясо – максимум 1–2 раза в неделю. Мясные продукты, колбасы не чаще одного раза в неделю
	Рыба	1–2 блюда в неделю
Швеция (рекомендации для одно-разового питания в виде обеда). Энергетическая ценность – 500 ккал	Молоко и кисломолочные продукты	Ежедневно. Молоко обезжиренное, пахта, обогащенные витамином D, в каждый прием пищи
	Овощи	Ежедневно, не менее 150 г на порцию к основному блюду. При каждом приеме пищи в разных формах
	Фрукты свежие	Ежедневно
	Пахта, напитки на растительной основе и вода	
Англия (рекомендации для одно-разового питания в виде обеда). Энергетическая ценность – 550 ккал	Мясо, птица	Из расчета максимально 250 г в неделю
	Рыба	Не реже одного раза в неделю и жирная рыба через раз
	Молоко и молочные продукты	Ежедневно
	Овощи	Не менее 100 г овощей и фруктов на обед
	Мясо, птица	Из расчета 16 г в день. Порция мяса, птицы три или больше раз в неделю
	Рыба	Из расчета минимально 6 г в день. Жирная рыба один или несколько раз каждые три недели
	Молоко и молочные продукты	Ежедневно, 150–200 мл молока с низким содержанием жира
	Овощи	Одна или несколько порций овощей или салат каждый день. Порция овощей или микс-салат, салат-бары – 40–60 г
	Фрукты свежие	Минимум три порции в неделю. Порция свежих фруктов 50–100 г

¹ Источники информации – стандарты питания (рекомендации по питанию), приведенные на официальных сайтах профильных министерств данных стран.

Все продукты в разработанных нами наборах обобщены в две группы по принципу 80/20. Первая – группы продуктов, которые составляют порядка 80 % пищевой ценности и стоимости всего набора. Это пищевые продукты – основные источники полноценного белка, жиров и жирных кислот, углеводов, витаминов С, Р, бета-каротина, витаминов В₁, В₂, РР, пищевых волокон, кальция и других минеральных веществ, минорных компонентов. Для них в нормах приведена обязательная для включения в рацион масса этих продуктов. Вторая – 20 % пищевой ценности и стоимости всего набора. Это пищевые продукты с относительно низкой пищевой ценностью в составе рациона, но значимым содержанием биологически активных веществ; продукты, имеющие преимущественно технологическое назначение; продукты, включающиеся в рацион питания традиционно в целях обеспечения его разнообразия и вкусовых предпочтений детей и подростков.

Нормы на продукты первой группы устанавливаются на республиканском уровне. Для продуктов второй группы в наборах приводится примерная их масса, т.е. фактически эти продукты нормируются на местах на основании утвержденного примерного двухнедельного рациона питания. Такое делегирование полномочий «на места» позволит учитывать специфические условия организации питания, будет способствовать повышению привлекательности питания, а также более эффективному использованию денежных средств на питание.

Научно доказанным фактом является то, что вкусовые качества и эстетика еды являются ключевыми факторами выбора ее учащимися [16–18]. Для повышения вкусовой привлекательности предложено включить в продуктовые наборы группу продуктов «Вкусовые и корригирующие ингредиенты». В соответствии со спросом в объектах общественного питания самостоятельно формируют ассортимент таких продуктов для обеспечения заданных вкусовых свойств рациона.

Предложен «гибридный» подход для формирования ассортимента продукции в рационах питания, основанный на методах общественного питания и пищевой промышленности. Роль промышленности, которая модернизирована в республике на высоком технологическом уровне, должна возрастать в программе школьного питания. Реализация гибридного подхода позволит сократить часть производственного процесса непосредственно в школьной столовой и сократить финансирование из бюджета на его осуществление. За счет этого государственная поддержка может быть оказана производителям специализированных продуктов, производство которых более затратно, чем продуктов массового потребления.

Впервые в нормативной практике в республике разработан ассортимент рекомендуемых для организации питания продуктов. В ассортименте 22 группы продуктов, приведены их видовой ассортимент и товароведная характеристика. В ассортиментный перечень включено 12 групп специализированных продуктов.

Опрос экспертов не выявил отрицательных последствий на практике от уменьшения количества нормируемых групп продуктов, использования критерия кратности с точки зрения обеспечения пищевой полноценности питания и его разнообразия; организации снабжения; организации технологического процесса; организации контроля (санитарного, технологического, финансового).

С учетом перспективы применения в республике модели педагогического обеда, принципов разработанной методологии нормирования питания предложен концептуальный формат организации школьного питания. В нем отражены основные элементы организации: виды, количество приемов пищи, ассортиментный состав рациона; режим питания для обучающихся в первую и вторую смены; методы обслуживания; оплата за питание; организация контроля.

Предлагается локализовать многочисленные виды предоставляемого питания в школе до одного – школьного обеда как основного приема пищи для всех обучающихся. В данном случае предлагается намеренно отойти при организации питания в школе от использования традиционной терминологии – завтрак, обед, полдник и сложившихся требований к ним.

В случае, когда дети находятся в школе длительное время до или после обеда, предусмотреть дополнительный прием пищи. Условное название этому приему пищи может быть, например, экспресс-прием пищи. Это название выражает характер ассортимента продукции в его составе и метод обслуживания для его организации – быстрое обслуживание (но не «быстрое питание»).

Состав обеда предлагается формировать по принципу «обед из двух блюд» – основное обеденное блюдо и дополнительное условно десертное блюдо. Основное блюдо приготавливается методами общественного питания и рассматривается, прежде всего, как источник белка – разнообразные блюда из мяса, рыбы, птицы, субпродуктов с гарниром или заправочные супы. Дополнительное блюдо, как правило, на основе фруктов, овощей, злаковых как источник «правильных» углеводов и биологически активных веществ. При этом актуальная в настоящее время проблема избыточного потребления рафинированного сахара не усугубляется – современные рекомендации нутрициологии учитываются. Такой подход позволит повысить привлекательность школьного обеда у детей, сократить производственные издержки, повысить технологичность производства.

Ассортимент продукции в дополнительный прием пищи включает специализированные продукты промышленного производства для питания детей и подростков или продукцию общественного питания на основе специальных ингредиентов и полуфабрикатов промышленного производства. Специализированные продукты обладают заданными функциональными свойствами в соответствии с реальными потребностями детей и подростков. Таким образом, усилится корректирующая и профилактическая функция школьного питания, что активно необходимо.

Основной метод обслуживания в школьной столовой – самообслуживание. Условием является организация более длительных перерывов на обед – не менее 30 минут. Время приема пищи играет важную рекреационную роль и способствует достижению целей обучения.

Прямая государственная дотация локализуется для компенсации только школьного обеда, дополнительный прием пищи организуется за средства родителей и является их ответственностью. Эту ответственность родители могут реализовать и альтернативными способами, но обязаны это делать и делать регулярно и своевременно. Конкурентная стоимость дополнительного приема как услуги школьной столовой и ее привлекательность для родителей среди альтернативных способов обеспечивается компенсацией бюджетом эксплуатационных расходов на организацию питания, удешевлением питания через оптовые закупки, а также гарантией качества и безопасности услуги и ее своевременностью.

В рамках новой модели является важным создание для персонала школьных столовых таких условий для работы, при которых они могли бы подвергать сомнению традиционные практики в организации питания и предлагать новые, более эффективные для данной школы. Профессиональное участие в обеспечении вкуса, создание атмосферы гостеприимства во время приема пищи является основным способом для достижения цели [19–21]. Из-за высокой заорганизованности и избыточности нормативных требований такая практика в настоящее время трудно реализуема.

В целях устойчивого здорового питания, образовательных целей педагогической модели питания эффективным является организация школьных садов [22]. В настоящее время в Республике Беларусь по поручению Президента этой работе уделяется особое внимание.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Организация школьного питания на основе педагогической модели питания перспективна для Республики Беларусь. В мировой практике накоплен определённый практический опыт и научные доказательства, подтверждающие ее эффективность.

Предложены практические шаги по нормированию школьного питания в рамках его государственного регулирования, ориентированные на перспективу использования данной модели.

В рамках новой методологии нормирования предложено:

– продуктовые наборы из 33–36 групп продуктов, ассортимент которых представлен в действующих нормах, целесообразно использовать только для обоснования денежных норм. На практике эти продуктовые наборы не должны быть нормами питания – не должны переноситься в нормативные требования все количественные показатели пищевого состава и ассортиментной идентификации, характеризующие такие наборы продуктов. Исходя из этого, предложено постановлением Совета Министров Республики Беларусь утвердить только денежные нормы, рассчитанные на основе данных наборов продуктов, а также методику их расчета, порядок и периодичность корректировки. Другие вопросы нормирования могут регулироваться ведомственными документами, сведенными в один руководящий для отрасли документ, согласованный при координационном руководстве Министерства образования Республики Беларусь. В таком виде денежные нормы представляют собой гарантированный в соответствии с текущей социальной политикой государства уровень бюджетной дотации на питание, установленный с учетом физиологических норм питания, что не исключает необходимости привлечения местными исполнительными органами и учреждениями образования дополнительных источников финансирования. Такой подход позволит снять возникшие противоречия и будет способствовать развитию отрасли;

– для использования в качестве норм питания объединить отдельные группы продуктов с 33–36 групп до 20, сократив тем самым число нормируемых показателей, что будет способствовать балансу между медико-санитарными и организационно-технологическими требованиями к организации питания, сокращению издержек на его организацию и повышению качества и разнообразия питания;

– вместо нормирования питания по пищевым веществам руководствоваться принципами обязательности и кратности использования значимых пищевых продуктов в соответствии с текущим пищевым статусом детей и подростков. Использование других продуктов, не имеющих специальных ограничений, не нормировать централизованно;

– расширить ассортимент рекомендуемых для организации питания продуктов – соответствующий ассортимент разработан нами в нормативной практике впервые в республике. Это создаст условия для использования в составе рационов специализированных продуктов, стимулирования их производства и организации процедур закупки;

– планировать питание обучающихся в учреждениях общего среднего образования на две возрастные категории вместо трех за счет объединения возрастных групп 11–13 лет и 14–18 лет в одну – 11–18 лет, что существенно упростит организационные и технологические операции на объектах общественного питания, сократит издержки на их организацию. Такой подход принят во многих странах, а также одобрен профессиональным сообществом в республике.

Реализация представленных предложений по нормированию соответствует современным подходам к организации школьного питания и будет способствовать достижению триединой цели организации питания, которая сформулирована нами как: НАУЧИТЬ выбирать и комбинировать продукты и блюда, обладающие наибольшей пользой для здоровья, повышающие адаптационный потенциал и резервные возможности организма; КОМПЕНСИРОВАТЬ расход энергии и пищевых веществ в период нахождения в учебном заведении на основе современных научных данных о возрастной алиментарной адаптации; КОРРЕКТИРОВАТЬ пищевой статус в ответ на неблагоприятные факторы внешней среды для устойчивости организма к их воздействию.

Реализация педагогической модели питания потребует определённой структурной перестройки системы, сотрудничества и поэтапной работы. На данном этапе принципиально важным является понимание того, что организация школьного питания является сложной междисциплинарной проблемой – нужно отказаться от односторонних решений и сложившихся стереотипов. Необходимо найти разумный баланс между образовательными целями,

профессиональными задачами общественного питания и санитарно-гигиеническими требованиями, которые в настоящее время доминируют в методологии нормирования и системе государственного регулирования школьного питания. Как отмечалось, профессиональное участие является основным условием для достижения общей цели: в атмосфере педагогического влияния и гостеприимства – нужно *научить*, предложением вкусной и здоровой пищи – *накормить*. Регулирование на уровне «*выдать питание*» не соответствует современным вызовам.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Масанский, С. Л. Проблематика формирования рационов школьного питания / С. Л. Масанский // Наука, питание и здоровье: сборник научных трудов по материалам II Международного конгресса (Минск, 3–4 октября 2019 г.) / Национальная академия наук Беларуси, РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию»; редкол.: З. В. Ловкис [и др.]. – Минск: УП «ИВЦ Минфина», 2019. – 604 с.
- 2 Steen, H. Identification and modelling of risk factors for food waste generation in school and pre-school catering units / H. Steen, C. Malefors, E. Rööf, M. Eriksson // Waste Management. – 2018. – Volume 77. – DOI:10.1016/j.wasman.2018.05.024.
- 3 Lagorio, A. Food waste reduction in school canteens: Evidence from an Italian case / A. Lagorio, R. Pinto, R. Golini // Journal of Cleaner Production. – 2018. – Volume 199. – DOI:10.1016/j.jclepro.2018.07.077.
- 4 Benn, J. Learning through school meals? / J. Benn, M. Carlsson // Appetite. – Volume 78. – DOI:10.1016/j.appet.2014.03.008.
- 5 Janhonen, K. Adolescents' school lunch practices as an educational resource / K. Janhonen, J. Mäkelä, P. Palojoki // Health Education. – Volume 116. – P. 292–309. – DOI:10.1108/HE-10-2014-0090.
- 6 Mozaffarian, D. Role of government policy in nutrition—barriers to and opportunities for healthier eating / D. Mozaffarian, S. Y. Angell, T. Lang, J. A. Rivera // BMJ Clinical Research. – 2018. – Volume 361:k2426. – DOI:10.1136/bmj.k2426.
- 7 Oostindjer, M. Are school meals a viable and sustainable tool to improve the healthiness and sustainability of children's diet and food consumption? A cross-national comparative perspective In press: Critical Reviews in Food Science and Nutrition / M. Oostindjer, J. Aschemann-Witzel, Q. Wang, S. Skuland, B. Egelanddal, G. Amdam, A. Schjøll, M. Pachucki, P. Rozin, J. Stein, V. Almlı, K. E. Van // In press: Critical Reviews in Food Science and Nutrition. – 2016. – DOI: 10.13140/RG.2.1.4286.6803.
- 8 Масанский С. Л. Принципы практико-ориентированной методологии нормирования питания в учреждениях образования / С. Л. Масанский // Вестник Могилевского государственного университета продовольствия. – 2020. – № 2(29). – С. 3–14.
- 9 Уголев, А. М. Теория адекватного питания и трофология / А. М. Уголев. – Л.: Наука, 1991. – 272 с. – ISBN 5-02-025-911-X.
- 10 Mozaffarian, D. Dietary Guidelines in the 21st Century—a Time for Food / D. Mozaffarian, D. Ludwig // JAMA: the journal of the American Medical Association. – Volume 304. – 2010. – P. 681–682. – DOI:10.1001/jama.2010.1116.
- 11 Meiselman, H. L. Meals in science and practice. Interdisciplinary research and business applications / Edited by H. L. Meiselman // Woodhead Publishing, Oxford, UK. – 2009. – 704 p. – ISBN: 9781845694036.
- 12 Gullberg, E. Food for Future Citizens: School Meal Culture in Sweden. Food, Culture and Society / E. Gullberg // An International Journal of Multidisciplinary Research. – 2006. – Volume 9. – P. 337–343. – DOI:10.2752/155280106778813279.
- 13 Ramsay, S. A. "Are you done?" Child care providers' verbal communication at mealtimes that reinforce or hinder children's internal cues of hunger and satiation / S. A. Ramsay, L. J. Branen, J. Fletcher, E. Price, S. L. Johnson, M. Sigman-Grant // J Nutr Educ Behav. – 2010. – Volume 42(4):265-70. – DOI: 10.1016/j.jneb.2009.07.002. PMID: 20579609.
- 14 Janhonen K. Perusopetuksen ruokakasvatus ravintotiedosta ruokatajuun. Luova ja vastuullinen kotitalousopetus / K. Janhonen, J. Mäkelä, P. Palojoki // Creative and responsible home economics education. – 2015. – Volume 38. – P. 107–120.
- 15 Lucas, P. J. Preschool and school meal policies: an overview of what we know about regulation, implementation, and impact on diet in the UK, Sweden, and Australia / P. J. Lucas, E. Patterson, G. Sacks, N. Billich, C. E. L. Evans // Nutrients – 2017. – Volume 9(7). – P. 736.
- 16 Murimi, M. Qualitative Study on Factors that Influence Students' Food Choices / M. Murimi, M. Chrisman, H. McCollum, O. McDonald // Journal of Nutrition & Health. – 2016. – Volume 2. – 6 p.
- 17 Guerrero, K. What Role Does Taste Play in School Meal Studies? A Narrative Review of the Literature / K. Guerrero, A. Olsen, K. Wistoft // The Journal of Child Nutrition & Management. – 2018. – Volume 42. – 16.
- 18 Benn, J. Giver skolemad næring for læring? læringsmiljø, trivsel og competence / J. Benn, M. Carlsson, L. L. Nordin, L. Hortensen // København: Danmarks Pædagogiske Universitetsskole, Aarhus Universitet / Sundhed, samfund, pædagogik og læring. – 2010. – Volume 2. – 45 pag.

- 19 Berggren, L. Nordic children's conceptualisations of healthy eating in relation to school lunch / L. Berggren, E. Eldbjørg Fossgard, U. Björk Arnfjörð, A. Hörnell, A. Sigríður Ólafsdóttir, I. Gunnarsdóttir, C. Olsson // Health Education. – 2016. – Volume 117. – P. 130–147.
- 20 Janhonen, K. Adolescents' school lunch practices as an educational resource / K. Janhonen, P. Palojoki, J. Mäkelä // Health education. – 2016. – Volume 116. – P. 292–309.
- 21 Janhonen, K. The roles of humour and laughter in youth focus groups on school food / K. Janhonen // Journal of Youth Studies. – 2019. – Volume 20. – P. 1127–1142.
- 22 Lowry, A. "The Integration of School Garden Programs into Educational Curriculum" / A. Lowry [Электронный ресурс] // Honors Program Projects. – 2011. – Volume 4. – Режим доступа: https://digitalcommons.olivet.edu/honr_proj/4. – Дата доступа: 25.09.2021.

Поступила в редакцию 26.11.2021 г.

ОБ АВТОРАХ:

Сергей Леонидович Масанский, кандидат технических наук, доцент, профессор кафедры товаро-ведения и организации торговли, Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий, e-mail: tot@yandex.ru.

ABOUT AUTHORS:

Sergey L. Masansky, PhD (Engineering), Associate Professor, Professor of the Department of Commodity Science and Trade Organization, Belarusian State University of Food and Chemical Technologies.

ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПОЛУЧЕНИЯ КОНЦЕНТРАТА СУХОЙ КАРТОФЕЛЬНОЙ МЕЗГИ

Л. В. Евтушевская, З. В. Ловкис

*РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию»,
Республика Беларусь*

АННОТАЦИЯ

Введение. При переработке картофеля на крахмал образуется значительное количество загрязняющих окружающую среду отходов, которые содержат значительное количество полезных веществ картофеля. Цель исследования – повторное использование отходов крахмального производства в виде картофельной мезги для кормовых целей. Научная задача – оптимизировать параметры технологических процессов получения концентрата сухой картофельной мезги и оценить ее кормовую ценность.

Материалы и методы. Картофельная мезга, отобранная в условиях промышленного производства крахмала. Стандартные методы исследования физико-химических свойств картофельной мезги.

Результаты. Путем двухстадийного механического обезвоживания (центрифугирования и прессования на ленточном прессе) можно выделить до 93 % влаги от общего ее содержания в жидкой мезге; массовая доля сухих веществ в мезге в результате обезвоживания с 4–5 % увеличилась до 23 % (на лабораторной установке) и до 38–40 % (ленточном прессе). Оптимальное значением массовой доли сухих веществ, выше которого отпадает риск обратного комкования мезги, является значение близкое к 48 %. Оптимальная температура сушки 80 °С.

Выводы. Установленные технологические параметры рекомендуются для корректировки процесса получения концентрата сухой картофельной мезги в производственных условиях. Продукт отличается высокими показателями переваримости основных питательных веществ, содержания кормовых единиц и обменной энергии. Конечная влажность продукта – не более 13 %.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: *технология; картофельная мезга; обезвоживание; сухие вещества; кормовая ценность.*

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ: Евтушевская, Л. В. Оптимизация технологических параметров получения концентрата сухой картофельной мезги / Л. В. Евтушевская, З. В. Ловкис// Вестник Белорусского государственного университета пищевых и химических технологий. – 2021.– № 2(31). – С. 62–71.

OPTIMIZATION OF TECHNOLOGICAL PARAMETERS FOR OBTAINING DRY POTATO PULP CONCENTRATE

L. V. Evtushevskaya, Z. V. Lovkis

*RUE «The Scientific-Practical Centre for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus»,
Republic of Belarus*

ABSTRACT

Introduction. When processing potatoes for starch, a significant amount of polluting waste is formed, which contain a significant amount of useful substances of potatoes. The purpose of the study is the reuse of starch production waste in the form of potato pulp for fodder purposes. The scientific task is to optimize the parameters of technological processes for obtaining dry potato pulp concentrate and evaluate its feed value.

Materials and methods. Potato pulp selected in the conditions of industrial starch production. Standard methods for studying the physico-chemical properties of potato pulp.

Results. By two-stage mechanical dehydration (centrifugation and pressing on a belt press), up to 93 % of the total moisture content in the liquid pulp can be isolated and the mass fraction of dry substances in the pulp as a result of dehydration increased from 4–5 % to 23 % (on a laboratory installation) and up to 38–40 % (on a belt press). The optimal value of the mass fraction of dry substances, above which the risk of reverse clumping of the pulp disappears, is a value close to 48 %. The optimal drying temperature is 80 °С.

Conclusions. The established technological parameters are recommended for adjusting the process of obtain-

ing a concentrate of dry potato pulp in production conditions. The product is characterized by high rates of digestibility of basic nutrients, the content of feed units and metabolic energy. The final moisture content of the product is no more than 13 %.

KEY WORDS: *technology; potato pulp; dehydration; dry substances; feed value.*

FOR CITATION: Evtushevskaya, L. V. Optimization of technological parameters for obtaining a concentrate of dry potato pulp / L. V. Evtushevskaya, Z. V. Lovkis // Vestnik of the Belarusian State University of Food and Chemical Technologies. – 2021. – № 2(31). – P. 62–71 (in Russian).

ВВЕДЕНИЕ

Картофель составляет сырьевую основу для картофелеперерабатывающей промышленности, развитие которой сопровождается образованием многотоннажных отходов, которые являются источниками загрязнения окружающей среды, с ними теряется значительное количество полезных веществ, что в значительной степени влияет на себестоимость продукции.

При производстве крахмала образуется значительное количество отходов: мезга с клеточным соком. Количество сухих веществ картофеля, переходящих в мезгу на крахмальных заводах, на данный период составляет до 3,6 % (36 кг на 1 т картофеля). Из-за высокой влажности (до 97 %) сырая картофельная мезга является скоропортящимся и труднотранспортируемым продуктом [1–4].

Наиболее распространенным способом утилизации сырой картофельной мезги и клеточного сока в странах Восточной Европы является либо использование их смеси в качестве корма для животных, либо разделение этой смеси на центрифуге на две фракции: мезгу, используемую в качестве корма, и картофельный сок, направляемый в пруд-накопитель для последующего удобрительного полива сельскохозяйственных угодий.

В Российской Федерации и Республике Беларусь (ОАО «Верховичский крахмальный завод») сырая картофельная мезга используется при получении биогазума [5–9].

Проводятся исследования по использованию отходов, образующихся при переработке картофеля, при получении кормов совместно с различным растительным сырьем (силосование, сбраживание и др.) и в кормлении сельскохозяйственных животных [10–12].

В результате анализа литературного обзора установлено, что за рубежом ведется интенсивный поиск наиболее экономичных и высокоэффективных способов переработки отходов картофеля. Характерной чертой является сочетание классических методов переработки (механический, физико-химический, биологический и др.) с новыми (мембранная фильтрация и др.), а также с использованием микроорганизмов (дрожжи, бактерии).

Применение новых технологий позволяет получить удобрения, дополнительное топливо (биогаз, биоэтанол), а также кормовой протеин с использованием специально подобранных для этой цели продуцентов (США, Япония, Великобритания, Германия, Франция).

В мире активно ведутся разработки по комплексному использованию сырья и безотходной переработки образующихся вторичных ресурсов с применением микробиологической биотрансформации, главным образом в направлении обогащения его белком, синтезируемым бактериями, дрожжами или грибами для получения кормов, кормовых и пищевых добавок [13–21].

На сегодняшний день на картофелекрахмальных заводах Республики Беларусь отсутствуют цеха для переработки отходов, и только некоторыми заводами рационально используется небольшая часть картофельной мезги в сыром виде для кормовых целей, а также в качестве удобрений на полях [4].

Переработка сырой мезги на сухой кормовой продукт позволит повысить степень использования сырья, увеличить сроки хранения, улучшить экологическую обстановку предприятия, снизить затраты на транспортировку.

Технологии переработки мезги на сырые и сухие продукты разрабатывались коллектива-

ми РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию», ВНИИ Крахмалопродуктов на протяжении более 20 лет. Все проведенные исследования по разработке технологии проводились с непосредственным участием авторов статьи в рамках программы Союзного государства и научно-исследовательских работ.

В Республике Беларусь сотрудниками УО «БГУТ» проводились исследования процесса сушки побочных продуктов крахмальных производств (картофельной мезги, клеточного сока) различными способами (конвективным, кондуктивным, в поле ИК-лучей) [22].

Актуальность исследования по совершенствованию технологии получения концентрата сухой картофельной мезги для кормовых целей обусловлена развитием за последние годы крахмалопаточной отрасли, модернизацией оборудования для производства крахмала, накопленным производственным и научным опытом.

Предмет исследования – оптимизация технологических режимов обезвоживания картофельной мезги.

Цель исследования – повторное использование отходов крахмального производства в виде картофельной мезги для кормовых целей. Научная задача – оптимизировать параметры технологических процессов получения концентрата сухой картофельной мезги и оценить ее кормовую ценность.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Для исследований на крахмальных заводах ОАО «Пищевой комбинат «Веселово», ОАО «Верховичский крахмальный завод» были отобраны образцы мезги картофельной сырой. Отбор проб и исследования физико-химических показателей мезги осуществляли с применением стандартных методов анализа.

Исследование процесса центрифугирования проводили в лабораторных условиях с использованием центрифуги ЕВА 200 с радиусом ротора 0,09 м. Требуемый фактор разделения создавали частотой вращения ротора.

Установившейся границей раздела фаз считали такую границу, которая не нарушается при сливе жидкой фазы с осадка.

Исследование процесса прессования картофельной мезги проводили на экспериментальной лабораторной установке и ленточном прессе производства немецкой фирмы «FLOTTWEG» [23].

После процесса прессования проводили подготовку мезги к сушке. Так как отпрессованная мезга представлена в виде комочков, проводили процесс механического разрушения комков в лопастном смесителе. В качестве антикомкователя использовали предварительно высушенную и измельченную картофельную мезгу с массовой долей сухих веществ 88 %.

Количество возвращаемой на смешивание сухой мезги определяли по формуле

$$m_c = \frac{m_{np}(CB_{см} - CB_{np})}{CB_c - CB_{см}}, \quad (1)$$

где m_{np} – масса отпрессованной мезги, взятой на смешивание, кг; CB_c , $CB_{см}$, CB_{np} – массовые доли сухих веществ соответственно в сухой мезге, в смеси и в отпрессованной мезге, %.

Массовое соотношение сухой и отпрессованной картофельной мезги для достижения требуемого показателя сухих веществ в смешанной мезге определяем из зависимости

$$n = \frac{CB_{см} - CB_{np}}{CB_c - CB_{см}}, \quad (2)$$

где n – масса отпрессованной мезги, взятой на смешивание, кг; CB_c , $CB_{см}$, CB_{np} – массовые доли сухих веществ соответственно в сухой мезге, в смеси и в отпрессованной мезге, %.

Исследование процесса сушки проводили конвективным способом с использованием вентилируемой электронной печи Garbin в плотном слое толщиной 1 см.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

При использовании картофельной мезги на кормовые цели необходимо знание ее химического состава, оценивающее ее технологические свойства.

Исследуемые образцы мезги картофельной, образующейся при производстве крахмала, представляют собой сырую серую или серо-коричневую однородную массу из сырого картофеля, с запахом, свойственным сырому картофелю, без признаков плесени и гнили.

Проведены исследования по изучению физико-химического состава сырой картофельной мезги, которые представлены в таблицах 1–3.

Табл. 1. Физико-химические показатели мезги картофельной сырой

Table 1. Physico-chemical parameters of raw potato pulp

Показатели	Мезга картофельная сырая, ОАО «Пищевой комбинат «Веселово»	Мезга картофельная сырая, ОАО «Верховичский крахмальный завод»
Массовая доля сухих веществ, %	4,3	7,7
Массовая доля жира, %	0	0
Массовая доля сырого протеина, %	1,0	1,63
Массовая доля золы, %	0,2	0,7
Массовая доля сырой клетчатки, %	0,3	0,5
Массовая доля крахмала, %	2,4	6,1
Массовая доля растворимых углеводов, %	3,1	5,4

Анализ данных табл. 1. показал, что картофельная мезга является, прежде всего, углеводным сырьем, которое из-за своей невысокой питательности богато содержанием сырой клетчатки, крахмала и растворимых углеводов. Также в мезге картофельной в незначительных количествах содержится сырой протеин (белки + амиды).

В связи с этим мы исследовали ее аминокислотный состав, который представлен в табл. 2.

Табл. 2. Аминокислотный состав мезги картофельной сырой

Table 2. Amino acid composition of raw potato pulp

Массовая доля аминокислоты, мг/100 г	Мезга картофельная сырая, ОАО «Пищевой комбинат «Веселово»	Мезга картофельная сырая, ОАО «Верховичский крахмальный завод»
Аспаргат	161,1	206,2
Глутамат	100,8	152,3
Серин	22,4	27,9
Гистидин	24,3	26,4
Глицин	27,3	18,1
Треонин	20,6	21,3
Аргинин	26,1	35,3
Аланин	51,2	93,4
Тирозин	17,3	32,8
Цистин	10,9	24,4
Валин	23,3	48,1
Метионин	–	5,3
Фенилаланин	32,6	32,4
Изолейцин	10,5	18,7
Лейцин	34,1	54,2
Лизин	30,1	52,2

Анализ табл. 2. показал, что белок мезги картофельной является биологически высокоценным, так как содержит в своем составе такие незаменимые аминокислоты, как лизин, метионин, фенилаланин, валин, треонин, изолейцин и лейцин, а также аргинин и гистидин.

В ходе исследований изучен минеральный состав картофельной мезги, который представлен в табл. 3.

Табл. 3. Минеральный состав картофельной мезги

Table 3. Mineral composition of potato pulp

Минеральные вещества, мг/кг	Мезга картофельная сырая, ОАО «Пищевой комбинат «Веселово»	Мезга картофельная сырая, ОАО «Верховичский крахмальный завод»
Кальций	38	74
Магний	88	152
Калий	1965	3190
Натрий	3,6	4,7
Железо	11,0	3,6
Фосфор	89	210

Таким образом, анализ экспериментальных данных показал, что мезгу картофельную возможно использовать в качестве компонентов кормов после применения технологических процессов ее обработки или подготовки.

Так как сырая картофельная мезга имеет высокую влажность, то необходимо провести обезвоживание, используя физические и термические способы.

Сушка относится к термическим способам и является наиболее энергоемким, поэтому целесообразно подвергать термическому обезвоживанию отходы с наименьшей влажностью.

Для этого проведены исследования механического обезвоживания картофельной мезги методом центрифугирования и прессования, как наиболее эффективные. Первостепенной задачей механического обезвоживания мезги является получение максимально высокого значения содержания сухих веществ в мезге.

Для проведения исследований по центрифугированию рассчитали факторы разделения для используемой центрифуги. Установлено влияние продолжительности фуговки при различных факторах разделения на содержание сухих веществ в осадке мезги. Результаты представлены на рис. 1.

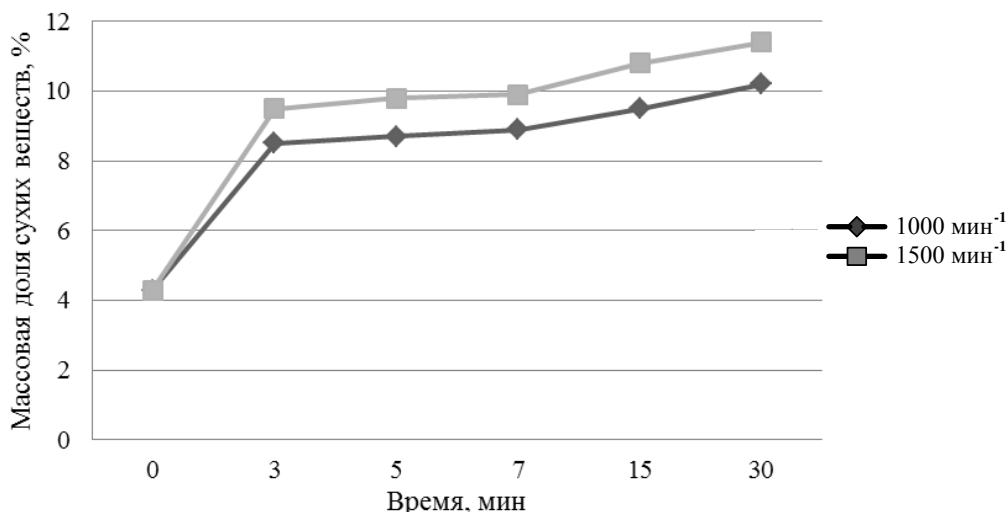


Рис. 1. Зависимость влияния времени центрифугирования при различных факторах разделения на содержание сухих веществ в осадке

Fig. 1. Dependence of the influence of the centrifugation time on the content of solids in the sediment under various separation factors

В результате установлено, что при увеличении продолжительности центрифугирования при $\Phi = const$ наблюдается медленный рост содержания сухих веществ в осадке, а увеличение фактора разделения приводит к скачку в сторону увеличения содержания сухих веществ. Все значения массовой доли сухих веществ, при $n = 1500 \text{ мин}^{-1}$ находятся выше значения при $n = 1000 \text{ мин}^{-1}$.

Проведены исследования по центрифугированию картофельной мезги при постоянном времени фуговки и различных факторах разделения. Данные представлены в табл. 4.

Табл. 4. Уплотнение твердой фазы жидкой мезги в поле центробежных сил

Table 4. Compaction of the solid phase of the liquid pulp in the field of centrifugal forces

Частота вращения ротора, мин^{-1}	Фактор разделения центрифуги на выбранной частоте вращения	Продолжительность центрифугирования, мин	Массовая доля сухих веществ в уплотненной мезге, %
2000	400	5	12,9
3000	900	5	17,5
4000	1600	5	19,7
5000	2500	5	20,2
6000	3600	5	20,8

Таким образом, применяя метод центрифугирования, можно увеличить массовую долю сухих веществ в мезге до 21 %.

Вторым этапом механического обезвоживания картофельной мезги являлось прессование.

Исследование процесса прессования картофельной мезги с массовой долей сухих веществ после центрифугирования 20 % проводили на лабораторной установке и на ленточном прессе.

В результате исследований установлено, что путем двухстадийного механического обезвоживания (центрифугирования и прессования на ленточном прессе) можно выделить до 93 % влаги от общего ее содержания в жидкой мезге и массовая доля сухих веществ в мезге в результате обезвоживания с 4–5 % увеличилась до 23 % (на лабораторной установке) и до 38–40 % (на ленточном прессе).

В целях разработки оптимальных режимов сушки мезги ее необходимо подготовить до состояния оптимальной влажности путем смешивания с сухими компонентами. В качестве сухих компонентов мы использовали предварительно высушенную мезгу.

Для исследований использовали два образца мезги:

№ 1 – мезга с массовой долей сухих веществ 22,5 %, обезвоженная на экспериментальном механическом прессе;

№ 2 – мезга с массовой долей сухих веществ 38–40 %, обезвоженная на ленточном прессе.

В процессе экспериментов по смешиванию образцов мезги № 1 и № 2 с частью возвращаемой сухой мезги установлено, что оптимальным значением массовой доли сухих веществ, выше которого отпадает риск обратного комкования мезги в сушилке, является значение, близкое к 48 %.

На рис. 2. представлена графическая зависимость требуемого массового соотношения сухой картофельной мезги с отпрессованной мезгой от массовой доли сухих веществ в отпрессованной мезге для получения смеси с массовой долей сухих веществ 48 %.

В процессе исследований было выявлено, что с увеличением продолжительности смешивания отпрессованная мезга приобретает более мелкую структуру, при этом объем ее увеличивается относительно первоначального, а насыпная плотность уменьшается.

На рис. 3. представлена графическая зависимость насыпной плотности смешиваемой мезги от продолжительности смешивания при массовой доле сухих веществ в смеси 50 %.

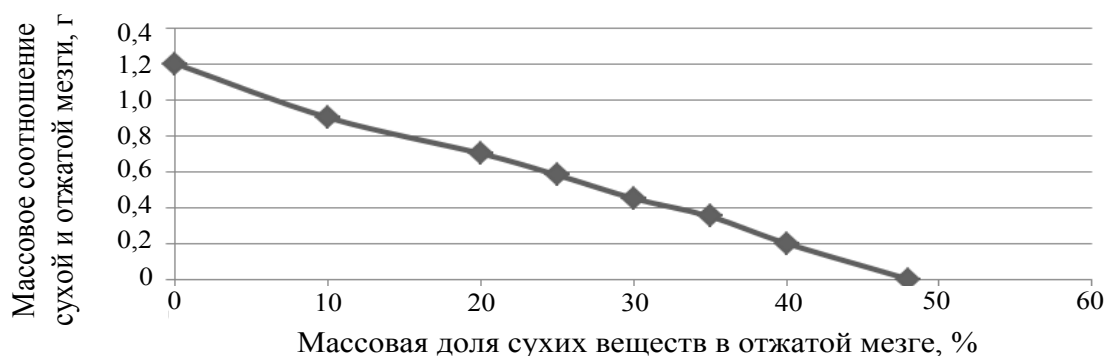


Рис. 2. Зависимость требуемого массового соотношения сухой и отпрессованной мезги для получения смеси с массовой долей сухих веществ 48 %

Fig. 2. Dependence of the required mass ratio of dry and pressed pulp to obtain a mixture with a mass fraction of dry substances 48 %

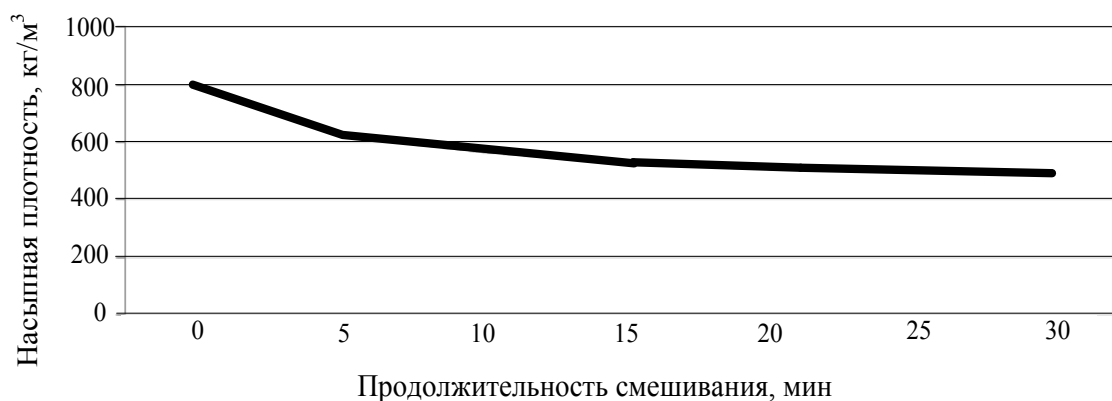


Рис. 3. Зависимость насыпной плотности подготовленной к сушке мезги от продолжительности смешивания для смеси с массовой долей сухих веществ 50 %

Fig. 3. Dependence of the bulk density of the pulp prepared for drying on the duration of mixing for a mixture with a mass fraction of dry substances 50 %

Исследован процесс сушки картофельной мезги. В процессе экспериментов было установлено, что в зависимости от массы сухой мезги можно получить смеси мезги перед сушкой с различными удельными объемами, а, следовательно, с различными удельными поверхностями испарения. Введение показателя «удельный объем смеси» позволяет косвенно судить о влиянии величины суммарной поверхности испарения на скорость сушки мезги.

Для выявления данного влияния подготовлены 3 образца смеси отпрессованной и сухой картофельной мезги с различными значениями массовой доли сухих веществ, обусловленными количеством сухого возврата. Исследования проводили в лабораторных условиях с использованием вентилируемой электронной печи Garbin в плотном слое толщиной 1 см.

Установлено, что температура сушильного агента (воздуха) смеси картофельной мезги должна быть не более 80 °С, так как при данной температуре за наименьшее время сушки получен продукт с наилучшими органолептическими показателями.

Определено влияние влажности смеси на время сушки и скорость сушки. Результаты представлены на рис. 4.

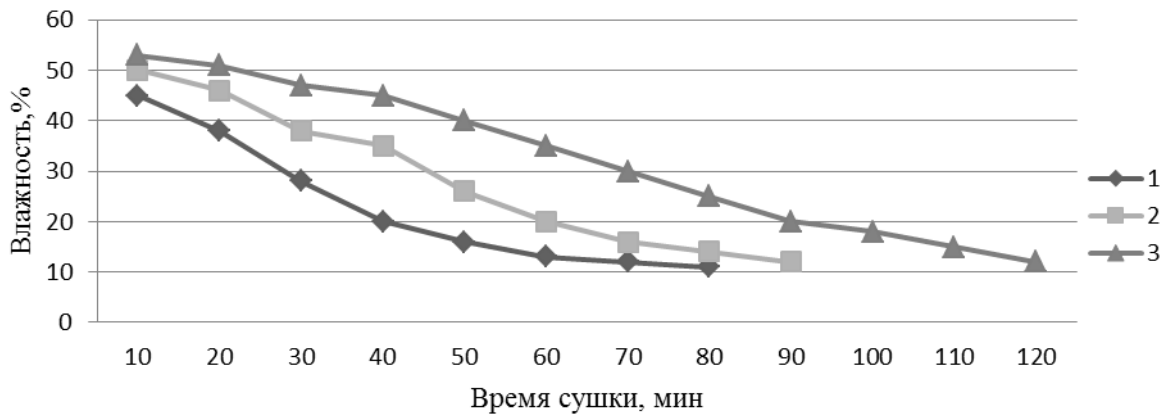


Рис. 4. Кривые сушки образцов смешанной мезги с удельным объемом:
1 – 2 дм³/кг; 2 – 1,7 дм³/кг; 3 – 1,3 дм³/кг

Fig. 4. Drying curves of mixed pulp samples with specific volume:
1 – 2 dm³/kg; 2 – 1,7 dm³/kg; 3 – 1,3 dm³/kg

В результате исследований установлено, что чем выше удельный объем смеси, тем меньше продолжительность сушки единицы массы продукта.

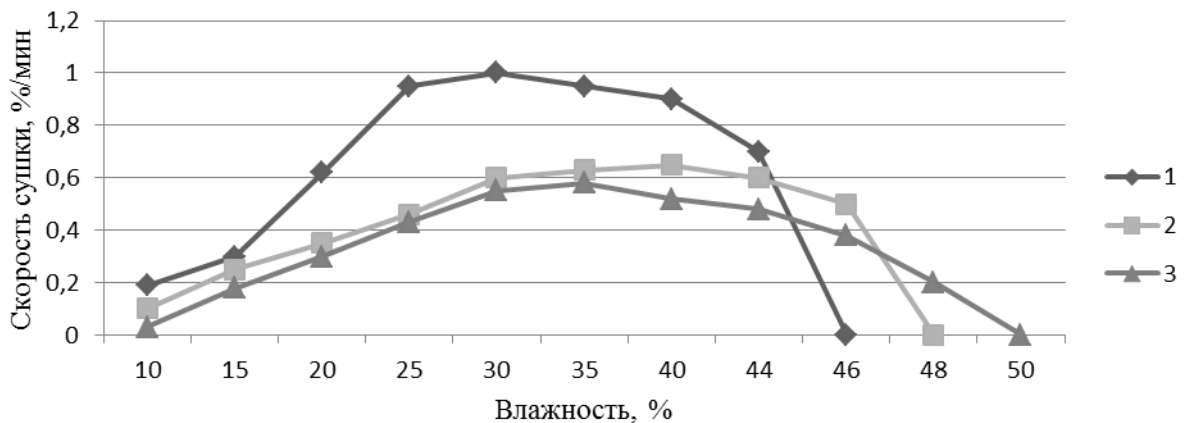


Рис. 5. Зависимость скорости сушки от влажности образцов смешанной мезги при удельном объеме:
1 – 2 дм³/кг; 2 – 1,7 дм³/кг; 3 – 1,3 дм³/кг

Fig. 5. The dependence of the drying rate on the humidity of mixed pulp samples at a specific volume:
1 – 2 dm³/kg; 2 – 1,7 dm³/kg; 3 – 1,3 dm³/kg

Анализ полученных графиков скорости сушки (рис. 5.) показывает, что скорость сушки смешанной мезги с более высоким удельным объемом смеси значительно выше скорости сушки смесей, имеющих меньший удельный объем смеси, чем и объясняется разница в продолжительности сушки образцов смеси с различными удельными объемами.

На основании проведенных исследований разработана технология получения концентрата сухой картофельной мезги, которая включает: центрифугирование, прессование, смешивание с сухим компонентом, сушку при температуре 80 °С и получение продукта с влажностью не более 13 %.

В промышленных условиях ОАО «Верховичский крахмальный завод» выработаны опытные образцы концентрата сухой картофельной мезги. Проведены исследования физико-химических показателей концентрата сухой картофельной мезги и изучена возможность ис-

пользования его как компонент комбикорма, в результате проведения дифференцированного балансового опыта в условиях животноводческой школы-фермы ГП «ЖодиноАгроПлемЭлита».

Определены коэффициенты переваримости основных питательных веществ концентрата сухой картофельной мезги: протеин – 53,92; жир – 29,50; клетчатка – 77,7; БЭВ – 89,54.

Установлено, что энергетическая ценность 1 кг сухого вещества концентрата сухой картофельной мезги составляет 12,85 МДж обменной энергии и 1,11 корм. ед. Энергетическая ценность 1 кг мезги картофельной сухой составляет 11,70 МДж и 1,01 корм. ед.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Исследован физико-химический состав сырой картофельной мезги. Установлено, что картофельная мезга является, прежде всего, углеводным сырьем, которое из-за своей невысокой питательности богато содержанием сырой клетчатки, крахмала и растворимых углеводов. Также в мезге картофельной в незначительных количествах содержится сырой протеин (белки + амиды). А белок отходов картофелекрахмальных производств является биологически высокоценным, так как содержит такие незаменимые аминокислоты, как лизин, метионин, фенилаланин, валин, треонин, изолейцин и лейцин, а также аргинин и гистидин.

Установлены рациональные пределы параметров процесса центрифугирования и массовой доли сухих веществ в уплотненной массе осадка картофельной мезги: фактор разделения центрифуги – более 2 000 ед.; массовая доля сухих веществ в сгущенном на центрифуге осадке картофельной мезги – 15–21 %.

Установлены рациональные параметры сушки мезги картофельной: массовая доля сухих веществ в смеси отпрессованной картофельной мезги и сухой не менее 48 %; температура сушки конвективным способом не более 80 °С.

Разработана технология производства концентрата сухой картофельной мезги, которая включает центрифугирование, прессование, смешивание с сухим компонентом, сушку при температуре 80 °С и получение продукта с влажностью не более 13 %.

В промышленных условиях ОАО «Верховичский крахмальный завод» выработаны опытные образцы концентрата сухой картофельной мезги и изучена возможность использования как компонент комбикорма в кормлении свиней, в результате проведения дифференцированного балансового опыта в условиях животноводческой школы-фермы ГП «ЖодиноАгроПлемЭлита».

Определены коэффициенты переваримости основных питательных веществ, содержание кормовых единиц и обменной энергии в концентрате сухой картофельной мезги. Установлено, что энергетическая ценность 1 кг сухого вещества мезги картофельной сухой составляет 12,85 МДж обменной энергии и 1,11 корм. ед. Энергетическая ценность 1 кг концентрата сухой картофельной мезги составляет 11,70 МДж и 1,01 корм. ед.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Трегубов, Н. Н. Технология крахмала. / Н. Н. Трегубов, А. А. Милютин – М.: Пищевая промышленность, 1965. – 410 с.
- 2 Трегубов, Н. Н. Технология крахмала и крахмалопродуктов / Н. Н. Трегубов, Е. Я. Жарова, А. И. Жушман – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981. – 472 с.
- 3 Шабета, М. П. О картофеле, который мы перерабатываем / М. П. Шабета, С. Л. Романов, З. А. Соколова, О. Н. Лузько // – Картофелеводство. – 2008. – т.15. – С. 358.
- 4 Куликов, А.В. К анализу вопроса отхообразованию в крахмальном производстве / А. В. Куликов, М. П. Шабета // Пищевая промышленность: наука и технологии. – 2010. – № 2. – С. 39–44.
- 5 Воротеницкая, С. Л. Комплексное использование сырья и отходов в пищевой промышленности / С. Л. Воротеницкая, Б. И. Суменков, А. Б. Шахов // Консервная промышленность. – 1974. – № 10. – С. 5–8.
- 6 Романенко, В. Н. Комплексное использование сырья в крахмалопаточном производстве / В. Н. Романенко, Н. И. Филипова // М.: Агропромиздат. – 1985. – 176 с.
- 7 Жалейко, Г. А. Переработка отходов / Г. А. Жалейко. – Минск: Белорусский научно-исследовательский центр «Экология», 1991. – 215 с.

- 8 Лукин, Н. Д. Состояние и перспективы развития переработки картофеля на крахмал / Н. Д. Лукин [и др.] // Пищевая промышленность. – 2018. – № 12. – С. 24–28.
- 9 Лукин, Н. Д. Переработка отходов производства картофельного крахмала и картофелепродуктов / Н. Д. Лукин [и др.] // Совершенствование технологий и оборудования пищевых производств. – Несвиж, 2007. – Ч. 2. – С. 84–85.
- 10 Чаплыгина, И. А. Анализ энергетической ценности экструдатов на основе зерна пшеницы и картофеля / И. А. Чаплыгина [и др.] // Вестник КрасГАУ. – 2017. – № 5. – С. 90–95.
- 11 Саханчук, А. И. Эффективность скармливания картофельной мезги в составе рационов дойных коров / А. И. Саханчук, Е. Г. Кот // Зоотехническая наука Беларуси. – 2019. – Т. 54. – № 2. – С. 97–103.
- 12 Смирнова, В. А. Повышение эффективности производства молока и качества продуктов его переработки при использовании в рационах коров картофельной мезги: автореф. дисс. ... к-та биолог. наук / Смирнова Валентина Александровна. – Волгоград. – 2006. – 26 с.
- 13 Oliveira, J. Bioconversion of potato-processing wastes into an industrially-important chemical lactic acid / J. Oliveira [et.al.] // Bioresource Technology Reports. – 2021. – Vol. 15. – P. 100698.
- 14 Wu, D. Recycle Technology for Potato Peel Waste Processing: A Review / D. Wu // Procedia Environmental Sciences. – 2016. – Vol. 31. – P. 103–107.
- 15 Soltaninejad, A. Sustainable bioconversion of potato peel wastes into ethanol and biogas using organosolv pretreatment / A. Soltaninejad, M. Jazini, K. Karimi // Chemosphere. – 2021. – ISSN: 0045-6535. – P. 133003.
- 16 Chohan, N. A. Valorisation of potato peel wastes for bioethanol production using simultaneous saccharification and fermentation: Process optimization and kinetic assessment / N. A. Chohan [et. al.] // Renewable Energy. – 2020. – Vol. 146 – P. 1031–1040.
- 17 Abedini, A. Efficient biobutanol production from potato peel wastes by separate and simultaneous inhibitors removal and pretreatment / A. Abedini [et.al.] // Renewable Energy. – 2020. – Vol. 160. – P. 269–277.
- 18 Chen, X. Production of soluble dietary fibers and red pigments from potato pomace in submerged fermentation by *Monascus purpureus* / X. Chen [et.al.] // Process Biochemistry. – 2021. – Vol. 111. – Part 1. – P. 159–166.
- 19 Kumar, V. B. Glucose production from potato peel waste under microwave irradiation / V. B. Kumar, I. N. Pulidindi, A. Gedanken // Journal of Molecular Catalysis A: Chemical. – 2016. – Vol. 417. – P. 163–167.
- 20 Okubo, M. Data on chemical compositions and fermentation quality of silages made from low-market-value vegetables supplemented with potato protein concentrate, a byproduct of starch production / M. Okubo [et.al.] // Data Brief. – 2018. – Vol. 21. – P. 1829–1832.
- 21 Ягофаров, Д. Ш. Получение биопродуктов из вторичных ресурсов переработки картофеля / Д. Ш. Ягофаров, З. А. Канарская, Э. И. Семенов, Ф. К. Алимova // Вестник технологического университета. – 2015. – т. 18. – № 9. – С. 257–260.
- 22 Рукшан, Л. В. Исследование процесса сушки побочных продуктов крахмальных и крахмало-паточных производств / Л. В. Рукшан, А. А. Ветошкина, Е. Г. Павлюкевич // Инновационные технологии и оборудование для пищевой промышленности (приоритеты развития): материалы III Междунар. науч.-технич. конференции. – Воронеж. – 2009. – Т. 2. – С. 323–328.
- 23 Плаксин, Ю. М. Процессы и аппараты пищевых производств / Ю. М. Плаксин, Н. Н. Малахов, В. А. Ларин. – М.: Колос, 2007. – 760 с.

Поступила в редакцию 14.12.2021 г.

ОБ АВТОРАХ:

Людмила Владимировна Евтушевская, научный сотрудник РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по продовольствию», e-mail: olishenia@mail.ru.

Зенон Валентинович Ловкис, доктор технических наук, профессор, академик Национальной академии наук Беларуси, Заслуженный деятель науки Республики Беларусь, главный научный сотрудник РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по продовольствию», e-mail: info@belproduct.com.

ABOUT AUTHORS:

Evtushevskaya L. V. Researcher of RUE «The Scientific-Practical Centre for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus», e-mail: olishenia@mail.ru.

Zenon V. Lovkis, Doctor of Technical Sciences, Professor, Academician of the National Academy of Sciences, Honored Scientist of the Republic of Belarus, Senior Researcher of RUE “Scientific- Practical Center for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus, email: info@belproduct.com.

УДК 636.03

ВЛИЯНИЕ ЭКСТРАКТА БУРСЫ ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ НА ЦИТОТОКСИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ И ИММУННЫЙ СТАТУС

С. А. Леонтьева¹, С. Л. Тихонов¹, Н. В. Тихонова¹, Н. А. Кольберг¹, К. Е. Кирпикова²,
М. С. Тихонова³

¹Уральский государственный экономический университет, Российская Федерация

²Санкт-Петербургский химико-фармацевтический университет, Российская Федерация

³Уральский государственный медицинский университет, Российская Федерация

АННОТАЦИЯ

Введение. Является актуальным создание безопасных и высокоэффективных тканевых иммуномодуляторов. Научная задача исследования – оценка влияния экстракта фабрициевой сумки цыплят-бройлеров на цитотоксичность и иммунный статус мышей на фоне экспериментальной сальмонеллезной инфекции.

Материалы и методы. В эксперименте сформировали три группы белых беспородных мышей. Всем животным скармливали ежедневно в течение семи суток экстракт бursы в дозе 750 мг/кг, 150 мг/кг и 3750 мг/кг. Контрольная группа животных получала внутривентрикулярно воду в том же объёме. Через 24 часа после последнего приёма экстракта бursы животных внутрибрюшинно заражали культурой *S. enteritidis* 92. В методике использовали перевиваемые культуры клеток человека и мыши, полученные из коллекции клеточных культур Института цитологии Российской академии наук.

Результаты. Установлено отсутствие цитотоксических свойств и нарушение жизнеспособности клеток в культурах L929, J774.1A, HeLa S3, K562 и HCT116 на фоне воздействия различных концентраций экстракта бursы от 0,02 до 10 мг/мл. Отмечается выраженный цитотоксический эффект на опухолевые клетки линии MCF-7 концентрации экстракта в культуре 5 и 10 мг/мл. Введение экстракта бursы мышам повышало в 1,5 раза показатель ЛД₅₀ и продлеvalo жизнь мышам, зараженным культурой возбудителя сальмонеллеза.

Выводы. Экстракт лимфоидной ткани (бursы) цыплят-бройлеров может быть использован для получения эффективных тканевых иммуномодуляторов, обладающих профилактическими свойствами в отношении опухолевых заболеваний. В эксперименте на мышах подтверждена его безопасность, выявлено влияние на активизацию иммунного статуса на фоне экспериментальной сальмонеллезной инфекции.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: иммуномодулятор; фабрициева сумка цыплят-бройлеров; сырье тканевого происхождения; мыши; химический состав; цитотоксичность; антимикробная активность; иммунный статус.

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ: Леонтьева, С. А. Влияние экстракта бursы цыплят-бройлеров на цитотоксическую активность и иммунный статус / С. А. Леонтьева [и др.] // Вестник Белорусского государственного университета пищевых и химических технологий. – 2021. – № 2(31). – С. 72–80.

EFFECT OF BURSA EXTRACT OF BROILER CHICKEN ON CYTOTOXIC ACTIVITY AND IMMUNE STATUS

S. A. Leontyeva¹, S. L. Tikhonov¹, N. V. Tikhonova¹, N. A. Kolberg¹, K. E. Kirpikova²,
M. S. Tikhonova³

¹Ural State University of Economics, Russia

²Saint Petersburg State Chemical and Pharmaceutical University, Russia

³Ural State Medical University, Russia

ABSTRACT

Introduction. The development of safe and highly effective tissue immunomodulators is currently of utmost importance. The scientific objective of the study is to evaluate the effect of bursa extract of broiler chicken on cytotoxicity and immune status of mice affected with experimental Salmonella infection.

Materials and methods. Three equal experimental groups of white outbred mice were formed during the exper-

iment. All the laboratory animals were daily fed with bursa extract at a dose of 750 mg/kg, 150 mg/kg and 3750 mg/kg for seven days. Water in the same amount was intragastrically given to the control group. Twenty-four hours after the last dose of the extract administration, the mice were infected intraperitoneally with *S. enteritidis* 92. Continuous cultures of human and mouse cells from the collection of the Institute of Cytology of the Russian Academy of Sciences were used to assess the possible cytotoxic effect of bursa extract on mammalian cell metabolism.

Results. No cytotoxic properties and impaired cell viability in the L929, J774.1A, HeLa S3, K562 and HCT116 cultures were revealed if exposed to various concentrations of the extract ranging from 0,02 to 10 mg/ml. It should be noted that there is a pronounced cytotoxic effect on tumor cells of the MCF-7 line with the concentration of the extract in culture of 5 and 10 mg/ml. The administration of bursa extract to mice resulted in the increase in the LD₅₀ by 1,5 times and extended the life-span of the mice infected with Salmonella bacteria.

Conclusion The extract of lymphoid tissue (bursa) of broiler chickens can be used to obtain effective prophylactic tissue immunomodulators against tumor diseases. The experiments conducted on mice proved to be safe and efficient in order to increase the immune status affected with an experimental Salmonella infection.

KEY WORDS: *immunomodulator; bursa of Fabricius of broiler chicken; raw materials of tissue origin; mice; chemical composition; cytotoxicity; antimicrobial activity; immune status.*

FOR CITATION: Leontyeva, S. A. Effect of burse extract of broiler chicken on cytotoxic activity and immune status / S. A. Leontyeva [et al.] // Vestnik of the Belarusian State University of Food and Chemical Technologies. – 2021. – № 2(31). – P. 72–80 (in Russian).

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время иммунобиологические активные препараты, предназначенные для восстановления работы иммунной системы, получают из представителей разных видов и классов животных и микроорганизмов, в частности из органов крупного и мелкого рогатого скота, птиц, пресмыкающихся, морских животных, микробов и т.д. Вещества с различной в отношении иммунной системы степенью активности получают от животных на разных стадиях онтогенеза – плодов, новорожденных, половозрелых особей. Так, иммуномодулин получают из тимуса плодов овец, иммуноактивное вещество – из селезенки новорожденных овец. Согласно сложившимся научным представлениям, практически все системы организма могут служить источником для получения иммуноактивных веществ. Например, многие иммуотропные вещества получены из тимуса, селезенки – органов иммунной системы. Из почек свиней и кур получены вещества с иммуномодулирующими свойствами. Богатым источником биологически активных веществ являются жидкая соединительная ткань – кровь и органы эндокринной системы. Так, высокоэффективные иммуномодуляторы выделены из гипофиза. Из клеток костного мозга свиней получен ряд иммуноактивных веществ, помимо модуляции иммунологических реакций, оказывающих обезболивающее действие [1].

Имуномодуляторы в зависимости от происхождения классифицируются на тимические, тканевые (плаценты, пептиды тимуса), микробные (части клеточных стенок, лизаты бактерий), цитокины (интерфероны и интерлейкины), нуклеиновые кислоты, растительные и костномозговые препараты, химически чистые вещества [2].

В клинической практике используются следующие группы иммуномодуляторов: экзогенные, эндогенные и химически чистые (синтетические). К экзогенной группе относятся препараты микробного или растительного происхождения, нуклеиновые кислоты и др. К эндогенным препаратам относятся цитокины и иммунорегуляторные пептиды. В группу иммуномодуляторов цитокиновой природы входят, например, интерфероны, интерлейкины, колониестимулирующий фактор. К иммунорегуляторным пептидам принадлежат препараты тимического и костномозгового происхождения [3].

Тканевые иммунорегуляторные пептиды на основе экстрактов костного мозга млекопитающих (свиней или телят) (миелопептид) применяют при иммунодефицитах, сопровождающих хронические воспалительные процессы, травмы, перитонит, лучевую и химиотерапию и т.д. Такие препараты являются мягкими иммуномодуляторами. В состав миелопептида входят шесть специфичных для костного мозга медиаторов иммунного ответа, называемых миелопептидами [4].

В клинической практике используют препараты, полученные на основе экстрактов ткани тимуса животных – тактивин, тимоптин, тимакид, тималин. Однако в настоящее время биологические препараты тимуса считаются недостаточно эффективными, и более широкое применение получают синтетические аналоги тимических гормонов – иммунофан, тимопентин и др. Препараты показаны взрослым при заболеваниях с проявлениями тимической недостаточности – нарушениях Т-клеточного иммунитета – в качестве заместительной терапии. Продемонстрирован хороший клинический эффект иммунофана в комплексном лечении (одновременно с базовой терапией) тяжелых рецидивирующих гнойно-воспалительных и вирусных процессов различной локализации, лимфопролиферативных заболеваний, рассеянного склероза, псориаза, для ликвидации последствий послеоперационного стресса [5].

Широко известен тканевый иммуномодулятор глюкозаминилмурамилдипептид (ГМДП) – активная фармацевтическая субстанция. ГМДП активирует клетки иммунной системы *in vitro*, усиливает иммунный ответ на различные антигены, в том числе микробные [6]. ГМДП после проведения доклинических и клинических испытаний был зарегистрирован под названием Ликопид®. В последующем разработчики препарата и производитель организовали широкие экспериментальные и клинические исследования по многим направлениям в различных научных и клинических учреждениях России, а затем и в странах ближнего и дальнего зарубежья, в том числе в Латвии, Болгарии, Англии, Австралии [7].

Тканевый препарат, полученный ферментативным гидролизом мышечного белка *O. woodmasoni* с использованием термолизина и пепсина с последующей его ультрафильтрацией на мембранной установке, очисткой с помощью гель-фильтрационной хроматографии (GFC) и быстрой белковой жидкостной хроматографии (FPLC), состоит из 5 аминокислотных последовательностей (Asn-Gly-Val-Ala-Ala) с молекулярной массой 431 Да через LC-MS/MS TH1-A1. Исследованиями доказано, что пептид-гидролизат мышечного белка *O. woodmasoni* токсичен для клеток MCF-7, имеет высокую антиоксидантную активность при pH от 2 до 10 [8].

Тканевый препарат на основе катионного изопептида ϵ -поли-L-лизин (ϵ -PL) производится из незаменимой аминокислоты L-лизина. И проявляет антимикробную активность против широкого спектра бактерий, дрожжей и грибов, нацеливаясь на клеточную мембрану, и является термостабильным и активным в различных пищевых матрицах [9, 10].

Особое внимание уделяется изучению тканевых препаратов на основе бурсы (фабрициева сумка) птицы. Авторами был проведен эксперимент по иммунизации цыплят вакциной БПП-II и АИВ или антигеном АИВ, и определением продукции антител и ИЛ-4. Результаты показали, что БПП-II играет сильную индуцирующую роль в гуморальных иммунных реакциях. Чтобы исследовать экспрессию гена на транскрипционном уровне, птичьи В-лимфоцитарные клетки DT40 обрабатывали ВРР-II и анализировали с помощью генного микрочипа. Полученные результаты доказали, что введение ВРР-II регулирует 11 путей, в которых гомологичная рекомбинация является жизненно важным механизмом, участвующим в конверсии и диверсификации генов антител Ig во время развития В-клеток. Эти результаты позволили предположить, что биологически активный фактор ВРР-II, полученный из бурсы, может быть вовлечен в процессы производства антител и развития В-клеток, что жизненно важно для гуморального центрального иммунного органа – бурсы Фабрициуса [11].

Авторы [12] 75-дневных цыплят дважды подкожно иммунизировали BSP-II и инактивированным вирусом птичьего гриппа (AIV, H₉N₂ штамм). Было доказано, что BSP-II индуцирует у иммунизированных цыплят сильную продукцию AIV-специфических HI-антител. Кроме того, BSP-II повышает жизнеспособность клеток птичьего пре-В-лимфоцита DT40. Для изучения глобальных паттернов экспрессии генов в клетках DT40 после обработки BSP-II был проведен генный микрочип. Установлено, что дифференциально экспрессируемые гены участвуют в различных путях, из которых шесть путей связаны с сигнальной трансдукцией, включая ErbB-сигнализацию, MAPK-сигнализацию, Toll-подобную рецепторную сигнализацию, Notch-сигнализацию, mTOR-сигнализацию и Wnt-сигнализацию.

Авторами [13] доказано, что бурсальный пептид (BP11) с аминокислотной последовательностью DVAGKLPDNRT из BF регулирует дифференцировку В-клеток, в том числе увеличивает процент незрелых и зрелых В-клеток в БМ-клетках, совместно культивируемых с IL-7. BP11 оказывает иммуномодулирующее действие на антигенспецифические иммунные реакции у мышей BALB/c, иммунизированных вакциной с инактивированным вирусом влияния (AIV, подтип H9N2), включая усиление продукции AIV-специфических антител и цитокинов. BP11 стимулирует выработку антител. Следовательно, BP11 может быть очень важным для развития иммунной системы.

Известно, что дендритные клетки (DC) считаются основной мишенью для иммуномодуляторов. Установлено, что BP5 значительно подавляет секрецию липополисахаридными (LPS) индуцированными провоспалительными (TNF- α , IL-1 β , IL-6 и IL-12p70) и противовоспалительными (IL-10) цитокинами DCs, и это влияние не было обусловлено его цитотоксичностью. Кроме того, BP5 препятствует морфологическим изменениям и ослабляет экспрессию фенотипических маркеров (молекул MHC II, CD40, CD80 и CD86) в ЛПС-индуцированных ДК. BP5 восстанавливает сниженное поглощение FITC-декстрана в обработанных ЛПС ДК. Следовательно, применение BP5 профилаксирует иммунодефицитное состояние путем отмены иммунной функции DCs [14].

Установлено, что BP5 эффективно подавляет маркеры окислительного стресса, включая оксид азота (NO), активные формы кислорода (АФК), перекисное окисление липидов и окисление белков, снижает экспрессию и активность индуцибельной синтазы оксида азота (iNOS) и способствует защитному антиоксидантному состоянию, активируя экспрессию и активность некоторых ключевых антиоксидантных и окислительно-восстановительных ферментов, включая глутатионпероксидазу (GPx), глутатионредуктазу (GR), супероксиддисмутазу (SOD) и каталазу (CAT). Этот подавляющий эффект на окислительный стресс сопровождался пониженной регулируемой экспрессией и активностью ядерного фактора каппа В (NF- κ B) [15].

BP5 значительно стимулирует экспрессию белка p53 в клетках рака толстой кишки HCT116. BP5 обладает сильным ингибирующим действием на рост клеток и индуцирует апоптоз в клетках HCT116. Механистически BP5 останавливает клеточный цикл в фазе G1, увеличивая экспрессию p53 и p21 и уменьшая экспрессию комплекса циклина E1-CDK2. Лечение BP5 резко активирует стресс-опосредованный апоптотический путь эндоплазматического ретикула (ER), о чем свидетельствует значительное усиление экспрессии сенсоров развернутого белкового ответа (UPR) (IRE1a, ATF6, PERK), а также нижестоящих сигнальных молекул (XBP-1s, eIF2a, ATF4 и CHOP) и значительное изменение фенотипических изменений, индуцированных BP5 в нокдаунных клетках IRE1, ATF6 и PERK. Кроме того, вызванный BP5 стресс ER сопровождался накоплением цитозольного свободного Ca²⁺ и внутриклеточного АФК. Применение BP5 приводит к увеличению экспрессии Bax, снижению экспрессии Bcl-2 и уменьшению δ m, что впоследствии вызывает высвобождение цитохрома из митохондрий в цитоплазму и усиливает активность каспаз-9 и каспаз-3. Следовательно, BP5 обладает противоопухолевой способностью останавливать клеточный цикл в фазе G1 и вызывать ER-стресс/митохондриально-опосредованный каспазозависимый апоптоз в клетках HCT116 [16].

Дендритные клетки (ДК) играют жизненно важную роль в регуляции иммунно-опосредованных воспалительных заболеваний. ДК рассматриваются в качестве основной мишени при разработке иммуномодуляторов. Однако окислительный стресс может нарушить регуляцию иммунно-опосредованных воспалительных заболеваний. Авторами [17] изучено влияние бурсопентина (BP5) на защиту ДК от окислительного стресса при иммуносупрессии. BP5 показал мощные защитные эффекты против липополисахаридного (ЛПС) индуцированного окислительного стресса в ДК, включая оксид азота, активные формы кислорода и перекисное окисление липидов. Кроме того, BP5 повышал уровень клеточного восстановительного статуса за счет увеличения восстановленного глутатиона (GSH) и соотношения GSH/GSSG. Наряду с этим, активность нескольких антиоксидантных окислительно-восстановительных ферментов,

включая глутатионпероксидазу (GPx), каталазу (CAT) и супероксиддисмутазу (SOD), была явно повышена. ВР5 также подавлял подслизистое созревание DC в системе кокультуры LPS-стимулированных кишечных эпителиальных клеток (ECs)/DCs. Наконец, мы обнаружили, что гем-оксигеназа 1 (HO-1) заметно повышается под действием ВР5 в ЛПС-индуцированных ДК и играет важную роль в подавлении окислительного стресса и созревания ДК. Эти результаты показали, что ВР5 может защищать активированные ЛПС ДК от окислительного стресса и иметь потенциальное применение в воспалительных реакциях, связанных с ДК.

Таким образом, является актуальным создание безопасных и высокоэффективных препаратов на основе экстрактов или гидролизатов бурсы, что определило цель исследования. Нами разработан ферментативный гидролизат на основе бурсы – фабрициевой сумки (ФС) цыплят-бройлеров. Научная задача исследования – оценка экстракта фабрициевой сумки цыплят-бройлеров на цитотоксичность и иммунный статус мышей на фоне экспериментальной сальмонеллезной инфекции.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Для оценки возможного цитотоксического влияния экстракта фабрициевой сумки на метаболизм клеток млекопитающих использовали перевиваемые культуры клеток человека и мыши (табл. 1.), полученные из коллекции клеточных культур Института цитологии Российской академии наук. Перед использованием в экспериментах культуры клеток были тестированы на жизнеспособность и функциональную активность согласно соответствующим стандартам.

При изучении общей токсичности использовали методы в виде различных биотестов оценки общей жизнеспособности клеточного монослоя. Нарушение любой из жизненно важных клеточных функций неминуемо влечет за собой через определенное время снижение жизнеспособности и гибель клетки, поэтому все эти биотесты в своей основе используют регистрацию либо количества погибших, либо количество живых клеток в испытываемой культуре.

Табл. 1. Перечень использованных в исследованиях клеточных линий и первичных культур клеток экспериментальных животных

Table 1. List of cell lines and primary cell cultures of experimental animals used in the research

Название клеточной линии	Дифференцировочные признаки
Мышьиные фибробласты L929	Фибробласты мыши, адгезивная культура с образованием монослоя
Макрофагоподобная мышьяная клеточная линия J774.1A	Макрофаги мыши, адгезивная культура с образованием монослоя
Человеческая линия эпителиальных клеток матки HeLaS3	Клетки эпителия человека, адгезивная культура с образованием монослоя
Человеческая линия эпителиальных клеток карциномы кишечника HCT116	Клетки эпителия человека, суспензионная культура
Человеческая линия эритромиелобластов K562	Эритромиелобластные клетки крови человека, суспензионная культура
Опухолевые клетки линии MCF-7	Клеточная культура аденокарциномы молочной железы

Изменения метаболического состояния клеток путем оценки снижения суммарной активности митохондриальных дегидрогеназ в микротетразолиевом тесте (МТТ), который является одним из наиболее общепринятых способов оценки цитотоксичности [9] и основан на способности дегидрогеназ митохондрий восстанавливать желтую растворимую соль МТТ (3-(4,5-диметитиазол-2-ил)-2,5-дифенилтетразолий бромид) до синего нерастворимого формазана, который накапливается в цитоплазме клеток. Реакция происходит только в живых клетках с активными митохондриальными ферментами. Таким образом, количество окрашенных клеток и степень синего окрашивания их цитоплазмы коррелирует с общей жизнеспособностью клеточного монослоя.

Экстракт фабрициевой сумки в различных концентрациях добавляли к кондиционированным клеткам и инкубировали в течение 48 ч. После окончания периода инкубации с тестируемым препаратом в лунки добавляли раствор МТТ до конечной концентрации 500 мкг/мл и инкубировали еще 4 ч в стандартных условиях. Затем аккуратно убирали питательную среду и растворяли клеточный монослой в 10 % растворе додецилсульфата натрия в 0,01 М соляной кислоте. После полного растворения клеток измеряли оптическую плотность растворов при длине волны 595 нм на многоканальном спектрофотометре (Пикон, Россия). Оптическая плотность раствора в контрольных лунках, содержащих клетки без добавления экстракта, принималась за 100 %. Процент жизнеспособных клеток в лунках с экстрактом рассчитывался как отношение их оптической плотности к оптической плотности контрольных лунок без экстракта, умноженной на 100. В каждом отдельном эксперименте все пробы готовили в триплетах. По изменению оптической плотности в лунках с клетками, содержащих экстракт, делали вывод о цитотоксической активности экстракта. Исследуемый экстракт добавляли к клеткам-мишеням в концентрации от 10 мг/мл до 0,02 мг/мл. Разведения исходного образца экстракта готовили на питательной среде для культивирования клеток. Период инкубации препарата с клетками составлял 48 часов. По истечении этого периода производили оценку жизнеспособности клеток, подвергавшихся действию препарата.

Для эксперимента по определению влияния экстракта бursы на неспецифическую резистентность к инфекциям сформировали три равные экспериментальные группы белых беспородных мышей в количестве 6 голов (3 самца/3 самки, 20±2 г). Всем лабораторным животным скормливали ежедневно в течение семи суток экстракт в дозе 750 мг/кг, 150 мг/кг и 3750 мг/кг. Одновременно контрольная группа животных получала внутривентрикулярно воду в том же объеме. Через 24 часа после последнего приема экстракта животных внутрибрюшинно заражали различными дозами (5, 50, 500, 5000 КОЕ) суточной агаровой культурой *Salmonella enteritidis* 92. В те же сроки культуру вводили контрольным мышам. Наблюдение за животными длилось в течение 21 суток после заражения.

Защитное действие испытуемого экстракта определяли двумя биологическими способами: по выживаемости мышей из различных экспериментальных групп и показателю ЛД₅₀, который определяли по методу Кербера [18]. Средняя летальная доза (ЛД₅₀) данного штамма для мышей – 7 микробных клеток (м.к.) при внутрибрюшинном заражении. У всех павших мышей проводился бактериологический анализ селезенки на наличие специфического возбудителя. Полученные результаты обрабатывали с помощью компьютерной программы Statistica 9, достоверность полученных результатов составила 0,95; 0,99 ($P \leq 0,05$; $P \leq 0,01$).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Нами разработана технология получения экстракта фабрициевой сумки цыплят-бройлеров: фабрициевую сумку промывают проточной водой, измельчают в куттере в течение 3 минут при частоте вращения ножей 2400 об/мин, гомогенизируют, вносят фермент папаин из расчета 0,15 %, ферментируют в течение 8 часов, пропускают через мембраны с размером пор 10 кДа, при следующих технологических параметрах: $u \geq 1,5$ м/с; $P = 0,3$ МПа; $t = 20 \pm 5$ °С.

В табл. 2. представлены сводные данные трех экспериментов о жизнеспособности всех используемых клеточных линий после их обработки экстракта фабрициевой сумки цыплят-бройлеров.

В ходе исследования было установлено отсутствие метаболического ответа, цитотоксических свойств и нарушение жизнеспособности клеток в культурах L929, J774.1A, HeLa S3, K562 и HCT116 на фоне воздействия различных концентраций экстракта от 0,02 до 10 мг/мл. Следует отметить, что отмечается выраженный цитотоксический эффект на опухолевые клетки линии MCF-7 при концентрации в экстракте культуры 5 и 10 мг/мл, что позволяет свидетельствовать о возможности использования экстракта бursы для профилактики опухолевых заболеваний.

Табл. 2. Процент жизнеспособных клеток после 48-часовой инкубации с экстрактом фабрициевой сумки в различных концентрациях

Table 2. Percentage of viable cells after 48 hours of incubation with bursa extract at various concentrations

Концентрация экстракта, мг/мл	Линия клеток					
	<i>L929</i>	<i>J774.1A</i>	<i>Hela S3</i>	<i>K562</i>	<i>HCT116</i>	<i>MCF-7</i>
0,02	99,3	111,2	104,2	99,8	112,8	100,8
0,04	105,9	106,9	103,4	103,7	108,6	100,1
0,08	99,2	103	100	101,8	104,1	100,1
0,16	106,3	108,6	100,7	106,3	114	100
0,31	102,8	108,1	97,1	107	101,9	99,8
0,63	106,3	108,9	92,6	104,7	100,6	99,7
1,25	106,8	107,5	97,7	104,9	109,8	100,2
2,5	109,1	112,7	96,4	104,3	106,2	92,3
5,0	110,2	98,1	104,3	105,1	107,8	81,5
10,0	99,1	103	104,4	103,3	105,5	76,2

В результате эксперимента было установлено, что экстракт бурсы не оказывал заметного защитного действия при заражении мышей культурой возбудителя сальмонеллёза в дозе 500 м.к. (70 ЛД₅₀). Все животные из экспериментальных и контрольной групп погибали на 2–9 сутки. В связи с этим эффективную терапевтическую дозу экстракта установить не удалось. От всех павших мышей высевалась культура возбудителя, что подтверждало специфичность экспериментальной инфекции.

Средняя смертельная доза *S. enteritidis* 92 для мышей, получавших экстракт бурсы в дозе 150, 750 и 3750 мг/кг, составила 11, 11 и 7 КОЕ соответственно. Данный показатель в контрольной группе мышей – 7 КОЕ. Полученные результаты демонстрируют положительное влияние экстракта на устойчивость животных к сальмонеллёзной инфекции: использование экстракта бурсы в дозах 150 и 350 мг/кг повышало показатель ЛД₅₀ в 1,5 раза по сравнению с контролем. Данные о выживаемости мышей, инфицированных культурой сальмонеллёза, представлены на рис. 1.

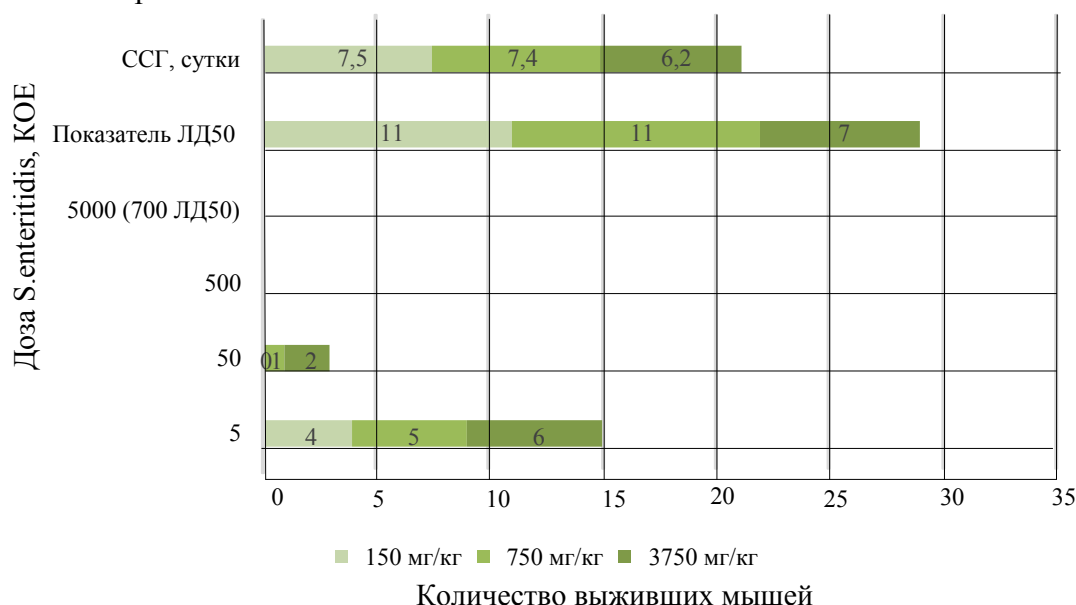


Рис. 1. Влияние экстракта фабрициевой сумки цыплят-бройлеров на выживаемость мышей после внутрибрюшинного заражения культурой *S. enteritidis* 92

Fig. 1. Influence of bursa extract of broiler chicken on the survival rate of mice after intraperitoneal infection with *S. enteritidis* culture 92

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании проведенных исследований с использованием методов оценки цитотоксичности и неспецифического иммунитета доказано, что экстракт лимфоидной ткани (бурсы) цыплят-бройлеров не нарушает жизнеспособность клеток млекопитающих и не проявляет цитотоксических свойств на метаболизм здоровых клеток, что свидетельствует о его безопасности. Доказан выраженный цитотоксический эффект экстракта фабрициевой сумки цыплят-бройлеров на опухолевые клетки линии MCF-7. В эксперименте на мышах было выявлено влияние экстракта фабрициевой сумки цыплят-бройлеров на активизацию иммунитета в отношении сальмонеллезной инфекции, что выражалось в повышении в 1,5 раза показателя ЛД₅₀, получавших экстракт фабрициевой сумки (3750 мг/кг) в сравнении с контрольными животными.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Эгамбердиева, Л. Н. Иммуноактивные препараты животного происхождения / Л. Н. Эгамбердиева // Журнал теоретической и клинической медицины. – 2017. – № 1. – С. 44–51.
- 2 Борисов, Н. Иммуномодуляторы. Укрепляем здоровье животных и птицы / Н. Борисов // Эффективное животноводство. – 2021. – № 2(168). – С. 42–45.
- 3 Булгакова, В. А. Иммуномодуляция как стратегия профилактики и лечения респираторных инфекций / В. А. Булгакова, И. И. Балаболкин, А. С. Игнатова // Consilium Medicum. – 2016. – Т. 18. – № 11. – С. 96–101.
- 4 Скороходкина, О. В. Общая и клиническая иммунология: учебно-методическое пособие / О. В. Скороходкина [и др.] // Казань, КГМУ. – 2018. – 76 с. – 244 с.
- 5 Новикова, И. А. Современные аспекты клинического применения иммуномодуляторов / И. А. Новикова // Международные обзоры: клиническая практика и здоровье. – 2016. – № 1. – С. 59–67.
- 6 Хаитов, Р. М. Иммуномодуляторы: мифы и реальность / Р. М. Хаитов // Иммунология. – 2020. – № 2(41). – С. 101–106.
- 7 Пинегин, Б. В. Современные принципы создания иммуностропных лекарственных препаратов / Б. В. Пинегин, Р. М. Хаитов // Иммунология. – 2019. – № 6(40). – С. 57–62.
- 8 Harold, E. P. Alpha-amylase conjugated biogenic silver nanoparticles as innovative strategy against biofilm-forming multidrug resistant bacteria / E. P. Harold [et al.] // Biocatalysis and Agricultural Biotechnolog. – Volume 29. – October 2020. – P. 101784.
- 9 Joshi, I. Isolation and characterization of angiotensin I-converting enzyme (ACE-I) inhibition and antioxidant peptide from by-catch shrimp (*Oratosquilla woodmasoni*) waste / I. Joshi [et al.] // Biocatalysis and Agricultural Biotechnology. – Volume 29. – October 2020. – P. 101770.
- 10 Xu, Z. Recent advances in the biotechnological production of microbial poly (ϵ -l-lysine) and understanding of its biosynthetic mechanism Appl Microbiol / Z. Xu, X. Feng, J. Liang // Biotechno 1100:6619–6630.
- 11 Xiuli, F. The potential mechanism of Bursal-derived BPP-II on the antibody production and avian pre-B cell / F. Xiuli [et al.] // Vaccine. – 2013. – Volume 31. – Issue 11. – P. 1535–1539.
- 12 Xiuli, F. Immunomodulatory roles and functional analysis of pre-B lymphocyte DT40 cells with the bursal-derived BSP-II treatment / F. Xiuli [et al.] // Immunomodulatory roles and functional analysis of pre-B lymphocyte DT40 cells with the bursal-derived BSP-II treatment. Peptides. – 2012. – Volume 36. – Issue 2. – P. 292–298.
- 13 Xiao L. Isolation, modulatory functions on murine B cell development and antigen-specific immune responses of BP11, a novel peptide from the chicken bursa of Fabricius / L. Xiao [et al.] // Isolation, modulatory functions on murine B cell development and antigen-specific immune responses of BP11, a novel peptide from the chicken bursa of Fabricius. Peptides. – 2012. – Volume 35. – Issue 1. – P. 107–113.
- 14 Yin, Y. Bursopentin (BP5) from chicken bursa of fabricius attenuates the immune function of dendritic cells / Y. Yin, T. Qin, Q. Yu // Amino Acids. – 2014. – Volume 46. – P. 1763–1774.
- 15 De, L. The Suppressive Effects of Bursopentine (BP5) on Oxidative Stress and NF- κ B / L. De [et al.] // Activation in Lipopolysaccharide-activated Murine Peritoneal Macrophages Cell Physiol Biochem. – 2012. – 29:09-20 Accepted: November 28, – 2011. – P. 9–18.
- 16 Li, L. Bursopentin (BP5) induces G1 phase cell cycle arrest and endoplasmic reticulum stress/mitochondria-mediated caspase-dependent apoptosis in human colon cancer HCT116 cells / L. Li [et al.] // Cancer Cell Int. – 2019. – 19:130.
- 17 Qin, T. Bursopentin (BP5) protects dendritic cells from lipopolysaccharide-induced oxidative stress for immunosuppression / [Электронный ресурс] // PLoS ONE. – 2015. – Режим доступа: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0117477/>. – Дата доступа: 10.09.2021.
- 18 Сернов, Л. Н. Элементы экспериментальной фармакологии / Л. Н. Сернов, В. В. Гацура. – М.: Медицина, 2000. – 352 с.

Поступила в редакцию 01.08.2021 г.

ОБ АВТОРАХ:

Светлана Александровна Леонтьева, инженер кафедры «Пищевая инженерия» ФГБОУ ВО «Уральский государственный экономический университет» e-mail: sv-leo@bk.ru.

Сергей Леонидович Тихонов, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Пищевая инженерия» ФГБОУ ВО «Уральский государственный экономический университет», e-mail: tihonov75@bk.ru.

Наталья Валерьевна Тихонова, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры «Пищевая инженерия» ФГБОУ ВО «Уральский государственный экономический университет» e-mail: tihonov75@bk.ru.

Наталья Александровна Кольберг, кандидат ветеринарных наук, доцент, директор Единого лабораторного комплекса ФГБОУ ВО «Уральский государственный экономический университет», e-mail: kolberg_na@usue.ru.

Ксения Евгеньевна Кирпикова, аспирант ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский химико-фармацевтический университет» e-mail: ksenija.kirpikova@pharminnotech.com.

Мария Сергеевна Тихонова, студент ФГБОУ ВО «Уральский государственный медицинский университет», e-mail: tihonov75@bk.ru.

ABOUT THE AUTHORS:

Svetlana A. Leontieva, engineer of the Department of Food Engineering, Ural State University of Economics e-mail: sv-leo@bk.ru.

Sergey L. Tikhonov, Professor, Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Food Engineering, Ural State University of Economics, e-mail: tihonov75@bk.ru.

Natalia V. Tikhonova, Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of the Department of Food Engineering, Ural State University of Economics e-mail: tihonov75@bk.ru.

Natalia A. Kolberg, Ph. D., Associate Professor, Director of the Unified Laboratory Complex of Ural State University of Economics, e-mail: kolberg_na@usue.ru.

Ksenia E. Kirpikova, post-graduate student, Saint Petersburg State Chemical and Pharmaceutical University, e-mail: ksenija.kirpikova@pharminnotech.com.

Maria S. Tikhonova, student of Ural State Medical University, e-mail: tihonov75@bk.ru.

УДК 639.3.043

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ НОВОГО ФЕРМЕНТНОГО КОМПЛЕКСА В СОСТАВЕ КОМБИКОРМОВ ДЛЯ РАЗНОВОЗРАСТНОГО КАРПА

Ж. В. Кошак¹, Л. В. Рукшан², А. Э. Кошак¹, Н. Н. Гадлевская¹, Е. Е. Рыбкина²

¹ РУП «Институт рыбного хозяйства» Национальной академии наук Беларуси, Республика Беларусь

² Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий,
Республика Беларусь

Аннотация

Введение. Актуальным является производство в республике комбикормов для рыбоводства, которые полностью состоят из ингредиентов отечественного производства, включая ферментативные комплексы в их составе. Научная задача – сравнительная оценка эффективности нового ферментного комплекса «Фекорд Аква» в составе комбикормов для разновозрастного карпа при различной температуре воды и использованием в составе нешелушенного овса.

Материалы и методы. Ферментная композиция «Фекорд Аква»; ферментный комплекс «Натузим» (Австралия); комбикорма для карпа К-110 и К-111 с ферментными комплексами в составе. Общепринятые методы исследований, принятые в ихтиологии.

Результаты. Максимальная эффективность комбикормов с ферментным препаратом «Фекорд Аква» и нешелушенным овсом в составе достигается в диапазоне температур воды 26–30 °С. Однако, при температуре 20 °С ферментный комплекс обеспечивает приемлемую для практики эффективность кормления при более низких кормовых затратах. Применение нового ферментного комплекса позволило повысить переваримость сырого протеина и сырой клетчатки до уровня эффективности зарубежного ферментного комплекса «Natuzyne» в комбикорме до 60,6 %, сырой клетчатки – до 18,4 %.

Выводы. Рекомендуются в целях импортозамещения использовать ферментный комплекс «Фекорд Аква» при производстве комбикормов К-110 и К-111 с включением в их состав нешелушенного овса.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: *карп; комбикорм; сырой протеин; сырая клетчатка; переваримость; усвояемость.*

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ: Кошак, Ж. В. Оценка эффективности нового ферментного комплекса в составе комбикормов для разновозрастного карпа / Ж. В. Кошак [и др.] // Вестник Белорусского государственного университета пищевых и химических технологий. – 2021. – № 2(31). – С. 81–90.

EVALUATION OF THE EFFECTIVENESS OF A NEW ENZYME COMPLEX IN COMPOUND FEEDS COMPOSITION INTENDED FOR DIFFERENT AGE GROUPS OF CARP

Zh. V. Koshak¹, L. V. Rukshan², A. E. Koshak¹, N. N. Gadlevskaya¹, E. E. Ribkina²

¹RUE «Fish Industry Institute» of the National Academy of Sciences of Belarus, Republic of Belarus

²Belarusian State University of Food and Chemical Technologies, Republic of Belarus

ABSTRACT

Introduction. Production of compound feeds for fish farming, which is entirely made up of domestic ingredients including enzyme complexes, is of current interest in the Republic of Belarus. The article aims to carry out comparative evaluation of the effectiveness of the new enzyme complex "Fekord Aqua" in the composition of mixed feeds for various age groups of carp at different water temperatures and the use of unhulled oats.

Materials and methods. Enzyme composition "Fekord Aqua"; enzyme complex "Natuzyne" (Australia); compound feed for carp K-110 and K-111 with enzyme complexes. Generally accepted research methods applied in ichthyology.

Results. The maximum efficiency of the compound feed with the enzyme preparation "Fekod Aqua" and unhulled oats is achieved at water temperature in the range of 26–30 °C. However, at a temperature of 20 °C, the enzyme complex provides practically acceptable feeding efficiency at a lower feed cost. The use of the new enzyme complex increases the digestibility of crude protein and crude fiber to efficiency level of the foreign enzyme complex "Natuzyne" in com-

pound feed up to 60,6 %, crude fiber – up to 18,4 %.

Conclusions. Fekord Aqua is recommended to be used for import substitution in the production of compound feeds K-110 and K-111 with unhulled oats included in their composition.

KEY WORDS: *carp; compound feed; crude protein; crude fiber; digestibility.*

FOR CITATION: Koshak, Zh.V. Evaluation of the effectiveness of a new enzyme complex in compound feeds composition intended for different age groups of carp / Zh.V. Koshak [et al.] // Vestnik of the Belarusian State University of Food and Chemical Technologies. – 2021. – № 2(31). – P. 81–90 (in Russian).

ВВЕДЕНИЕ

Рыба является ценным продуктом белкового питания населения. Интенсификация прудового рыбоводства позволила резко увеличить объем производства живой рыбы. Так, если в 2005 г. было выращено 8,015 тыс. т прудовой рыбы, то в 2020 г. более 13,7 тыс. т. Основным объектом прудового рыбоводства является карп (около 85 %), выращивание которого ведется с использованием в основном гранулированных комбикормов. Всего в республике в последние годы используется для рыбной отрасли более 30 тыс. т комбикормов в сезон [1].

Особенностью пищеварения карпа является отсутствие желудка. Скорость пищеварения у карпа тесно связана с температурой воды, а также содержанием в ней растворенного кислорода, возраста рыбы и других показателей. В естественных условиях карп питается в основном зоопланктоном и зообентосом, т.е. живыми организмами, содержащими легкоусвояемые белки, жиры и в меньшей степени углеводы, а также биологически активные вещества. Поэтому комбикорма должны быть легкоусвояемыми. Однако в последние годы в связи с дефицитом белкового сырья и высокими ценами на него, из рецептов для карпа практически исчезло сырье животного происхождения и белок корма представлен на 90 % и более растительным белком. Хорошо усвоить растительный белок карпу сложно. Чтобы повысить усвояемость таких комбикормов необходимо использовать экзогенные ферменты протеолитического действия, позволяющие лучшему их усвоению. Кроме этого, у карпа отсутствуют ферменты, которые бы расщепляли целлюлозу, лигнин, пектин, фитин и другие сложные органические вещества. Эти вещества в значительных количествах содержатся в используемых комбикормах. С помощью новых экзогенных мультиэнзимных комплексов, содержащих ксиланазы, β -глюканазы, целлюлазы, пектиназы, и др. ферменты, можно повысить усвояемость используемого комбикорма и соответственно снизить удельные его затраты на прирост [2, 3].

Стоимость и конкурентоспособность рыбы в значительной степени определяются качеством используемых комбикормов. В структуре себестоимости выращенной прудовой рыбы корма составляют более 50 %, поэтому снижение их удельных затрат на прирост имеет чрезвычайно важное значение. Снизить затраты на корма можно либо за счет снижения цены, либо за счет повышения усвояемости. К сожалению, разработанный РУП «Институт рыбного хозяйства» ферментный комплекс для карпа, который использовался более 10 лет в нашей республике, морально устарел и снят с производства. Кроме этого, действие ферментного комплекса было направлено на повышение усвоения только трудноперевариваемой клетчатки. В настоящее время на рынке появились новые зарубежные мультиэнзимные композиции, обладающие по сравнению с предыдущим поколением аналогичных препаратов большей ферментативной активностью, работающие при более низких температурах и обладающие стабильностью к высоким температурам. Зарубежные ферментные комплексы предназначены для других видов животных и птиц и единственный ферментный комплекс «Natuzyme», который предназначен для использования, в том числе, и в комбикормах для аквакультуры. Поэтому изучение действия разных ферментов нового поколения в составе комбикормов с целью повышения их усвояемости весьма актуально. Актуальным является вопрос разработки белорусского ферментного комплекса, позволяющего повысить эффективность комби-

кормов для карпа.

Целью исследований является разработка комбикорма с использованием отечественного экзогенного ферментного препарата нового поколения.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объектами исследования служили: ферментная композиция «Фекорд Аква»; ферментный комплекс «Натузим» (Австралия); комбикорма для карпа К-110 и К-111 с вводом в их состав ферментных композиций; разновозрастной карп; мышцы карпа; кровь карпа.

Химический состав комбикорма определяли общепринятыми методами: содержание сырого протеина – титрометрическим методом по Кьельдалю в соответствии с ГОСТ13496.4-93; жира – экстракционным методом в аппарате Сокслета (ГОСТ 13496.15), массовую долю влаги – методом сушки до постоянной массы (ГОСТ 13496.3), зольные элементы определялись методом сухого озоления в муфельной печи (ГОСТ26226-95), сырая клетчатка – методом удаления из продукта кислотощелочерастворимых веществ и определения массы остатка (ГОСТ 13496.4). Гематологические показатели определялись согласно общепринятым в ихтиологии методикам [4, 5].

При определении переваримости клетчатки и протеина в составе комбикорма в своих исследованиях руководствовались методикой М. А. Щербины [2], согласно которой переваримость определяется по разности между количеством питательных веществ, принятых с кормом, и их количеством, выделившимся с экскрементами.

Расчет переваримости питательных веществ осуществляли по формуле:

$$K_{\text{ВП}} = \frac{P_{\text{К}} \cdot C_{\text{К}} - P_{\text{Э}} \cdot C_{\text{Э}}}{P_{\text{К}} \cdot C_{\text{К}}} \cdot 100\%, \quad (1)$$

где $P_{\text{К}}$ и $P_{\text{Э}}$ – содержание питательного вещества в корме и экскрементах, %; $C_{\text{К}}$ и $C_{\text{Э}}$ – количество съеденного корма и выделенных экскрементов, г.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Работа по разработке нового отечественного ферментного комплекса выполняется в рамках Государственной научно-технической программы «Инновационные агропромышленные и продовольственные технологии», подпрограммы «Агропромкомплекс – инновационное развитие» на 2021–2025 гг. по заданию 3.14.3 «Разработать состав комбикорма с использованием экзогенных ферментных препаратов нового поколения».

Изучена эффективность представленных на рынке республики ферментных препаратов зарубежного производства, которые используются производителями в составе комбикормов для карпа – мультиэнзимные ферментные комплексы «Natuzyme», «Rovabio Max AP», «Rovabio Max Advance P», «Rovabio Excel AP», «Vilzim» и «Фекорд-2012». Получено, что среднештучный прирост при вводе ферментного комплекса «Natuzyme» выше, чем в контроле (без фермента) на 38,5 %, прирост к первоначальной массе выше на 39,9 %, а удельная скорость роста рыбы – на 50 %. Ввод в комбикорм мультиэнзимного комплекса «Natuzyme» в дозировке 50 г/т приводит к снижению кормового коэффициента на 31,3 % по сравнению с контролем. Все остальные ферментные препараты существенно уступали ферментному комплексу «Natuzyme» по данным показателям. По переваримости сырой клетчатки лучше себя показала мультиэнзимная композиция «Rovabio Excel AP» в дозировке 100 г/т комбикорма. По биохимическим показателям мышц карпа наилучший результат дало внесение в комбикорм ферментного препарата «Natuzyme» в дозировке 50 г/т. Содержание белка в мышцах увеличилось на 5,2 % по сравнению с контролем. Отложение зольных элементов в мышцах карпа в опыте ниже на 34,0 %, чем в контроле, а жира – на 4,4 %

больше, чем у рыб контрольной группы. Другие ферментные препараты дали результаты на уровне контрольных образцов.

Характеристика ферментного препарата «Natuzyme» представлена в табл. 1.

Табл. 1. Характеристика ферментного комплекса «Natuzyme»

Table 1. Composition of enzyme complex «Natuzyme»

Состав	Действие фермента	Активность, ед./г
Целлюлаза	Преобразует клетчатку в глюкозу	50
Протеаза	Расщепляет протеины до аминокислот	490
Ксиланаза	Гидролизует ксилан в ксилозу	2100
α -амилаза	Расщепляет крахмал до простых сахаров	2800
β -глюканаза	Расщепляет глюканы	800
Фитаза	Высвобождает фосфор, хранящийся в фитатах	10000

На основании положительных результатов кормления карпа при использовании ферментного комплекса «Natuzyme» и данных по активностям ферментов, представленных производителем, были разработаны три варианта отечественных аналогов ферментного комплекса для карпа, опытные образцы были обозначены порядковыми номерами № 1 (ксиланаза, целлюлаза, β -глюканаза, фитаза); № 2 (ксиланаза, целлюлаза, β -глюканаза, фитаза, α -амилаза); № 3 (ксиланаза, целлюлаза, β -глюканаза, фитаза, α -амилаза, протеаза). Данные ферментные комплексы отличаются между собой составом, соотношением ферментов и активностью.

Дозы ввода в инструкциях по применению ферментных комплексов преимущественно рекомендованы для сельскохозяйственных животных и птиц, имеющих постоянную температуру тела. В то же время рыбы являются пойкилотермными животными, у которых температура тела меняется в зависимости от температуры внешней среды, что приводит к снижению активности ферментов. Для выбора оптимального ферментного комплекса была определена переваримость карпом сырого протеина в составе комбикорма (табл. 2).

Табл. 2. Переваримость сырого протеина комбикормов с вводом различных ферментных препаратов и дозировок

Table 2. Digestibility of raw protein of compound feeds with the introduction of various enzyme preparations and dosages

Номер образца	Количество ферментного комплекса, г/т	Коэффициент видимой переваримости, $K_{вп}$	
		сырой протеин	сырая клетчатка
1	500	49,5	0,05
	1000	47,3	-23,6
2	500	54,8	14,2
	1000	57,4	-16,9
3	500	60,6	18,4
	1000	49,3	-25,6
Контроль	0	46,3	-123,42

Отмечено, что переваримость сырого протеина при применении ферментных комплексов № 2 и № 3 высокая. Так, переваримость сырого протеина комбикорма при использовании ферментного комплекса № 2 в дозировке 500 г/т равна 54,8 % и увеличение ее дозы в 2 раза повысило переваримость протеина на 2,6 % по сравнению с контролем.

Переваримость сырой клетчатки в составе комбикорма карпом в дозировке 1000 г/т во всех вариантах ферментных комплексов имела отрицательное значение. В то же время при дозировке ферментного комплекса № 3 в дозировке 500 г/т переваримость сырой клетчатки достаточно высокая – 18,4 %.

Увеличение дозировки ферментного комплекса с 500 г/т до 1000 г/т не приводит к соответствующему увеличению видимой переваримости, так как высокая концентрация ферментов в пищеварительном тракте карпа приводит к расстройству пищеварения и вместо усвоения корма, он не полностью усвоенный выводится из организма. На основании полученных результатов дальнейшие исследования проводятся с использованием ферментного препарата № 3, которому присвоено название «Фекорд Аква».

Использование в аквакультуре ферментных комплексов ограничено, в первую очередь, из-за температуры воды. Это связано со снижением эффективности ферментов при температуре воды 16–18 °С, так как большинство ферментов рассчитано на оптимум работы при температурах 36–38 °С (температура тела теплокровных животных) [6]. При производстве комбикорма на различных этапах технологического процесса применяются различные режимы (влаготепловая обработка, гранулирование или экструдирование, сушка), которые влияют на сохранность и эффективность ферментов. На некоторых этапах температура может достигать более 90 °С, а большинство ферментов при таких температурах существенно снижают свою активность [7–9]. Поэтому для установления эффективности комбикорма с ферментным комплексом «Фекорд Аква» проведен эксперимент по кормлению годовика карпа в условиях аквариальной инстиута. В состав комбикорма К-111, кроме нового ферментного комплекса, вошел нешелушенный овес как компонент, богатый жирами и витаминами В₁, В₂, В₄, В₅, В₆, Н, РР, Е. Температура воды в аквариумах устанавливалась различной, с целью определения эффективности работы ферментного комплекса в данных условиях. Так, температура воды в опытах составляла 16±0,5 °С; 20±0,3 и 25±0,8 °С. В экспериментах использованы годовики карпа навеской 23,2–26,6 г, размещенные в трех аквариумах объемом 90 л в количестве по 30 экземпляров. Период кормления 35 суток. Корм рыбе задавался в количестве 1,5–3,0 % от массы 3 раза в сутки. Учет корма велся ежедневно. Отход рыбы во время эксперимента не наблюдался.

Влияние комбикорма К-111 с новым ферментным комплексом «Фекорд Аква» на весовые показатели, удельную скорость роста и кормовой коэффициент в зависимости от температуры воды представлены в табл. 3.

Табл. 3. Приросты годовика карпа, удельная скорость роста и кормовые коэффициенты при использовании ферментного комплекса «Фекорд Аква» в составе комбикорма К-111

Table 3. One year old carp growth rate and feed coefficients when using the enzyme complex «Fekord Aqua» as part of compound feed K-111

Температура воды, °С	Общая масса, г		Прирост карпа		Удельная скорость роста, %/сутки	Кормовой коэффициент, ед.
	начало кормления	конец кормления	абсолютный, г	относительный к первоначальной массе, %		
16	266	269	3,20±0,34	11,74±1,34	0,0035	4,8
20	269	272	3,30±1,18	12,34±3,80	0,0044	4,0
25	232	236	3,50±0,64	14,01±2,25	0,0050	3,5

Видно, что с увеличением температуры воды с 16 до 25 °С относительные и абсолютные приросты повышаются на 2,27 и 8,6 % соответственно. При кормлении карпа при температуре воды 25 °С удельная скорость роста рыб повышается на 70 %, чем при кормлении при температуре воды 16 °С. Повышение температуры способствует снижению кормового коэффициента. Графическое отображение экспериментальных результатов данного этапа исследований, представленное на рис. 1, позволяет определить приросты и кормовые коэффициенты с изменением температуры воды с 10 до 35 °С при использовании экономичного комбикорма К-111 с ферментным комплексом «Фекорд Аква». При этом данный диапазон температуры воды наиболее характерен для рыбоводных хозяйств Республики Беларусь в течение сезона выращивания.

Анализ графиков на рис. 1 показывает, что с ростом температуры воды увеличивается относительный прирост карпа по отношению к первоначальной массе, характер изменения относительного прироста подчиняется полиномиальному закону. С ростом температуры воды кормовой коэффициент снижается, однако при температуре воды 35 °С наблюдается небольшой рост кормового коэффициента, что связано с тем, что при таких высоких температурах воды карп перестает питаться. Характер изменения кормового коэффициента от температуры воды подчиняется степенному закону. Уравнения регрессии, описывающие вышеперечисленные закономерности, представлены на рис. 1.

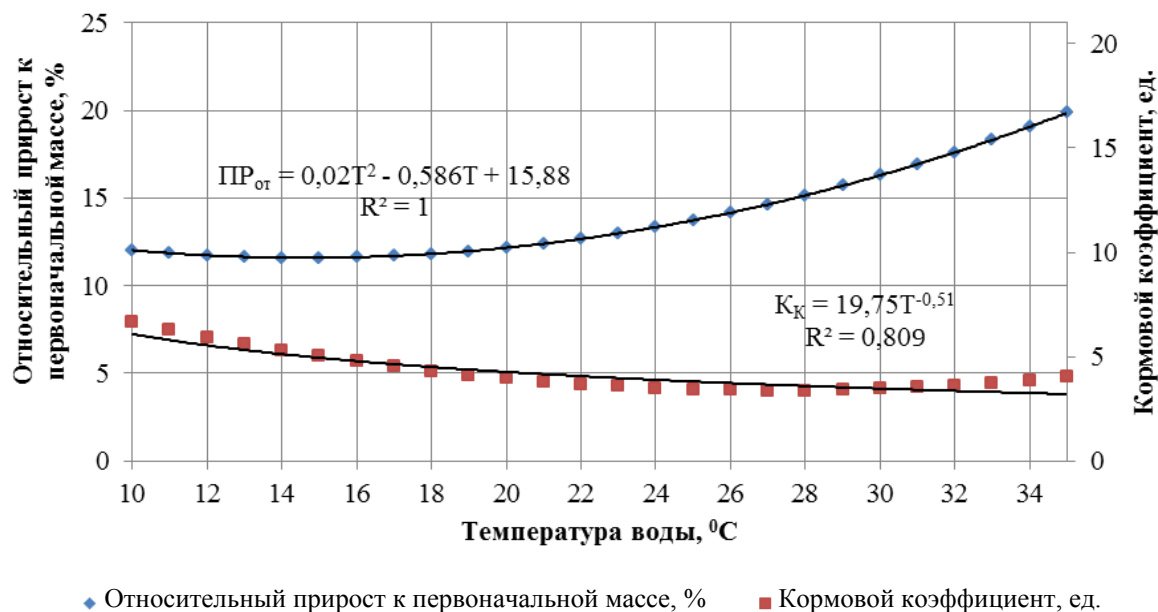


Рис. 1. Связь относительного прироста карпа и кормового коэффициента при кормлении комбикормом К-111 с ферментным комплексом «Фекорд Аква» при различных температурах воды

Fig. 1. Relationship between the relative growth of carp and the feed coefficient in feeding with K-111 compound feed with the «Fekord Aqua» enzyme complex at different water temperatures

Все изложенное свидетельствует о том, что оптимальный диапазон температур при кормлении комбикормом К-111 с ферментным препаратом «Фекорд Аква» и нешелушенным овсом в его составе – это диапазон температур воды 26–30 °С. В то же время следует отметить, что и при температуре воды 20 °С комбикорм имеет низкие кормовые затраты и хорошие относительные приросты, то есть ферментный комплекс «Фекорд Аква» обеспечивает эффективность кормления и при более низких температурах воды.

Физиологическое состояние рыбы после кормления опытным комбикормом при различной температуре воды оценивали по характеру изменений физико-химических показателей в мышечной ткани. Пределы вариации данных по физико-химическому составу мышц карпа представлены в табл. 4. Видно, что при росте температуры воды содержание влаги в теле карпа снижается, содержание протеина растет, а жирность при этом изменяется незначительно.

На следующем этапе изготовлены опытные комбикорма для сеголеток карпа К-110 и для двух- и трехлеток карпа К-111, в состав которых входили следующие компоненты: пшеница, тритикале, овес нешелушенный, ячмень, шрот подсолнечный, шрот соевый, отруби пшеничные, мука пшеничная, мука рыбная, мука мясокостная, дрожжи кормовые, соль, монокальций фосфат, мел, премикс, ферментный комплекс «Фекорд Аква».

В составе комбикормов К-110 и К-111 впервые включен нешелушенный овес, содержащий около 8 % жира и имеющий высокое содержание витаминов. Ферментный комплекс «Фекорд Аква» в состав опытных комбикормов для карповых рыб вводили в количестве 0,05 %.

Табл. 4. Пределы вариации физико-химического состава мышц годовиков карпа**Table 4.** Variations in physicochemical composition of one year old carp muscles

Температура воды, °С	Содержание сухого вещества, %	Содержание в сыром веществе, %		Жирность, %
		протеина	зола	
Перед началом опыта	23,56±0,04	16,34±0,02	2,54±0,05	4,68±0,03
16	24,55±0,06	16,97±0,02	2,15±0,03	5,43±0,05
20	24,64±0,07	17,17±0,05	2,06±0,04	5,41±0,04
25	24,66±0,05	17,18±0,04	2,05±0,04	5,43±0,06

Определены физико-химические характеристики и химический состав опытных комбикормов. Так, содержание сухого вещества, сырого протеина, сырого жира, сырой клетчатки в комбикормах К-110 и К-111 соответственно равно 94,86 и 92,57 %; 30,9 и 26,1 %; 3,7 и 3,01 %; 5,4 и 8,35 %. Отмечено, что все физико-химические показатели находились в пределах норм, рекомендуемых действующими ГУ.

По мнению ученых, занимающихся изучением аминокислотного состава кормов для рыб, наибольшее значение для рыб из незаменимых аминокислот имеют такие аминокислоты, как аргинин, лизин и валин [10]. Аминокислотный состав опытных комбикормов представлен в табл. 5. Видно, что аргинином и изолейцином богат комбикорм К-110, а аргинином и фенилаланином – комбикорм К-111. Все исследованные комбикорма бедны лизином, метионином и цистеином, поэтому дополнительно в состав таких комбикормов необходимо вводить лизин и метионин.

Табл. 5. Аминокислотный состав и аминокислотный скор комбикормов для карпа**Table 5.** Amino acid composition and amino acid content of compound feeds for carp

Аминокислота	Содержание АК, %	АК в идеальном белке карп (по Ogino, [5]), % белка	Аминокислотный скор, %
<i>К-110</i>			
Лизин	5,33	5,30	101
Гистидин	1,99	1,50	133
Аргинин	6,65	3,80	175
Треонин	4,05	3,30	123
Метионин+цистеин	3,11	3,60	86
Валин	4,76	3,00	159
Фенилаланин	4,21	3,00	140
Лейцин	6,68	4,10	163
Изолейцин	4,36	2,30	190
<i>К-111</i>			
Лизин	4,19	5,30	79
Гистидин	2,27	1,50	151
Аргинин	6,63	3,80	174
Треонин	3,57	3,30	108
Метионин+цистеин	3,40	3,60	94
Валин	4,41	3,00	147
Фенилаланин	5,50	3,00	183
Лейцин	5,92	4,10	144
Изолейцин	3,61	2,30	157

Жиры как питательные вещества являются высококонцентрированными источниками энергии и содержат в своем составе много жизненно важных веществ, таких как незаменимые жирные кислоты, жирорастворимые витамины и т.д. [11, 12]. К числу незаменимых жирных кислот относится линолевая, имеющая две двойные связи (18:2 ω_6), и линоленовая с тремя двойными связями (18:3 ω_3). Кроме того, физиологически важными по выполняемым

функциям для рыб считают их производные: арахидоновую (20:5 ω_3) и декозагексаеновую (22:6 ω_3) кислоты. Последние могут образовываться из линолевой и линоленовой кислот путем ферментативных превращений [13]. Наиболее типичными признаками дефицита незаменимых жирных кислот являются: замедление роста, снижение аппетита, заболевание кожи и плавников, выражающиеся в нарушении их пигментации и последующем некрозе, нарушение липидного обмена, которое проявляется в повышенном отложении жира в печени и на внутренних органах, высокая восприимчивость к инфекциям, нарушение воспроизводительной функции и др. [14]. Поэтому на последующем этапе исследований изучен жирнокислотный состав новых комбикормов, представленный насыщенными, мононенасыщенными и ненасыщенными жирными кислотами (табл. 6).

Табл. 6. Содержание жирных кислот в комбикормах для карпа

Table 6. Content of fatty acids in compound feeds for carp

Жирная кислота	Процент от суммы жирных кислот, %	
	<i>K-110</i>	<i>K-111</i>
C _{10:0} (каприновая)	0,2	0,15
C _{12:0} (лауриновая)	0,1	0,1
C _{14:0} (миристиновая)	1,8	1,6
C _{15:0} (пентадекановая)	0,1	0,1
C _{16:0} (пальмитиновая)	22,0	20,2
C _{17:0} (маргориновая)	0,2	0,1
C _{18:0} (стеариновая)	3,6	3,3
C _{20:0} (арахиновая)	0,2	0,15
C _{22:0} (бегеновая)	0,1	0,1
C _{16:1} (9-цис)(пальмитолеиновая)	4,2	3,5
C _{18:1} (9-цис)(олеиновая)	29,5	25,2
C _{20:1} (эйкозеновая)	1,0	0,5
C _{22:1} (эруковая)	0,5	0,2
C _{18:2} (линолевая)	27,9	24,5
C _{18:3} (α-линоленовая)	3,5	2,7
C _{20:2} (эйкозодиеновая н6)	0,2	0,2
C _{20:5} (эйкозапентаеновая)	0,5	0,2
C _{22:6} (докозагексаеновая)	0,5	0,2

Согласно данным ученых [15, 16], организм карпа для обеспечения оптимального роста должен получать с пищей незаменимые линолевую и линоленовую кислоты в количестве 0,5 или 1,0 % к массе корма. Анализ данных табл. 6 показал, что для обеспечения оптимального роста карпа количество линолевой кислоты в опытных комбикормах достаточно.

В настоящее время во всем мире комбикорма для карпа выпускаются в экструдированном виде, а в Республике Беларусь только сейчас начинается переход на выпуск экструдированных комбикормов, позволяющих сократить их потери при кормлении рыб и увеличить рентабельность. Однако нет исследований по экструдированию комбикормов, в состав которых входит ферментный комплекс «Фекорд Аква». Поэтому на следующем этапе исследований определено влияние режимов влаготепловой обработки (ВТО) и температуры экструдирования комбикормов для карпа на активность амилазы. Исследования в этом направлении предопределены тем, что изучаемые комбикорма в своем составе содержат 85 % растительного сырья и, следовательно, большое количество крахмала. Результаты по значениям амилазной активности ферментного комплекса «Фекорд Аква» при производстве экструдированных комбикормов представлены в табл. 7.

При производстве экструдированных комбикормов для карпа для сохранения максимальной активности ферментов особое внимание следует уделять технологическим режимам производства комбикорма. Анализ данных табл. 7 показал, что с увеличением влажности комбикорма на 2 %, температуры влаготепловой обработки продукта паром и температуры

экструдирования соответственно на 5 и 10 °С амилазная активность уменьшается в среднем на 14–15 %.

Установлено, что влажность рассыпного комбикорма перед экструдированием должна быть 25–28 %, температура влаготепловой обработки комбикорма – 80 °С и температура продукта при экструдировании – 90 °С.

Табл. 7. Амилазная активность ферментного комплекса «Фекорд Аква» в составе экструдированного комбикорма К-110

Table 7. Amylase activity of enzyme complex «Fecord Aqua» in the composition of extruded compound feed K-110

Температура ВТО, °С	Влажность смеси перед экструдированием, W _{смеси} , %	Температура экструдирования, T _{экстр} , °С	Амилазная активность, мг/ч мл
80	25	90	116,13
85			71,00
80	28	90	100,00
85			92,47
80	25	100	70,98
85			58,06
80	28	100	99,90
85			48,39

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании проведенных исследований разработан ферментный комплекс «Фекорд Аква», повышающий усвояемость и переваримость протеина и клетчатки комбикормов для разновозрастного карпа.

Установлено, что при вводе в комбикорм 1000 г/т ферментного комплекса «Фекорд Аква» переваримость сырого протеина равна 60,6 %, сырой клетчатки – 18,4 %, что находится на уровне зарубежного ферментного комплекса «Natuzyme». Комбикорм содержит все необходимые аминокислоты и жирные кислоты, необходимые для роста и развития карпа.

Для максимально возможной сохранности амилазной активности комбикорма для разновозрастного карпа с использованием ферментного комплекса «Фекорд Аква» подобраны режимы его экструдирования.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Агеец, В. Качественный комбикорм – здоровая рыба – экологически чистая продукция / В. Агеец, Ж. Кошак // Наука и инновации. Ихтиофауна. – 2020. – № 3(205). – С.17–21.
- 2 Щербина, М. А. Переваримость и эффективность использования питательных веществ искусственных кормов у карпа / М. А. Щербина. – М.: Пищевая промышленность. – 1973. – 120 с.
- 3 Щербина, М. А. Выращивание карпа в прудах / М. А. Щербина, А. Ю. Кисилёв, А. Е. Касаткина. – Минск: Ураджай, 1992. – 136 с.
- 4 Методические указания по проведению гематологического обследования рыб: утв. Минсельхозпрод России 20.20.1999, № 13- 4-2/1487.
- 5 Иванова, Н. Т. Атлас клеток крови рыб (сравнительная морфология и классификация форменных элементов крови рыб). – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982. – С. 184.
- 6 Тищенко, П. И. Биотехнологические основы использования микробных и ферментных препаратов в кормопроизводстве и кормлении животных: автореф. дисс. ... д-ра сх. наук /Тищенко Петр Иванович. – Боровск, 2005. – 46 с.
- 7 Гадлевская, Н. Н. Действие экзогенных ферментов на рост карпа / Н. Н. Гадлевская // Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя аграрных навук. – 2005. – № 2. – С. 95–98.
- 8 Бевзюк, В. Н. Нетрадиционные корма и ферментные препараты в кормлении мясной птицы: автореф. дисс. ... д-ра сх. наук / Бевзюк Валерий Николаевич. – п. Персиановский, – 2005. – 47 с.
- 9 Воронкова, Ю. Н. Влияние добавки ферментного препарата Ровабио на корм утят при выращивании их на мясо: автореф. дисс. ... к-та сх. наук / Воронкова Юлия Николаевна. – Оренбург. – 2005. – 24 с.
- 10 Коуи, К. Биоэнергетика и рост рыб / К. Коуи, Дж. Сарджент. – М.: Легкая и пищевая промышленность,

1983. – С. 8–69.

11 Абросимова, Н. А. Кормовое сырье для объектов аквакультуры / Н. А. Абросимова, С. С. Абросимов, Е. М. Саенко. – Ростов-на-Дону: Эверест, 2005. – 144 с.

12 Щербина, М. А. Кормление рыб в пресноводной аквакультуре / М. А. Щербина, Е. А. Гамыгин. – М: издательство ВНИПРО, 2006. – 360 с.

13 Wilson, R. P. Amino Acid and protein // In: Halver J.E. ed., Fish nutrition., 2nd ed. Academic Press, San Diego (USA), 1989. – P. 111–151.

14 Остроумова, И. Н. Биологические основы кормления рыб / И. Н. Остроумова. Изд-е 2. – СПб.: ГосНИОРХ, 2012. – 564 с.

15 Sargent, J. R. The lipids. Fish nutrition / J.R. Sargent, D.R. Tocher, J.G. Bell. – San Diego: Academic Press, 2002. – 260 p.

16 Желтов, Ю. А. Кормление племенных карпов разных возрастов в прудовых хозяйствах / Ю. А. Желтов, А. А. Алексеенко. – Киев: Фирма «ИНКОС», 2006. – 169 с.

Поступила в редакцию 07.11.2021 г.

ОБ АВТОРАХ:

Жанна Викторовна Кошак, кандидат технических наук, доцент, заведующий лабораторией кормов РУП «Институт рыбного хозяйства» НАН Беларуси, e-mail: Koshak.zn@gmail.com.

Людмила Викторовна Рукшан, кандидат технических наук, доцент, профессор кафедры технологии хлебопродуктов, Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий, e-mail: rukshanl@bgut.by.

Артур Эдуардович Кошак, кандидат технических наук, доцент, старший научный сотрудник лаборатории кормов РУП «Институт рыбного хозяйства» НАН Беларуси, e-mail: 8849619@gmail.com.

Наталья Николаевна Гадлевская, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории кормов РУП «Институт рыбного хозяйства» НАН Беларуси, e-mail: labkormov@Gmail.com.

Евгения Евгеньевна Рыбкина, магистрант, Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий.

ABOUT AUTHORS:

Zhanna V. Koshak, PhD (Engineering), Associate Professor, Head of the Laboratory of Feeds of RUE «Fish Industry Institute» of the National Academy of Sciences of Belarus, e-mail: Koshak.zn@gmail.com.

Lyudmila V. Rukshan, PhD (Engineering), Associate Professor, Professor of the Department of Grain Products Technology, Belarusian State University of Food and Chemical Technologies, e-mail: rukshanl@mgup.by.

Arthur E. Koshak, PhD (Engineering), Associate Professor, senior researcher of the Laboratory of Feeds of RUE «Fish Industry Institute» of the National Academy of Sciences of Belarus, e-mail: 8849619@gmail.com.

Natalia N. Gadlevskaya, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the Laboratory of Feeds of RUE «Fish Industry Institute» of the National Academy of Sciences of Belarus, e-mail: labkormov@Gmail.com.

Evgenija E. Ribkina, post-graduate student, Belarusian State University of Food and Chemical Technologies.

ПРОЦЕССЫ, АППАРАТЫ И ОБОРУДОВАНИЕ ПИЩЕВЫХ ПРОИЗВОДСТВ

УДК 664.8.047

МЕТОДИКА РАСЧЕТА ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ СУШКИ В КИПЯЩЕМ СЛОЕ ДРОЖЖЕЙ И ХЛЕБА ПО ОБОБЩЕННЫМ ПЕРЕМЕННЫМ КИНЕТИКИ ПРОЦЕССА

А. И. Ольшанский, С. В. Жерносек, А. М. Гусаров

Витебский государственный технологический университет, Республика Беларусь

АННОТАЦИЯ

Введение. Исследование направлено на повышение эффективности сушки хлебопекарных дрожжей и хлеба на сухари. Предложено применить для сушки метод кипящего слоя, однако известные методики расчета ее продолжительности в данном случае не обеспечивают необходимой точности прогноза. Научная задача – оценка точности методики расчета продолжительности сушки в кипящем слое по обобщенным переменным, характеризующим кинетику процесса.

Материалы и методы. Эксперимент проводили на лабораторной установке для сушки в кипящем слое. Использовали прессованные хлебопекарные дрожжи и свежеспеченный хлеб из пшеничной муки в соответствии с ТУ ВУ 690655013.003-2017. Продолжительность сушки устанавливалась по конечной влажности продукта. Для расчета продолжительности использовали однозонный метод А. В. Лыкова и метод, основанный на обобщенной кривой кинетики сушки.

Результаты. Получено 6 уравнений, описывающих зависимость продолжительности сушки в кипящем слое дрожжей и хлеба от влажности и температуры продукта, положенные в основу разработанной методики расчета продолжительности. В результате сравнительной оценки методик расчета продолжительности установлена высокая точность методики по обобщенным переменным. Существенно, на 20–30 %, при этом сокращается объем расчетной работы.

Выводы. Сушка дрожжей и пшеничного хлеба в кипящем слое относительно более эффективна, способствует сохранению свойств продукта, учитывая тот факт, что дрожжи представляют собой живые микроорганизмы. Метод обработки опытных данных обобщенными переменными для процессов сушки хлебопекарных дрожжей и хлеба на сухари применен впервые. Разработанная методика для расчета продолжительности применима в инженерных расчетах для конструирования и управления процессом на производстве.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: *хлебопекарные дрожжи; хлеб; относительная скорость сушки; влагосодержание; коэффициент сушки; скорость сушки; обобщенное время сушки; температура.*

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ: Ольшанский, А. И. Методика расчета продолжительности сушки в кипящем слое дрожжей и хлеба по обобщенным переменным кинетики процесса / А. И. Ольшанский, С. В. Жерносек, А. М. Гусаров // Вестник Белорусского государственного университета пищевых и химических технологий. – 2021. – № 2(31). – С. 91–102.

METHOD FOR CALCULATING TIME OF FLUIDIZED BED DRYING OF YEAST AND BREAD BY GENERALIZED VARIABLES OF THE KINETICS OF THE PROCESS

A. I. Ol'shanskii, S. V. Zhernosek, A. M. Gusarov

Vitebsk State Technological University, Republic of Belarus

ABSTRACT

Introduction. The study aims to increase the efficiency of drying bakery yeast and bread for making rusks by means of fluidized bed drying. However, methods available for calculating drying time do not provide the necessary accurate data. The scientific task is to assess the accuracy of the method for calculating the drying time in a fluidized bed using generalized variables characterizing the kinetics of the process.

Materials and methods. The experiment was carried out in a laboratory fluidized bed dryer. Pressed bakery yeasts and freshly baked wheat bread were used in accordance with TU BY 690655013.003-2017. The drying time was set according to the final moisture content of the product. Single-zone method developed by A. V. Lykov and the method based on the generalized curve of drying kinetics were used for time calculation.

Results. There were developed six equations that describe the dependence of drying time of yeast and bread in a fluidized bed on the moisture content and temperature of the product. They formed the basis of the method for calculating time of drying. Generalized variables method was found out to show high accuracy as compared to the other methods for time calculating. Calculation work was reduced by 20–30 %.

Conclusions.

Fluidized bed drying is an effective method for yeast and wheat bread drying. It helps to preserve product quality taking into account the fact that yeast is a living microorganism. The method of processing experimental data with generalized variables for drying bakery yeast and bread for making rusks was firstly applied in practice. The developed methodology for calculating time can be introduced into engineering calculations for the design and control of production process.

KEY WORDS: *bakery yeast; bread; relative drying rate; moisture content; drying coefficient; drying speed; generalized drying time; temperature.*

FOR CITATION: Ol'shanskii, A. I. Method for calculating time of fluidized bed drying of yeast and bread by generalized variables of the kinetics of the process / A. I. Ol'shanskii, S. V. Zhernosek, A. M. Gusarov // Vestnik of the Belarusian State University of Food and Chemical Technologies. – 2021. – № 2(31). – P. 91–102 (in Russian).

ВВЕДЕНИЕ

Известные исследования сушки продуктов в кипящем слое преимущественно посвящены изучению гидродинамики и теплообмена в слое [1–22]. Целью работы является разработка универсального метода расчета длительности сушки для аппаратов кипящего слоя. Длительность сушки в кипящем слое не устанавливалась и рассматривалась по конечной влажности продукта в слое [1–5, 7]. Для определения длительности сушки хлеба на сухари применялся однозональный метод расчета А. В. Лыкова [23, 24]. Кривая скорости сушки хлеба с минимальной погрешностью аппроксимировалась прямой линией в точках начального и равновесного влагосодержания [23]. Все известные приближенные методы расчета длительности сушки содержат от трех до четырех коэффициентов, определяемых экспериментально, что усложняет обработку опытных данных [23, 24].

Выработка сухих дрожжей и сушка хлеба на сухари имеет исключительно важное значение для пищевой промышленности и является одним из наиболее распространенных методов их хранения и консервирования. Обычно вырабатываются прессованные дрожжи, которые являются быстропортящимся продуктом, поэтому дрожжи подвергаются сушке и затем могут храниться длительное время. Сушка хлебопекарных дрожжей представляет значительные трудности, поскольку необходимо сохранять живые дрожжевые клетки. Поэтому сушка дрожжей проводится при мягких режимах [1–4]. Хлеб, как объект сушки, представляет собой сложную систему, состоящую в основном из крахмала и белков. И такая система быстро черствеет. В то же время такая система, как хлебный сухарь пригодна для длительного хра-

нения. Сухарный хлеб, как правило, выпекается в формах. Режимы сушки хлеба на сухари должны обеспечивать достаточно равномерную сушку по всему объему ломтей хлеба для исключения значительной усадки [1, 6]. Сушка хлеба на сухари в сушильных камерах может проводиться при отсутствии воздухообмена или максимальном воздухообмене с полностью открытыми вытяжными клапанами и приоткрытых дверцах в сушильной камере, что создает свободную циркуляцию воздуха со скоростью $v \approx 0,3 - 0,6$ м/с [1, 6].

Продолжительность сушки продуктов можно получить из решения системы дифференциальных уравнений теплового переноса при известных значениях коэффициентов переноса [22, 23].

Однако, сушка нестационарный процесс, в котором коэффициенты переноса находятся в сложной зависимости от влагосодержания и температуры [25]. Поэтому важной практической задачей является разработка надежных, приближенных уравнений для расчета кривых сушки с минимальным числом постоянных, определяемых опытным путем.

Известно много экспериментальных методов обработки данных с выводом уравнений для вычисления времени сушки [1, 23, 24]. Г. К. Филоненко [26] впервые в практику сушки предложен метод построения обобщенной кривой сушки. В координатах $\bar{u} = f(N\tau)$ для материалов с одинаковым начальным влагосодержанием \bar{u}_0 все кривые сушки при всех режимах сводятся в одну обобщенную кривую по величине $N\tau$, где N – скорость сушки в первом периоде.

Переменная $N\tau$ является устойчивым комплексом величин, характерных для процесса сушки, и в соответствии с теорией подобия названа обобщенным временем сушки [24]. В результате анализа большого объема экспериментальных данных по кинетике сушки различных материалов разными способами сушки В. В. Красниковым [24] установлено, что при сушке любого конкретного материала при постоянном начальном влагосодержании произведение $N\tau$ не зависит от режима сушки и сохраняется неизменной $N\tau$ и, следовательно,

$$N_1\tau_1 = N_2\tau_2 = N_n\tau_n = \text{const},$$

где N_1, N_2, N_n – скорости сушки в первых периодах.

Из обобщенной кривой сушки следует, что можно построить обобщенную кривую скорости:

$$N^* = f(\bar{u}, N\tau),$$

где $N^* = \frac{1}{N} \left| \frac{d\bar{u}}{d\tau} \right|$ – относительная скорость сушки, зависящая только от влагосодержания, и от режима сушки не зависит.

Обобщенная кривая сушки позволяет предложить еще один метод обобщения кривых для каждого влагосодержания \bar{u}_0 [24]:

$$\left(\frac{\tau_{II}}{\tau_I} \right)_1 = \left(\frac{\tau_{II}}{\tau_I} \right)_2 = \left(\frac{\tau_{II}}{\tau_I} \right)_n = \text{const}.$$

Из метода обобщенных кривых сушки и кривых скорости следует, что обобщенное время $N\tau$ и относительная скорость сушки N^* являются функциями только влагосодержания \bar{u} , и следовательно, можно записать: $N\tau = f(\bar{u})$, $N^* = f(\bar{u})$, $N^* = f(N\tau)$,

$$N^* = f(\tau_{II} / \tau_I).$$

Отношение τ_{II} / τ_I представляет собой, как и величина $N\tau$, обобщенную переменную. Приближенные методы, основанные на обобщенных кривых кинетики сушки, позволяют оценить общие закономерности процесса при изменении режимов сушки хлебопекарных дрожжей и хлеба на сухари.

Цель исследования – повышение эффективности сушки хлебопекарных дрожжей и пшеничного хлеба и управляемости процессом сушки.

Научная задача – оценка точности методики расчета продолжительности сушки в кипящем слое дрожжей и хлеба по обобщенным переменным, характеризующим кинетику процесса.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Эксперимент проводили на лабораторной установке для сушки в кипящем слое. Использовали прессованные хлебопекарные дрожжи и свежеспеченный хлеб из пшеничной муки в соответствии с ТУ ВУ 690655013.003-2017. Продолжительность сушки устанавливалась по конечной влажности продукта. Для расчета продолжительности использовали однозональный метод А. В. Лыкова и метод, основанный на обобщенной кривой кинетики сушки.

Первичный материал для обработки опытных данных в виде кривых сушки заимствован из [5, 6].

Скорость сушки $d\bar{u} / d\tau$ для периода подающей скорости определяется уравнением [4, 6, 7].

$$\left| \frac{d\bar{u}}{d\tau} \right| = K (\bar{u} - u_p), \quad (1)$$

где K – коэффициент сушки [23].

$$K = \frac{N}{\bar{u}_{кр} - u_p}, \quad (2)$$

где $\bar{u}_{кр}$, u_p – критическое и равновесное влагосодержание материала.

Подставляя в относительную скорость сушки N^* уравнения (1) и (2), получим приближенное уравнение для N^* :

$$N^* \approx \frac{\bar{u} - u_p}{\bar{u}_{кр} - u_p}. \quad (3)$$

Для материалов, сушка которых протекает только в периоде падающей скорости, величина N^* равна

$$N^* \approx \frac{\bar{u} - u_p}{\bar{u}_0 - u_p}.$$

Поскольку кривые сушки во втором периоде представляют собой экспоненциальные зависимости, то целесообразно искать зависимости: $N^* = f(N\tau)$ и $N^* = f(\tau_{II}/\tau_I)$ в виде

$$N^* = \frac{1}{N} \left| \frac{d\bar{u}}{d\tau} \right| = \exp(-aN\tau_{II}); \quad (4)$$

$$N^* = \frac{1}{N} \left| \frac{d\bar{u}}{d\tau} \right| = \exp(-m \frac{\tau_{II}}{\tau_I}). \quad (5)$$

Авторами, по результатам обработки экспериментальных данных по сушке 13 различных влажных материалов при различных способах сушки, получены уравнения для определения длительности сушки по зависимостям (4) и (5) [27].

Сравнительный анализ полученных приближенных уравнений по вычисленным значениям длительности сушки показал их полную адекватность экспериментальным кривым сушки с погрешностью в границах точности обработки эксперимента (5–6 %). Интегрированием (4) в заданных пределах для сушки во втором периоде получим:

$$\int_{\bar{u}}^{\bar{u}_{кр}} d\bar{u} = N \int_0^{\tau} \exp(-aN\tau) d\tau_{II};$$

$$\tau_{II} = -\frac{1}{aN} \ln \left[1 - a(\bar{u}_{кр} - \bar{u}) \right]. \quad (6)$$

С учетом времени сушки в первом периоде $\tau_I = (\bar{u}_0 - \bar{u}_{кр}) / N$ общая длительность сушки равна:

$$\tau = \frac{1}{N} \left[(\bar{u}_0 - \bar{u}_{кр}) - \frac{1}{a} \ln \left(1 - a(\bar{u}_{кр} - \bar{u}) \right) \right]. \quad (7)$$

Обработкой значительного числа экспериментов по сушке более чем 13 наименований материалов, получена зависимость для определения константы a в уравнении (4) [27, 28].

$$a = 0.8 / \bar{u}_{кр}.$$

Уравнение (5) для второго периода сушки запишем в виде

$$\left| \frac{d\bar{u}}{d\tau} \right| = N \exp \left(-m \frac{\tau_{II}}{\tau_I} \right). \quad (8)$$

Интегрированием уравнения (8) получим

$$-(\bar{u}_{кр} - \bar{u}) = N \frac{\tau_I}{m} \left[\exp \left(\frac{m}{\tau_I} \tau_{II} - 1 \right) \right].$$

После простых преобразований, с учетом времени сушки в первом периоде, получим общее время процесса сушки

$$\tau = \tau_I + \tau_{II} = \frac{\bar{u}_0 - \bar{u}_{кр}}{N} \left\{ 1 - \frac{1}{m} \ln \left[1 - \left(\frac{\bar{u}_{кр} - \bar{u}}{\bar{u}_0 - \bar{u}_p} \right) m \right] \right\}. \quad (9)$$

Постоянная m в уравнении (5) оказалась линейной функцией отношения влагосодержания $\bar{u}_0 / \bar{u}_{кр}$ и приближенно определяется выражением [13]:

$$m \approx 0,505 \bar{u}_0 / \bar{u}_{кр}.$$

Уравнения (7) и (9) для материалов, сушка которых протекает с периодом постоянной скорости сушки N , можно получить и не прибегая к интегрированию уравнений (4) и (5). Запишем:

$$N^* = \frac{\bar{u} - \bar{u}_{кр}}{\bar{u}_{кр} - \bar{u}_p} = \exp(-aN \tau_{II}); \quad (10)$$

$$N^* = \frac{\bar{u} - \bar{u}_p}{\bar{u}_{кр} - \bar{u}_p} = \exp(-m \frac{\tau_{II}}{\tau_I}). \quad (11)$$

Из решений (10) и (11) с учетом времени сушки в первом периоде получим:

$$\tau = \frac{1}{N} \left[(\bar{u}_0 - \bar{u}_{кр}) - \left(\frac{1}{a} \ln \frac{\bar{u} - \bar{u}_p}{\bar{u}_{кр} - \bar{u}_p} \right) \right]; \quad (12)$$

$$\tau = \frac{\bar{u}_0 - \bar{u}_{кр}}{N} \left(1 - \frac{1}{m} \ln \frac{\bar{u} - \bar{u}_p}{\bar{u}_{кр} - \bar{u}_p} \right). \quad (13)$$

Сушка хлеба на сухари при начальных влагосодержаниях $\bar{u}_0 = 0,8 - 0,95$ протекает при всех режимах в периоде падающей скорости без периода постоянной температуры на уровне температуры мокрого термометра $t_{\text{м.т.}}$. В этом случае значения $\bar{u}_{\text{кр}}$ и N заменяется в уравнениях (12), (13) на \bar{u}_0 и $(d\bar{u} / d\tau)_{\text{макс}}$. Постоянная a определяется из зависимости $a = 0.8 / \bar{u}_0$.

Уравнения (12) и (13) для сушки хлеба на сухари имеют вид:

$$\tau = \frac{1}{(d\bar{u} / d\tau)_{\text{макс}}} \left(-\frac{1}{a} \ln \frac{\bar{u} - \bar{u}_p}{\bar{u}_0 - \bar{u}_p} \right); \quad (14)$$

$$\tau = -\frac{1}{m_0} \left[\frac{m_0}{(d\bar{u} / d\tau)_{\text{макс}}} \ln \frac{\bar{u} - \bar{u}_p}{\bar{u}_0 - \bar{u}_p} \right]. \quad (15)$$

Длительность сушки для материалов, сушка которых протекает только в периоде падающей скорости из уравнения (6), равна

$$\tau = -\frac{1}{a(d\bar{u} / d\tau)_{\text{макс}}} \ln [1 - a(\bar{u}_0 - \bar{u})]. \quad (16)$$

Уравнение (5) для сушки в периоде только падающей скорости запишется в виде

$$N^* = \exp(-m_0\tau), \quad (17)$$

где τ – время сушки от начального влагосодержания \bar{u}_0 .

Из уравнения (17) следует, что при сушке материалов только в периоде падающей скорости коэффициент m_0 имеет размерность $[c^{-1}; \text{мин}^{-1}; \text{ч}^{-1}]$. Обработкой экспериментальных данных по сушке хлеба на сухари при температурах $t_c = 90^\circ C; 120^\circ C$ и $\bar{u}_0 = 0,8 - 0,95$ получена приближенная зависимость для коэффициента m_0 в уравнении (17).

$$m_0 \approx 7(d\bar{u} / d\tau)_{\text{макс}} \exp(-2\bar{u}_0). \quad (18)$$

Длительность сушки определяется интегрированным уравнением (17) [27].

$$\tau = \frac{1}{m_0} \ln \left[1 - \frac{(\bar{u}_0 - \bar{u})m_0}{(d\bar{u} / d\tau)_{\text{макс}}} \right]. \quad (19)$$

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

На рис.1 и 2 приведены кривые сушки $\bar{u} = f(\tau)$ и температурные кривые $\bar{t} = f(\tau)$, $\bar{t} = f(\bar{u})$ для комбинированной сушки пекарских дрожжей и конвективной сушки ломтей хлеба на сухари при различных режимах. На рис. 1 (b) даны результаты обработки кривых сушки пекарских дрожжей в виде зависимости $-\lg N^* = f(N\tau_{\text{II}})$ и $-\lg N^* = f(\tau_{\text{II}} / \tau_1)$, из которых следует, что такие зависимости в данной системе координат является экспонентами. Такая обработка опытных данных проведена и для процессов сушки хлеба на сухари.

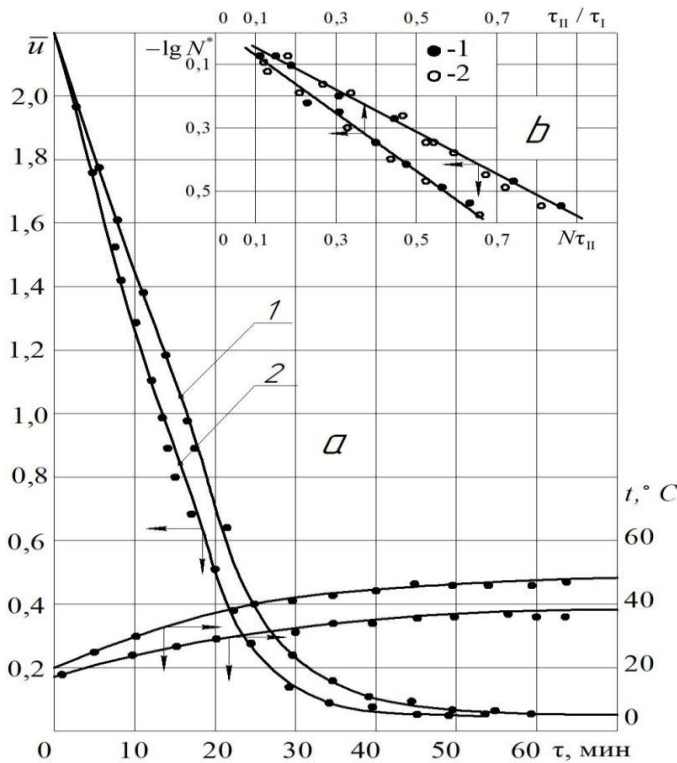


Рис. 1. *a* – Кривые сушки $\bar{u} = f(\tau)$ и температурные кривые $\bar{t} = f(\tau)$ в процессе комбинированной сушки пекарских дрожжей при режимах сушки: 1 – $t_c = 40^\circ C$; 2 – 50; скорость воздуха $v = 2,9 \text{ м/с}$; относительная влажность воздуха $\phi = 24\%$; *b* – зависимости относительной скорости сушки от обобщенного времени сушки и безразмерного времени сушки $-\lg N^* = f(N\tau_{II})$ и $-\lg N^* = f(\tau_{II} / \tau_I)$; 1 – режим 1; 2 – режим 2

Fig. 1. *a* – Drying curves $\bar{u} = f(\tau)$ and temperature curves $\bar{t} = f(\tau)$ in the process of combined drying of bakery yeast in drying modes: 1 – $t_c = 40^\circ C$; 2 – 50; air velocity $v = 2,9 \text{ m/s}$; relative air humidity $\phi = 24\%$; *b* – dependence of relative drying speed on generalized drying time and dimensionless drying time $-\lg N^* = f(N\tau_{II})$ and $-\lg N^* = f(\tau_{II} / \tau_I)$; 1 – mode 1; 2 – mode 2

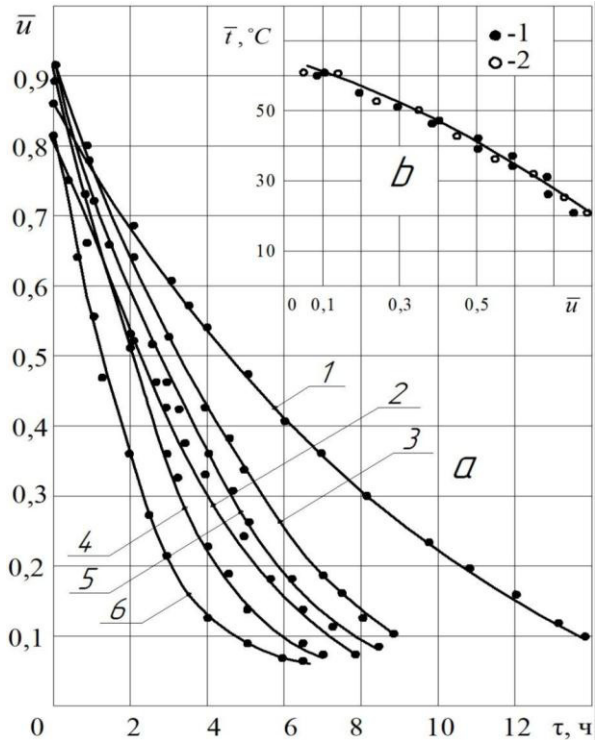


Рис. 2. *a* – Кривые сушки $\bar{u} = f(\tau)$ в процессе конвективной сушки ломтей хлеба на сухари: 1 – $t_c = 90^\circ C$; 2 – 120 (сушка хлеба в кассетах); 3 – 90; 4 – 120 (сушка хлеба на листе); 5 – 90; 6 – 120 (сушка хлеба на поду); *b* – температурные кривые $\bar{t} = f(\bar{u})$ в процессе конвективной сушки ломтей хлеба для режимов сушки: 1 – $t_c = 64^\circ C$; $v = 1,85 \text{ м/с}$; $\phi = 29\%$; 2 – $t_c = 64^\circ C$; $v = 2,5 \text{ м/с}$; $\phi = 22\%$

Fig. 2. *a* – Drying curves $\bar{u} = f(\tau)$ in the process of convective drying of bread slices for making rusks: 1 – $t_c = 90^\circ C$; 2 – 120 (drying bread in cassettes); 3 – 90; 4 – 120 (drying bread on a sheet); 5 – 90; 6 – 120 (drying bread on hearth); *b* – temperature curves $\bar{t} = f(\bar{u})$ during convective drying of bread slices for drying modes: 1 – $t_c = 64^\circ C$; $v = 1,85 \text{ m/s}$; $\phi = 29\%$; 2 – $t_c = 64^\circ C$; $v = 2,5 \text{ m/s}$; $\phi = 22\%$

В табл. 1–3 даны результаты расчета длительности сушки пекарских дрожжей и хлеба на сухари и сопоставление этих значений с экспериментом.

Табл. 1. Сопоставление расчетных значений длительности сушки с экспериментом в процессе комбинированной сушки пекарских дрожжей по формулам (7), (9), (12), (13)

Table 1. Comparison of calculated values of drying time with the experimental ones in the process of combined drying of bakery yeast by formulae (7), (9), (12), (13)

Пекарские дрожжи											
Режим сушки 1: $t_c = 40^\circ C$; $v = 2,9 м/с$; $\varphi = 24\%$; $\bar{u}_0 = 2,2$; $\bar{u}_{кр} = 0,9$; $N = 0,078 мин^{-1}$; $\tau_1 = 17,5 мин$; $u_p = 0,1$; $t_{м.т.} = 24^\circ C$						Режим сушки 2: $t_c = 50^\circ C$; $v = 2,9 м/с$; $\varphi = 24\%$; $\bar{u}_0 = 2,2$; $\bar{u}_{кр} = 0,8$; $N = 0,106 мин^{-1}$; $\tau_1 = 13 мин$; $u_p = 0,1$; $t_{м.т.} = 36^\circ C$					
\bar{u}	τ , мин экс.	τ , мин (7)	τ , мин (9)	τ , мин (12)	τ , мин (13)	\bar{u}	τ , мин экс.	τ , мин (7)	τ , мин (9)	τ , мин (12)	τ , мин (13)
0,8	19,5	19,6	19,2	18,9	18,7	0,7	14,0	14,2	13,7	14,4	14,5
0,6	21,5	20,8	21,7	22,4	29,2	0,5	17,5	16,2	16,8	17,6	17,5
0,4	26,0	25,3	25,0	27,2	27,4	0,4	19,0	18,5	18,2	19,2	19,6
0,3	28,5	27,5	27,9	30,4	31,4	0,3	21,5	20,4	20,8	22,3	22,4
0,2	31,5	29,8	31,5	33,5	33,8	0,2	24,0	22,9	23,5	25,0	25,7

Табл. 2. Сравнение расчетных значений длительности сушки с экспериментом в процессе конвективной сушки ломтей хлеба в кассетах и на листе по формулам (14), (15), (16), (19), (23)

Table 2. Comparison of calculated values of drying time with the experimental ones in the process of convective drying of bread slices in cassettes and on a sheet by formulae (14), (15), (16), (19), (23)

Сушка ломтей хлеба в кассетах, толщина ломтей хлеба – 23 мм							Сушка ломтей хлеба на листе, толщина ломтей – 23 мм						
Режим сушки 1: $t_c = 90^\circ C$; $v = 0,2 - 0,4 м/с$ (свободный воздухообмен); $\varphi = 10\%$; $m_0 = 0,14 ч^{-1}$; $\bar{u}_0 = 0,878$; $(d\bar{u}/d\tau)_{макс} = 0,13 ч^{-1}$; $u_p = 0,1$							Режим сушки 4: $t_c = 120^\circ C$; $v = 0,2 - 0,4 м/с$ (свободный воздухообмен); $\varphi = 5\%$; $u_p = 0,1$; $m_0 = 0,246 ч^{-1}$; $\bar{u}_0 = 0,946$; $(d\bar{u}/d\tau)_{макс} = 0,236 ч^{-1}$						
\bar{u}	τ , ч экс.	τ , ч (16)	τ , ч (14)	τ , ч (15)	τ , ч (19)	τ , ч (23)	\bar{u}	τ , ч экс.	τ , ч (16)	τ , ч (14)	τ , ч (15)	τ , ч (19)	τ , ч (23)
0,7	2,0	2,0	1,92	1,97	1,86	1,82	0,7	1,2	1,17	1,14	1,17	1,30	1,2
0,5	4,7	4,46	4,35	4,96	4,27	4,20	0,6	1,8	1,73	1,75	1,75	1,90	1,82
0,4	6,5	6,62	6,25	6,92	6,20	6,20	0,4	2,8	2,90	2,83	2,85	2,90	3,20
0,3	8,2	7,85	8,22	8,87	8,26	7,80	0,3	3,8	3,90	3,61	3,90	3,90	4,10
0,2	11,3	11,30	11,21	12,20	11,60	10,9	0,2	4,7	4,65	4,45	4,75	4,60	4,85

Совпадение значений длительности сушки, вычисленных по формулам с экспериментом, находится в границах точности обработки опытных данных.

Режим сушки каждого материала определяется допустимой температурой. Исходя из общего уравнения кинетики скорости сушки, [23] Г. К. Филоненко [26] дает уравнение для определения температуры на поверхности материала в процессе сушки.

$$\bar{t}_n = t_c - (t_c - t_{м.т.}) N^* \tag{20}$$

где относительная скорость сушки N^* определяется по уравнению (3).

Сушка пекарских дрожжей и хлеба на сухари протекает без периода постоянной температуры на уровне $t_{м.т.}$ и температура возрастает непрерывно от начальной t_n до температуры среды t_c при $\tau \rightarrow \infty$.

Температура $t_{м.т.}$ определялась по $I-d$ -диаграмме влажного воздуха по заданным значениям t_c и φ – относительной влажности воздуха.

Табл. 3. Сравнение значений длительности сушки, вычисленных по формулам (14), (15), (16), (19), (23) с экспериментом в процессе конвективной сушки хлеба на поду

Table 3. Comparison of drying time values calculated by formulae (14), (15), (16), (19), (23) with the experimental ones in convective drying of hearth bread

Сушка ломтей хлеба на сухари на поду, толщина ломтей 23 мм													
Режим сушки 5: $t_c = 90^\circ C$; $v = 0,3 - 0,5$ м/с (свободный воздухообмен); $\bar{u}_0 = 0,83$; $(d\bar{u}/dt)_{\max} = 0,156 \text{ ч}^{-1}$; $u_p = 0,11$; $m_0 = 0,192 \text{ ч}^{-1}$							Режим сушки 6: $t_c = 120^\circ C$; $v = 0,3 - 0,5$ м/с (свободный воздухообмен); $\bar{u}_0 = 0,82$; $(d\bar{u}/dt)_{\max} = 0,345 \text{ ч}^{-1}$; $u_p = 0,11$; $m_0 = 0,488 \text{ ч}^{-1}$						
\bar{u}	τ , ч экс.	τ , ч (16)	τ , ч (14)	τ , ч (15)	τ , ч (19)	τ , ч (23)	\bar{u}	τ , ч экс.	τ , ч (16)	τ , ч (14)	τ , ч (15)	τ , ч (19)	τ , ч (23)
0,6	1,85	1,76	1,87	1,76	1,75	1,76	0,6	0,7	0,62	0,74	0,61	0,72	0,65
0,4	3,6	3,56	3,8	3,86	3,90	3,80	0,5	1,3	1,16	1,34	1,15	1,19	1,22
0,3	5,0	4,84	5,2	5,20	5,25	5,23	0,3	2,4	2,25	2,62	2,25	2,42	2,26
0,2	6,9	6,63	7,2	7,25	7,31	7,25	0,15	3,4	3,31	3,60	3,42	–	3,43

В таблице 4 приведены результаты сравнения расчетных значений температуры по формуле (20) с экспериментом при сушке дрожжей и хлеба на сухари. Несовпадения значений вызваны погрешностью при определении $t_{м.т.}$ по $I-d$ -диаграмме и ошибкой обработки опытных данных.

Табл. 4. Сопоставление значений температуры, вычисленных по формулам (20) и (24), с экспериментом в процессах сушки пекарских дрожжей и сушки хлеба на сухари

Table 4. Comparison of the temperature values calculated by formulas (20) and (24) with the experimental ones in the processes of drying bakery yeast and drying bread for making rusks

Пекарские дрожжи							
Режим сушки 1: $t_c = 40^\circ C$; $v = 2,9$ м/с; $\varphi = 24\%$; $\bar{u}_0 = 2,2$; $\bar{u}_{кр} = 0,9$; $u_p = 0,11$; $t_{м.т.} = 28^\circ C$; $m_t = 0,024 \text{ мин}^{-1}$				Режим сушки 2: $t_c = 60^\circ C$; $v = 2,9$ м/с; $\varphi = 24\%$; $\bar{u}_0 = 2,2$; $\bar{u}_{кр} = 0,8$; $u_p = 0,10$; $t_{м.т.} = 37^\circ C$; $m_t = 0,036 \text{ мин}^{-1}$			
\bar{u}	t , экс.	t , (20)	t , (24)	\bar{u}	t , экс.	t , (20)	t , (24)
0,8	29	29,5	27,5	0,7	41	39,5	38,5
0,6	30	30,6	28,5	0,5	45	46,2	43,5
0,4	32	32,5	30,5	0,4	49	49,6	47,5
0,3	33	33,4	32,4	0,3	51	52,5	50,5
0,2	36	37,2	33,6	0,2	53	54,5	52,5
Ломти хлеба на сухари							
Режим сушки: $t_c = 64^\circ C$; $v = 0,85$ м/с; $\varphi = 22\%$; $\bar{u}_0 = 0,73$; $u_p = 0,15$; $t_{м.т.} = 36^\circ C$; $m_t = 4,2 \cdot 10^{-3} \text{ мин}^{-1}$				Режим сушки: $t_c = 64^\circ C$; $v = 2,5$ м/с; $\varphi = 29\%$; $\bar{u}_0 = 0,78$; $u_p = 0,15$; $t_{м.т.} = 30^\circ C$; $m_t = 1,91 \cdot 10^{-3} \text{ мин}^{-1}$			
0,6	40	41,0	41,5	0,6	36	38,0	35,5
0,5	44,5	44,5	45,5	0,5	39	41,5	38,2
0,4	49,0	48,5	49,0	0,4	42	43,5	40,9
0,3	52,0	52,5	53,3	0,3	44	46,5	45,5
0,2	56,0	56,3	56,4	0,2	48	52,5	49,5

Регулярный режим

В периоде падающей скорости сушки при влагосодержаниях $\bar{u}_0 < \bar{u}_{кр}$ наступает регулярный режим влаготеплообмена, и, как отмечено А. В. Лыковым [23, 25, 29], несмотря на нестационарность процесса, можно использовать при расчетах кинетики сушки методы теории регулярного режима. В случае нагрева влажного тела в процессе сушки при $t_c = \text{const}$, когда можно пренебречь градиентом температуры по сечению тела и при значениях тепломасообменных критериев Bi и $Bi_m < 1$, которые принимают приближенно одинаковые значения, из решений дифференциальных уравнений тепломассопереноса следует [25]:

$$\bar{\Theta} = \frac{t_c - \bar{t}}{t_c - t_{м.т.}} = \exp(m_t \tau_{II}); \quad (21)$$

$$\bar{U} = \frac{\bar{u} - \bar{u}_p}{\bar{u}_0 - u_p} = \exp(-m_u \tau), \quad (22)$$

где $\bar{\Theta}$ и \bar{U} – безразмерные температура и влагосодержание; m_t и m_u – темп нагрева влажного тела и темп убыли влагосодержания.

Из решений (21) и (22) определяется длительность сушки и температура материала во втором периоде:

$$\tau = \frac{1}{m_u} \ln \left(\frac{\bar{u} - \bar{u}_p}{\bar{u}_0 - u_p} \right); \quad (23)$$

$$\bar{t} = t_c - (t_c - t_{м.т.}) \exp(-m_t \tau_{II}). \quad (24)$$

Темп нагрева m_t и темп убыли влагосодержания m_u определяется из опыта, путем измерения температуры и влагосодержания в любых точках тела для двух последовательных моментов времени регулярного режима:

$$m_t = \frac{\ln \left(\frac{t_c - t_1}{t_c - t_2} \right)}{\tau_2 - \tau_1}; \quad m_u = \frac{\ln \left(\frac{\bar{u}_0 - \bar{u}_1}{\bar{u}_0 - \bar{u}_2} \right)}{\tau_2 - \tau_1}.$$

Составление опытных данных по сушке хлеба на сухари показало, что коэффициент m_0 в формуле (17) представляет собой темп убыли влагосодержания m_u и определяется по уравнению (18). Теплообменный критерий Bi вычислялся по соотношению $Bi = \bar{\alpha}R / \lambda_{вл}$, где $\bar{\alpha}$ – коэффициент теплообмена; R – половина толщины пластины хлеба; $\lambda_{вл}$ – коэффициент теплопроводности влажного хлеба.

По данным [6, 7] для всех режимов сушки хлеба при $\bar{u}_0 = 0.8 - 0.95$, $\phi = 24 - 34 \%$, $t_c = 64; 90; 120$ °С коэффициент теплообмена изменялся в пределах от $\bar{\alpha} \approx 18 - 20$ Вт/м²°С до $\alpha \approx 5 - 6$, $\bar{u}_к \approx 0,15 - 0,20$ ($\bar{u}_к$ – конечное влагосодержание материала).

Коэффициент теплопроводности влажного хлеба $\lambda_{вл}$ при изменении влагосодержания от \bar{u}_0 до $\bar{u} \approx 0,2$ принимает значения от $\lambda_{вл} \approx 0.54$ Вт/м°С до $\lambda_{вл} \approx 0,24$ Вт/м°С [6].

Поскольку числитель и знаменатель в числе Био Bi одновременно уменьшаются, то критерий Bi принимает близкие значения $Bi \approx 0.26 - 0.33$. Следовательно, лимитирующим фактором, определяющим скорость сушки, является внешний теплообмен поверхности испарения материала с окружающей средой. Внутренний перенос слабо влияет на скорость сушки [2, 23].

В таблице 4 дано сравнение экспериментальных значений температуры материала с расчетными по уравнениям (20) и (24).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Сушка дрожжей и пшеничного хлеба в кипящем слое относительно более эффективна, способствует сохранению свойств продукта, учитывая и тот факт, что дрожжи представляют собой живые микроорганизмы.

Метод обработки опытных данных обобщенными переменными для процессов сушки хлебопекарных дрожжей и хлеба на сухари применен впервые. Уравнение продолжительности сушки, полученное обработкой кривых сушки пекарских дрожжей и хлеба на сухари методами обобщенных переменных, содержит две постоянных: скорость сушки в первом периоде N и критическое влагосодержание $\bar{u}_{кр}$ для материалов, сушка которых протекает с периодом постоянной скорости. При сушке только в периоде падающей скорости для таких материалов необходимо знать максимальную скорость сушки.

В результате сравнительной оценки методик расчета продолжительности установлена высокая точность методики по обобщенным переменным. Проверка точности обработки опытных данных при сопоставлении расчетных значений времени сушки по уравнениям с экспериментом показало их полную адекватность опытным уравнениям. Отмеченная погрешность в 5–6 % находится в области ошибки эксперимента и обработки опытных данных.

Существенно, на 20–30 %, сокращается объем расчетной работы при применении новой методики.

Разработанная методика для расчета продолжительности применима в инженерных расчетах для конструирования и управления процессом на производстве.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Гинзбург, А. С. Технология сушки пищевых продуктов / А. С. Гинзбург. – М.: Пищевая промышленность, 1976. – 248 с.
- 2 Мингалеева, З. Ш. Стабилизация качества дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* в процессе сушки / З. Ш. Мингалеева [и др.] // Вестник Казанского технологического университета. – 2013. – Т. 16. – № 15. – С. 115–117.
- 3 Замаев, С. М. Научное обеспечение процесса сушки хлебопекарных дрожжей в псевдоожиженном слое при осциллирующем теплоподводе: дис. ... к-та технич. наук / Сергей Михайлович Замаев. – Воронеж, 2007. – 196 с.
- 4 Бочарова, Г. А. Исследование процесса сушки пекарских дрожжей комбинированным методом: автореф. дис. ... к-та технич. наук / Галина Алексеевна Бочарова. – Воронеж, 1972. – 33 с.
- 5 Акулич, П. В. Расчеты сушильных и тепломассообменных установок / П. В. Акулич. – Минск: Беларуская навука, 2010. – 443 с.
- 6 Лыков, А. В. Теория сушки капиллярно-пористых коллоидных материалов пищевой промышленности / А. В. Лыков, Л. Я. Ауэрман. – М.: Пищепромиздат, 1946. – 285 с.
- 7 Лыков, М. В. Сушка в химической промышленности / М. В. Лыков. – М.: Химия, 1970. – 429 с.
- 8 Гинзбург, А. С. Сушка пищевых продуктов в кипящем слое / А. С. Гинзбург, В. А. Резчиков. – М.: Пищевая промышленность, 1966. – 196 с.
- 9 Расчеты аппаратов кипящего слоя: справочник/ под ред. И. П. Мухленова, Б. С. Сажина, В. Ф. Фролова. – Ленинград: Химия, 1986. – 352 с.
- 10 Романков, П. Г. Сушка во взвешенном состоянии. – 3-е изд., перераб. и доп. – Ленинград; М.: Химия [Ленингр. отд-ние], 1979. – 271 с.
- 11 Айнштейн, В. Г. Псевдоожижение / В. Г. Айнштейн. [и др.]. – М.: Химия, 1991. – 397.
- 12 Федоров, И. М. Теория и расчет процесса сушки во взвешенном состоянии / под ред. Н. М. Михайлова. – М.: Ленинград: Госэнергоиздат, 1955. – 176 с.
- 13 Лева, М. Псевдоожижение / пер. с англ. В. Г. Айнштейна; под ред. проф. Н. И. Гельперина. – М.: Гостоптехиздат, 1961. – 400 с.
- 14 Сыромятников, Н. И. Процессы в кипящем слое / Н. И. Сыромятников, В. Ф. Волков. – Свердловск: Металлургиздат. Свердловское отделение, 1959. – 248 с.
- 15 Романков, П. Г. Сушка в кипящем слое: Теория, конструкции, расчет / П. Г. Романков, Н. Б. Рашковская. – Ленинград; Москва: Химия [Ленингр. отд-ние], 1964. – 288 с.
- 16 Беранек, Я. Техника псевдоожижения / Я. Беранек, Д. Сокол; пер. с чешского канд. техн. наук В. Г. Айнштейна; под ред. [и с предисл.] д-ра техн. наук, проф. Н. И. Гельперина. – Москва: Гостоптехиздат, 1962. – 160 с.
- 17 Забродский, С. С. Гидродинамика и теплообмен в псевдоожиженном (кипящем) слое. – Ленинград: Госэнергоиздат, 1963. – 488 с.
- 18 Гинзбург, А. С. Основы теории и техники сушки пищевых продуктов: [для вузов по специальностям пище-

вой промышленности]. – Москва: Пищевая промышленность, 1973. – 528 с.

19 Гельперин, Н. И. Основы техники псевдооживления / Н. И. Гельперин, В. Г. Айнштейн, В. Б. Кваша; под ред. д-ра техн. наук, заслуж. деят. науки и техники РСФСР, проф. Н. И. Гельперина. – М.: Химия, 1967. – 664 с.

20 Рысин, А. П. Научные основы техники сушки пищевых продуктов в виброкипящем слое и промышленное внедрение сушильных установок: дис. ... д-ра технич. наук / Анатолий Петрович Рысин. – Москва, 1990. – 200 с.

21 Тодес, О. М. Аппараты с кипящим зернистым слоем: (Гидравлические и тепловые основы работы) / О. М. Тодес, О. Б. Цитович. – Ленинград; М.: Химия [Ленингр. отд-ние], 1981. – 296 с.

22 Кретов, И. Т. Оптимизация процесса сушки хлебопекарных дрожжей в кипящем слое / И. Т. Кретов [и др.] // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология, 1990. – № 2–3(195–196). – С. 74–75.

23 Лыков, А. В. Теория сушки / А. В. Лыков. – М.: Энергия, 1968. – 470 с.

24 Красников, В. В. Кондуктивная сушка / В. В. Красников. – М.: Энергия, 1973. – 288 с.

25 Лыков, А. В. Теория тепло- и массопереноса / А. В. Лыков, Ю. А. Михайлов. – М.: Ленинград: Госэнергоиздат, 1963. – 534 с.

26 Филоненко, Г. К. Сушка пищевых растительных материалов / Г. К. Филоненко, М. А. Гришин, Я. М. Гольденберг, В. К. Коссек. – М.: Пищевая промышленность, 1971. – 435 с.

27 Куц, П. С. Некоторые закономерности тепломассобмена и приближенные методы расчета кинетики процесса сушки влажных материалов / П. С. Куц, А. И. Ольшанский // Инженерно-физический журнал. – 1977. – Т. 32. – № 6. – С. 1007–1014.

28 Ольшанский, А. И. Некоторые закономерности кинетики сушки пищевых продуктов / А. И. Ольшанский, П. С. Куц // Известия ВУЗов. Пищевая технология. – 1977. – № 5. – С. 97–101.

29 Ольшанский, А. И. Экспериментальные исследования кинетики сушки тонких плоских влажных материалов методом регулярного режима с использованием обобщенных комплексных переменных / А. И. Ольшанский, А. М. Гусаров // Инженерно-физический журнал. – 2017. – Т. 90. – № 3. – С. 700–713.

Поступила в редакцию 01.09.2021 г.

ОБ АВТОРАХ:

Анатолий Иосифович Ольшанский, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры технологии и оборудования машиностроительного производства, Витебский государственный технологический университет, e-mail: tiomp@vstu.by.

Сергей Васильевич Жерносек, кандидат технических наук, доцент кафедры технологии и оборудования машиностроительного производства, Витебский государственный технологический университет, e-mail: zs_85@mail.ru.

Алексей Михайлович Гусаров, кандидат технических наук, доцент кафедры технологии и оборудования машиностроительного производства, Витебский государственный технологический университет, e-mail: tiomp@vstu.by.

ABOUT AUTHORS:

Anatolii I. Ol'shanskii, PhD (Engineering), Associate Professor, Associate Professor of the Department of Technology and Equipment of Machine-building Production, Vitebsk State Technological University, e-mail: tiomp@vstu.by.

Sergei V. Zhernosek, PhD (Engineering), Associate Professor of the Department of Technology and Equipment of Machine-building Production, Vitebsk State Technological University, e-mail: zs_85@mail.ru.

Aleksei M. Gusarov, PhD (Engineering), Associate Professor of the Department of Technology and Equipment of Machine-building Production, Vitebsk State Technological University, e-mail: tiomp@vstu.by.

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ И СОЦИАЛЬНО- ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ

УДК 338.28:664

НАПРАВЛЕНИЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ МОЛОКОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВИЗАЦИИ

А. Г. Ефименко, В. В. Ефимович

*Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий,
Республика Беларусь*

АННОТАЦИЯ. В статье рассмотрены основные закономерности и принципы функционирования интегрированных корпоративных структур. В динамике за исследуемый период дана оценка объема производства и потребления молока, эффективности деятельности и экспорта основных видов молочной продукции. Обоснованы перспективные направления развития молокоперерабатывающих предприятий в современных условиях.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: *молокоперерабатывающие предприятия; анализ; производство; потребление; экспорт; интегрированные структуры; молочный кластер; эффективность.*

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ: Ефименко, А. Г. Направления повышения эффективности деятельности молокоперерабатывающих предприятий в условиях цифровизации / А. Г. Ефименко, В. В. Ефимович // Вестник Белорусского государственного университета пищевых и химических технологий. – 2021. – № 2(31). – С. 103–111.

DIRECTIONS FOR EFFICIENCY INCREASE OF THE ACTIVITIES MILK PROCESSING PLANTS UNDER THE CONDITIONS OF DIGITALIZATION

A. G. Efimenko, V. V. Efimovich

Belarusian State University of Food and Chemical Technologies, Republic of Belarus

ABSTRACT. The article considers the main mechanisms and principles of integrated corporate structures operation. The volume of milk production and consumption, operating efficiency and exports of the main types of dairy products are evaluated at runtime for the period under study. The perspective directions for the development of milk processing plants under present-day conditions are proved.

KEYWORDS: *milk processing plants; analysis; production; consumption; export; integrated structures; dairy cluster; efficiency.*

FOR CITATION: Efimenko, A. G. Directions for efficiency increase of the activities of milk processing plants under the conditions of digitalization / A. G. Efimenko, V. V. Efimovich // Vestnik of the Belarusian State University of Food and Chemical Technologies. – 2021 – № 2(31). – P. 103–111 (in Russian).

ВВЕДЕНИЕ

На современном этапе развитие цифровой экономики в Республике Беларусь осуществляется в соответствии со Стратегией развития информатизации в Республике Беларусь на 2016–2022 годы; Государственной программой развития цифровой экономики и информационного общества на 2016–2020 годы; Декретом президента Республики Беларусь № 8 от 21 декабря 2017 г. «О развитии цифровой экономики», которые создают условия для развития ИТ-отрасли и дают соответствующие конкурентные преимущества Республике Беларусь в создании цифровой экономики XXI века и ее дальнейшем развитии.

В Национальной стратегии устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь разработаны стратегические направления, цели и задачи, важнейшие средства и механизмы развития АПК Республики Беларусь на период до 2035 г., включающие интеллектуализацию, автоматизацию и роботизацию технологических процессов, связанных с производством, обработкой, хранением, продажей и потреблением сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия. Намеченные планы требуют наличия эффективного механизма их реализации, применимого в региональных и международных интегрированных структурах.

Основными закономерностями формирования и функционирования интегрированных корпоративных структур являются: концентрация капитала (слияние и поглощение, создание стратегических альянсов); интеграция промышленного и финансового капитала; диверсификация форм и направлений деятельности. Создание интегрированных корпоративных структур позволяет согласовывать общую экономическую стратегию, консолидировать капиталы, концентрировать ресурсы, диверсифицировать производство, производить налоговое планирование, использовать внутрикорпоративные цены, выходить на международный рынок [1].

Рациональное сочетание факторов повышения эффективности и конкурентоспособности в комплексе с преимуществами интегрированных структур создают предпосылки экономической устойчивости организаций по отношению к внешней среде и позволяют максимально реализовать производственный потенциал. Создание объединяющих структур с целью повышения эффективности осуществляется не на основе заинтересованности отдельных участников в объединении, а на общих интересах всей интегрированной системы. Одновременно с укрупнением организаций необходимо создать региональные координационные центры, представляющие интересы производителей сырья [2–5].

Цель исследования заключается в комплексной оценке эффективности деятельности молокоперерабатывающих предприятий и определении перспективных направлений их развития в условиях цифровизации.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Методология исследования основана на системном подходе, применяемом к направлениям развития молокоперерабатывающих предприятий, с использованием методов анализа, синтеза, сравнения, обобщения и др.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Установлено, что высокая степень интеграции открывает большие возможности для освоения инвестиций и внедрения инноваций, создает основу для повышения конкурентоспособности организаций на внутреннем и внешнем рынках. Процесс создания интегрированных промышленных структур сложен, многогранен и в каждом конкретном случае определяется целями, задачами, числом участников, формой кооперации и др. Зарубежный опыт развития свидетельствует о том, что интеграционные структуры, объединяющие все звенья от производства продукции до реализации её потребителям, являются более эффективными и адаптированными к современным условиям.

Организации могут создавать различные объединения для совместного решения задач, основными принципами создания которых являются:

- добровольность вхождения в объединение и выход на условиях, определяемых его уставом;
- сохранение хозяйственной самостоятельности организации;
- договорная основа отношений между участниками объединения;
- свобода выбора организационной формы объединения;
- соблюдение антимонопольного законодательства [6].

При создании корпораций могут одновременно использоваться несколько механизмов интеграции, основанных как на реализации прав акционерной собственности, так и на договорных началах.

В Республике Беларусь планируется, например, создание первой государственной корпорации в сфере сельхозмашиностроения: «это правильное решение с точки зрения определения потенциала предприятия (технологических, инженерных, маркетинговых возможностей), важно иметь мощные структуры, которые способны привлекать серьезные финансовые потоки» [7].

Для повышения эффективности и конкурентоспособности отечественной молочной продукции на мировом рынке наряду с укрупнением предприятий, требуется поиск новых рынков сбыта продукции и расширения ее ассортимента с учетом потребительских предпочтений.

В Республике Беларусь множество предприятий занимаются переработкой молока, при этом только два предприятия имеют кошерные сертификаты: ОАО «Глубокский молочно-консервный комбинат» и ОАО «Молочный мир». В этой связи целесообразным является развитие рынка кошерной молочной продукции, что позволит занять нишу, дифференцировать производство и направления экспорта.

Также целесообразно активизация стимулирования потребления молока и молокопродуктов через программу внутренней продовольственной помощи и развития инфраструктуры системы социального питания; программы стимулирования потребления молока и молочных продуктов (по аналогии в России с программой Союзмолоко «Три молочных продукта в день», программы «Молоко в школе» (детям и молодежи в образовательных учреждениях предоставляется молоко и молочные продукты) и др.

На данном этапе молочная отрасль Республики Беларусь интенсивно развивается. В Беларуси разработана программа развития молочной отрасли, согласно которой к 2025 г. должно производиться и перерабатываться 9,2 млн тонн молока. Благодаря модернизации увеличивается производство молока и повышается его качество: реконструировано более 1,6 тыс. ферм, где сосредоточено более 65 % коров. Имеется положительная динамика улучшения качества произведенного молока: в 2010 г. молоко сорта экстра составляло около 10 % от общего объема, в 2019 г. – 60 %. Увеличилась рентабельность производства продукции: в 2010 г. составила 10 %, в 2019 г. – примерно 30 %.

Беларусь занимает первое место в мире по производству молока на душу населения (рис. 1).

Динамика объема производства молока в Республике Беларусь в хозяйствах всех категорий приведена на (рис. 2).

Выполненный анализ показал, что в 2020 г. в Республике Беларусь в хозяйствах всех категорий произведено 7765 тыс. тонн молока, что по сравнению с 2019 г. выше на 371 тыс. тонн, по сравнению с 2015 г. – выше на 718 тыс. тонн.

Анализ показателей эффективности деятельности предприятий молочной промышленности Республики Беларусь в разрезе областей приведен в табл. 1.

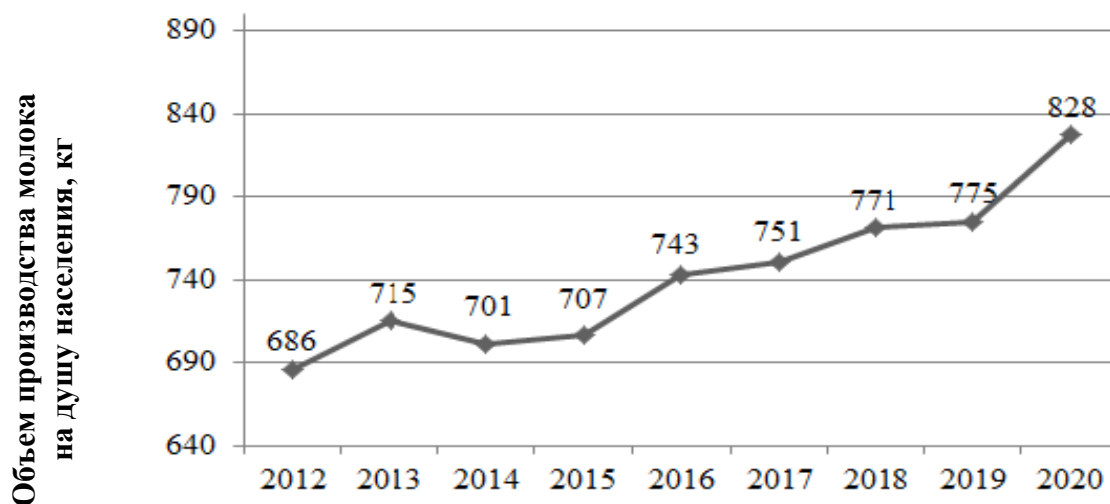


Рис. 1. Динамика объема производства молока в расчете на душу населения, кг

Fig. 1. Dynamics of milk production volume per capita, kg

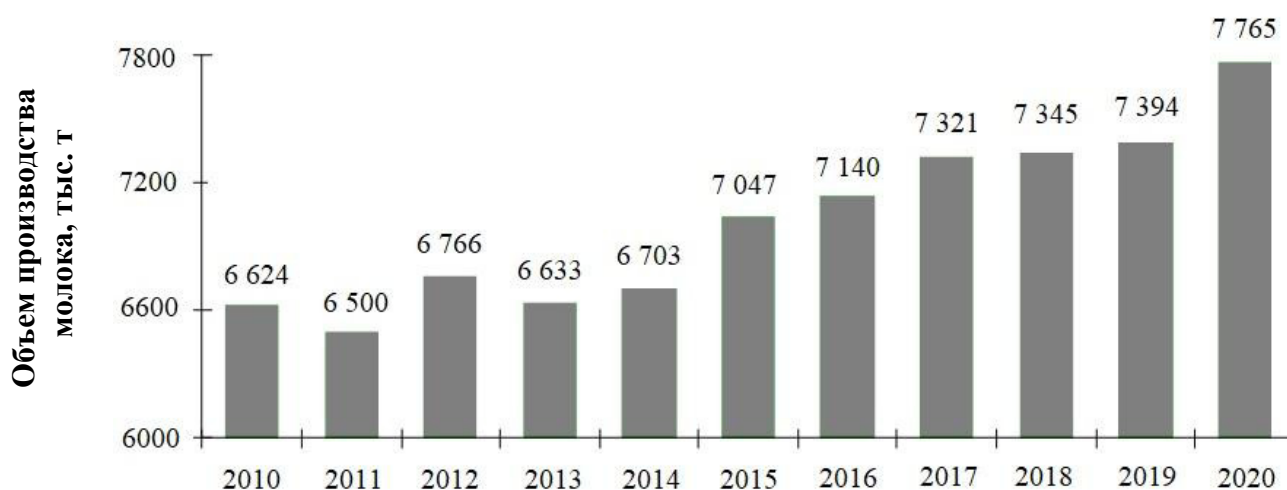


Рис. 2. Динамика объема производства молока, тыс. тонн

Fig. 2. Dynamics of milk production volume, thousand tons

По данным табл. 1 следует отметить, что в 2019 г. в целом предприятиями молочной промышленности получен убыток в размере 5210 тыс. руб. Рентабельность продаж в 2019 г. по сравнению с 2018 г. снизилась на 6,7 %. В целом за данный период эффективность деятельности предприятий молочной промышленности снизилась, что требует кардинальных изменений для дальнейшего их развития и повышения конкурентоспособности.

Одним из направлений повышения эффективности деятельности молокоперерабатывающих предприятий является наращивание их экспортного потенциала. В 2019 г. экспорт молочной продукции из Республики Беларусь составил 2342,9 млн долл. США, что на 34 % выше по сравнению с 2015 г. К 2025 г. планируется увеличить экспорт молочной продукции до 3120,7 млн долл. США, к 2030 г. – до 3959 млн долл. США. При этом Беларусь диверсифицирует экспортные поставки. Доля поставок молочной продукции в Россию в 2015 г. составляла 96,6 %, в 2018 г. доля снизилась до 78 %, в 2019 г. составила 87,7 %.

Проведенный анализ динамики экспорта молока и молочных продуктов показал, что имеется тенденция к росту за исследуемый период (табл. 2) [8].

Табл. 1. Анализ показателей эффективности деятельности предприятий молочной промышленности

Table 1. Analysis of performance indicators of milk processing plants

№ п/п	Наименование областей	Чистая прибыль (убыток), тыс. руб.		Прибыль от реализации продукции, тыс. руб.		Себестоимость реализованной продукции, тыс. руб.	
		2018 г.	2019 г.	2018 г.	2019 г.	2018 г.	2019 г.
1	Брестская	174233	111241	225632	172929	1580759	1765276
2	Витебская	12878	-40406	51512	21993	341632	621171
3	Гомельская	37038	-67886	109622	27899	926349	964891
4	Гродненская	104351	4640	181003	46454	916272	1031627
5	Минская	63983	2937	133865	49826	1090058	1172074
6	Могилевская	3114	-15736	58980	526	749294	712356
	Всего по РБ	395597	-5210	760614	319627	5604364	6267395
		Уровень рентабельности реализованной продукции, %		Выручка от реализации продукции, с НДС, тыс. руб.		Рентабельность продаж, %	
		2018 г.	2019 г.	2018 г.	2019 г.	2018 г.	2019 г.
1	Брестская	14,3	9,8	1896206	2032899	11,9	8,5
2	Витебская	15,1	3,5	415204	689363	12,4	3,2
3	Гомельская	11,8	2,9	1089326	1048527	10,1	2,7
4	Гродненская	19,8	4,5	1149937	1137732	15,7	4,1
5	Минская	12,3	4,3	1300568	1314025	10,3	3,8
6	Могилевская	7,9	0,1	853876	768539	6,9	0,1
	Всего по РБ	13,6	5,1	6705117	6991085	11,3	4,6

Табл. 2. Динамика экспорта важнейших видов молока и молочной продукции Республики Беларусь, тыс. тонн

Table 2. Dynamics of export of the most important types of milk and dairy products of the Republic of Belarus, thousand tons

Наименование	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	Темп роста, % 2015/2019
Молоко и сливки несгущенные	323,4	324,9	316,9	307,1	245,5	75,9
Молоко и сливки сгущенные и сухие	197,2	234,3	212,9	230,7	213,8	108,4
Масло сливочное	69,6	87,9	85	80	89,4	130,0
Сыры и творог	166,7	182,5	205	189,4	211,1	126,6

Учитывая растущее производство сырого молока и молочной продукции в России, Республика Беларусь планирует наращивать поставки в страны дальнего зарубежья. В 2015 г. доля поставок молочной продукции в страны дальнего зарубежья составила 0,3 %, в 2019 г. – 4,2 %, в 2020 г. – 6,1 %. При этом 58,8 % всего экспорта приходится на поставки сухого молока. Растут поставки в страны СНГ: Казахстан, Кыргызстан и Азербайджан. Планируется диверсифицировать не только географию экспортных поставок, но и ассортимент. В структуре экспорта повысить долю молочных продуктов с высокой добавленной стоимостью

в страны дальнего зарубежья (в Китай). Для поставок в Китай аккредитовано 56 молокоперерабатывающих предприятий. В структуре белорусского экспорта в Китай основная доля приходится, наряду с мясными продуктами (44 %), на молочные продукты – 40 %.

Беларусь успешно развивает поставки, в том числе в рамках инициативы «Один пояс, один путь» (за 2018–2019 гг. отправлено в Китай 11 контейнерных поездов с сухой молочной продукцией).

В Могилевской области в молокоперерабатывающей отрасли создан и функционирует холдинг ОАО «Бабушкина крынка» – управляющая компания холдинга «Могилевская молочная компания «Бабушкина крынка». Основная производимая продукция холдинга – молоко сухое обезжиренное, молоко сухое цельное, сыворотка сухая, казеин технический, масло сливочное, сыр, цельномолочная продукция: кефир, сметана, творог, сливки питьевые, йогурт термизированный и питьевой; сырки глазированные; мороженое; майонез; заменитель цельного молока. Всего организация производит более 300 наименований продукции, которые реализуются под брендами «Бабушкина крынка», «Веселые внучата» и «Калі ласка» как на территории страны, так и за ее пределами.

В исследуемой организации доля экспорта в структуре общей выручки за 2017–2019 гг. имеет тенденцию к снижению (рис. 3).

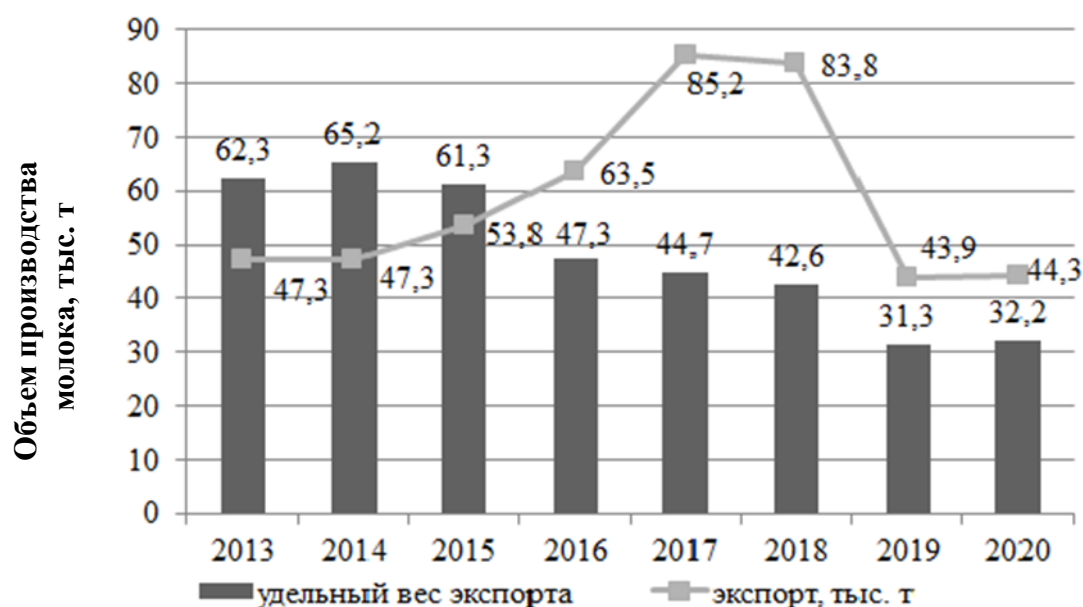


Рис. 3. Динамика экспорта продукции ОАО «Бабушкина крынка»

Fig. 3. Dynamics of export products of JSC Babushkina Krynka

Необходимо отметить, что дочерние предприятия холдинга в большей степени ориентированы на реализацию на внутреннем рынке. После объединения функции по реализации продукции, в том числе на экспорт, координирует и осуществляет компания ОАО «Бабушкина крынка».

Изучение институциональных особенностей организации промышленных кластеров за рубежом показало, что можно условно выделить пять моделей (итальянская, японская, финская, североамериканская и индийско-китайская модель), каждая из которых представляет собой определенное сочетание ключевых характеристик: степень рыночных связей и конкуренции, наличие фирм-лидеров, развитие малого бизнеса, инновации, интернационализация, присутствие прямых зарубежных инвестиций [4].

Проведенный анализ показал, что основными препятствиями для развития кластеров в республике являются: невысокий уровень конкуренции; недостаточно гибкая система управления, преобладание вертикальных связей над горизонтальными; недостаточное количество

квалифицированных специалистов, компетентных в области разработки инноваций и реализации инновационных проектов, недостаточный уровень развития малого и среднего предпринимательства и др.

Таким образом, в современных условиях существует необходимость дальнейшего развития и углубления агропромышленной интеграции на основе обеспечения технического, технологического, экономического единства и непрерывности этапов производства, заготовки, транспортировки, хранения и переработки молочной продукции с целью стабилизации агропромышленного производства и повышения его эффективности.

Кластерная модель взаимодействия между организациями является одним из элементов современной экономики, позволяющих реализовать конкурентные преимущества. Важной чертой кластера является инновационная ориентированность организаций-участников. Выполненный анализ позволил разработать алгоритм формирования кластеров в агропромышленном производстве и определить основные функции управления.

Кластер в молочной промышленности представляет собой систему компонентов, у которых совместная работа и взаимоотношения принимают характер взаимодействия, то есть наблюдается явление синергии. Это означает, что повышение конкурентоспособности каждого субъекта молочного кластера приведет к повышению конкурентоспособности кластера в целом, а повышение конкурентоспособности молочного кластера – к повышению конкурентоспособности региона и видов деятельности.

Выполненный анализ важных аспектов организации интегрированных структур позволил разработать алгоритм формирования кластеров в агропромышленном производстве, в том числе в молочной промышленности, и определить основные функции государственного управления (рис. 4).

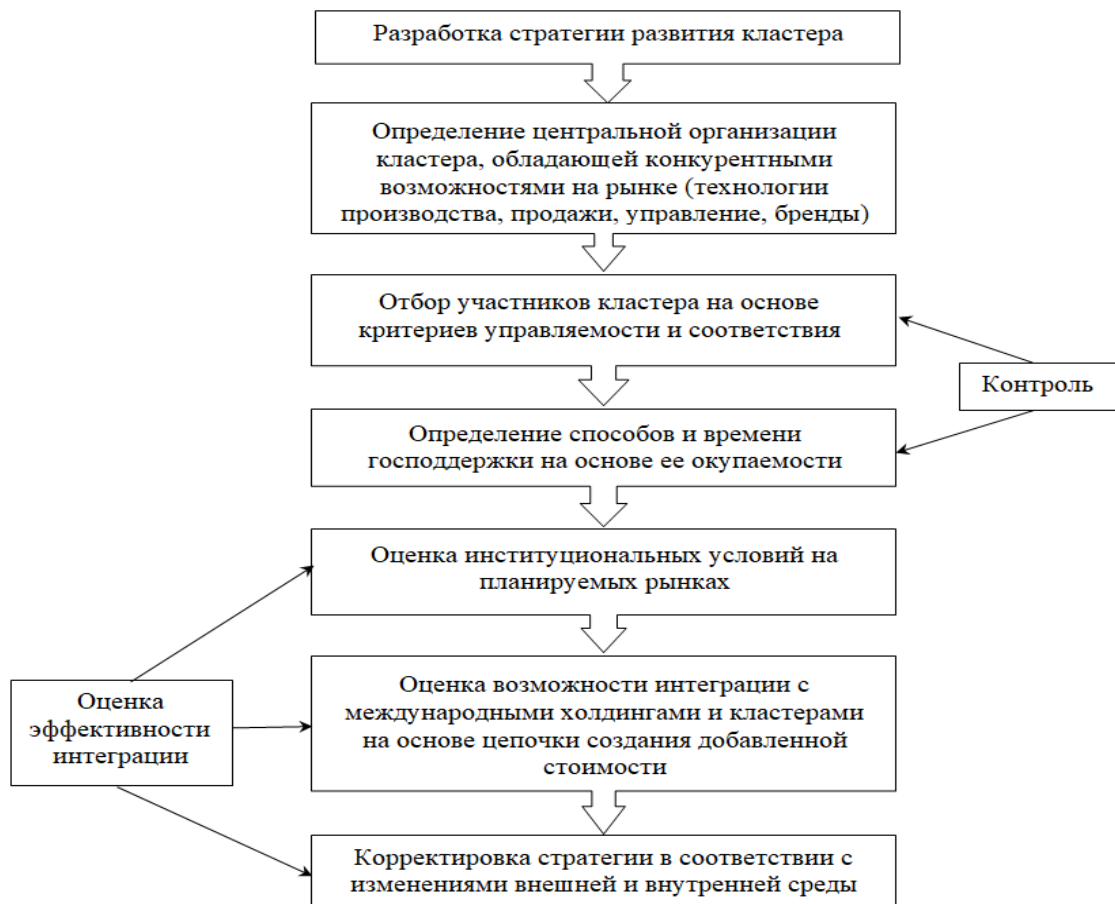


Рис. 4. Алгоритм организации кластеров в агропромышленном комплексе Республики Беларусь

Fig. 4. Algorithm for organizing clusters in the agro-industrial complex of the Republic of Belarus

Важным элементом функционирования молочного кластера является научное и кадровое обеспечение, так как ориентированные на кластер учебные заведения в состоянии удовлетворять соответствующие требования по подготовке квалифицированных специалистов. Учреждение образования «Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий» – это крупный учебный и научный центр, осуществляющий подготовку инженеров-технологов для перерабатывающей и пищевой промышленности. В университете ведется подготовка специалистов по специальности «Технология молока и молочных продуктов». Основное научное направление кафедры – это разработка новых видов молочной продукции и энергоресурсосберегающих технологий производства молочных продуктов, совершенствование технологических процессов производства сыра и различных цельномолочных продуктов, повышение хранимоспособности (стойкости) молочных продуктов, разработка технологий переработки вторичного сырья, исследование безопасности пищевых производств и др.

Таким образом, разработанный алгоритм позволит обосновать целесообразность и эффективность создания молочного кластера, определить организации, оптимальные по функциям для его формирования.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В АПК, в том числе в молочной промышленности Республики Беларусь, основным фактором, влияющим на повышение эффективности деятельности, является цифровая трансформация посредством внедрения цифровых технологий и платформенных решений для обеспечения технологического прорыва и роста производительности труда. Новая электронная техника, технологии открывают возможности освоения умного агропромышленного производства, под которым понимают применение стратегического управления с использованием информационных технологий, получением данных из различных источников для принятия управленческих решений, связанных с агропродовольственной сферой, рынком, финансами и персоналом. Признаками цифровой экономики являются: роль социальных сетей в формировании у потребителей мнения о продукте, появление новых технологий, позволяющих использовать коллективный разум, совместное потребление материальных благ, ведение бизнеса, исходя из спроса и др. В целом цифровая трансформация приведет к снижению затрат, росту инвестиций, автоматизации принятия управленческих решений и минимизации вмешательства человека в производственные процессы, а также росту экспорта сельскохозяйственной продукции и продовольствия.

Основными направлениями повышения эффективности деятельности и развития агропромышленных объединений в молочной промышленности являются: определение центральной организации интегрированной корпоративной структуры, обладающей конкурентными преимуществами на рынке; отбор участников на основе критериев управляемости и соответствия интересов кооперирующихся сторон; оценка институциональных условий на рынках; оценка возможности интеграции с международными холдингами и кластерами на основе цепочки создания добавленной стоимости; определение видов и способов государственной поддержки; разработка эффективной системы оценки, мониторинга и контроля.

В совокупности это позволяет предприятиям молочной промышленности страны не только достичь положительной динамики, но и перейти на новый этап экономического развития, обеспечивающий выход на мировые рынки продовольствия в условиях конкуренции.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Шаврук, Ю. А. Корпоративная интеграция в мировой экономике / Ю. А. Шаврук, С. В. Павловская, Г. В. Турбан. – Минск: Амалфея, 2017. – 104 с.
- 2 Волкова, Е. В. Экономическая оценка реализации потенциала перерабатывающих отраслей АПК / Е. В. Волкова / Инновационный путь развития экономики регионов: сб. науч. тр. II Междунар. науч.-практ. конф.,

- 17 июня 2014 г., Брянск; под ред. О. Н. Федонина [и др.]. – Брянск: БГТУ, 2014. – С. 150–158.
- 3 Гнатюк, С. Н. Конкурентоспособность предприятия: теория, методология, практика: моногр. / С. Н. Гнатюк, А. Г. Барановский, Л. В. Наркевич. – Смоленск: Маджента, 2016. – 179 с.
- 4 Danilovich, H. Compulsory reduced working time in Belarus: Incidence, operation and consequences / H. Danilovich, R. Croucher, N. Makovskaya // Economic & Industrial Democracy. – 2017. – Т. 38. – № 4. – P. 723–740.
- 5 Mickiewicz, B. Innovative Development of the Food Sector in the Republic of Belarus and Poland: Status and Current Development Trends / B. Mickiewicz, A. Efimenko, E. Volkova // European Research Studies Journal, 2021. – Volume XXIV. – Issue 3. – P. 774–784.
- 6 Гнатюк, С. Н. Кластерный механизм обеспечения устойчивости предприятий агропромышленного комплекса / С. Н. Гнатюк // Проблемы экономики / БГСХА; гл. ред.: Л. В. Пакуш. – Горки, 2020. – Вып. № 1(30). – С. 54–63.
- 7 В Беларуси может быть создана госкорпорация в сфере сельхозмашиностроения [Электронный ресурс] // Белорусские новости. – Режим доступа: <https://naviny.online/new/20210123/1611384657>. – Дата доступа: 02.09.2021.
- 8 Сельское хозяйство Республики Беларусь: статистич. сборник. – Минск: Нац. статистич. комитет Республики Беларусь, 2020. – 215 с.

Поступила в редакцию 18.11.2021 г.

ОБ АВТОРАХ:

Антонина Григорьевна Ефименко, доктор экономических наук, профессор, заведующий кафедрой экономики и организации производства, Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий, e-mail: efimenko_ag@mail.ru.

Владислав Владимирович Ефимович, магистр экономических наук, старший преподаватель кафедры экономики и организации производства, Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий, e-mail: v.bytas@gmail.com.

ABOUT AUTHORS:

Antonina G. Efimenko, Doctor of Economic Sciences, Professor, head of the Department of Economics and Organization of Production, Belarusian State University of Food and Chemical Technologies, e-mail: efimenko_ag@mail.ru.

Vladzislau V. Efimovich, Master of Economic Sciences, senior lecturer of the Department of Economics and Organization of Production, Belarusian State University of Food and Chemical Technologies, e-mail: v.bytas@gmail.com.

УДК 338.5

РЫНОЧНЫЕ УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ И ЭФФЕКТИВНОГО ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ПЛОДООВОЩНОГО ПОДКОМПЛЕКСА РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Е. В. Волкова, Н. А. Бондарович

*Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий,
Республика Беларусь*

АННОТАЦИЯ. В статье рассмотрены рыночные условия формирования и эффективного функционирования плодоовощного подкомплекса Республики Беларусь. Дана оценка и проведен анализ производства плодоовощной продукции. Определены приоритетные направления повышения эффективности плодоовощного подкомплекса в условиях инновационного развития экономики.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: *плодоовощной подкомплекс; анализ; условия; факторы; рынок; устойчивое развитие; эффективность.*

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ: Волкова, Е. В. Рыночные условия формирования и эффективного функционирования плодоовощного подкомплекса Республики Беларусь / Е. В. Волкова, Н. А. Бондарович // Вестник Белорусского государственного университета пищевых и химических технологий. – 2021. – № 2(31). – С. 112–119.

MARKET CONDITIONS FOR THE FORMATION AND EFFECTIVE FUNCTIONING OF THE FRUIT AND VEGETABLE SUBCOMPLEX OF THE REPUBLIC OF BELARUS

E. V. Volkova, N. A. Bondarovich

Belarusian State University of Food and Chemical Technologies, Republic of Belarus

ABSTRACT. The article deals with the market conditions for the formation and effective functioning of the fruit and vegetable subcomplex of the Republic of Belarus. The production of fruit and vegetable products is evaluated and analyzed. The priority directions of increasing the efficiency of fruit and vegetable subcomplex under the conditions of innovative development of the economy are determined.

KEY WORDS: *fruit and vegetable subcomplex; analysis; conditions; factors; market; sustainable development; efficiency.*

FOR CITATION: Volkova, E.V. Market conditions for the formation and effective functioning of the fruit and vegetable subcomplex of the Republic of Belarus / E.V. Volkova, N.A. Bondarovich // Vestnik of the Belarusian State University of Food and Chemical Technologies. – 2021. – № 2(31). – P. 112–119 (in Russian).

ВВЕДЕНИЕ

В Национальной стратегии устойчивого развития Республики Беларусь до 2035 г. предусмотрено повышение эффективности экономики посредством внедрения инноваций, оптимизации бизнес-процессов и формирования условий и инфраструктуры для развития нового информационного общества. В качестве приоритетов устойчивого развития плодоовощного подкомплекса определены следующие направления: проведение инвестиционно-структурной модернизации плодоовощного подкомплекса на новой технологической базе и современных организационных принципах управления производством; обеспечение условия для создания принципиально новых высокотехнологичных производств с учетом накопленных и вновь создаваемых компетенций, привлечения инвестиций для реализации крупных проектов; качественно новый уровень сельского хозяйства должен базироваться на развитии органического земледелия, производстве экологически безопасных продуктов [1].

Государственной программой инновационного развития Республики Беларусь на

2021–2025 гг. в направлении «Агропромышленные и продовольственные технологии» предусмотрено развитие органического сельского хозяйства на основе аутентичного растительного сырья; создание точного комплексного земледелия; производство пищевых продуктов с заданными свойствами и использованием биологически активных веществ и их комплексов на основе местных видов экологического сырья; производства персонализированного лечебного и профилактического питания; повышение урожайности на основе создания новых сортов и гибридов растений с заданными морфологическими и физиологическими, иммунологическими, биохимическими и другими признаками; организация высокотехнологических агропромышленных производств полного цикла [2].

Государственная программа развития аграрного бизнеса в Республике Беларусь на 2016–2020 гг. и Доктрина национальной продовольственной безопасности Республики Беларусь до 2030 года предусматривают рост потребления свежих овощей и равномерное снабжение населения в течение года [3, 4].

Выполненный обзор литературных источников показал, что функционирование АПК, в том числе плодоовощного подкомплекса, исследовано как сложный механизм, представляющий собой совокупность социально-экономических отношений между продавцом и покупателем; экономическую систему, объединяющую товаропроизводителей и потребителей в условиях конкуренции; форму функционирования экономической системы с развитыми товарно-денежными отношениями, постоянным взаимодействием спроса и предложения в процессе приобретения потребительских благ (В. И. Бельский, Г. И. Гануш, В. Г. Гусаков, С. Н. Гнатюк, А. Г. Ефименко, С. А. Кондратенко, Н. В. Кириенко, А. В. Пилипук, А. П. Шпак и др.) [5–10].

Целью исследования явилось обоснование рыночных условий формирования плодоовощного подкомплекса и разработки направлений повышения эффективности его функционирования в условиях инновационного развития экономики Республики Беларусь.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Методология исследования основана на комплексном подходе, применяемом при оценке эффективности функционирования и развития плодоовощного подкомплекса РБ, с использованием общенаучных методов анализа, синтеза, сравнения, обобщения, ЭММ.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В настоящее время плодоовощной подкомплекс Республики Беларусь динамично развивается, обеспечивая население ценными продуктами питания, а промышленность – сырьем для переработки. Плодоовощной подкомплекс включает совокупность отраслей, занятых производством, заготовкой, хранением, переработкой и реализацией плодов, ягод и овощей. Выявленные проблемы функционирования плодоовощного подкомплекса Республики Беларусь (исчерпание источников экстенсивного роста, усиление конкуренции на национальном и мировом рынке, конъюнктура рынка, внешнеторговые операции, многоукладность отрасли, относительно невысокая доходность) свидетельствуют о необходимости повышения эффективности производства на основе формирования и реализации конкурентных преимуществ. В то же время социальная значимость плодоовощного подкомплекса, большая потенциальная емкость отечественного и мирового продовольственного рынка, привлекательность для инвесторов, местоположение предприятий на заключительных стадиях воспроизводственного процесса и ориентация на конечный спрос объективно делают ее конкурентоспособной и инвестиционно-привлекательной. На переработку в Беларуси направляется 10 % выращенных овощей (в сравнении в странах Европейского Союза перерабатывается около 20 % плодов и овощей).

На данном этапе производство овощей позволяет обеспечить в полном объеме внутренний рынок страны отечественной плодоовощной продукцией. Более двух третей валового сбора овощей производится в личных подсобных хозяйствах, одна треть производится на промышленной основе – в сельскохозяйственных организациях и в крестьянских хозяйствах.

Валовой сбор и урожайность картофеля, овощей, фруктов и ягод в хозяйствах всех категорий Республики Беларусь за 2020 г. приведены в табл. 1.

Табл. 1. Валовой сбор и урожайность картофеля, овощей, фруктов и ягод в хозяйствах всех категорий Республики Беларусь, 2020 г.

Table 1. Gross harvest and yields of potatoes, vegetables, fruits and berries in farms of all categories in the Republic of Belarus in 2020

Область	Картофель		Овощи		Фрукты и ягоды	
	Валовый сбор, тыс. тонн	Урожайность, ц/га	Валовый сбор, тыс. тонн	Урожайность, ц/га	Валовый сбор, тыс. тонн	Урожайность, ц/га
Минская	1240,1	213	445,1	279	226,5	103,4
Брестская	1109,3	209	404,3	326	189,5	146,7
Гродненская	885,0	212	214,4	289	158,6	148,0
Гомельская	766,6	192	284,3	223	50,8	42,4
Могилевская	671,0	207	196,5	262	78,7	67,1
Витебская	559,1	200	203,2	287	88,4	73,0

В 2020 г. в хозяйствах всех категорий произведено 5231 тыс. тонн картофеля, 1751 тыс. тонн овощей и 819,1 тыс. тонн фруктов и ягод.

Динамика объема производства основных видов плодоовощной продукции в РБ, тыс. тонн, приведена в табл. 2.

Табл. 2. Динамика объема производства основных видов плодоовощной продукции в РБ, тыс. тонн

Table 2. Dynamics of volume of production of the main types of fruit and vegetable products in RB, thousand tons

Наименование	Фактический объем производства								Темп роста, 2013 г./2020 г., %
	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	
Овощи	1628,3	1734,4	1686,2	1891,3	1958,9	1746,3	1855,2	1751,3	107,6
Фрукты и ягоды	456,1	628,7	552,8	705,0	491,3	985,3	571,8	819,1	179,6
Плодоовощные консервы	129,0	136,8	155,8	141,6	139,7	153,0	151,0	140,0	108,5

Данные табл. 2 показывают, что фактический объем производства овощей в 2020 г. по сравнению с 2013 г. увеличился на 7,6 %, фруктов и ягод – на 79,6 % и плодоовощных консервов – на 8,5 %.

Одним из приоритетных направлений развития плодоовощного подкомплекса является рост объемов продаж свежих и замороженных овощей, а также снижение объемов производства и потребления консервированных продуктов. Необходимо отметить появление на рынке плодоовощной продукции новых сегментов, в которых представлены *convenience products* (продукты питания, удобные для употребления или приготовления) и *organic food* (органическая здоровая пища). Динамика рентабельности и средних цен производителей на плодоовощную продукцию приведена в табл. 3.

Табл. 3. Динамика рентабельности и средних цен производителей на плодоовощную продукцию

Table 3. Dynamics of cost-efficiency and average producer prices for fruit and vegetable products of agricultural organizations

Рентабельность реализованной продукции (овощей открытого грунта)	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.
		13,9	13,8	13,6	20,4
Средние цены производителей за 1 тонну, руб.:					
Овощи	1103,05	1257,39	1095,19	1422,28	1375,02
Плоды и ягоды	596,3	713,67	567,8	782,51	979,29

В период за 2016–2020 гг. рентабельность (убыточность) реализованной овощной продукции имеет значение от минус 2,0 % до плюс 20,4 %. Отрицательное значение рентабельности в 2020 году связано с неблагоприятными погодными условиями в летний период. В 2020 году по сравнению с 2019 годом снизились средние цены за 1 тонну на овощи на 3,3 %, на плоды и ягоды возросли на 25 %. Рост цен на рынке плодов обусловлен увеличением производственных затрат и транспортных расходов, изменения торговой политики.

Особенностью плодоовощного подкомплекса как объекта государственного регулирования является то, что преодоление разрыва в ее конкурентоспособности с развитыми странами связано с продовольственной политикой, поддержкой сельского хозяйства и машиностроения и создание условий по расширению спроса. При этом подход к развитию рынка плодоовощной продукции должен быть комплексным, как к сложной интегрированной системе, включающей отрасли растениеводства и плодоовощеконсервную промышленность, производственную, логистическую и социальную инфраструктуру, связанные между собой единой технологической цепочкой создания добавленной стоимости.

Направления государственного регулирования развития предприятий плодоовощного подкомплекса приведены в табл. 4.

Табл. 4. Направления государственного регулирования развития плодоовощного подкомплекса

Table 4. Directions of state regulation of development of enterprises of fruit and vegetable subcomplex

Детерминанты конкурентных преимуществ	Инструменты государственного воздействия
Производственные условия	Создание благоприятного инвестиционного климата
	Демографическая политика и политика занятости
	Научно-техническая политика государства
Условия спроса	Регулирование доходов населения
	Прямая продовольственная поддержка населения
Родственные и поддерживающие отрасли	Государственное регулирование развития растениеводства
	Создание условий для развития отечественного машиностроения для плодоовощеконсервной промышленности
	Регулирование цен на энергоносители
Внутриотраслевая конкуренция	Регулирование ВЭД
	Техническое регулирование
	Налоговая политика
	Стимулирование и поддержка кластеров
	Государственные целевые программы
	Антимонопольное регулирование

Проведенные исследования показали, что на данном этапе необходимо расширение государственной поддержки малого и среднего предпринимательства на развитие инфраструктуры сбыта плодоовощной продукции; информационной поддержки и консультирования по организации пищевых производств, а также в подготовке кадров. Например, строительство логистического центра, создание малых и средних предприятий в сфере оказания услуг позволит сформировать в плодоовощном подкомплексе конкурентную рыночную инфраструктуру сбыта продукции.

На данном этапе наиболее выгодным инструментом для осуществления оптовой торговли сельскохозяйственной продукцией является электронная торговая площадка открытого акционерного общества «Белорусская универсальная товарная биржа» (адрес в сети интернет: <http://zakupki.butb.by>).

Процессы формирования и развития мирового рынка сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия находятся под влиянием различных факторов: природно-климатических, финансовых (направление инвестиций в производство), рыночных (изменения потребительских предпочтений), демографические и др. На мировом рынке увеличивается доля органической плодоовощной продукции. В странах с высоким доходом на душу

населения (Австрия, Дания, Швейцария, Швеция) удельный вес в общем объеме продаж достигает примерно 10 %. Анализ мировых тенденций показал, что основные конкуренты Республики Беларусь на рынке продуктов питания активно наращивают экспортный потенциал и конкурентные преимущества.

На развитие рынка плодов и овощей влияние оказывает сезонность производства, колебания цен, доходы населения, пропаганда здорового образа жизни и др.

Оценка сбалансированности рынка овощей, бахчевых, фруктов, ягод и продуктов их переработки за 2015–2020 гг. в Республике Беларусь представлена в табл. 5–6 [11].

Табл. 5. Оценка сбалансированности рынка овощей, бахчевых и продуктов их переработки в Республике Беларусь, тыс. тонн

Table 5. Assessment of the balance of the market of vegetables, gourds and processed products in the Republic of Belarus, thousand tons

Наименование	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.
<i>Ресурсы</i>						
Запасы на начало года	971,4	864,0	969,4	1 037,8	902,7	958,3
Производство	1686,2	1892,1	1958,5	1745,9	1 854,5	1751,3
Импорт	543,2	501,3	544,7	375,1	333,6	262,5
Итого ресурсов	3201,3	3257,4	3473,0	3159,2	3091,5	2972,1
<i>Использование</i>						
Потребление в республике, всего	1778,4	1772,5	1857,2	1749,9	1728,6	1719,1
В том числе личное потребление	1372,0	1386,7	1455,1	1417,8	1433,9	1424,9
Экспорт	558,9	515,5	578,0	506,6	404,6	355,1
Запасы на конец года	864,0	969,4	1037,8	902,7	958,3	897,9
Производство на душу населения, кг/год	178	199	206	184	197	187
Потребление на душу населения, кг/год	145	146	153	150	152	152
Уровень самообеспеченности,%	94,8	106,7	105,5	99,8	107,3	101,9

Согласно данным, уровень самообеспеченности овощами за период 2015–2020 гг. составил в пределах 94,8–107,3 %, фруктами и ягодами – 43,5–80,5 %. Потребление овощей и фруктов в 2020 году превышает средневзвешенную рациональную норму потребления на 20,6 % и 27,3 % соответственно.

Таким образом, развитие перерабатывающей промышленности, в том числе плодоовощного комплекса, позволяет удовлетворить потребности населения в продовольствии, увеличить их экспортный потенциал в условиях конкуренции. В 2019 г. Беларусь экспортировала на внешние рынки сельскохозяйственных товаров и продовольствия на сумму 5536,8 млн долл. США (прирост к уровню 2017 г. на 11,4 %).

Табл. 6. Оценка сбалансированности рынка фруктов, ягод и продуктов их переработки в Республике Беларусь, тыс. тонн

Table 6. Assessment of the market balance of fruits, berries and their products in the Republic of Belarus, thousand tons

Наименование	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.
<i>Ресурсы</i>						
Запасы на начало года	355,5	336,2	424,8	345,3	507,5	425,4
Производство	564,1	718,3	491,3	985,3	571,8	819,1
Импорт	1649,8	1389,7	1227,7	841,8	861,8	711,9
Итого ресурсов	2569,4	2444,2	2143,8	2172,4	1941,1	1956,4
<i>Использование</i>						
Потребление в республике, всего	1021,8	1249,4	1128,2	1223,4	1190,3	1161,8
Экспорт	1211,4	770,0	670,3	441,5	325,4	257,3
Запасы на конец года	336,2	424,8	345,3	507,5	425,4	472,9
Потребление на душу населения, кг/год	79	91	89	92	97	98
Уровень самообеспеченности,%	55,2	57,5	43,5	80,5	48,0	66,8

Динамика экспорта и импорта овощей, бахчевых культур, фруктов, ягод и продуктов их переработки представлена в табл.7.

Табл. 7 Динамика экспорта и импорта овощей, бахчевых культур, фруктов, ягод и продуктов их переработки в РБ, тыс. тонн

Table 7. Dynamics of export and import of vegetables, melons and gourds, fruits, berries and products of their processing in the Republic of Belarus for 2015–2020, thousand tons

Наименование	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	Темп роста 2020 г./2015 г., %	Темп роста 2020 г./2019 г., %
<i>овощи, бахчевые культуры и продукты их переработки, тыс. тонн</i>								
экспорт	558,9	515,5	578,0	506,6	404,6	355,1	63,5	87,8
импорт	543,2	501,3	544,7	375,1	333,6	262,5	48,3	78,7
<i>фрукты, ягоды и продукты их переработки, тыс. тонн</i>								
экспорт	1211,4	770,0	670,3	441,5	325,4	257,3	21,2	79,1
импорт	1649,8	1389,7	1227,7	841,8	861,8	711,9	43,2	82,6

Объем экспорта овощей, фруктов и ягод составил 20,3 % и 31,4 % соответственно от общего объема производства в 2020 г. Объем импорта овощей, фруктов и ягод на протяжении анализируемого периода имеет тенденцию к снижению, что связано с такими факторами как увеличение собственного объема производства овощной продукции и повышение цен на импортную продукцию.

Обобщены условия и направления повышения эффективности функционирования плодоовощного подкомплекса Беларуси:

- за счет углубления специализации и концентрации производства. Немаловажное значение в данной связи отводится частному сектору, особенно крестьянским (фермерским) хозяйствам, которые обладают большими потенциальными возможностями (могут оперативно и гибко реагировать на изменения конъюнктуры рынка);
- формирование собственных сырьевых зон перерабатывающих организаций для производства востребованного высококачественного сырья, что позволит получить стабильный выпуск замороженной и консервированной продукции;
- создание высокоэффективной селекционно-семеноводческой базы, что снижает зависимость развития овощеводства от импорта гибридов плодов и семян овощных культур. В настоящее время Беларусь использует около 90 % импортных семян овощей;
- повышение уровня самообеспечения населения по основным видам овощной продукции, плодов и ягод, и особенно продукции их переработки; постепенное снижение импорта до объемов, определяемых необходимостью ассортимента обеспечения внутреннего рынка;
- рост конкурентоспособности национального производства овощей и плодов по качеству и цене на основе его технико-технологического переоснащения;
- ускоренное строительство современных плодоовощехранилищ, которые позволят увеличить сроки хранения продукции и ее поставки на экспорт [12].

При разработке альтернативных сценариев развития рынка плодоовощной продукции (наиболее вероятного и инновационного), расчеты осуществлялись на основе продуктовых балансовых моделей, учитывающих разноуровневые производственно-экономические связи, влияние внешних факторов (ввоз-вывоз), потребление продукции и изменение демографической ситуации.

Наиболее вероятный сценарий основан на экстраполяции сложившихся тенденций функционирования рынка плодоовощной продукции. Экстраполяция проведена с помощью стандартной функции ПРЕДСКАЗ MS EXCEL. При вычислении данным способом использовался метод линейной регрессии. Перспективы развития рынка определены с учетом внешних факторов: темпов роста сырьевой базы, прироста численности населения и роста доходов, которые приняты на уровне фактически сложившихся данных за последние восемь лет (данные табл. 2). Инновационный сценарий предполагает интенсивный экономический рост за

счет внедрения инновационных технологий в производство и управление. Реализация инновационного сценария развития рынка возможна при повышении качества и конкурентоспособности плодоовощных продуктов (табл. 8).

Табл. 8. Прогноз производства основных видов плодоовощной продукции в РБ на 2021–2023 гг., тыс. тонн

Table 8. Forecast of production of the main types of fruit and vegetable products in Belarus for 2021–2023, thousand tons

Наименование	Сценарий	Прогноз		
		2021 г.	2022 г.	2023 г.
Овощи	Наиболее вероятный	1897,4	1925,1	1952,6
	Инновационный	1992,3	2021,4	2050,2
Фрукты и ягоды	Наиболее вероятный	795,1	824,3	853,5
	Инновационный	834,9	865,5	896,2
Плодоовощные консервы	Наиболее вероятный	148,4	149,3	150,2
	Инновационный	155,8	156,8	157,7

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Важным условием эффективного функционирования плодоовощного подкомплекса Республики Беларусь является наличие соответствующей инфраструктуры, обеспечивающей производство и хранение свежих, быстрозамороженных продуктов и полуфабрикатов, а также их транспортировку и реализацию. На развитие подкомплекса оказывают значительное влияние следующие факторы: природно-климатические, уровень жизни населения, трансформация потребительских предпочтений, изменение рациона питания населения, рыночные и др. В совокупности данные факторы обеспечивают рост потребления свежих овощей и фруктов в стране.

В числе приоритетных направлений развития плодоовощного подкомплекса является создание экологически безопасных безотходных технологий и методов контроля качества сельскохозяйственного сырья и пищевых продуктов, разработка биотехнологических процессов переработки сельскохозяйственного сырья, расширение ассортимента отечественной продукции, строительство современных теплиц, установка оборудования по предреализационной подготовке продукции.

Развитие плодоовощеводства способствует обеспечению потребностей рынка в качественной и безопасной продукции. При разработке сценариев развития плодоовощного подкомплекса установлено, что темп роста производства овощей в Республике Беларусь в 2023 г. по сравнению с 2020 г. при наиболее вероятном сценарии составит 111,5 %, при инновационном – 117,1 %; фруктов и ягод – 104,2 и 109,4 %; плодоовощных консервов – 107,3 и 112,6 %.

Одним из перспективных направлений инновационного развития плодоовощного подкомплекса является производство экологически чистой продукции. Производство экологически чистых продуктов питания является гарантией безопасности и здоровья людей. В стране постепенно формируется рынок органических продуктов питания. Основной органической продукцией, которая пользуется спросом у населения, являются овощи, корнеплоды, фрукты, ягоды и др.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Национальная стратегия устойчивого развития Республики Беларусь до 2035 года [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.economy.gov.by.html>. – Дата доступа: 05.10.2021.
- 2 Государственная программа инновационного развития Республики Беларусь на 2021–2025 годы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://president.gov.by/bucket/assets/uploads/documents/2021/348uk.pdf> – Дата доступа: 05.11.2021.
- 3 О Государственной программе развития аграрного бизнеса в Республике Беларусь на 2016–2020 годы: постановление Совета Министров Республики Беларусь от 11 марта 2016 г. № 196 / Нац. реестр правовых актов Республики Беларусь от 23 марта 2016 г. – № 5/41842.

- 4 О Доктрине национальной продовольственной безопасности Республики Беларусь до 2030 года: постановление Совета Министров Республики Беларусь от 15 декабря 2017 г. № 962 / Нац. реестр правовых актов Республики Беларусь от 19 декабря 2017 г. – № 5/44566.
- 5 Арнатович, М. Современные тенденции развития рынка плодоовощной продукции в зарубежных странах и Республике Беларусь / М. Арнатович // Аграрная экономика. – 2020. – № 5. – С. 37–42.
- 6 Гануш, Г. И. Социально-экономическая роль и перспективы производства экологически безопасных (органических) продуктов питания в Беларуси / Г. И. Гануш, И. М. Морозова, Л. Г. Третьяк // Гуманітарна-эканамічны веснік. – 2012. – № 3. – С. 53–59.
- 7 Гнатюк, С. Н. Конкурентоспособность предприятия: теория, методология, практика: моногр. / С. Н. Гнатюк, А. Г. Барановский, Л. В. Наркевич. – Смоленск: Манджента, 2016. – 180 с.
- 8 Ефименко, А. Г. Инновационное развитие организаций перерабатывающей и пищевой промышленности: моногр. / А. Г. Ефименко. – Могилев: МГУП, 2017. – 192 с.
- 9 Пилипук, А. В. Тенденции и факторы конкурентного функционирования пищевой промышленности Республики Беларусь / А. В. Пилипук, С. А. Кондратенко // Стратегия развития экономики Беларуси: вызовы, инструменты реализации и перспективы: сборник научн. статей. В 2 т. / НАН Беларуси, Институт экономики НАН Беларуси; редкол.: В. И. Бельский [и др.]. – Минск: Право и экономика, 2019. – Т. 1. – С. 33–41.
- 10 Шпак, А. Тенденции и направления развития плодоовощного подкомплекса Республики Беларусь / А. Шпак, [и др.] // Аграрная экономика. 2017. – № 9. – С. 48–60.
- 11 Национальный статистический комитет Республики Беларусь / Годовые данные / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.belstat.gov.by/ofitsialnaya-statistika/realny-sector-ekonomiki/selskoe-hozyaistvo/selskoe-khozyaistvo/godovye-dannye>. – Дата доступа: 17.10.2021.
- 12 Мониторинг продовольственной безопасности – 2019: социально-экономические условия / В. Г. Гусаков [и др.]. – Минск: Ин-т системных исследований в АПК НАН Беларуси, 2020. – 349 с.

Поступила в редакцию 18.11.2021 г.

ОБ АВТОРАХ:

Екатерина Васильевна Волкова, кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры экономики и организации производства, Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий, e-mail: kate_ag@mail.ru.

Наталья Александровна Бондарович, старший преподаватель кафедры экономики и организации производства, Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий, e-mail: slaswgorod2006@mail.ru.

ABOUT AUTHORS:

Ekaterina V. Volkova, associate professor of economics and organization of production, Belarusian State University of Food and Chemical Technologies, e-mail: kate_ag@mail.ru.

Natalia A. Bondarovich, senior lecturer, Department of Economics and organization of production, Belarusian State University of Food and Chemical Technologies, e-mail: slaswgorod2006@mail.ru.