

*Г.В. Поснова, Г.Г. Невский*  
*G.V. Posnova, G.G. Nevsky*

**ОТЕЧЕСТВЕННЫЙ И ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ ИЗУЧЕНИЯ  
ПОЛЬЗЫ ПИЩЕВЫХ ВОЛОКОН В РАЦИОНЕ ЧЕЛОВЕКА  
DOMESTIC AND FOREIGN EXPERIENCE IN STUDYING THE  
BENEFITS OF DIETARY FIBER IN THE HUMAN DIET**

*Аннотация:*

Бич современного общества — ожирение, в основном связанное с избыточным потреблением рафинированных, очищенных продуктов питания, прочно вошедших в рацион человека независимо от возраста и пола. В связи с этим важной задачей для пищевой промышленности является коррекция рецептуры традиционных изделий в направлении снижения их калорийности и одновременно увеличения плотности минорных пищевых веществ продукции.

В работе представлен аналитический обзор опыта российских и зарубежных ученых по оценке влияния на здоровье и микробиом пищевых волокон в рационе современного человека. Рассмотрены критерии оценки функциональных свойств и принципы классификации пищевых волокон и обогащенных клетчаткой продуктов.

*Ключевые слова:* продукты питания, пищевые волокна, пищевая ценность, сбалансированное питание.

*Abstract:*

The scourge of modern society is obesity, mainly associated with excessive consumption of refined, refined foods that are firmly included in the human diet regardless of age and gender. In this regard, an important task for the food industry is the correction of the formulation of traditional products in the direction of reducing the caloric content of food products and simultaneously increasing the density of minor food substances of products.

The paper presents an analytical review of the experience of Russian and foreign scientists in assessing the impact on health and microbiome of dietary fiber in the diet of modern humans. Criteria for evaluating functional properties and principles of classification of dietary fibers and fiber-enriched products are considered.

*Keywords:* food, dietary fiber, nutritional value, balanced nutrition.

Пищевые волокна (далее ПВ) — элемент питания, роль которого выделена теорией адекватного питания, поскольку полезность очищенных продуктов была переоценена в связи с ростом проблем ожирения, болезней желудочно-кишечного тракта, атеросклероза, диабета и др. Также отдельная роль была выявлена у кишечной микрофлоры организма<sup>31</sup>. В настоящее время ведутся разработки по созданию продуктов, отвечающих запросам функционального, здорового, специализированного и персонализированного питания. Борьба с последствиями потребления рафинированных продуктов питания и кризиса сбалансированного питания ведется по сей день.

В мире проводилось достаточно исследований, обосновывающих добавление в рацион питания ПВ, но доныне выявлены и изучены далеко не все сферы их влияния на отдельные аспекты здоровья человека.

Итак, ПВ являются группой веществ разной химической природы. При этом имеются разногласия в использовании терминов, поскольку подобные вещества не всегда имеют волокнистую структуру и могут быть как нерастворимы, так и растворимы в воде. Примерами таких веществ являются клетчатка (целлюлоза), гемицеллюлоза, пектины, камеди, лигнин и др.<sup>3233</sup>

ПВ фигурируют в ГОСТ как составляющая функциональных продуктов. Существует определение пребиотиков<sup>34</sup>, согласно которому этот ингредиент положительно влияет на рост и активность нормальной микрофлоры кишечника, а как примеры приводятся ди-, три-, олиго- и полисахариды. Таким образом, ПВ могут быть также пребиотиками.

В рационе человека ПВ в большей мере появляются благодаря растительным продуктам. Стенки растительных клеток состоят в основном из волокнистого полисахарида целлюлозы, межклеточное вещество — из гемицеллюлозы, пектина и его производных<sup>2</sup>. В Табл. 1 представлена одна из популярных в иностранных источниках классификаций ПВ в соответствии с их структурой. В Табл. 2 дана классифи-

---

<sup>31</sup> Гордынец С.А., Антипина А.Р. Обзор теорий питания // Актуальные вопросы переработки мясного и молочного сырья. 2022. Т. 1. № 15. С. 182—193.

<sup>32</sup> Позняковский В.М., Дроздова Т.М., Влощинский П.Е. Физиология питания. 6-е изд., стер. СПб.: «Лань», 2022. 432 с. [Электронный ресурс]: <https://e.lanbook.com/book/262496>

<sup>33</sup> Жуков Р.Б., Шпак Т.И., Клопова А.В. Польза пищевых волокон в питании // Развитие интеграционных процессов как цель и условие повышения конкурентоспособности науки: Сб. статей Международной научно-практической конференции, Оренбург, 4 июля 2020 г. Уфа: «Омега сайнс», 2020. С. 77—80.

<sup>34</sup> ГОСТ Р 52349-2005. Продукты пищевые функциональные. Термины и определения. М.: «Стандартинформ», 2006. 8 с.

кация ПВ по строению и источникам пищи, включающая также воски, хитины, фитаты, полидекстрозу и 4 типа резистентных крахмалов. Хотя информация об источниках ПВ в разных информационных ресурсах может различаться, более конкретно указываются общие источники всех категорий ПВ.

Существуют также классификации ПВ по следующим признакам: растворимости в воде (растворимые и нерастворимые), по виду сырья (из низших и высших растений, из нетрадиционных источников сырья), по количеству и соотношению в исходном сырье сопутствующих веществ (из плодовоовощного сырья с содержанием ПВ не более 30 %, полуконцентраты ПВ — 30—60 %, концентраты ПВ — 60—90 %, изоляты ПВ — более 90 % волокон)<sup>2</sup>.

Ферментативному расщеплению частично подвергаются целлюлоза и гемицеллюлозы. Лигнины не подвергаются расщеплению вовсе. Другие виды пищевых волокон расщепляются под воздействием ферментов практически полностью.

Табл. 1. Классификация пищевых волокон по их структуре<sup>35</sup>.

Категория	Структура	Ферментация микробиотой кишечника	Пищевые источники
Некрахмальные полисахариды	Целлюлоза (линейная) $\beta$ -(1→4)-связанные звенья D-глюкозы	10—30 %	Зерновые, фрукты, овощи и орехи
	Гемицеллюлозы (разветвленные): — ксиланы $\beta$ -(1→4)-связанный ксилозный остов; — маннаны $\beta$ -(1→4)-связанные D-маннопиранозные производные $\pm$ $\beta$ -(1→4)-связанные остатки D-глюкопиранозы; — смешанные b-глюканы $\beta$ -(1→4)-связанные D-глюкопиранозные соединения, разделенные на отдельные $\beta$ -(1→3)-D-глюкопиранозы; — ксилглюканы $\beta$ -(1→4)-связанные D-глюкопиранозы с присоединенными ксилопиранозильными соединениями	50—70 %	Зерновые

<sup>35</sup> Venter C. et al. Role of dietary fiber in promoting immune health. An EAACI position paper // Allergy. 2022. V. 77. № 11. P. 3185—3198.

## Пищевые системы и биотехнологии

	Пектины: $\alpha$ -(1→4)-связанная галак- туриновая кислота	~100 %	Фрукты и овощи
	Гидроколлоиды: камеди, слизи, $\beta$ -глюканы, гидро- фильные полимеры из различ- ных растительных источников	~100 %	Гумми: рас- тительные выделения, семена и морские водоросли. Слизи: натураль- ные гумми. Зерновые: ячмень и овес, сорго, рожь, кукуруза, тритикале, пшеница и рис
Устойчивые олигосахариды	Фруктоолигосахариды: $\beta$ -(2→1)-связанные остатки D-фруктозы с концевым $\alpha$ -(1→2)- связанным остатком D-глюкозы	100 %	Фрукты, ово- щи и злаки
	Галактоолигосахариды: $\beta$ -(1→6)-связанные остатки га- лактозы с концевым $\beta$ -(1→4)-свя- занным глюкозным остатком	100 %	Фрукты и овощи
	Ксилоолигосахариды: остатки ксилозы $\beta$ -(1→4)-связанные	100 %	Побеги бам- бука, фрук- ты, овощи, молоко, мед
	Другие устойчивые олигосахариды	100 %	Рафинозные олигосаха- риды: семе- на бобовых, чечевица, горох, фа- соль, нут, се- мена мальвы и горчицы
Устойчивые крахмалы	Физически замкнутые крахмалы: $\alpha$ -(1→4)-связанные глюкозные мономеры, некоторые виды сырых крахмальных гранул, ретроградная амилоза, хими- чески и/или физически моди- фицированные крахмалы	~100 %	Цельно- зерновые продукты, бобовые, ва- реные и ох- лажденные макаронны, картофель и рис, а так- же незрелые бананы

Лигнин, ассоциированный с полисахаридами пищевых волокон	Высокомолекулярные нерастворимые растительные полимеры со сложной и изменчивой структурой. Состоят в основном из множества метоксилированных производных бензола	0 %	Сельдерей и злаки
--	--	-----	-------------------

Табл. 2. Классификация пищевых волокон по строению и источникам пищи<sup>36</sup>.

<b>Класс поли-/ олигосахаридов</b>	<b>Источники</b>	<b>Основные компоненты</b>
<b>Некрахмальные полисахариды</b>		
Целлюлоза	Зерновые, бобовые (внешние слои), корнеплоды и листовые овощи, бобовые, груши и яблоки	Мономеры глюкозы
Гемицеллюлоза	Зерновые отруби и цельные злаки (крахмалистый эндосперм и алейроновый слой), стенки растительных и плодовых клеток	D-ксилоза, D-манноза, D-галактоза и L-арабиноза
Маннаны и гетероманнаны	Финики, зеленые кофейные зерна, алоэ вера, бобовые (эндосперм), семена ириса, луковичцы лилии, древесная масса норвежской ели	Маннаны, галактоманнаны, глюкоманнаны и галактоглюкоманнаны
Пектины	Кожура яблок и цитрусовых (а также других фруктов), капуста, цельные злаки, свекла и бобовые	Арабинозы, рамнозы, галактозы и галактуроновые кислоты
Камеди	Ксантановая камедь, альгинаты, агар-агар, каррагинан	Мономеры пентозы и гексозы

<sup>36</sup> Ioniță-Mîndrican C.B. et al. Therapeutic benefits and dietary restrictions of fiber intake: A state of the Art review // *Nutrients*. 2022. V. 14. № 13. P. 2641.

## Пищевые системы и биотехнологии

Слизистые вещества	Алоэ вера, кактус, бамяя, гибискус	Гликопротеины
Инулин и фруктозаны	Топинамбур, корень цикория, лук, злаки	Остатки фруктофуранозы
<b>Неперевариваемые (резистентные) олигосахариды</b>		
$\alpha$ -галактозиды	Нут, фасоль, чечевица и т. д.	Раффиноза, стахиоза, вербаскоза
$\beta$ -фруктоолигосахариды	Полимеры, полученные в результате гидролиза полисахаридов (гидролизинулина — $\beta$ -фруктоолигосахариды и лактозы — $\beta$ -галактоолигосахариды)	$\beta$ -фрукто-, $\alpha$ -галакто-, $\beta$ -галакто-, ксило-, арабино-ксилоолигосахариды
Устойчивые декстрины	Растительное молоко на основе злаков, выпечка, молочные продукты и батончики мюсли	Поли-D-глюкоза
Полидекстроза	Торты, конфеты, смеси, замороженные десерты и напитки	Поли-D-глюкоза
<b>Резистентные крахмалы</b>		
1 тип	Зерновые и бобовые (цельные или частично измельченные)	Физически недоступный крахмал
2 тип	Высокоамилозные крахмалы, зеленые бананы	Гранулированные крахмалы
3 тип	Охлажденные крахмалы в приготовленных крахмалистых продуктах и крахмалы, очищенные от разветвленных молекул с помощью ферментов	Желатинизированные и ретроградизированные крахмалы
4 тип	Модифицированные крахмалы	Химически модифицированные (в основном сшитые) крахмалы
<b>Сопутствующие вещества, не содержащие углеводов</b>		
Лигнин	Фрукты, особенно персики, клубника	Кумариловые, кониферилловые и синапильные спирты (ароматические спирты)

Воски	Рисовые отруби, семена и шелуха семян подсолнечника	Длинные алкильные цепи
Хитины	Клеточные стенки грибов, экзоскелеты омаров, крабов и креветок, а также насекомых	N-ацетилглюкозамин
Фитаты/фитиновая кислота	Семена растений, в основном бобовых, арахис, злаки, семена масличных культур, а также почти все продукты растительного происхождения	—

Физико-химические свойства ПВ являются основой их пользы для организма человека. Разная степень полимеризации и размер боковой цепи ПВ важны для антиканцерогенной активности и поддержки других биологических свойств, но механизм действия изучен недостаточно. Известны такие физико-химические свойства ПВ, как водопоглотительная, жирудерживающая способность, способность к набуханию, к адсорбированию глюкозы и холестерина, вязкость. Такие свойства возможны благодаря стабильной волокнистой структуре за счет сформированных водородных связей.

Водопоглотительная способность (ВПС) увеличивается с ростом площади контакта и количества гидрофильных групп, потому что вода может удерживаться гидрофильной частью или в волокнистой структуре ПВ. Высокая ВПС возможна при нерегулярной, рыхлой и пористой поверхности. Смазывающий эффект после поглощения ПВ воды повышает перистальтическую активность. ПВ увеличивают объем пищи после поглощения воды, что уменьшает последующее потребление пищи и предотвращает переедание. Они также увеличивают объем стула после поглощения воды, продвигая содержимое кишечника по ЖКТ.

Способность к набуханию обусловлена наличием у воды силы поверхностного натяжения (она может поддерживаться в капиллярной структуре волокон), водородных связей и дипольных гидрофильных групп, связанных с водой. Также она обусловлена поверхностью контакта ПВ.

Жирудерживающая способность в основном связана с общей плотностью заряда, гидрофобностью, свойствами поверхности и условиями переработки. ПВ могут поглощать жир и уменьшать потребление лишних калорий, предотвращая развитие ожирения.

Способность адсорбирования глюкозы связана с физическими свойствами ПВ, так как глюкоза может присоединяться к их структуре, что уменьшает контакт глюкозы с желудочно-кишечным трактом. ПВ могут поглощать сахара и производить короткоцепочные жирные кислоты через процесс ферментации в организме.

Способность адсорбирования холестерина разделяется на физическое и химическое адсорбирование. Физическое связано с размером частиц, особенностями поверхности, пористостью и реакционной температурой пищевых волокон. Химическое — с зарядом пищевых волокон и гидрофобными группами. Пищевые волокна поглощают холестерин, а полученные ферментацией короткоцепочные жирные кислоты (КЦЖК) могут участвовать в метаболизме и улучшать соотношение липидов в крови, что помогает предотвратить ожирение и атеросклероз.

Вязкость — это связь между потоком жидкости и силой, направленной на поток, на которую может влиять химический состав, структура, размер частиц, площадь поверхности, условия переработки. Вязкость увеличивается с ростом количества  $\beta$ -глюканов, у которых больше гидрофильных групп, что дает повышение толщины водной пленки слизистой оболочки кишечника, увеличивая вязкость надосадочного содержимого кишечника. Вязкость пищевых волокон препятствует развитию ожирения и диабета благодаря замедлению образования жира и опорожнению желудка, увеличению чувствительности инсулина.

Водопоглощительная способность ПВ и способность к набуханию могут уменьшать риск развития рака. Водопоглощение, набухание, жирудерживание, адсорбирование холестерина — все эти свойства ПВ дают возможность предупредить развитие ожирения, а также лечить его. Способность адсорбирования глюкозы и вязкость облегчают симптомы диабета. Водопоглощительная способность, способность к набуханию и вязкость важны для здоровья ЖКТ.

ПВ положительно влияют на стабильность иммунитета и участвуют в борьбе с аллергическими реакциями, имеют противовоспалительный эффект, уменьшают риск сердечно-сосудистых заболеваний, дисменореи, рака<sup>37, 38</sup>.

Механизмом прямого воздействия ПВ на иммунные клетки является активация рецепторов распознавания на эпителиальных клетках и клетках врожденной иммунной системы. В результате воздействия

---

<sup>37</sup> Saputra L.K., Chandra D.N., Mudjihartini N. Dietary Fiber's Effect on High Sensitivity C-reactive Protein Serum in Sedentary Workers // World Nutrition Journal. 2021. V. 5. № 1. P. 40—46.

<sup>38</sup> He Y. et al. Effects of dietary fiber on human health // Food Science and Human Wellness. 2022. V. 11. № 1. P. 1—10.

на ПВ ферментов образуются короткоцепочные жирные кислоты (ацетат, пропионат, бутират), являющиеся мощными иммуномодуляторами.

Соблюдение диеты с достаточным потреблением ПВ детьми первого года жизни, а также беременными женщинами уменьшает риск развития разных видов аллергии и астмы<sup>5</sup>. У детей, находящихся на диете с высоким содержанием ПВ, также улучшается концентрация внимания (например, рабочая память, многозадачность и способность сохранять концентрацию).

В экспериментах с мышами, у которых на длительное время ограничивалось получение с пищей ПВ, были выявлены нейровоспалительные процессы, когнитивные нарушения, снижение выработки КЦЖК.

В борьбе с расстройствами эмоциональной сферы предполагают использовать пребиотические волокна, такие как  $\beta$ -фруктоолигосахариды или  $\alpha$ -галактоолигосахариды. С точки зрения нейронутрициологии они помогают микробиоте правильно, регулярно функционировать, могут снижать уровень тревожности и повышать способность адаптации к стрессу, а также предотвращать расстройства пищевого поведения, связанные с несбалансированным питанием (быстрое принятие пищи, фаст-фуд)<sup>5</sup>.

Говоря об обогащении рациона питания человека ПВ, следует отметить противоречивость информации о взаимодействии ПВ и железа. Известен факт, что ПВ ведут себя по отношению к железу как антипищевой фактор, однако есть исследование, результаты которого не показали значимой корреляции между потреблением пищевых волокон и биомаркерами, связанными с усвоением железа<sup>39,2</sup>. Необходимы дополнительные и длительные исследования по этому вопросу.

Таким образом, значение ПВ в организме человека огромно. С момента появления теории адекватного питания до наших дней было выявлено множество зависимостей между потреблением ПВ и здоровьем человека. Суммируя все вышесказанное: ПВ проявляют антиканцерогенные свойства; интенсифицируют перистальтику кишечника; предотвращают переизбыток и, соответственно, ожирение благодаря увеличению в объеме и появлению раннего чувства насыщения; адсорбируют жиры, что также препятствует ожирению; удерживают глюкозу от контакта и всасывания в желудочно-кишечном тракте, что препятствует развитию сахарного диабета; адсорбируют холестерин, помогая предупредить развитие атеросклероза (сердечно-сосудистых заболеваний) и ожирения; являются средой для нормальной микрофлоры кишечника; положительно влияют на иммунитет; предотвращают развитие аллергии и астмы при достаточном коли-

---

<sup>39</sup> Agrizzi Verediano T. et al. Effects of dietary fiber on intestinal iron absorption and physiological status: A systematic review of in vivo and clinical studies // Critical Reviews in Food Science and Nutrition. 2023. V. 63. № 27. P. 9017—9032.

честве ПВ на стадиях внутриутробного и раннего развития ребенка; имеют отношение к улучшению когнитивных функций; ускоряют перемещение пищевой массы и формируют стул. Кроме того, ПВ уменьшают литогенность желчи, усиливая кинетику желчного пузыря; удаляют зубной налет; связывают и выводят тяжелые металлы, пестициды, радионуклиды<sup>40, 41</sup>.

Опыт исследований подтверждает актуальность разработки функциональных, специализированных, персонализированных продуктов питания с высоким содержанием ПВ. Одно из направлений таких разработок — снижение содержания сахара, в том числе в кондитерских изделиях. Например, часто встречаются предложения использовать в качестве источника ПВ порошок псиллиума<sup>42, 43, 44</sup>.

Последствия потребления ультраобработанных продуктов, изменение пищевого поведения в сторону ненормированного и быстрого питания, ухудшение экологической обстановки, отрицательный стресс — это факторы, с которыми в ближайшем будущем предстоит бороться как разработчикам новой пищевой продукции с высоким содержанием пищевых волокон, так и человечеству в целом.

### Список литературы

1. Гордынец С.А., Антипина А.Р. Обзор теорий питания // Актуальные вопросы переработки мясного и молочного сырья. 2022. Т. 1. № 15. С. 182—193.

---

<sup>40</sup> ГОСТ Р 54059-2010. Ингредиенты пищевые функциональные. Классификация и общие требования. М.: «Стандартинформ», 2011. 7 с.

<sup>41</sup> Звягинцева В.В., Донченко Л.В., Влащик Л.Г. Пищевые волокна в специализированном рационе питания: значимость для организма // Инновационные направления интеграции науки, образования и производства: Сб. тезисов докладов участников I Международной научно-практической конференции, Керчь, 14—17 мая 2020 г. / Под общ. ред. Е.П. Масюткина. Керчь: Керченский гос. морской технологический ун-т, 2020. С. 191—193.

<sup>42</sup> Сарафанкина Е.А., Буренкова С.А. Псиллиум — новый вид ингредиента в производстве продуктов питания // Инновационная техника и технология. 2021. Т. 8. № 4. С. 27—32.

<sup>43</sup> Минниханова Е.Ю. Перспективы применения пищевых волокон в производстве кондитерских изделий // Новости науки 2024: гуманитарные и точные науки. Сб. материалов XLIII Международной научно-практической конференции. В 4 т. Т. 3. М.: НИЦ «Империя», 2023. С. 44. [Электронный ресурс]: <https://studfile.net/preview/21465335/>

<sup>44</sup> Смольянова А.П., Волошина М.О., Кудря А.Н., Деева М.О. Использование псиллиума при производстве различных пищевых продуктов // Заметки ученого. 2021. № 6-1. С. 241—244.

2. ГОСТ Р 52349-2005. Продукты пищевые функциональные. Термины и определения. М.: «Стандартинформ», 2006. 8 с.

3. ГОСТ Р 54059-2010. Ингредиенты пищевые функциональные. Классификация и общие требования. М.: «Стандартинформ», 2011. 7 с.

4. Жуков Р.Б., Шпак Т.И., Клопова А.В. Польза пищевых волокон в питании // Развитие интеграционных процессов как цель и условие повышения конкурентоспособности науки: Сб. статей Международной научно-практической конференции, Оренбург, 4 июля 2020 г. Уфа: «Омега сайнс», 2020. С. 77—80.

5. Звягинцева В.В., Донченко Л.В., Влащик Л.Г. Пищевые волокна в специализированном рационе питания: значимость для организма // Инновационные направления интеграции науки, образования и производства: Сб. тезисов докладов участников I Международной научно-практической конференции, Керчь, 14—17 мая 2020 г. / Под общ. ред. Е.П. Масюткина. Керчь: Керченский государственный морской технологический университет, 2020. С. 191—193.

6. Минниханова Е.Ю. Перспективы применения пищевых волокон в производстве кондитерских изделий // Новости науки 2024: гуманитарные и точные науки. Сб. материалов XLIII Международной научно-практической конференции. В 4 т. Т. 3. М.: НИЦ «Империя», 2023. С. 44. [Электронный ресурс]: <https://studfile.net/preview/21465335/> (дата обращения: 17.01.2025).

7. Позняковский В.М., Дроздова Т.М., Влощинский П.Е. Физиология питания. 6-е изд., стер. СПб.: «Лань», 2022. 432 с. [Электронный ресурс]: <https://e.lanbook.com/book/262496> (дата обращения: 10.10.2024).

8. Сарафанкина Е.А., Буренкова С.А. Псиллиум — новый вид ингредиента в производстве продуктов питания // Инновационная техника и технология. 2021. Т. 8. № 4. С. 27—32.

9. Смольянова А.П., Волошина М.О., Кудря А.Н., Деева М.О. Использование псиллиума при производстве различных пищевых продуктов // Заметки ученого. 2021. № 6-1. С. 241—244.

10. Agrizzi Verediano T. et al. Effects of dietary fiber on intestinal iron absorption and physiological status: A systematic review of in vivo and clinical studies // Critical Reviews in Food Science and Nutrition. 2023. V. 63. № 27. P. 9017—9032.

11. He Y. et al. Effects of dietary fiber on human health // Food Science and Human Wellness. 2022. V. 11. № 1. P. 1—10.

12. Ioniță-Mîndrican C.B. et al. Therapeutic benefits and dietary restrictions of fiber intake: A state of the Art review // Nutrients. 2022. V. 14. № 13. P. 2641.

13. *Saputra L.K., Chandra D.N., Mudjihartini N.* Dietary Fiber's Effect on High Sensitivity C-reactive Protein Serum in Sedentary Workers // *World Nutrition Journal*. 2021. V. 5. № 1. P. 40—46.

14. *Venter C. et al.* Role of dietary fiber in promoting immune health. An EAACI position paper // *Allergy*. 2022. V. 77. № 11. P. 3185—3198.

### *Сведения об авторах*

*Поснова Галина Владимировна*, кандидат технических наук, доцент кафедры биотехнологии продуктов питания из растительного и животного сырья Московского государственного университета технологий и управления им. К.Г. Разумовского. E-mail: *g.posnova@mgutm.ru*

*Невский Герман Геннадьевич*, магистрант кафедры биотехнологии продуктов питания из растительного и животного сырья Московского государственного университета технологий и управления им. К.Г. Разумовского. E-mail: *german.nevsky@yandex.ru*

### *Information about the authors*

*Posnova Galina Vladimirovna*, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Biotechnology of Food Products from Plant and Animal Raw Materials, K.G. Razumovsky Moscow State University of Technologies and Management. E-mail: *g.posnova@mgutm.ru*

*Nevsky German Gennadievich*, Master's student of the Department of Biotechnology of Food Products from Plant and Animal Raw Materials, K.G. Razumovsky Moscow State University of Technologies and Management. E-mail: *german.nevsky@yandex.ru*