

УДК 664.959:664.785.8

ББК 36.94:42.112

Л-634

Лисовой Вячеслав Витальевич, кандидат технических наук, ученый секретарь ГНУ Краснодарский НИИ хранения и переработки сельскохозяйственной продукции, т.: (8918)2612161 slavafish@rambler.ru.

**РАЗРАБОТКА КОМПЛЕКСНОЙ ТЕХНОЛОГИИ КОМБИНИРОВАННЫХ
ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ НА ОСНОВЕ РАСТИТЕЛЬНОГО
И ПРУДОВОГО РЫБНОГО СЫРЬЯ**
(рецензирована)

*Объекты исследования: продукты переработки зерна овса сортов Астор, Дэнс и Валдин – 765 (крупа, хлопья и мука); овощное сырье, районированное на территории Краснодарского края, малоиспользуемые прудовые рыбы: карась золотой (*Carassius carassius*); карась серебряный (*Carassius auratus*) и товарные прудовые рыбы: толстолобик белый (*Hypophthalmichthys molitrix* Val.); пестрый (*Aristichthys nobilis* Rich.); гибридный (*Aristichthys vinogradovy*); амур белый (*Ctenopharyngodon idella* Val.) и отходы их переработки.*

Цель исследования: разработка комплексной технологии функциональных комбинированных продуктов питания на основе растительного и прудового рыбного сырья.

Ключевые слова: прудовая рыба, комбинированные функциональные продукты, комплексная технология, белковый изолят, пищевая ценность.

Lisovoi Vyacheslav Vitaljevich, Candidate of Technical Sciences, scientific secretary of SNI Krasnodar Scientific Research Institute of Storage and Processing of Agricultural Production, tel.: (8918) 2612161 slavafish@rambler.ru.

**ELABORATION OF THE COMPLEX TECHNOLOGY OF THE COMBINED FUNCTIONAL
FOODSTUFF ON THE BASIS OF VEGETABLE AND POND FISH RAW MATERIALS**
(reviewed)

*The objects of the research: products of processing of oat grains of Astor, Dens and Valdin grades – 765 (groats, flakes and flour); the vegetable raw materials zoned on the territory of the Krasnodar Territory, rarely used pond fishes: a crucian gold (*Carassius carassius*); a crucian silver (*Carassius auratus*) and commodity pond fishes: a silver carp white (*Hypophthalmichthys molitrix* Val.); motley (*Aristichthys nobilis* Rich.); hybrid (*Aristichthys vinogradovy*); a cupid white (*Ctenopharyngodon idella* Val.) and waste of their processing.*

The objective of the research: elaboration of complex technology of the functional combined foodstuff on the basis of vegetable and pond fish raw materials.

Key words: pond fish, combined functional products, complex technology, protein isolate, food value.

Вопросы производства продуктов повышенной пищевой ценности постоянно находятся в центре внимания специалистов, занимающихся совершенствованием технологий переработки сельскохозяйственного сырья. При этом, одним из наиболее перспективных направлений является производство комбинированных продуктов питания из растительного и рыбного сырья, что обеспечивает возможность взаимного обогащения получаемых продуктов эссенциальными ингредиентами, а также позволяет регулировать их состав в соответствии с основными требованиями науки о питании.

Реализация данного направления базируется как на известных технологических решениях, так и на новых теоретических и практических подходах с использованием сырьевых источников, позволяющих получить продукты повышенной пищевой ценности и расширить ассортимент комбинированных продуктов питания.

В связи с этим, вовлечение в производство новых видов продуктов питания из прудового рыбного и растительного сырья, белкового изолята, полученного из малоиспользуемой и отходов переработки товарной прудовой рыбы, позволит не только расширить ассортимент продуктов, повысить их пищевую ценность, но и решить проблему рационального использования сырья в пищевой промышленности.

Таким образом, разработка рецептур и технологии комбинированных функциональных продуктов питания из растительного и прудового рыбного сырья является актуальной.

В связи с тем, что в существующих технологиях производства комбинированных функциональных продуктов питания используется океаническое рыбное сырье [1], добыча которого в последнее десятилетие заметно снизилась, вследствие чего объемы производства продукции с его использованием также сократились, нами предложено использование в производстве таких продуктов питания традиционных объектов прудового рыбоводства, как толстолобики и белый амур.

Установлено, что белый, пестрый и гибридный толстолобики, белый амур по химическому составу относятся к видам рыб с высоким содержанием белка (16-17%), что позволяет использовать их для производства комбинированных функциональных продуктов питания повышенной пищевой ценности.

Введение в состав рецептур овощей: топинамбура, картофеля, болгарского перца, свеклы, чечевицы, моркови, тыквы, лука порея, лука репчатого, способствует обогащению готовой продукции недостающими в рыбном сырье клетчаткой, углеводами, растительным белком, каротиноидами, витаминами С, Е, В₁, В₂, РР, К, фитонцидами, макро- и микроэлементами (калий, магний, фосфор, железо, хром, марганец, цинк, никель, фтор, йод и др.).

Одним из основных направлений корректировки рецептур комбинированных функциональных продуктов питания и улучшения структурно-механических свойств готовых изделий является введение в их состав продуктов переработки зерновых культур, в частности зерна овса [2].

Продукты переработки зерна овса характеризуются не только высокой биологической ценностью, но также обладают технологическими свойствами, заключающимися в повышении вязкости отвара и придания продуктам переработки желеобразной консистенции [3].

В связи с этим, на следующем этапе исследовали химический состав и биохимические показатели продуктов переработки зерна овса различных сортов.

Установлено, что наибольшим содержанием белка (14,05-16,23 %), липидов (7,93-8,86 %) и 56,08-57,54 % характеризуются продукты переработки зерна овса сорта Дэнс. Поэтому, в дальнейших исследованиях использовались продукты переработки зерна овса сорта Дэнс.

Известно, что одним из основных свойств фаршевых систем, обуславливающих их качество и консистенцию, являются структурно-механические [4].

Учитывая это, на следующем этапе исследовали влияние продуктов переработки зерна овса сорта Дэнс на структурно-механические свойства фаршевых систем.

В процессе изучения влияния продуктов переработки зерна овса сорта Дэнс на структурно-механические свойства фаршевых систем, в опытных образцах, представляющей собой смесь рыбного фарша и овощей в соотношении 50:50, 5-20% заменяли на продукты переработки зерна овса (мука, крупа, хлопья).

Установлено, что замена 15% рыбоовощной смеси на продукты переработки зерна овса приводила к улучшению структурно-механических свойств фаршевой системы. Причем достаточно выраженные структурообразующие свойства фаршевой системы получены при введении обработанной гидротермическим способом овсяной крупы и отвара, полученного в результате этой обработки.

В таблице 1 представлены результаты исследования по влиянию введения продуктов переработки зерна овса на показатели, характеризующие структурно-механические свойства фаршевых систем.

Показано, что введение всех продуктов переработки зерна овса приводило к увеличению предельного напряжения сдвига, адгезионного напряжения и водоудерживающей способности фаршевой системы, а также к снижению общей деформации, что является важным показателем для фаршевых систем.

Следует отметить, что овсяная крупа, обработанная гидротермическим способом и отвар, полученный в результате этой обработки, оказывали наиболее выраженное влияние на структурно-механические свойства фаршевой системы.

Таблица 1 - Влияние продуктов переработки зерна овса на показатели, характеризующие структурно-механические свойства фаршевых систем

Наименование показателя	Значения показателя			
	Контроль	Рыбоовощная фаршевая система		
		с15 %-ной заменой на продукты переработки зерна овса		
		мука	крупка и отвар	хлопья
Водоудерживающая способность, %	58,45	70,80	75,13	73,20
Общая деформация, усл. ед.	19,00	14,50	10,30	12,00
Адгезионное напряжение, Па·с	54,75	66,50	73,17	68,10
Предельное напряжение сдвига, Па	540,16	703,06	763,39	736,09

Известные из литературных источников режимы гидротермической обработки овсяной крупы (температура 100⁰С, продолжительность 25-30 мин., гидромодуль 1:4) не обеспечивают максимальную концентрацию в отваре крахмала, обуславливающего его структурообразующие свойства.

Установлено, что вязкость образовавшегося отвара тесно связана с накоплением в нем крахмала в процессе гидротермической обработки крупы (коэффициент корреляции 0,987). Максимальная вязкость овсяного отвара, также как и максимальная концентрация в нём крахмала, достигаются через 60 минут после начала гидротермической обработки крупы (концентрация крахмала составила 7,27% при значении вязкости 350 мПа·с).

Таким образом, введение овсяной крупы, обработанной гидротермическим способом, и ее отвара в состав разрабатываемых комбинированных функциональных продуктов питания, позволяет получить фаршевую систему с улучшенными структурно-механическими свойствами.

На следующем этапе определяли эффективные технологические режимы получения белкового изолята из малоиспользуемой прудовой рыбы и отходов переработки товарной прудовой рыбы.

Известно, что основными технологическими процессами производства белкового изолята из океанического рыбного сырья являются: экстрагирование белков кислотами или щелочами, удаление нерастворимого осадка (костей, хрящей, чешуи) и очистка, включающая обезжиривание с использованием изопропилового спирта и сушку [1].

Однако, применение органических растворителей в технологии производства белкового изолята приводит к изменению нативных свойств извлекаемых белков и, как следствие, к снижению их ценности.

В основу разработки технологии и режимов получения изолята из малоиспользуемой прудовой рыбы и отходов переработки товарной прудовой рыбы положено максимальное сохранение нативных свойств извлекаемого белка.

Установлено, что эффективным гидромодулем «твердая фаза – экстрагент» является соотношение равное 1:5, с действительной областью определения значений рН от 13,3 до 14,0 с выходом белка не менее 80%, что предполагает использование преимущественно щелочной среды для экстрагирования белковой биомассы.

На основании проведенных исследований нами определена эмпирическая зависимость оптимального значения гидромодуля (x) от конкретно заданного значения рН (y) в области определения его оптимума при заданном выходе белка (z) вида:

$$x \leq \sqrt[3]{\frac{a + c \ln y + d \sqrt{y + e \ln y / y^2} + \ln z}{b}}$$

где a = -64,70045262; b = -8,38901367; c = 10,2486273; d = 136,103456; e = -240,6047622.

На следующем этапе исследовали влияние процесса озонирования белково-липидной фракции на цветность белкового изолята, для чего определяли оптимальную концентрацию озона в белково-липидной фракции и продолжительность ее обработки озоном. Выявлено, что оптимальной является концентрация озона 0,3 мг/дм³, при которой значение окислительно-восстановительного потенциала достигает 800 мВ, что является достаточным для асептики белково-липидной фракции.

Белково-липидную фракцию обрабатывали озоном с концентрацией $0,3 \text{ мг/дм}^3$ в течение до 5 часов, фиксируя цветность по стандартной шкале цветности с интервалом 30 минут.

Установлено, что продолжительность обработки озоном белково-липидной фракции в течение 150 минут позволяет снизить цветность до 4 градусов шкалы цветности.

Для удаления липидной фракции из белково-липидного раствора применяли электродиализ с диаметром пор диализационной перегородки не более 5 нм.

С целью удаления минеральных солей и других небелковых веществ, концентрирования и фракционирования белкового экстракта применяли ультрафильтрацию.

Установлено, что использование полупроницаемых мембран с диаметром пор не более 5 нм и создание давления $0,1 \text{ МПа}$ обеспечивает наиболее эффективное выделение белков, при условии осуществления процесса в системе с активной реакцией среды, близкой к изоэлектрической точке соответствующих белков.

На основании проведенных исследований усовершенствована технология производства белкового изолята из малоиспользуемой и отходов переработки товарной прудовой рыбы (рисунок 1), включающая следующие основные технологические операции: измельчение сырья, гомогенизацию, экстрагирование, центрифугирование, озонирование, электродиализ, нейтрализацию, ультрафильтрацию, сушку и упаковывание.

Анализ функционально-технологических свойств, которые можно косвенно характеризовать по растворимости, набухаемости, эмульгирующей и пенообразующей способности сухих белковых изолятов, показывает, что они обладают относительно высокой растворимостью в воде $52,74\%$, высокой пенообразующей способностью ($301,25\%$) и стойкостью пены (через 15 мин сохраняется более 85% объема вспененного продукта).

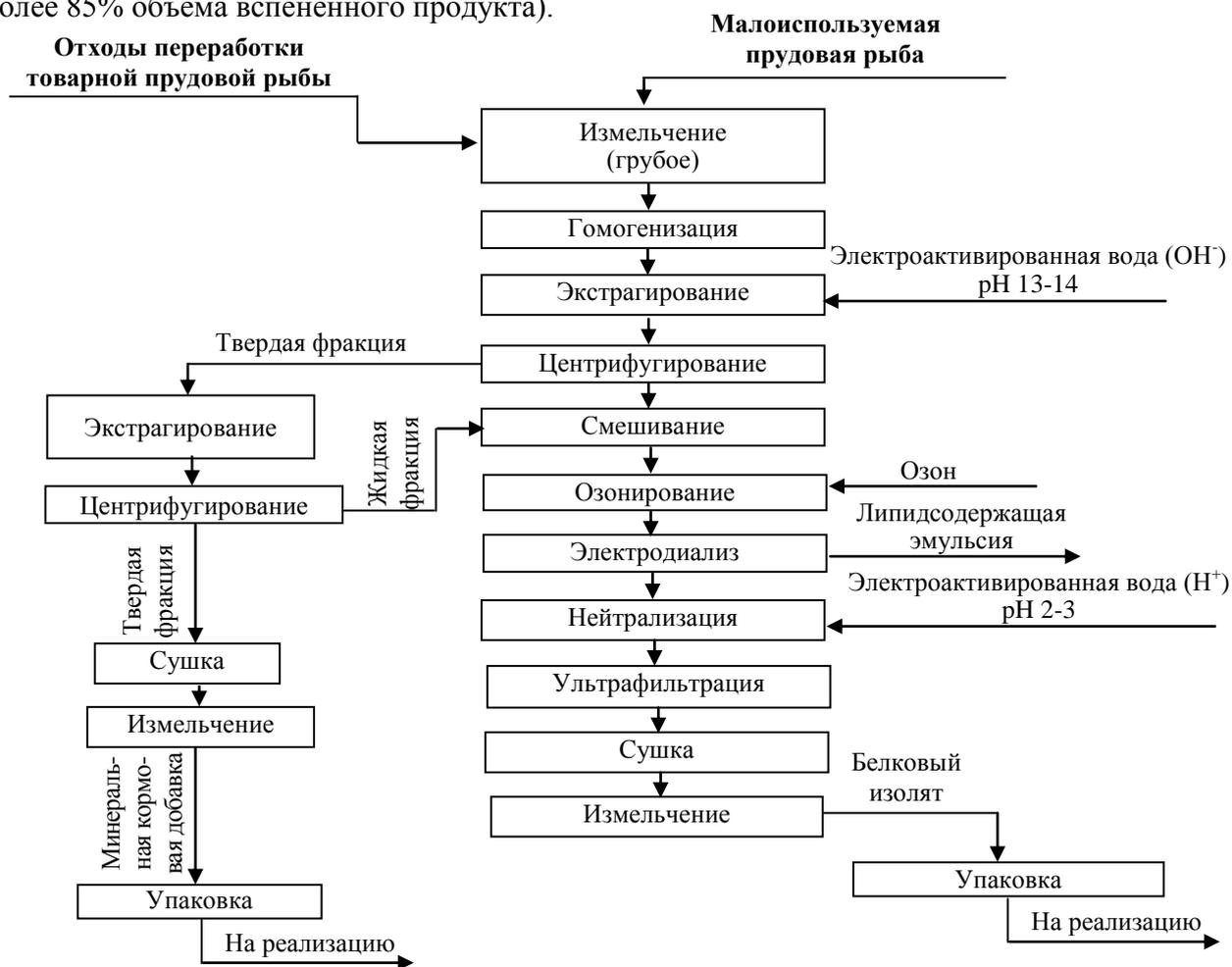


Рис. 1. Структурная схема производства белкового изолята

Полученный белковый изолят применяли в производстве комбинированных функциональных продуктов питания из растительного и прудового рыбного сырья.

На рисунке 2 приведена схема производства комбинированных функциональных продуктов питания из растительного и прудового рыбного сырья, которая включает следующие основные процессы: приемку сырья, основных и вспомогательных материалов, мойку, разделку, измельчение, подготовку овоще-растительных компонентов, смешивание, формирование, фасование, укупоривание с вакуумированием; маркировку и замораживание.

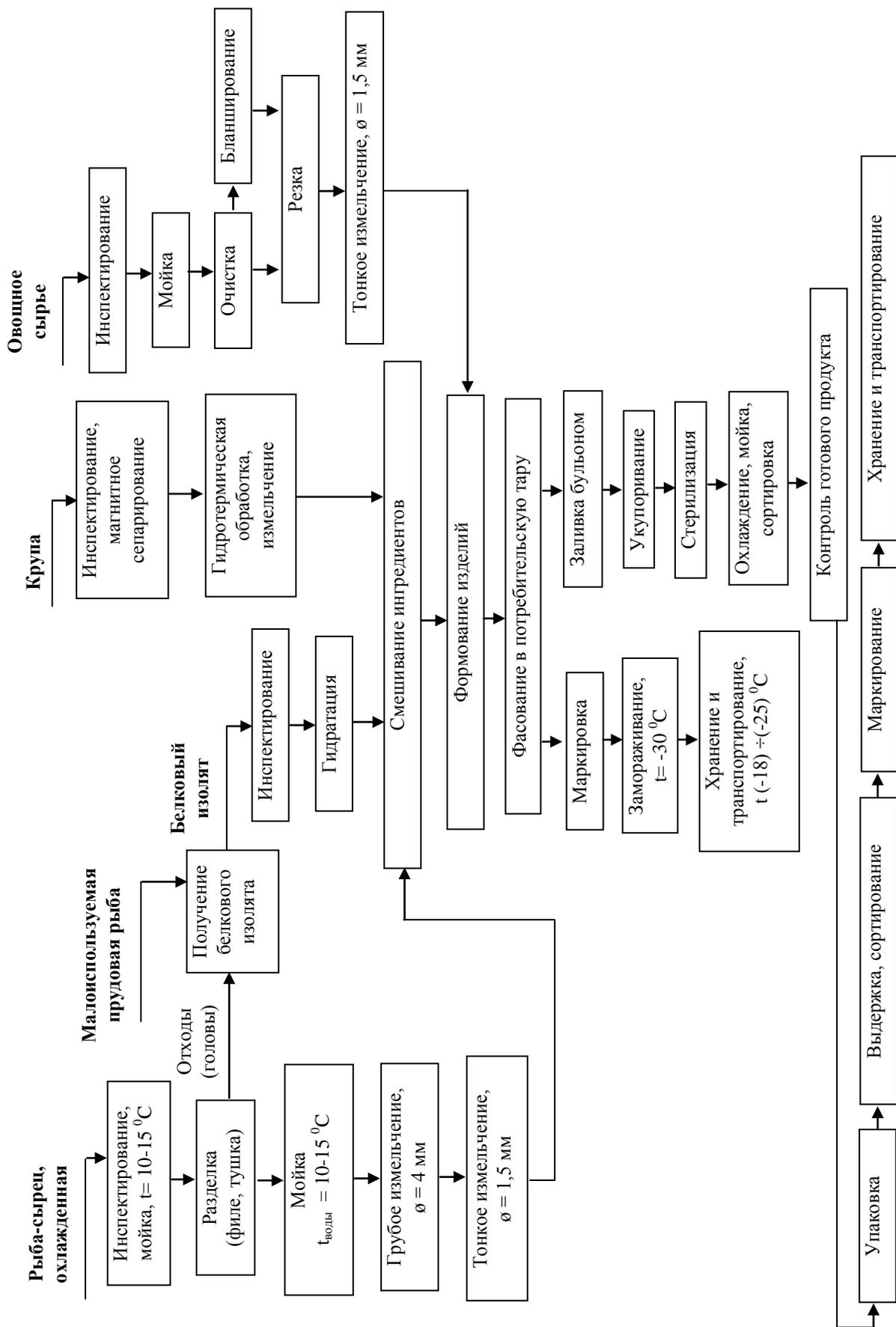


Рис. 2. Структурная схема производства комбинированных функциональных продуктов питания

Комбинированные функциональные продукты питания из растительного и прудового рыбного сырья могут производиться в виде полуфабриката для производства кулинарных продуктов в замороженном виде или в виде консервов.

В результате оценки пищевой ценности готовых изделий, установлено, что разработанные продукты по показателям пищевой ценности превосходят традиционные в среднем по содержанию белка – на 51%, жиров – на 61%, углеводов – на 32%.

Органолептическая оценка комбинированных функциональных продуктов на основе растительного и рыбного сырья подтвердила их высокие вкусовые достоинства.

Проведенные микробиологические исследования показали, что бактерии группы кишечной палочки, рода *Salmonella*, коагулазоположительный стафилококк *S.aureus* в разработанных комбинированных функциональных продуктах до и после хранения при температуре минус 18⁰С в течение 6 месяцев не обнаружены.

Экономический эффект от внедрения разработанной комплексной технологии производства комбинированных функциональных продуктов питания и реализации 1 тонны готовых продуктов составит 13,3-14,5 тыс. руб.

Литература:

1. Биотехнология морепродуктов: учебник / Байдалинова Л.С. [и др.]. М.: Мир, 2006. 560 с.
2. Макарова М. Технологический процесс обработки овса // Пищевая промышленность. 2006. №4. С. 64.
3. Анисимова Л.В. [Исследование способов гидротермической обработки зерна овса без пропаривания](#) // [Известия вузов. Пищевая технология. 2001. №2-3. С. 48-50.](#)
4. Структурно-механические характеристики пищевых продуктов / А.В. Горбатов [и др.]. М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982. 293 с.

References:

1. *Biotechnology of seafood: a textbook / Baydalinova L.S. [and others]. M.: Myr, 2006. 560 p.*
2. *Makarova M. The process of oat processing // Food Industry. 2006. № 4. P.64.*
3. *Anisimova L.V. Investigation of the hydrothermal treatment of oat grain without steaming // Proceedings of the universities. Food technology. 2001. № 2 - 3. P. 48 - 50.*
4. *Structural and mechanical characteristics of food products / A.V. Gorbатов [and others]. M.: Light and Food Industry, 1982. 293p.*