



## ОБОСНОВАНИЕ СОСТАВА И КАЧЕСТВА ЖЕЛИРОВАННОГО БИОПРОДУКТА, ПРЕДНАЗНАЧЕННОГО ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ СТРЕССОУСТОЙЧИВОСТИ ОРГАНИЗМА

С. Король, студентка ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет»,  
e-mail: 68.sona.86@gmail.com

О.Я. Мезенова, д.т.н., профессор ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет»,  
e-mail: mezenova@klgtu.ru

Для современной пищевой биотехнологии ключевым вопросом является создание новых функциональных пищевых продуктов. Сегодня человек стал не только малоподвижным, но и чрезвычайно восприимчивым к негативной информации, потерял стрессоустойчивость к изменениям в окружающем его мире. Актуально через употребление пищевых продуктов, обогащенных функциональными компонентами-нейромедиаторами, укреплять нервную систему человека. В исследовании обоснованы технология и рецептура нового пищевого желированного биопродукта на основе экстрактов лекарственного сырья, применяемого для укрепления нервной системы, пищевой технологической добавки «Ихтиоколлагеновый ферментолитат» на основе гидролизата рыбной чешуи – источника глицина. Получена математическая модель рецептуры, обоснованы показатели качества и функциональность биопродукта, разработаны рекомендации по употреблению.

*Ключевые слова:* стресс, функциональный пищевой продукт, стрессоустойчивость, лекарственное растительное сырье, функциональные ингредиенты, нейромедиаторы

### ВВЕДЕНИЕ

В наше время чаще идут разговоры о том, как важно противостоять стрессу и депрессии, поскольку они негативно влияют на психологическое состояние и нервную систему, снижая качество жизни. Психическое и физическое напряжение и повышенная утомляемость вызывают раздражительность и частые заболевания, такие как невроз.

Причинами стресса могут служить разные ситуации. Мы встречаемся с ними практически постоянно, решая многие проблемы. Это может быть плохая оценка на экзамене, очереди в магазинах, сложности на работе или проблемные отношения в семье, нереализованные возможности и многие другие причины. В жизни большого города стресс — это его неотъемлемая часть.

Нынешнее поколение первые, кто встретил растущую динамику жизни, ее бешеный темп, обилие информации, экономический кризис, террористические акты и т.д. Вещи, происходящие в жизни, меняют наше мировоззрение об окружающем нас мире. Находясь всё время в напряжении, наша нервная система стоит на грани срыва.

Из-за того, что мы всегда находимся среди людей (на работе, во дворе, в магазине, в транспорте), мы иногда вынуждены общаться друг с другом. И такое общение — это эмоциональная адаптация нашего организма, которое стимулирует нервную систему.

Повышение здоровья населения Калининградской области является одним из важнейших приоритетов развития региона. Для достижения этой цели необходимо не только вести здоровый образ жизни, но и употреблять функциональное и специализированное питание [1]. В связи с тем, что одним из основных факторов, подрывающих здоровье современного человека, является стресс, рационально производить продукты антистрессовой

направленности, которые способствуют устойчивости организма против отрицательных факторов внешней среды, нормализуют нервную систему [2].

В организме человека, находящегося в стрессовом состоянии, снижаются уровни содержания витаминов и минеральных веществ, необходимых для нормального функционирования всех систем, особенно во время невроза и депрессии [3].

В Калининградской области примерно 20 % (~205 000) жителей страдают расстройствами нервной системы различной степени. Наиболее уязвимой частью населения являются пожилые люди, а также подростки и молодежь, у которых нервная система еще формируется. В последнее время практически все населения региона живет в стрессовом состоянии из-за повышенной пандемической опасности, обусловленной коронавирусом [4]. В этих условиях поднять защитные антистрессовые силы организма становится актуальной задачей специалистов пищевой биотехнологии.

В организме человека глюкокортикоиды, стероидные гормоны из подкласса кортикостероидов, которые образуются корой надпочечников, эффективно противостоят стрессу. Во время сильного стресса, шоковых состояний их уровень быстро возрастает в крови, и это один из механизмов, благодаря которым организм приспосабливается к стрессу и шоковому состоянию. Возникает потребность в получении этих веществ из окружающей среды, когда воздействие стресса чрезвычайно сильно для организма. Но нужно понимать, что длительный прием гормонов приводит к тяжелым последствиям для организма человека. Например, может иметь место отрицательное влияние на иммунную систему, обменные процессы, заболевания скелета, повышение сахара в крови, изъязвление слизистой оболочки желудка, нарушение минерального и белкового обменов, психические расстройства.

В Калининградской области исторически приоритетной является рыбоперерабатывающая промышленность, выпускающая широкий ассортимент рыбной продукции (соленая, копченая, пресервы, консервы и др.). На 12 крупных рыбокомплексах и более 50 малых предприятиях региона ежедневно остается от 5 до 10 т вторичного сырья (отходов от разделки), которое практически не перерабатывается на пищевые цели, несмотря на содержание ценных биологически активных веществ, в том числе антистрессовой направленности (аминокислоты глицин, аланин, глутаминовая кислота) [5].

В то же время рыбные твердые отходы (в частности, чешуя) все более ценятся в пищевом и биотехнологическом бизнесе в качестве сырья для производства различной биологически активной продукции, что обусловлено богатым содержанием животного белка, микроэлементов, витаминов, азотистых соединений и минералов. Рыбные отходы все чаще используются для получения биодобавок белкового происхождения, ценного жира и белково-минеральных композиций, применяемых для обогащения пищевых продуктов [6].

Особенностью рыбной чешуи является повышенное содержание азотистых веществ (25-35 % от массы), входящих в состав белка коллагена. Специфичностью этого структурного белка является высокое количество остатков аминокислоты глицина и особого белкового вещества - ихтилепидина, а также наличие минеральных веществ в виде фосфорнокислых кальциевых солей (от 15 до 30 % к массе). Биопотенциал чешуи в виде пищевых гидролизатов целесообразно использовать как источник ценных аминокислот (глицин, аланин, лизин) в составе функциональной продукции антистрессовой направленности.

В индустриальном обществе также снизилось потребление желатина по сравнению с продуктами, которые содержат повышенное количество антиметаболических аминокислот, особенно триптофана и цистеина.

С другой стороны, все большую популярность набирают так называемые «желатинки», десертные изделия, приготовленные с применением животного желатина в качестве структурообразователя и вкусоароматических веществ. Для повышения гастрономической привлекательности в рецептуре «желатинок» применяются разнообразные вкусовые ингредиенты (чаще всего, сахар) и синтетические ароматизаторы. Это не позволяет считать такую продукцию здоровым питанием. Однако на основе традиционной технологии

«желатинок» можно изготовить желированную продукцию антистрессовой направленности, заменив синтетические компоненты на натуральные биологически активные вещества растительного происхождения, содержащиеся в экстрактах регионального лекарственного сырья. Употреблением богатых желатином и растительными биологически активными веществами-антидепрессантами продуктов можно существенно помочь организму в профилактике нервных заболеваний, скорректировать течение дегенеративных и воспалительных заболеваний, повысить устойчивость организма к стрессу.

## **ОБЪЕКТ ИССЛЕДОВАНИЯ**

В работе использовали растительные источники - богатые физиологически активными компонентами с антистрессовым эффектом: листья мяты перечной, цветы ромашки аптечной, плоды боярышника, листья подорожника. Эти растения широко произрастают в Калининградской области и практически не используются в пищевых технологиях.

Мята перечная широко используется в виде экстрактов и настоев в пищевой и фармацевтической промышленности. В мяте в большом количестве содержится ментол, который присутствует в эфирном масле. Она также содержит терпеноиды, каротин, рутин, аскорбиновую кислоту, флавоноиды, дубильные вещества и микроэлементы [7].

Цветки ромашки аптечной также содержат много ценных биологически активных веществ (БАВ), обладающих антистрессовым потенциалом. Настои и экстракты ромашки успокаивают нервы за счет таких активных химических компонентов, как хамазулена, матрицина, апиина [8].

Плоды боярышника и листья подорожника используются в медицине как источники веществ-антидепрессантов, рациональных к применению при воспалительных процессах [9].

Стевия сегодня широко применяется как заменитель сахара, что позволяет использовать ее в качестве вкусового агента в новом желированном продукте. При этом она богата БАВ-ми, регулирующими артериальное давление, предотвращающими сердечно-сосудистые нарушения, включая атеросклероз, инфаркт миокарда и ишемию. Компоненты стевии способствуют детоксикации организма, восстановлению нормальной микрофлоры кишечника, укреплению нервной системы, что в совокупности помогает избавлению от напряжения и тревоги [10].

В качестве источника аминокислот-нейромедиаторов (глицин, аланин, глутаминовая кислота, тирозин), востребованных для работы центральной нервной системы, в составе нового биопродукта использовали пищевую технологическую добавку «Ихтиоколлагеновый ферментолитат» (ТУ 9283-004-00471544-2016), полученную на кафедре пищевой биотехнологии КГТУ на основе гидролизата чешуи рыб [11].

В качестве студнеобразователя, формирующего консистенцию биопродукта, использовали пищевой желатин, который также является источником аминокислоты глицин, используемой в медицинской практике в качестве нейромедиатора [12].

## **ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ**

Целью исследования является обоснование состава и принципиальной технологической схемы нового функционального продукта на основе пептидов рыбной чешуи и растительных компонентов в форме желатинового изделия с содержанием натуральных биологически активных ингредиентов антистрессовой направленности.

Для достижения поставленной цели решали следующие задачи:

- Обосновать в технологической схеме желированного биопродукта применение функциональных компонентов мяты перечной, плодов боярышника, цветов ромашки, листьев подорожника, стевии, пищевой добавки из рыбьей чешуи, желатина.
- Разработать рецептуру нового биопродукта на основе математического планирования эксперимента при варьировании массовой доли добавки из чешуи и желатина.

- Провести органолептическую оценку биопродукта, обосновать его функциональность и рекомендации по применению.

## МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

При выполнении исследований в работе использовались стандартные и общепринятые физико-химические, математические и органолептические методы исследования. Функциональность биопродукта рассчитывали по содержанию глицина в суточном количестве употребляемых желированных изделий с учетом суточной физиологической нормы потребления. Статистическую обработку данных проводили общепринятыми методами математической статистики.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Изготовление нового биопродукта, получившего название «Антинейрон», проводили по технологической схеме, представленной на рис. 1.

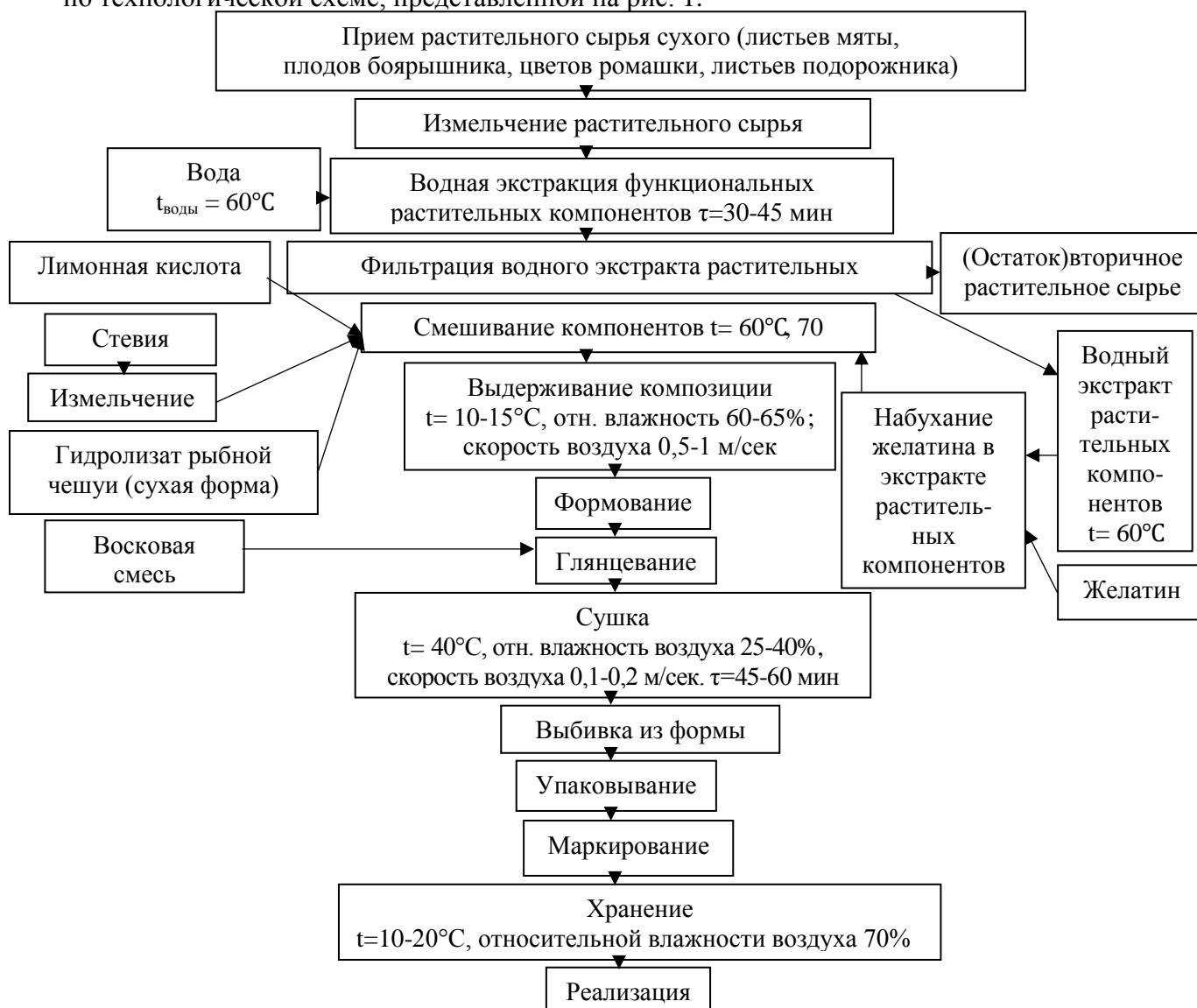


Рисунок 1 – Технологическая схема производства желированного биопродукта антистрессовой направленности «АнтиНейрон»

На основе литературных исследований, а также экспериментов по подбору рациональных соотношений растительных экстрактов была предложена следующая

рецептура биопродукта, названного «АнтиНейрон» (табл. 1), который можно изготавливать в ассортименте в зависимости от применяемого лекарственного сырья.

Таблица 1 - Рецепт экспериментального биопродукта «АнтиНейрон», г на 100 г

Сырье/состав	Содержание компонентов в образцах биопродукта, изготовленного с		
	компонентами листьев мяты перечной	компонентами плодов боярышника	компонентами цветков ромашки аптечной и листьев подорожника
Растительный компонент	13	15	13
Вода	60	60	60
Добавка пищевая «Ихтиоколлагеновый ферментоллизат»	3	2	2,5
Измельченная стевия	3,5	2,5	4
Желатин	15	15	15
Лимонная кислота	0,5	0,5	0,5
Глазирователь (воск)	5	5	5
Итого	100	100	100

Для оптимизации рецептуры биопродукта применяли метод математического моделирования, а именно ортогональный центральный композиционный план (ОЦКП) второго порядка для двух факторов. Эксперименты проводили с применением экстрактов мяты перечной. В качестве варьируемых частных факторов использовали содержание пищевой добавки «Ихтиоколлагеновый ферментоллизат ( $X_1$ ) с интервалом варьирования от 2,5 до 3,5 г и желатина ( $X_2$ ) с интервалом варьирования от 14,5 до 15,5 г. От значения данных факторов зависит не только содержание нейромедиатора глицина в готовом продукте, но и формирование структуры биопродукта в форме упругой «желатинки». При этом содержание остальных компонентов биопродукта (концентрация фитоэкстрактов, массовая доля стевии) оставались на фиксированном уровне согласно рецептуре (табл. 1). Параметром оптимизации служила балловая органолептическая оценка качества готовой продукции, в «идеале» равная 20 баллам (в обобщенном смысле по частным факторам параметр оптимизации стремится к нулю). План эксперимента и результаты его реализации согласно ОЦКП приведены в табл. 2.

Таблица 2 - План эксперимента по моделированию и оптимизации рецептуры пищевого биопродукта «АнтиНейрон» в части содержания коллагеновых гидролизатов

Номер опыта	План эксперимента				Частный отклик – органолептическая оценка	Обобщенный параметр оптимизации Y
	количество пищевой добавки «Ихтиоколлагеновый ферментоллизат»		количество вносимого желатина			
	$X_1$	натурально, $\omega_{доб}$ , Г	$X_2$	натурально, $\omega_{жел}$ , Г	баллы	$S_0^2$ , безразмерная характеристика
1	+1	3,5	+1	15,5	19	0,0025
2	-1	2,5	+1	15,5	17,5	0,0156
3	+1	3,5	-1	14,5	19	0,0025
4	-1	2,5	-1	14,5	17,5	0,0156
5	+1	3,5	0	15	17	0,0225
6	-1	2,5	0	15	18	0,01
7	0	3	+1	15,5	18,5	0,0056
8	0	3	-1	14,5	17	0,0225
9	0	3	0	15	20	0

В результате проведения эксперимента и обработки полученных данных была рассчитана следующая кодированная математическая модель:

$$y=0,0228- 0,0074x_1 - 0,0037x_2 + 0,001x_1x_2 + 0,0082x_1^2-0,0021x_2^2.$$

Достоверность модели подтверждена расчетами критериев Стьюдента и Фишера, проведенных при доверительной вероятности вывода 95%.

На основе кодированной математической модели была рассчитана натуральная модель рецептуры биопродукта «АнтиНейрон»:

$$y=1,3184 + 0,2716\omega_{\text{доб}}-0,2326\omega_{\text{жел}}-0,004\omega_{\text{доб}}\omega_{\text{жел}} - 0,0328\omega_{\text{доб}}^2 + 0,0084\omega_{\text{жел}}^2.$$

Путем дифференцирования натуральной модели были рассчитаны оптимальные значения варьируемых факторов: количество пищевой технологической добавки «Ихтиоколлагеновый ферментоллизат» и вносимого желатина составляют соответственно 3,04 и 15,03 г/100г. Эти данные, рассчитанные для биодобавки с компонентами мяты, были скорректированы для рецептов биодобавок, изготовленных с другими фитоэкстрактами, на основе проведения и анализа результатов специальных экспериментов.

Геометрическая интерпретация исследуемой модели рецептуры в виде поверхности в выбранном пространстве представлена на рис. 2.

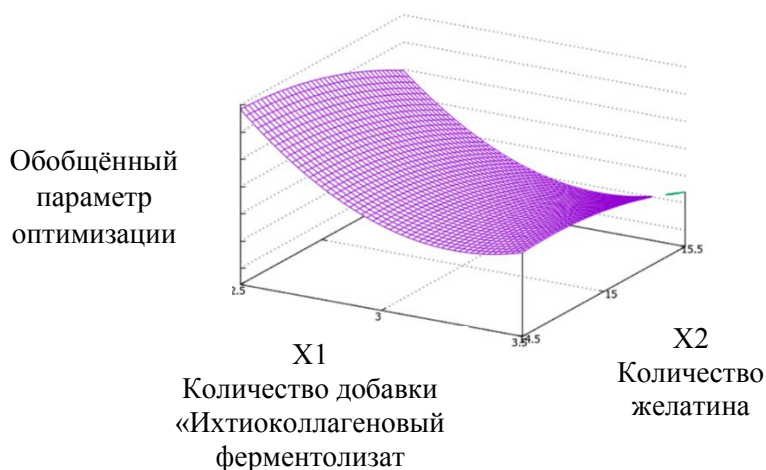


Рисунок 2 - Геометрическая интерпретация математической модели рецептуры биопродукта

Расчет функциональности нового биопродукта проводили по содержанию в нем аминокислоты-нейромедиатора глицин с учетом требований Методических рекомендаций МР 2.3.1.1915-04 «Рекомендуемые уровни потребления пищевых и биологически активных веществ», регламентирующих его рекомендуемый адекватный и верхний допустимый суточные нормы потребления (3,5-5,6 г) [13].

Исходя из расчетов были предложены следующие рекомендации по потреблению штучных изделий биопродукта массой 5 г:

- «АнтиНейрон мята» – 25 изделий в сутки, за три приема по 8-9 шт. за прием.
- «АнтиНейрон боярышник» – 23 изделия в сутки, за три приема по 6-7 шт. за прием.
- «АнтиНейрон ромашка+подорожник» – 22 изделия в сутки, за три приема по 5-6 шт.

При приеме рекомендуемых количеств биопродукта обеспечивается его функциональность по содержанию глицина, что подтверждается расчетами:

•в «АнтиНейрон мята» содержание глицина 3,25 г / 100 г (81,3 % суточной нормы); дополнительно содержатся: витамин С – 2,03 мг/ 100 г (2,9 % суточной нормы), флавоноиды – 1,89 мг/ 100 г (2,2 % суточной нормы);

•в «АнтиНейрон боярышник» содержание глицина 3,12 г/ 100 г (78 % суточной нормы); дополнительно содержатся: витамин С – 2,21 мг / 100 г (3,2 % суточной нормы), флавоноиды – 1 мг / 100 г (1,18 % суточной нормы);

• в «АнтиНейрон ромашка+подорожник» содержание глицина 3,19 г/ 100 г (79,8 % суточной нормы); дополнительно содержатся: витамин С – 1,73 мг/ 100 г (2,5 % суточной нормы), флавоноиды – 4,22 мг/ 100 г (4,96 % суточной нормы).

Витамин С и флавоноиды, как дополнительные биологически активные ингредиенты в биодобавке, потенциально оказывают синергическое действие на нейроэффект.

По результатам сенсорных исследований были получены рабочие профили органолептической оценки качества биопродукта трех ассортиментов (рис. 3).

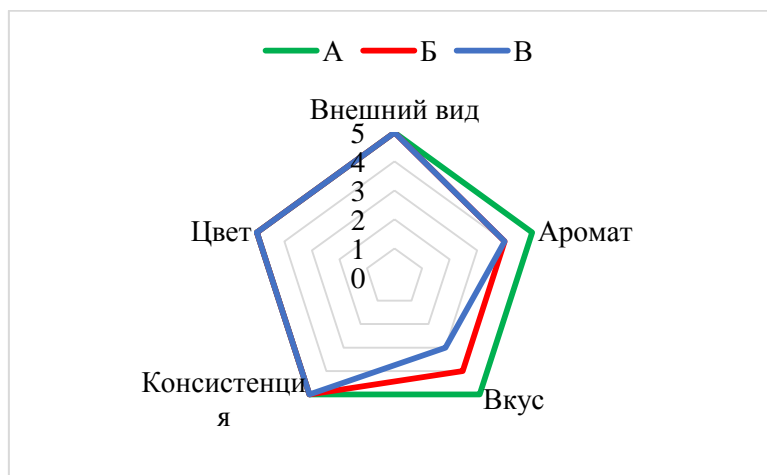


Рисунок 3 – Профилограммы органолептических показателей готового биопродукта:  
А – «АнтиНейрон мята»; Б – «АнтиНейрон боярышник»;  
В – «АнтиНейрон ромашка+подорожник»

Из рис. 3 видно, что все три вида нового биопродукта обладают органолептическими свойствами, позволяющими их рекомендовать к употреблению в качестве жевательного мармелада на желатиновой основе.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Научная новизна работы заключается в обосновании целесообразности использования композиции из фитокомпонентов лекарственного сырья (листьев мяты перечной, плодов боярышника, цветов ромашки аптечной, листьев подорожника и листьев стевии), пептидов рыбной чешуи в форме пищевой добавки «Ихтиоколлагеновый гидролизат» и желатина в составе желированной биодобавки, предназначенной для повышения стрессоустойчивости организма. Получена математическая модель и обоснована рецептура биодобавки по содержанию «Ихтиоколлагенового гидролизата» и желатина – основных источников глицина, обладающего нейромедиаторными свойствами. Проведена органолептическая профильная оценка нового биопродукта.

Практическая значимость проведенных исследований заключается в иллюстрации принципиальной технологии нового функционального биопродукта антистрессовой направленности и разработке рекомендаций по его применению.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Корнен, Н.Н. Методологические подходы к созданию продуктов здорового питания / Н. Н. Корнен, Е. П. Викторова, О.В. Евдокимова // Вопросы питания. – 2015. – Т. 84, № 1. – С. 95-99.
2. Верещагина, А. А. Стресс: причины, следствия, защита / А. А. Верещагина, А. Н. Колчанова // Вопросы экономики и управления. – 2016. – № 5.1 (7.1). – С. 117-119.
3. Селье, Г. Стресс без дистресса. / Г. Селье. – Москва: Прогресс, 2012. – 318 с.

4. Министерство здравоохранения по Калининградской области. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.infomed39.ru/> (дата обращения 12.04.20)
5. Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Калининградской области: Рыбохозяйственный комплекс Калининградской области (в рамках Целевой программы Калининградской области «Развитие прибрежного рыболовства в Калининградской области на 2013–2020 годы»). [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.kaliningrad.gks.ru> (дата обращения 13.04.20)
6. Концепция развития рыбного хозяйства Российской Федерации на период до 2020 года: распоряжение Правительства Российской Федерации от 2 сентября 2003 г. № 1265-р. // Собрание законодательства РФ. – 2003. – № 36. – Ст. 3557.4.
7. Каганович, Б. 14 лучших средств от нервов и стресса / Б. Каганович. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://expertology.ru/14-luchshikh-sredstv-ot-nervov-i-stressa/> (дата обращения 15.05.20)
8. Растительные ресурсы России. Дикорастущие цветковые растения, их компонентный состав и биологическая активность / Российская акад. наук, ин-т проблем экологии и эволюции им. А. Н. Северцова, Ботанический ин-т им. В. Л. Комарова; отв. ред. А. Л. Буданцев. – Санкт-Петербург; Москва: Изд-во КМК, 2014. – Т. 6. – 392 с.
9. Carbonell-Capella J.M. Effect of Stevia rebaudiana addition on bioaccessibility of bioactive compounds and antioxidant activity of beverages based on exotic fruits mixed with oat following simulated human digestion / J.M. Carbonell-Capella, M. Buniowska, M.J. Esteve. - Food Chem. – 2015. - № 1. – 184 p.
10. Морозова, Т.В. Фармакогностическое и фармакологическое исследование сырья боярышника / Т.В. Морозова [и др.]. – Санкт-Петербург, 2015. – С. 959-953.
11. Мезенова, О.Я. Биотехнологии новых функциональных продуктов на желатиновой основе из вторичного рыбного сырья / О.Я. Мезенова, М.А. Матковская // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство. – 2014. – №1. – С. 111-113.
12. Антипова, Л.В. Коллаген: источники, свойства, применение / Л.В. Антипова, С.А. Сторублевцев. – Воронеж: Изд-во ВГУИТ, 2014. – 512 с.
13. МР 2.3.1.1915-04 Методические рекомендации. Рекомендуемые уровни потребления пищевых и биологически активных веществ // Министерство здравоохранения Российской Федерации [Офиц. сайт]. [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.minzdravsoc.ru/docs/mzsr/letters/204> (дата обращения: 25.04.2020).

#### SUBSTANTIATION OF COMPOSITION AND QUALITY OF THE JELLIED BIOPRODUCT INTENDED TO INCREASE THE STRESS STABILITY OF THE ORGANISM

S. Korol, student of Kaliningrad State Technical University, e-mail: 68.sona.86@gmail.com  
O.Ya. Mezenova, Doctor of Technical Sciences, Professor, Kaliningrad State Technical University, e-mail: mezenova@klgtu.ru

For modern food biotechnology, the key issue is the creation of new functional food products. Today, a person has become not only sedentary, but also extremely susceptible to negative information, has lost stress resistance to changes in the world around him. Actually, through the use of foods enriched with functional components-neurotransmitters, strengthen the human nervous system. The study substantiates the formulation of a new food-based gelled bioproduct based on extracts of medicinal raw materials used to strengthen the nervous system, the food processing supplement "Ichthyocollagen Fermentolizate" based on fish scale hydrolyzate - a source of glycine. A mathematical model of the formulation is obtained, quality indicators and functionality of the biological product are substantiated, recommendations for use are developed.

**Key words:** stress, functional food, plant material, anti-stress functional ingredients