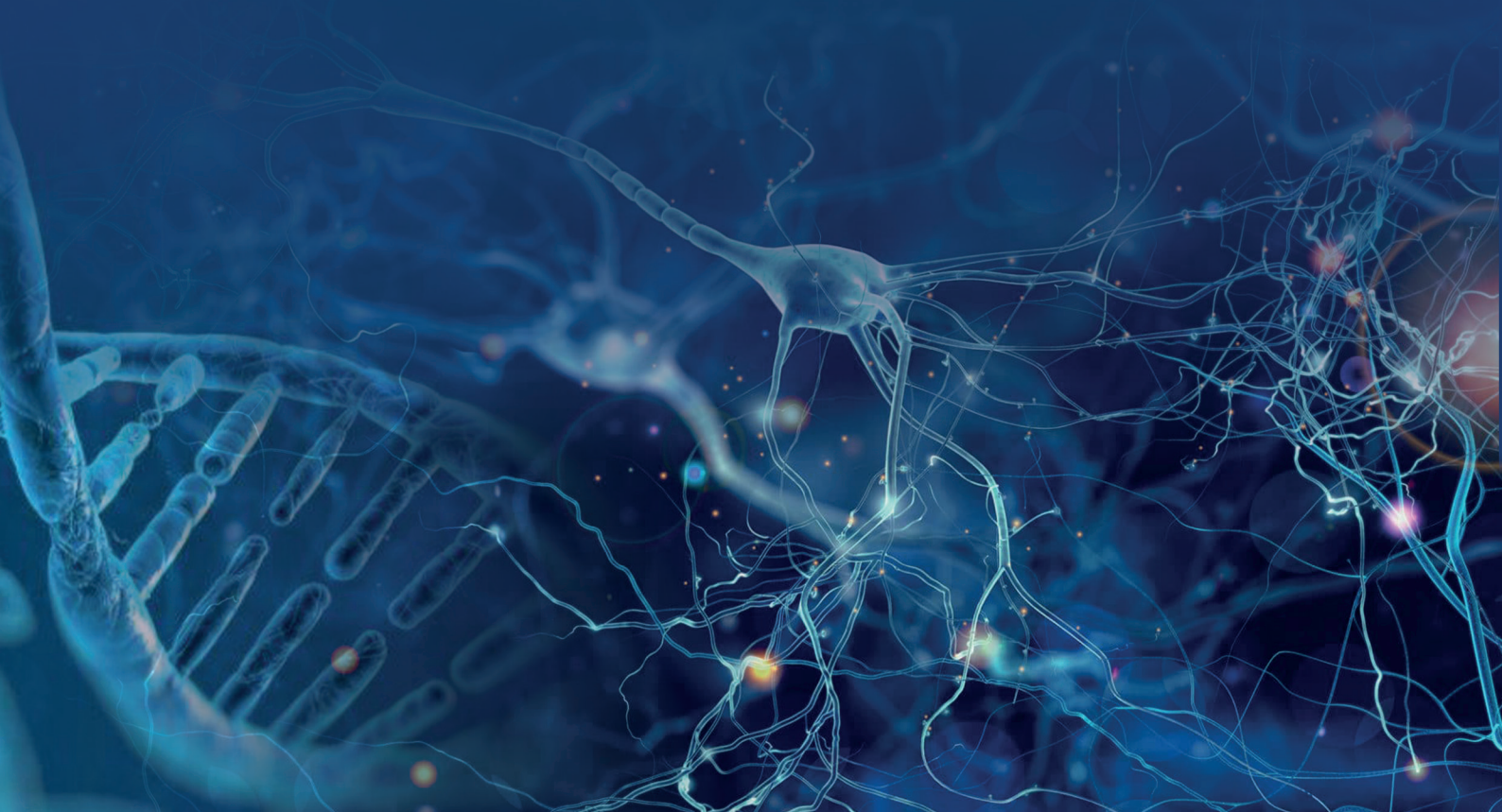


ISSN 2712-7648

HEALTH, FOOD, & BIOTECHNOLOGY

Volume 3, Issue 3
Year 2021



HFB

Health, Food and Biotechnology

№ 3 – 2021

Периодичность издания – 4 номера в год

Учредитель: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный университет пищевых производств» (ФГБОУ ВО МГУПП)

Редакция

Заведующий редакцией – Косычева Марина Александровна
Выпускающий редактор – Косычева Марина Александровна
Редактор по этике – Хорохорина Галина Анатольевна
Медийный редактор – Вохминцева Елена Павловна

Журнал зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций. Свидетельство о регистрации средства массовой информации ЭЛ №ФС77-72959 от 25 мая 2018 г.

Адрес:

125080, г. Москва, Волоколамское шоссе, 11

Тел. +7 (499) 750-01-11*6585

E-mail: info@spfp-mgupp.ru

Официальный сайт учредителя: mgupp.ru

Официальный сайт редакции: hfb-mgupp.com

© ФГБОУ ВО «Московский государственный университет пищевых производств», 2020.

No 3 – 2021

Periodicity of publication – 4 issues per year

Founder: Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Moscow State University of Food Production» (FSBEI HE MSUFP)

Editorial Team

Head of Editorial Team – Marina A. Kosycheva
Editor of Issue – Marina A. Kosycheva
Ethics Editor – Galina A. Khorokhorina
Social Media and Product Editor – Elena P. Vokhmintseva

The Journal is registered by the Federal Service for Supervision in the Sphere of Communication, Information Technologies and Mass Media. The Mass Media Registration Certificate EL No FS77-72959 dated May 25, 2018.

Address:

11, Volokolamskoe shosse, Moscow, Russian Federation, 125080

Tel. +7 (499) 750-01-11*6585

E-mail: info@spfp-mgupp.ru

Official web site of Founder: mgupp.ru

Official web site of the Editorial Office: hfb-mgupp.com

© FSBEI HE «Moscow State University of Food Production», 2020.

Редакционный совет

Главный редактор **БАЛЫХИН Михаил Григорьевич** – доктор экономических наук, профессор, ректор

Члены редакционного совета:

Абаева	Казахский национальный аграрный университет, Республика Казахстан
Курманкуль Тулеутаевна	
Асанова	Казахский национальный аграрный университет, Республика Казахстан
Дания Касимовна	
Бурлибаев	Казахское агентство прикладной экологии, Республика Казахстан
Малик Жолдасович	
Есполов	Казахский национальный аграрный университет, Республика Казахстан
Тлектес Исабаевич	
Игнар	Варшавский университет естественных наук, Польша
Штефан	
Игнатенко	Донецкий национальный медицинский университет им М. Горького, Украина
Григорий Анатольевич	
Сагян	Научно-производственный центр "Армбиотехнология" НАН РА, Республика Армения
Ашот Серобович	
Самбандам	Национальный институт технологий, Индия
Ананадан	
Сарсекова	Казахский агротехнический университет имени Сакена Сейфуллина, Республика Казахстан
Дани Нургисаевна	
Северинов	Институт молекулярной генетики РАН, Институт биологии гена РАН, Россия
Константин Викторович	
Фриас	Дублинский технологический институт, Ирландия
Йезус	
Хайтович	Институт Вычислительной Биологии в Шанхае, Сколтех, Китай, Россия
Филипп Ефимович	
Цыганова	Московский государственный университет пищевых производств, Россия,
Татьяна Борисовна	
Щетинин	Московский государственный университет пищевых производств, Россия
Михаил Павлович	
Юнусова	Костанайский государственный университет имени А.Байтурсынова, Республика Казахстан
Гульнара Батырбековна	

Editorial Board

Editor-in-Chief **Mikhail G. Balykhin** – Doctor of Economics, Professor, Rector

Members of the Editorial Board:

Kurmankul T. Abayeva	Kazakh National Agrarian University, Kazakhstan
Daniya K. Asanova	Kazakh National Agrarian University, Kazakhstan
Jesus Frias	Dublin Institute of Technology, Ireland
Malik Burlibayev	Kazakhstan Agency of Applied Ecology, Kazakhstan
Tlektes I. Espolov	Kazakh National Agrarian University, Kazakhstan
Philipp E. Khaitovich	Institute for Computational Biology by the Chinese Academy of Sciences; Skoltech, China, Russia
Ashot S. Saghyan	National Academy of Sciences of the Republic of Armenia, Armenia
Anandan Sambandam	National Institute of Technology Tiruchirappalli, India
Dani N. Sarsekova	S. Seifullin Kazakh Agro Technical University, Kazakhstan
Mikhail P. Schetinin	Moscow State University of Food Production, Russia
Konstantin V. Severinov	Institute of Gene Biology Russian Academy of Sciences, Russia
Ignar Stefan	Warsaw University of Life Sciences, Poland
Tatiana B. Tsyganova	Moscow State University of Food Production, Russia
Gulnara B. Yunussova	A.Baitursynov Kostanay State University, Kazakhstan
Grigory A. Ignatenko	M. Gorky Donetsk National Medical University, Ukraine

Содержание

Редакторская статья

Тихонова Е.В., Косычева М.А.

Дискуссия в контексте научной статьи: функциональное содержание и структурное воплощение..... 7

Здоровье

Матвеев А.В., Егорова Е.А., Корянова К.Н., Бекирова Э.Ю., Сулейманова Н.Л.

Безопасность препаратов группы интерферонов: ретроспективный анализ спонтанных сообщений о нежелательных реакциях, зарегистрированных в Республике Крым 17

Корнилов К.Н., Роева Н.Н.

Определение выделения частиц микропластика чайными пакетиками при заваривании..... 25

Компанцев Д.В., Иваницкая Я.А.

Разработка технологии субстанции для производства остеоиндуктивных материалов 33

Питание

Алексашина С.А., Макарова Н.В.

Исследование содержания веществ-антиоксидантов в плодоовощном сырье Самарского региона 38

Околелов М.С.

Применение технологических вспомогательных средств для регулирования водосвязывающих свойств мучных смесей из гречневой муки 48

Content

Editorial

E. Tikhonova, M. Kosycheva

Discussion Section in Research Articles: Content and Structure 15

Health

A. Matveev, E. Egorova, K. Koryanova, E. Bekirova, N. Suleymanova

Safety of Interferon Products: a Retrospective Analysis of Adverse Reactions Spontaneously Reported in the Republic of Crimea 23

K. Kornilov, N. Roeva

Determination of the Microplastic Particle Release by Tea Bags During Brewing..... 31

D. Kompantsev, Y. Ivanitskaya

Development of Substance Technology for the Production of Osteoinductive Materials..... 37

Food

S. Aleksashina, N. Makarova

Study of the Content of Antioxidant Substances in Fruit and Vegetable Raw Materials of the Samara Region... 45

M. Okolelov

The Use of Processing Aids to Control the Water-Binding Properties of Flour Mixtures from Buckwheat Flour 53

Дискуссия в контексте научной статьи: функциональное содержание и структурное воплощение

Тихонова Елена Викторовна¹, Косычева Марина Александровна¹

¹ ФГБОУ ВО «Московский государственный университет пищевых производств»

Корреспонденция, касающаяся этой статьи, должна быть адресована Косычевой М.А., ФГБОУ ВО «Московский государственный университет пищевых производств», адрес: 125080, город Москва, Волоколамское шоссе, дом 11. e-mail: kosychevama@mgupr.ru

Анализируются подходы к созданию эффективной секции *Дискуссия научной статьи*. Акцентируется необходимость восприятия секции как площадки для информирования читателя о вкладе авторов статьи в существующее знание на тему. Функциональность содержания каждой секции рукописи является стратегически значимым этапом последующего продвижения опубликованной статьи. Умение автора обосновать значимость полученных результатов в сравнении с данными ранее опубликованных исследований, понимание и комментирование ограничений собственного исследования свидетельствуют об уровне экспертности автора в теме. На примерах раскрываются основные акценты успешной секции *Дискуссия*. Представлен чек-лист для отслеживания структурной целостности секции, предлагаются идеи для оптимизации контента секции.

Ключевые слова: дискуссия, интерпретация результатов, обсуждение результатов, сравнение результатов, эффективная дискуссия, чек-лист

Исследовательские и обзорные статьи включают в качестве обязательной секцию *Дискуссия*, имеющую параллельное название *Обсуждение полученных результатов*. Её основная задача - дать ответ на вопрос: *Зачем была создана представленная рукопись?* Иными словами, ее суть заключается в интерпретации полученных результатов исследования и их включении в общую картину изученности исследуемой проблемы. Данный фокус предполагает сравнение полученных результатов с данными предыдущих исследований с тем, чтобы выявить и обосновать общее и особенное. Однако, авторы зачастую используют секцию *Дискуссия* для повторного перечисления полученных результатов и представления исключительно собственного видения проблемы. Как результат, секция лишается той функции, ради которой она выделяется в структуре рукописи.

Толковый словарь русского языка под ред. Д. Н. Ушакова (1935–1940)¹ определяет дискуссию как «обсуждение какого-либо спорного вопроса для выяснения разных точек зрения». Данная секция статьи призвана объяснить смысл полученных ре-

зультатов в свете того, что уже обсуждалось исследователями в данной предметной области, поскольку без этого невозможно предложить и новые направления исследования на основе полученных результатов. А это ставит под удар уже и функциональность секции *Выводы*.

Искусство написания секции *Дискуссия* требует знания необходимых шагов и композиционной структуры², следование которым поможет авторам породить истинную дискуссию, а читателям – осознать значимость исследования. Исследователи уделяют тщательное внимание риторическим моделям³ организации секции *Дискуссия* в исследовательских статьях (Hopkins & Dudley-Evans, 1988; Swales, 1990; Holmes, 1997; Basturkmen, 2012; Liu & Buckingham, 2018; Gao & Pramoolsook, 2021). Наибольшее освещение получили следующие четыре модели:

(1) модель Swales (1990), предлагающая начинать секцию *Дискуссия* с анализа полученных результатов сквозь призму уже имеющейся литературы по данному вопросу (через сравнение и дальнейшее

¹ Толковый словарь русского языка. <http://feb-web.ru/feb/ushakov/ush-abc/05/us171509.htm?cmd=0&istext=1>

² Под композиционной структурой понимается последовательность расположения основных разделов исследования

³ Риторическая модель представляет собой серию аналитических секций в виде «движения» (move) и «шага» (step), которые составляют узнаваемый образец структурированного текста.

противопоставление, частичное противопоставление или же констатацию сходства полученных результатов и причин этого общего и особенного). Автор предлагает использовать исследовательские вопросы, заявленные во введении в качестве тем для выделения подсекций. Предложенная им модель выглядит следующим образом: (1) исходная информация (каткий обзор целей исследования, теории и методологии), (2) представление полученных результатов, (3) (не)ожидаемый результат (с комментариями автора о том, почему результат получился таковым), (4) ссылка на предыдущие исследования (используя предыдущие исследования автор сравнивает свои результаты с результатами публикаций других авторов), (5) объяснение результатов, (6) иллюстрация (пример, который поддерживает объяснение результатов), (7) дедукция (обобщение конкретных результатов) и гипотеза (более общее утверждение, которое вытекает из полученных экспериментальных результатов), (8) рекомендация относительно направлений последующих исследований (Swales, 1990).

(2) Hopkins and Dudley-Evans (1988), исследовав модель Swales, заключили, что модель представляет информацию через линейное описание, и, кроме того, в ней отсутствует регулярность последовательности ходов. Посчитав подобный подход малоэффективным, авторы указали, что при написании дискуссии имеет место четкая цикличность в выборе ходов автором, и самым важным структурным элементом является «представление результатов», который является и началом нового цикла. Цикл, согласно указанной модели, включает в себя (1) представление результатов, (2) ссылку на предыдущие исследования (сравнение с ними), (3) объяснение результатов, (4) иллюстрация в виде примера, (5) дедукция (обобщение результатов), (6) ссылка на предыдущие исследования (в качестве доказательства общего и отличного в описанных результатах), (7) гипотеза (в виде обобщения полученных результатов), (8) рекомендация относительно будущих исследований (Hopkins & Dudley-Evans, 1988).

(3) Модель Hopkins and Dudley-Evans была модифицирована Holmes (1997), который объединил некоторые из структурных элементов и расширил их содержательную сторону. В итоге в рамках обновленной модели секции *Дискуссия* появился новый этап – «изложение параллельных или последующих событий» с оговоркой, что данный этап характерен для статей по истории (Holmes, 1997). Модель Holmes включает 8 этапов: (1) исходная информация, (2) представление результатов, (3) (не)ожидаемый результат, (4) ссылка на предыдущие исследования, (5) пояснение неудовлетворительных

результатов (причины возникновения подобных результатов с отсылкой на имеющиеся в литературе данные по теме исследования), (6) обобщение (возможность обобщения результатов или исключение подобной возможности), (7) рекомендации относительно возможных дальнейших исследований, (8) изложение параллельных или последующих событий (обобщение данных за период, следующий за тем, который освещается в основной части статьи, или данных о тесно связанной теме).

(4) Peacock (2002) в своей модели утверждает, что содержание «шагов» в секции *Дискуссия* напрямую зависит от дисциплины и от того, является ли автор носителем английского языка или нет. Согласно модели Peacock секция *Дискуссия* должна подразделяться на три условных части (вступление, оценка, заключение). Модель включает 8 шагов: (1) информационный этап: краткое описание предыстории исследования (теория/цели исследования/методология), (2) описание полученного результата на более высоком абстрактном уровне нежели в секции *Результаты* (со ссылкой или без ссылки на графики или таблицу), (3) комментирование является ли указанный результат ожидаемым или неожиданным и почему, (4) ссылка на предыдущие исследования с целью сравнения полученного результата с результатами сходных исследований других авторов, (5) объяснение причин, которые сделали результат ожидаемым или неожиданным, (6) описание вклада представленного результата в существующее по теме знание (иногда с рекомендациями к действию), (7) ограничения исследования, связанные с полученным результатом, (8) рекомендация по дальнейшим направлениям исследования в рамках темы.

Четвертая модель является наиболее распространенной сегодня. Если результатов несколько, то схема описания каждого результата остается идентичной. Ограничения исследования могут комментироваться не по каждому из описываемых исследований, а по всему исследованию сразу (в конце секции *Дискуссия*). Рекомендации по направлению дальнейших исследований в рамке заданной тематики может быть вынесена в секцию *Выводы*.

Следование предложенным моделям помогает начинающим исследователям аргументированно интерпретировать полученные результаты исследования и демонстрировать их значимость в контексте существующего научного знания. Самой важной функцией секции является порождение дискуссии (пусть и в асинхронном формате). Вне дискуссии секция превращается в субъективное изложение мнения автора, не дает понимания уровня экспертности автора и не способствует развитию научного знания.

Чаще всего в рамках секции авторы ограничиваются повторным перечислением полученных результатов без каких-либо комментариев. Еще одной распространенной ошибкой является изложение в секции позиций автора, которые он подтверждает цитатой на статью своих коллег. Как понимать эту отсылку? Автор хочет указать, что сходного мнения придерживался и его коллега? Почему не написать об этом прямо? Почему не прокомментировать, что выявленное сходство результатов свидетельствует о корректности избранной методологии исследования, или авторской интерпретации (особенно, если сходные результаты получены в ходе апробации новой методологии исследования)? «Отсылка к предыдущим исследованиям» подразумевает именно сравнение собственных результатов с теми, что известны в литературе. Целью дискуссии не является доказательство единственно правильной точки зрения или гипотезы, суть – показать разные точки зрения, обобщить их и предложить новые перспективы для исследований.

При написании секции *Дискуссия* важно уметь пользоваться метадискурсивными маркерами⁴, которые подразделяют на текстовые (или интерактивные) маркеры (например, *во-первых, во-вторых, подводя итог*) и межличностные маркеры. Как правило, текстовые маркеры помогают структурированию и организации текста, тем самым ориентируют читателя в его навигации по тексту, а межличностные маркеры выражают позицию и отношение писателя к описываемым концепциям и источникам (например, *указывает, предполагает, возможно*) (Liu & Buckingham, 2018; Hyland, 2005; Hyland, 2000). В этот особый класс лингвистических форм входят союзы, наречия частицы, вводные фразы. Они облегчают процесс интерпретации, устанавливая связи между сегментами дискурса⁵, делают акцент на / либо опровергают высказываемые предположения. Чтобы сменить тему, подчеркнуть контраст или сделать вывод, используют связи основного текста с контекстом: *к тому же, но, таким образом, однако, также, например, в любом случае, можно сделать вывод*. Также среди текстовых маркеров выделяют маркеры источника информации: *согласно А, В утверждает,*

сообщается, известно. Чтобы продемонстрировать свое отношение или оценку, авторы используют: *примечательно, к сожалению, неудивительно; для акцента или подтверждения собственной позиции – очевидно, что..., не оставляет сомнений тот факт, что..., определенно, по факту...; и наоборот, для смягчения позиции употребляют: вероятно, возможно* (Hyland, 2005; Hyland, 2008; Zanina, 2016; Авакова & Будняя, 2020).

Накопленный исследователями опыт показывает, что используемые метадискурсивные маркеры меняются в зависимости от предметной области и дисциплины, в которой написана та или иная статья. Кроме того, данные маркеры помогают распознать определенный этап в любой из секций исследовательской статьи (Basturkmen, 2009; Liu & Buckingham, 2018). Для секции *Дискуссия* обычно используют логические маркеры (*и, кроме того; но, однако; в результате*), маркеры последовательности (*во-первых; с одной стороны*), маркеры напоминания (*как было сказано/ упомянуто выше*), маркеры топикализаторы (указывают на смену темы для усиления аргументации, как например, *согласно А...; в случае с...*), маркеры примечаний (скобки, знаки пунктуации, переформулировки и примеры: *другими словами, например, я надеюсь ...*) (Dafouz-Milne, 2008; Liu & Buckingham, 2018).

Проанализируем этапы написания дискуссии на примере статьи *Short- and long-term warming effects of methane may affect the cost-effectiveness of mitigation policies and benefits of low-meat diets* (Pérez-Domínguez et al., 2021). Анализируемая нами секция *Дискуссия* следует циклической модели структурной организации, предложенной Peacock (2002), то есть она подразделяется на три условных части (вступление, оценка, заключение), которые повторяются с каждым новым обсуждаемым результатом (См. схема 1).

Авторы начинают с представления актуальности тематики в формате констатации уже известного по теме: *Кратковременность выбросов CH₄ имеет ключевое значение для определения рентабельных вариантов смягчения последствий изменения климата в сельскохозяйственном секторе и тщательной оценки их воздействия*⁶.

⁴ Метадискурс можно определить как языковые средства, устные или письменные, которые сигнализируют о взглядах писателя, организуют дискурс, облегчают общение и налаживают отношения с читателями

⁵ Анализ дискурса исследует, как организованы тексты, и реализует лежащую в их основе структуру. Структуру, охватывающую несколько предложений текста, часто называют сегментом дискурса.

⁶ Здесь и далее по тексту перевод авторов. Переведен текст секции *Дискуссия* статьи Pérez-Domínguez, I., del Prado, A., Mittenzwei, K., Hristov, J., Frank, S., Tabeau, A., Witzke, P., Havlik, P., van Meijl, H., Lynch, J., Stehfest, E., Pardo, G., Barreiro-Hurle, J., Koopman, J. F. L., & Sanz-Sánchez, M. J. (2021). Short- and long-term warming effects of methane may affect the cost-effectiveness of mitigation policies and benefits of low-meat diets. *Nature Food*, 2, 970–980. <https://doi.org/10.1038/s43016-021-00385-8>. Переведенный текст выделен курсивом.

Затем следует описание полученных результатов на более высоком уровне абстракции (в отличие от характера представления результатов в секции *Результаты*): Мы демонстрируем, как различные оценки CH_4 по отношению к CO_2 влияют на выбор политики уменьшения эффекта глобальных изменений на климат в сельском хозяйстве и, следовательно, влияют на вклад сектора в дальнейшее глобальное потепление.

Обращаясь к более ранним исследованиям, авторы сравнивают результаты прошлых работ со своими: В то время как ряд более ранних исследований, таких как Smith et al. (2013), Reisinger et al. (2013), van den Berg et al. (2015) и Strefler et al. (2014), изучали влияние различных оценок CH_4 на сокращение выбросов, только Reisinger et al. (2013) включает конкретную разбивку воздействия от сельского хозяйства. В этой статье мы идем дальше, используя многомодельное сравнение обновленных сельскохозяйственных экономических моделей, включая независимое влияние смены рационов питания (то есть переход на диеты с низким содержанием животного белка), и сообщаем о вкладе наших вариантов моделирования сельскохозяйственных выбросов в глобальное потепление.

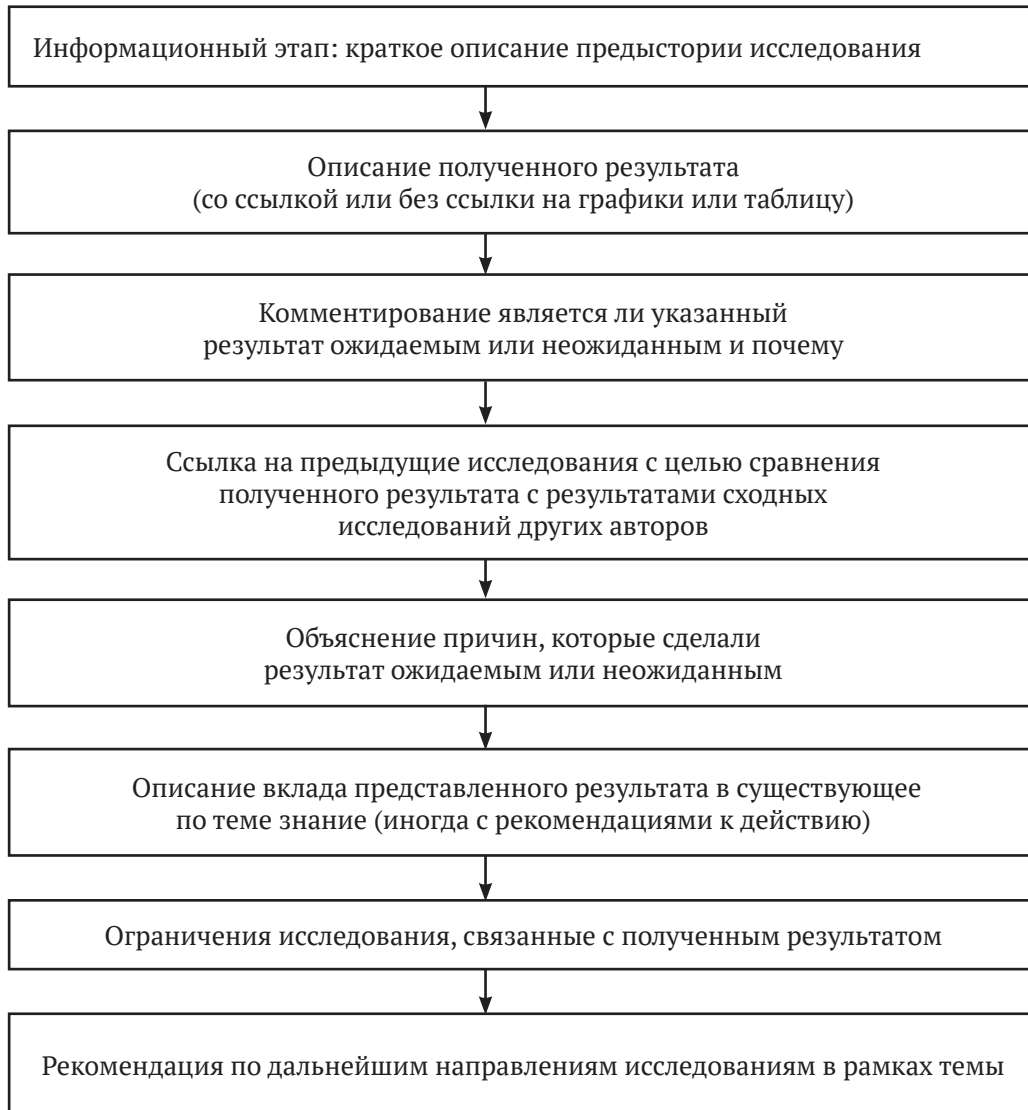
Далее авторы комментируют каждый полученный результат и подкрепляют свои доводы примерами. Первый результат: Наше исследование подчеркивает тот факт, что показатели учета выбросов влияют на варианты политики по уменьшению глобальных эффектов изменения климата. Этот вопрос заслуживает дальнейшего анализа в рамках Шестого оценочного доклада МГЭИК и, безусловно, получит еще большее внимание по мере увеличения доли сельскохозяйственных выбросов после 2030: повсеместная декарбонизация начнет быстро сокращать выбросы из других доминирующих в настоящее время секторов. Традиционно воздействие определенного сектора на климат оценивается с помощью годовых выбросов парниковых газов, которые обычно суммируются и указываются в виде потенциала глобального потепления (GWP_{100})⁷. Однако из-за недолговечного характера CH_4 (суммарный) потенциал глобального потепления выбросов CO_2 не всегда корректно отражает уровень предполагаемого потепления, особенно в случае более мягкого сценария сокращения выбросов. Поэтому в нашем исследовании мы рассматриваем непосредственно потепление, вызванное сельскохозяйственными выбросами CH_4 и N_2O .

Описание нового результата начинает новый цикл обсуждения, включая представление результата, его объяснение, возможные перспективы, ограничения, сравнение с предыдущими работами. Второй результат: Снижение выбросов CH_4 как результат сельскохозяйственной деятельности может порождать отрицательный эффект потепления, что было выявлено при использовании показателя потенциала глобального потепления (рис. 2в). В этом отношении снижение уровня выбросов CH_4 имеет, с точки зрения общего воздействия на климат по сравнению с текущими температурами, такой же эффект, как поглощение CO_2 или технологии улавливания и хранения углерода. Выявленные нами в этом отношении результаты могут дать некоторую свободу действий при разработке рекомендаций по выстраиванию климатической политики и рассмотрении вопроса о том, могут ли некоторые выбросы в итоге считаться совместимыми с целевыми климатическими показателями. Однако этот эффект зависит от варианта моделирования и не обязательно относится к сельскому хозяйству в целом при рассмотрении всех коэффициентов глобального потепления. Наш анализ показывает, что общие сельскохозяйственные выбросы будут способствовать дальнейшему глобальному потеплению независимо от режима выплат за выбросы углерода в атмосферу и уровня углеродного налога. Для сравнения, Frank et al. (2019) полагают, что влияние глобального потепления останется неизменным до 2050 г. и начнет снижаться по мере приближения к 2070 г. Причина – региональная конвергенция мирового потребления животного белка и внедрения технологий, обусловленных введением выплат за выбросы углерода в атмосферу. Представленные результаты связаны с траекториями сельскохозяйственных выбросов, основанных на среднесрочных и долгосрочных прогнозах сельскохозяйственных рынков.

Следующий абзац Дискуссии обобщает полученные результаты: В соответствии с более ранними исследованиями о вкладе сельскохозяйственного сектора в обязательные мероприятия по уменьшению глобального эффекта изменения климата (Frank et al., 2019; Frank et al., 2017) мы пришли к выводу, что увеличение выплат за выбросы углерода в атмосферу сократят сельскохозяйственные выбросы CH_4 и N_2O на 58% и 53% соответственно по сравнению с базовым уровнем в 2070 году и снижат совокупное потепление выше уровня 2010 г. до нуля в 2070 г. (с 0,17 °C в базовом сценарии). Сосредоточение внимания на краткосрочном воз-

⁷ Global warming potential (GWP) — коэффициент, определяющий степень воздействия различных парниковых газов на глобальное потепление.

Схема 1
Структура Дискуссии (Peacock, 2002)



действию CH_4 приведет к еще большему сокращению выбросов CH_4 , но при этом, приведет к более серьезным последствиям для сельскохозяйственной системы с точки зрения цен и производственных показателей. Влияние рационов с низким содержанием животного белка как варианта смягчения глобального изменения климата сильно зависит от контекста, в котором проявляется эта тенденция. Сокращение потребления и производства мяса внесет значительный вклад в стабилизацию климата и станет мощной технологией уменьшения глобального эффекта изменения климата, если выплаты за выбросы углерода в атмосферу будут умеренными (рис. 3с, d).

Политика по снижению выбросов может оказать неоднозначное воздействие на животноводство,

если общество придаст большее значение долгосрочному воздействию CH_4 . С одной стороны, увеличение объема выплат за выбросы углерода в атмосферу вследствие долгосрочного воздействия CH_4 на изменение климата, снижают необходимость в регулировании сокращения поголовья крупного рогатого скота (фермеры сами начнут его снижать – прим. авторов). С другой стороны, благоприятный эффект от сокращения выбросов CH_4 посредством изменения рациона питания населения (безмясная диета – прим. авторов) оказался бы более быстрым, нежели от введения мер по сокращению выбросов CH_4 . Вместе с тем взимание платы за выбросы углерода оставляет фермерам возможность внедрять технологии по уменьшению этих выбросов, тогда как изменение рациона питания населения напрямую приведет к уменьшению поголовья коров.

За обобщением экспериментальных результатов следует этап формирования гипотезы: Полученные нами результаты зафиксировали дифференцированное воздействие разноуровневых выплат за выбросы углерода в атмосферу и изменения рациона питания на сельскохозяйственный сектор. Выплаты за выбросы углерода в атмосферу в целом оказывают способствовать их снижению, однако повышение уровня углеродного налога оказывает негативное экономическое воздействие на сельскохозяйственный сектор с точки зрения снижения производства, в то время как сокращение объема выбросов относительно невелико. Подобная ситуация имеет место на фоне технического сценария сокращения выбросов, тогда как дальнейшее сокращение происходит за счет снижения потребления мяса, вызванного его высокой ценой (Frank et al., 2017). Следовательно, мотивация к снижению глобального эффекта потепления в сельскохозяйственном секторе должна исходить и из всех возможных технических вариантов сокращения выбросов, но с опорой на запросы потребителей, характерных для региона.

На основе обобщения авторы дают рекомендации: Полученные результаты позволяют заключить, что хотя политика смягчения воздействия мультигенов, как ожидается, окажется более рентабельной, чем подходы, основанные только на предотвращении выбросов CO₂ (van Vuuren et al., 2006), распределение затрат по различным секторам может быть неравномерным. Например, более высокий налог на выбросы CH₄ увеличивает затраты для сельскохозяйственного сектора, но «приносит пользу» энергетическому сектору (Reisinger et al., 2013). Поэтому, хотя это исследование сосредоточено только на сельском хозяйстве, было бы полезно в дальнейшем изучить взаимодействие указанных факторов и сквозь призму других секторов. При разработке политики в исследуемой сфере необходимо учитывать проблемы распределения, которые могут возникнуть в результате различных тарифов на выплаты за выбросы углерода в атмосферу.

Авторы также комментируют ограничения, которые влияют на результаты их исследования и представляют перспективы для дальнейшего анализа: Полученные нами результаты имеют некоторые ограничения. Во-первых, мы применяли структуру сравнительно-статического моделирования к динамической проблеме принятия решений. Во-вторых, в нашем смоделированном кейсе не учитываются затраты на мониторинг выбросов и изменение рациона питания населения. Не учитывая эти транзакционные издержки, наш анализ потенциально переоценивает эффективность проанализированных вариантов смягчения последствий из-

менения климата. Необходимы дополнительные исследования для разработки и анализа возможных шагов по переходу к моделированию ситуации, глубже отражающей потенциальное влияние различных загрязнителей на потепление климата, для понимания того, насколько транзакционные издержки снижают эффективность прокомментированных авторами мер по смягчению последствий изменения климата.

Вышеприведенная секция Дискуссия составлена достаточно эффективно и может служить достойным примером для авторов журнала Health, Food & Biotechnology.

Ниже приведен чек-лист, который поможет авторам при написании дискуссии:

Удалось ли Вам ...?	да	нет	Что нужно сделать, чтобы достичь цели дискуссии?
обозначить наиболее значимые результаты и интерпретировать их			
«обсудить» полученные результаты			
указать на существующие ограничения Вашего исследования			
проиллюстрировать новизну Вашего исследования			
выстроить аргументы логически			
использовать простые логические утверждения			
объяснить отличия в полученных Вами результатов от уже зафиксированных в предыдущих исследованиях			
обобщить результаты на более высоком уровне абстрактности			
подтвердить, что результаты соответствуют заявленным во Введении целям исследования			
ознакомиться с процитированными Вами исследованиями			
избежать обсуждения вопросов, не связанных с темой исследования			
необоснованно не критиковать предыдущие исследования			
сравнить полученные Вами результаты с уже опубликованными ранее			
получить подтверждение, что заключение напрямую связано с Вашим исследовательским вопросом и целью исследования			

Если Вам удалось получить положительные ответы на все заданные вопросы, то Ваша дискуссия действительно соответствует своему назначению в структуре научной статьи. Редакторы журнала искренне надеются, что приведенный анализ позволит потенциальным авторам журнала усилить секцию *Дискуссия* в их статьях.

Литература

- Авакова, М. Л., & Будняя, О. Н. (2020). Мета-дискурсивные маркеры как средства реализации категории убеждения в англоязычном судебном дискурсе. *Мир науки, культуры, образования*, 4(83), 465-467. <https://doi.org/10.24411/1991-5497-2020-00832>
- Basturkmen, H. (2009). Commenting on results in published research articles and masters dissertations in language teaching. *Journal of English for Academic Purposes*, 8, 241-251. <https://doi.org/10.1016/j.jeap.2009.07.001>
- Basturkmen, H. (2012). A genre-based investigation of discussion sections of research articles in Dentistry and disciplinary variation. *Journal of English for Academic Purposes*, 11(2), 134-144. <https://doi.org/10.1016/j.jeap.2011.10.004>
- Dafouz-Milne, E. (2008). The pragmatic role of textual and interpersonal metadiscourse markers in the construction and attainment of persuasion: A cross-linguistic study of newspaper discourse. *Journal of Pragmatics*, 40(1), 95-113. <https://doi.org/10.1016/j.pragma.2007.10.003>
- Gao, S., & Pramoolsook, I. (2021). Move-step structure of the results and discussion section of electronic engineering research articles written by Chinese and Thai researchers. *The Journal of Teaching English for Specific and Academic Purposes*, 9(4), 725-739. <https://doi.org/10.22190/JTESAP2104725G>
- Hyland, K. (2000). *Disciplinary discourse: Social interactions in academic writing*. Longman.
- Hyland, K. (2005). Stance and engagement: a model of interaction in academic discourse. *Discourse Studies*, 7(2), 173-192. <https://doi.org/10.1177/1461445605050365>
- Hyland, K. (2008). Persuasion, interaction and the construction of knowledge: Representing self and others in research writing. *International Journal of English Studies*, 8(2), 1-23. <https://doi.org/10.6018/ijes.8.2.49151>
- Holmes, R. (1997). Genre analysis, and the social sciences: An investigation of the structure of research article discussion sections in three disciplines. *English for Specific Purposes*, 16(4), 321-337. [https://doi.org/10.1016/S0889-4906\(96\)00038-5](https://doi.org/10.1016/S0889-4906(96)00038-5)
- Hopkins, A., & Dudley-Evans, T. (1988). A genre-based investigation of the discussion sections in articles and dissertations. *English for Specific Purposes*, 7(2), 113-121. [https://doi.org/10.1016/0889-4906\(88\)90029-4](https://doi.org/10.1016/0889-4906(88)90029-4)
- Liu, Y., & Buckingham, L. (2018). The schematic structure of discussion sections in applied linguistics and the distribution of metadiscourse markers. *Journal of English for Academic Purposes*, 34, 97-109. <https://doi.org/10.1016/j.jeap.2018.04.002>
- Peacock, M. (2002). Communicative moves in the discussion section of research articles. *System*, 30(4), 479-497. [https://doi.org/10.1016/S0346-251X\(02\)00050-7](https://doi.org/10.1016/S0346-251X(02)00050-7)
- Pérez-Domínguez, I., del Prado, A., Mittenzwei, K., Hristov, J., Frank, S., Tabeau, A., Witzke, P., Havlik, P., van Meijl, H., Lynch, J., Stehfest, E., Pardo, G., Barreiro-Hurle, J., Koopman, J. F. L., & Sanz-Sánchez, M. J. (2021). Short- and long-term warming effects of methane may affect the cost-effectiveness of mitigation policies and benefits of low-meat diets. *Nature Food*, 2, 970-980. <https://doi.org/10.1038/s43016-021-00385-8>
- Swales, J. (1990). *Genre analysis: English in academic and research settings*. Cambridge University Press.
- Zanina, E. (2016). Strategic hedging: A comparative study of Methods, Results and Discussion (and Conclusion) sections of research articles in English and Russian. *Journal of Language and Education*, 2(2), 52-60. <https://doi.org/10.17323/2411-7390-2016-2-2-52-60>

Приложение 1

Список источников, на которые ссылается автор анализируемой статьи

- Frank, S., Havlík, P., Stehfest, E., van Meijl, H., Witzke, P., Pérez-Domínguez, I., van Dijk, M., Doelman, J. C., Fellmann, T., Koopman, J. F. L., Tabeau, A., & Valin, H. (2019). Agricultural non-CO₂ emission reduction potential in the context of the 1.5°C target. *Nature Climate Change*, 9, 66-72.
- Frank, S., Havlík, P., Soussana, J.-F., Levesque, A., Valin, H., Wollenberg, E., Kleinwechter, U., Fricko, O., Gusti, M., Herrero, M., Smith, P., Hasegawa, T., Kraxner, F., & Obersteiner, M. (2017). Reducing greenhouse gas emissions in agriculture without compromising food security? *Environmental Research Letters*, 12, 105004.
- Reisinger, A., Havlik, P., Riahi, K., van Vliet, O., Obersteiner, M., & Herrero, M. (2013). Implications of alternative metrics for global mitigation costs and greenhouse gas emissions from agriculture. *Climatic Change*, 117, 677-690.

- Smith, S. J., Karas, J., Edmonds, J., Eom, J., & Mizrahi, A. (2013). Sensitivity of multi- gas climate policy to emission metrics. *Climatic Change*, 117, 663–675.
- Strefler, J., Luderer, G., Aboumahboub, T., & Kriegler, E. (2014). Economic impacts of alternative greenhouse gas emission metrics: a model-based assessment. *Climatic Change*, 125, 319–331.
- van Den Berg, M., Hof, A. F., van Vliet, J. & Vuuren, V. A. D. P. (2015). Impact of the choice of emission metric on greenhouse gas abatement and costs. *Environmental Research Letters*, 10, 024001.
- van Vuuren, P., Detlef, Weyant, J., & de la Chesnaye, F. (2006). Multigas scenarios to stabilize radiative forcing. *Energy Economics*, 28, 102–120.
- Strefler, J., Luderer, G., Aboumahboub, T., & Kriegler, E. (2014). Economic impacts of alternative greenhouse gas emission metrics: a model-based assessment. *Climatic Change*, 125, 319–331.

Discussion Section in Research Articles: Content and Structure

Elena V. Tikhonova¹, Marina A. Kosycheva¹

¹ *Moscow State University of Food Production*

Correspondence concerning this article should be addressed to Marina A. Kosycheva, Moscow State University of Food Production, 11 Volokolamskoe highway, Moscow, 125080, Russian Federation, e-mail: kosychevama@mgupp.ru

Approaches to creating an efficient *Discussion* section in research articles are analyzed. The necessity of perceiving the section as a platform for informing the reader about the authors' contribution to the existing knowledge on the topic is emphasized. The content functionality of each section of the manuscript is a strategically significant step that increases the visibility of the published article. The author's ability to substantiate the significance of the results obtained in comparison with the data of previously published studies, understanding and commenting on the limitations of his own research indicate the levels of the author's expertise in the topic. The examples reveal the main accents of the successful *Discussion* section. A checklist for tracking the structural integrity of the section is presented, ideas for optimizing the content of the section are proposed.

Keywords: discussion, interpretation of results, discussion of results, comparison of results, efficient discussion, check-list

References

- Avakova, M. L., & Budnyaya, O. N. (2020). Metadiscursive markers as a means of realizing the category of persuasion in English judicial discourse. *Mir nauki, kul'tury, obrazovaniya* [World of Science, Culture, Education], 4(83), 465-467. <https://doi.org/10.24411/1991-5497-2020-00832>
- Basturkmen, H. (2009). Commenting on results in published research articles and masters dissertations in language teaching. *Journal of English for Academic Purposes*, 8, 241-251. <https://doi.org/10.1016/j.jeap.2009.07.001>
- Basturkmen, H. (2012). A genre-based investigation of discussion sections of research articles in Dentistry and disciplinary variation. *Journal of English for Academic Purposes*, 11(2), 134-144. <https://doi.org/10.1016/j.jeap.2011.10.004>
- Dafouz-Milne, E. (2008). The pragmatic role of textual and interpersonal metadiscourse markers in the construction and attainment of persuasion: A cross-linguistic study of newspaper discourse. *Journal of Pragmatics*, 40(1), 95-113. <https://doi.org/10.1016/j.pragma.2007.10.003>
- Gao, S., & Pramoolsook, I. (2021). Move-step structure of the results and discussion section of electronic engineering research articles written by Chinese and Thai researchers. *The Journal of Teaching English for Specific and Academic Purposes*, 9(4), 725-739. <https://doi.org/10.22190/JTESAP2104725G>
- Hyland, K. (2000). Disciplinary discourse: Social interactions in academic writing. Longman.
- Hyland, K. (2005). Stance and engagement: a model of interaction in academic discourse. *Discourse Studies*, 7(2), 173-192. <https://doi.org/10.1177/1461445605050365>
- Hyland, K. (2008). Persuasion, interaction and the construction of knowledge: Representing self and others in research writing. *International Journal of English Studies*, 8(2), 1-23. <https://doi.org/10.6018/ijes.8.2.49151>
- Holmes, R. (1997). Genre analysis, and the social sciences: An investigation of the structure of research article discussion sections in three disciplines. *English for Specific Purposes*, 16(4), 321-337. [https://doi.org/10.1016/S0889-4906\(96\)00038-5](https://doi.org/10.1016/S0889-4906(96)00038-5)
- Hopkins, A., & Dudley-Evans, T. (1988). A genre-based investigation of the discussion sections in articles and dissertations. *English for Specific Purposes*, 7(2), 113-121. [https://doi.org/10.1016/0889-4906\(88\)90029-4](https://doi.org/10.1016/0889-4906(88)90029-4)
- Liu, Y., & Buckingham, L. (2018). The schematic structure of discussion sections in applied linguistics and the distribution of metadiscourse markers.

- Journal of English for Academic Purposes*, 34, 97-109, <https://doi.org/10.1016/j.jeap.2018.04.002>
- Peacock, M. (2002). Communicative moves in the discussion section of research articles. *System*, 30(4), 479-497. [https://doi.org/10.1016/S0346-251X\(02\)00050-7](https://doi.org/10.1016/S0346-251X(02)00050-7)
- Pérez-Domínguez, I., del Prado, A., Mittenzwei, K., Hristov, J., Frank, S., Tabeau, A., Witzke, P., Havlik, P., van Meijl, H., Lynch, J., Stehfest, E., Pardo, G., Barreiro-Hurle, J., Koopman, J. F. L., & Sanz-Sánchez, M. J. (2021). Short- and long-term warming effects of methane may affect the cost-effectiveness of mitigation policies and benefits of low-meat diets. *Nature Food*, 2, 970-980. <https://doi.org/10.1038/s43016-021-00385-8>
- Swales, J. (1990). *Genre analysis: English in academic and research settings*. Cambridge University Press.
- Zanina, E. (2016). Strategic hedging: A comparative study of Methods, Results and Discussion (and Conclusion) sections of research articles in English and Russian. *Journal of Language and Education*, 2(2), 52-60. <https://doi.org/10.17323/2411-7390-2016-2-2-52-60>
- CO₂ emission reduction potential in the context of the 1.5°C target. *Nature Climate Change*, 9, 66-72.
- Frank, S., Havlík, P., Soussana, J.-F., Levesque, A., Valin, H., Wollenberg, E., Kleinwechter, U., Fricko, O., Gusti, M., Herrero, M., Smith, P., Hasegawa, T., Kraxner, F., & Obersteiner, M. (2017). Reducing greenhouse gas emissions in agriculture without compromising food security? *Environmental Research Letters*, 12, 105004.
- Reisinger, A., Havlik, P., Riahi, K., van Vliet, O., Obersteiner, M., & Herrero, M. (2013). Implications of alternative metrics for global mitigation costs and greenhouse gas emissions from agriculture. *Climatic Change*, 117, 677-690.
- Smith, S. J., Karas, J., Edmonds, J., Eom, J., & Mizrahi, A. (2013). Sensitivity of multi-gas climate policy to emission metrics. *Climatic Change*, 117, 663-675.
- Strefler, J., Luderer, G., Aboumahboub, T., & Kriegler, E. (2014). Economic impacts of alternative greenhouse gas emission metrics: a model-based assessment. *Climatic Change*, 125, 319-331.
- van Den Berg, M., Hof, A. F., van Vliet, J. & Vuuren, V. A. D. P. (2015). Impact of the choice of emission metric on greenhouse gas abatement and costs. *Environmental Research Letters*, 10, 024001.
- van Vuuren, P., Detlef, Weyant, J., & de la Chesnaye, F. (2006). Multigas scenarios to stabilize radiative forcing. *Energy Economics*, 28, 102-120.
- Strefler, J., Luderer, G., Aboumahboub, T., & Kriegler, E. (2014). Economic impacts of alternative greenhouse gas emission metrics: a model-based assessment. *Climatic Change*, 125, 319-331.

Appendix 1

References cited by the authors of the analyzed articles

- Frank, S., Havlík, P., Stehfest, E., van Meijl, H., Witzke, P., Pérez-Domínguez, I., van Dijk, M., Doelman, J. C., Fellmann, T., Koopman, J. F. L., Tabeau, A., & Valin, H. (2019). Agricultural non-

Безопасность препаратов группы интерферонов: ретроспективный анализ спонтанных сообщений о нежелательных реакциях, зарегистрированных в Республике Крым

Матвеев Александр Васильевич¹, Егорова Елена Александровна¹, Корянова Ксения Николаевна², Бекирова Эльвира Юсуфовна¹, Сулейманова Назифе Ленуровна¹

¹ Институт «Медицинская академия им. С. И. Георгиевского ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского», г. Симферополь, Республика Крым, РФ;

² Пятигорский медико-фармацевтический институт – филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Волгоградский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Пятигорск, РФ

Корреспонденция, касающаяся этой статьи, должна быть адресована Е. А. Егоровой, Медицинская академия им. С.И. Георгиевского (структурное подразделение) Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского» 295051, Россия, г. Симферополь, бул. Ленина 5/7. Электронная почта: elena212007@rambler.ru

Информация о конфликте интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Современный фармацевтический рынок представлен множеством природных и синтетических (рекомбинантных) препаратов интерферонов, выпускаемых в различных лекарственных формах как для местного, так и для системного действия, однако данные о безопасности представленной группы препаратов достаточно ограничены, что требует дополнительного изучения особенностей и тяжести развития нежелательных реакций (НР) при применении представленной группы при лечении различных нозологий. Цель исследования – изучение основных проявлений и частоты развития НР при применении препаратов группы интерферонов у пациентов, проживающих на территории Республики Крым. Объектами исследования стали карты-извещения о НР, зарегистрированные в региональной базе (Республика Крым) данных НР ARCADE (Adverse Reactions in Crimea, Autonomic Database) за период 01.01.2010–31.12.2018 гг. Анализ спонтанных сообщений осуществлялся по следующим показателям: соответствие дозы лекарственного препарата (ЛП), вызвавшего НР, возрасту пациента, показания к применению подозреваемого ЛП, распределение представленных случаев НР по способу введения ЛП, клиническим проявлениям НР, аллергологическому анамнезу пациентов, медикаментозной коррекции и мероприятий, направленных для купирования НР и количеству одновременно назначенных ЛП. За анализируемый период в базе данных ARCADE было зарегистрировано 57 случаев развития НР на препараты группы интерферонов. Лидером по частоте развития НР являлись препараты интерферона альфа-2b – общее количество зарегистрированных случаев НР составило 42 случая (73,7% от всего количества случаев НР). Наиболее частыми клиническими проявлениями НР являлись аллергические реакции немедленного типа (48 случаев, 84,2%), среди которых преобладали местные аллергические реакции в виде крапивницы, гиперемии, уртикарной сыпи (45 случаев, 79%). Аллергические реакции немедленного типа, представляющие угрозу жизни пациента, наблюдались в 3 случаях: 2 случая (3,5%) развития ангионевротического отека (отека Квинке) и 1 случай анафилактического шока на фоне введения препаратов интерферона альфа-2b. Полученные результаты свидетельствуют о достаточном риске развития угрожающих жизни состояний на фоне применения препаратов группы интерферонов, что требует от специалистов здравоохранения внимательного изучения аллергологического анамнеза пациента, а также контроля его самочувствия на всем этапе лечения.

Ключевые слова: интерфероны, нежелательные реакции, анафилактический шок, спонтанные сообщения, республика Крым

Введение

Появление и начало использования в клинической практике веществ, вырабатываемых в культурах клеток в ответ на заражение их вирусами и обладающих свойствами придавать устойчивость к вирусным инфекциям другим клеткам (интерферонов), пришлось на конец 1960-х годов¹ (Isaacs et al., 1957). Особенностью реализации противовирусного действия препаратов группы интерферонов является их способность индуцировать и/или активировать определенные клеточные белки, обладающие возможностью блокировать репликацию вируса за счет влияния на синтез нуклеиновых кислот, трансляцию вирусных белков и сборку вирионов (Денисов с соавт., 2017; Юнусов с соавт., 2019). Реализация представленного механизма действия позволяет использовать интерфероны с целью профилактики и лечения вирусных инфекций у различных категорий пациентов, включая беременных и лактирующих женщин, а также пациентов детского возраста (Суровенко с соавт., 2018; Баранова, 2016).

Современный фармацевтический рынок представлен множеством природных и синтетических (рекомбинантных) препаратов интерферонов, выпускаемых в различных лекарственных формах как для местного, так и для системного действия, однако данные о безопасности представленной группы препаратов достаточно ограничены, что требует дополнительного изучения особенностей и тяжести развития нежелательных реакций (НР) при применении представленной группы при лечении различных нозологий (Наровлянский с соавт., 2013; Василевский, 2015; Вахитов с соавт., 2019; Дьякова, 2016).

Цель исследования – изучение основных проявлений и частоты развития НР при применении препаратов группы интерферонов у пациентов, проживающих на территории Республики Крым.

Материалы и методы

Объектами исследования стали карты-извещения о НР, зарегистрированные в региональной базе (Республика Крым) данных НР ARCADE (Adverse Reactions in Crimea, Autonomic Database) за период 01.01.2010-31.12.2018 гг. Критериями отбо-

ра карт-извещений о НР лекарственных средств стало наличие в категории «Лекарственные средства, предположительно вызвавшие НР» препаратов группы L03AB - интерфероны (в соответствии с анатомо-терапевтически-химической классификацией лекарственных средств, рекомендованной Всемирной организацией здравоохранения)².

Анализ спонтанных сообщений осуществлялся по следующим показателям: соответствие дозы лекарственного препарата (ЛП), вызвавшего НР, возрасту пациента, показания к применению подозреваемого ЛП, распределение представленных случаев НР по способу введения ЛП, клиническим проявлениям НР, аллергологическому анамнезу пациентов, медикаментозной коррекции и мероприятий, направленных для купирования НР и количеству одновременно назначенных ЛП.

Серьезность НР устанавливали в соответствии с определением, содержащимся в пункте 51 статьи 4 Федерального закона №61-ФЗ от 12 апреля 2010 г. «Об обращении лекарственных средств»³.

Определение частоты НР проводили с использованием программного обеспечения Microsoft Excel 2016 пакета Microsoft Office.

Результаты

За анализируемый период в базе данных ARCADE было зарегистрировано 57 случаев развития НР на препараты группы интерферонов, что составило 0,82% от общего количества спонтанных сообщений, загруженных в базу данных ARCADE за период с 2010 г. по 2018 г. (6947 карт-извещений).

Распределение случаев НР по подозреваемому ЛП позволило выявить, что лидером по частоте развития НР являлись препараты интерферона альфа-2b (АТХ-код - L03AB05) – общее количество зарегистрированных случаев НР составило 42 случая (73,7% от всего количества случаев НР). Значительно реже НР наблюдались при применении природного интерферона альфа (АТХ-код - L03AB01) – 9 случаев, 15,8%. Единичные случаи НР наблюдались при применении интерферона бета-1b (3 случая, 5,3%), интерферона альфа-2a (1 случай, 1,7%), цепэгинтерферона альфа-2b (2 случая,

¹ Лечение интерфероном. Доклад научной группы Всемирной организации здравоохранения. 1984. Available at: http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/38663/WHO_TRS_676_rus.pdf;jsessionid=4F3B8DA9512C496FCED37D171BE7E4F6?sequence=4

² Анатомо-терапевтически-химическая система классификации. Available at: <https://www.vidal.ru/drugs/atc>.

³ Федеральный закон от 12.04.2010 №61-ФЗ (ред. от 04.06.2018) «Об обращении лекарственных средств». [Federal Law from 12.04.2010 №61-FL (revision from 04.06.2018) "About circulation of medicines". (In Russ.)]. URL: <http://legalacts.ru/doc/federalnyi-zakon-ot-12042010-n-61-fz-ob>.

Таблица 1.

Распределение случаев развития НР по количеству сопутствующих лекарственных препаратов

Количество сопутствующих лекарственных препаратов	Количество случаев развития нежелательных реакций	
	Абсолютное значение, ед.	Относительное значение, % (95% ДИ)
0	22	22 (20,86%-44,81%)
1	14	14 (8,92%-32,87%)
2	13	13 (7,43%-31,38%)
3	6	6 (0,0%-23,51%)
4	1	1 (0,0%-13,46%)
7	1	1 (0,0%- 13,46%)

3,5%). Изучение рациональности назначения и соответствия доз лекарственных препаратов возрасту пациентов позволило выявить, что в 9 случаях (15,8%) дозы интерферонов превышали разовые дозы, рекомендованные инструкцией по медицинскому применению.

Стоит отметить, что в 38,6% случаев (22 карты-извещения) НР наблюдались при назначении интерферонов в виде монотерапии, в остальных 35 случаях подозреваемые препараты были назначены одновременно с другими препаратами (табл.1).

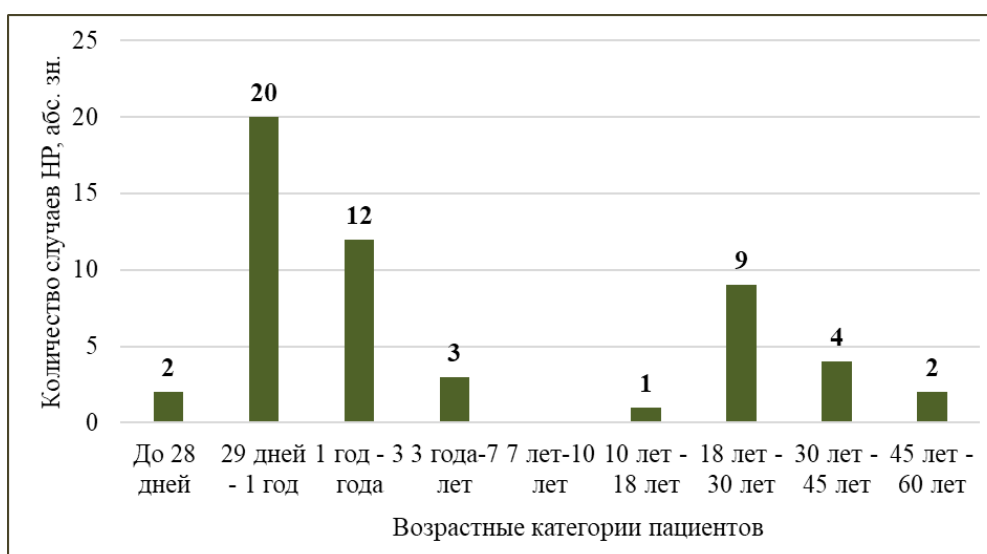
Наиболее частым путем введения представленных препаратов являлся ректальный путь введения (35 случаев, 61,4%), значительно реже препараты интерферонов вводились парентерально (внутривенно – 3 случая (5,3%), внутримышечно – 7 случаев (12,3%), подкожно – 4 случая (7%)). В единичных случаях препараты интерферонов вводились перорально, интраназально, внутривагинально.

В 3 случаях (5,3%) указания на путь введения препаратов отсутствовали.

Изучение особенностей пациентов по полу, возрасту и аллергологическому анамнезу позволило выявить следующие закономерности. Наиболее часто НР наблюдались у пациентов женского пола (36 случаев), составив более 63% от общего количества случаев НР. В остальных 21 случаях НР наблюдались у пациентов мужского пола. Распределение пациентов по возрастным категориям продемонстрировало, что большинство изученных случаев развития НР (38 случаев, 66,7%) наблюдались у пациентов детского возраста (до 18 лет). Наиболее часто НР были зарегистрированы в возрасте от 1 месяца до 1 года (20 случаев, 35,1%), реже при применении препаратов группы интерферонов у пациентов в возрасте от 1 до 3 лет – 12 случаев НР (21%). Распределение остальных случаев НР по возрастным категориям представлено на рис.1.

Рисунок 1

Распределение случаев развития НР на препараты группы интерферонов по возрастным категориям



Сбор аллергологического анамнеза пациентов позволил выявить, что в большинстве случаев (52 случая, 91,2%) аллергоанамнез был спокоен, в 4 случаях (7%) особенности аллергоанамнеза были неизвестны, в 1 случае (1,75%) наблюдалась лекарственная аллергия.

Основными показаниями к применению интерферонов являлись респираторные вирусные инфекции (41 случай, 87,2%), эрозии и полипы шейки матки (3 случая, 5,3%), рассеянный склероз (3 случая, 5,3%), вирус гепатита С (2 случая, 3,5%). В единичных случаях в картах-извещениях в категории «Показание к применению» содержались указания на вирус папилломы человека, мочекаменную болезнь, меланому, острый пиелонефрит. В 4 случаях показания к применению интерферонов в карте-извещении отсутствовали.

Клинические проявления НР представлены на рисунке 2. Целесообразно отметить высокую частоту развития аллергических реакций немедленного типа (48 случаев, 84,2%), среди которых преобладали местные аллергические реакции в виде крапивницы, гиперемии, уртикарной сыпи (45 случаев, 79%). Аллергические реакции немедленного типа, представляющие угрозу жизни пациента, наблюдались в 3 случаях: 2 случая (3,5%) развития ангионевротического отека (оте-

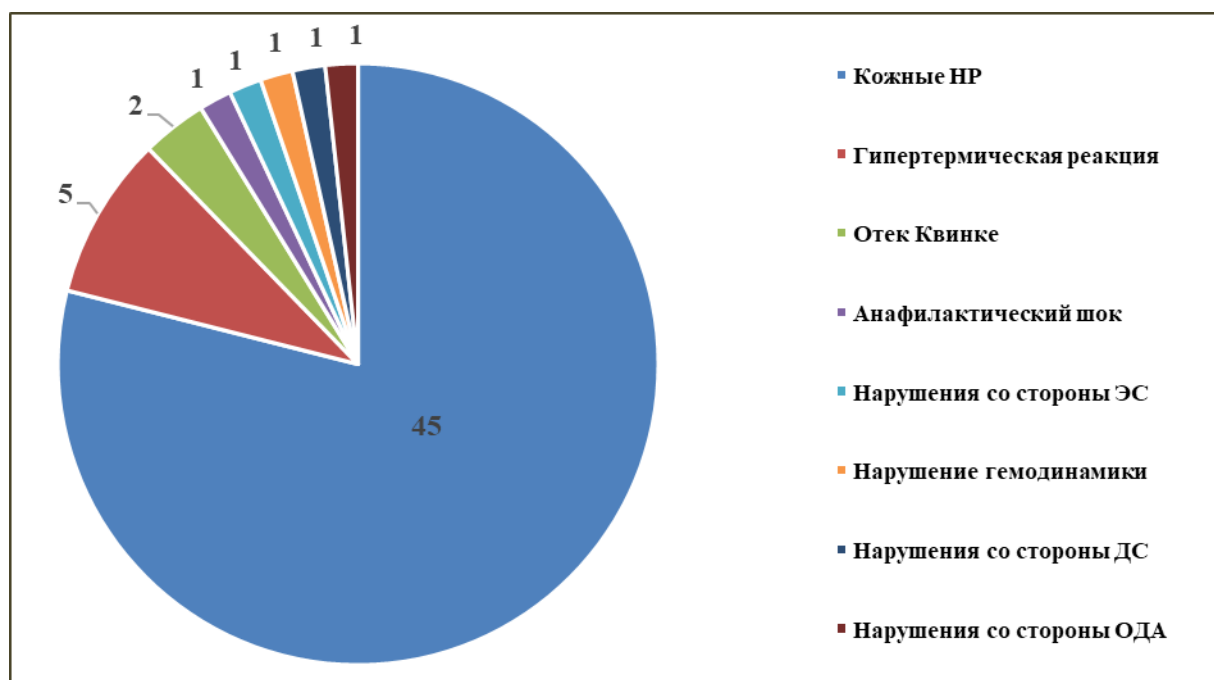
ка Квинке) и 1 случай анафилактического шока на фоне введения препаратов интерферона альфа-2b. В 5 случаях у пациентов детского возраста наблюдались гипертермические реакции, сопровождающиеся ознобом, слабостью и ломотой в теле. Нарушения со стороны эндокринной системы проявлялись увеличением показателя тиреотропного гормона гипофиза более 100 мкМЕ/мл, слабостью и сухостью кожи.

Изучение мероприятий, направленных на купирование НР, позволило выявить, что в большинстве случаев (44 случая, 77,2%) пациентам потребовалось проведение медикаментозной терапии. Основными группами препаратов, применяющихся для снижения выраженности НР, являлись антигистаминные препараты I и II поколений, глюкокортикостероиды, сорбенты.

Установление серьезности НР проводилось на основании изучения категорий НР, указанных в картах-извещениях. Согласно Федерального закона №61-ФЗ от 12 апреля 2010 г. «Об обращении лекарственных средств» к категории серьезных были отнесены случаи развития на фоне применения подозреваемого препарата временной нетрудоспособности (1 случай), госпитализации (8 случаев) и/или продления сроков госпитализации (4 случая), угрозы жизни пациентов (4 случая).

Рисунок 2

Распределение случаев развития НР по клиническим проявлениям



Примечание. ЭС – эндокринная система, ДС – дыхательная система, ОДС – опорно-двигательная система

Остальные 40 случаев развития НР на фоне применения интерферонов были отнесены к категории несерьезных.

Обсуждение

Анализ полученных результатов исследования безопасности препаратов группы интерферонов позволил выявить высокую частоту развития местных аллергических реакций, не представляющих угрозу жизни пациентов и отнесенных к категории несерьезных. Исследования зарубежных авторов подтверждают полученные нами данные. Так, частота развития местных аллергических реакций на фоне введения интерферонов согласно результатов исследований Vazquez-Lopez F. и Kerl K., составляла от 13% до 23% (Vazquez-Lopez et al., 2004; Kerl et al., 2003). Клиническими проявлениями таких НР являлись не только высыпания по типу уртикарной сыпи, но также буллезные и гранулематозные реакции, волчаночные и псориазические высыпания (Gallina et al., 2003). Причиной развития подобных осложнений может являться способность интерферонов обострять основное иммуноопосредованное заболевание (псориаз, саркаидоз) (Mistry et al., 2009). Кроме того, иммуномодулирующие свойства препаратов группы интерферона могут способствовать развитию у пациентов аутоиммунного тиреоидита с гипотиреозом или гипертиреозом, особенно у предрасположенных к этому пациентов (Dusheiko et al., 1997; Vassilopoulou-Sellin, 1994). Подобный единичный случай нарушения регуляции выработки тиреотропного гормона гипофиза наблюдался и в нашем исследовании.

Изучение особенностей развития НР со стороны центральной нервной системы на фоне применения интерферонов позволило выявить высокую частоту развития подобных реакций. Так, в исследовании Davoodi L. и соавт. частота развития усталости и перепадов настроения на фоне применения интерферонов составила 60,41% [95% ДИ=39,18-81,64%], а о бессоннице и повышенной тревожности сообщалось в 16,28% случаев [95% ДИ=6,59-25,98%] (Davoodi et al., 2018). Развитие нарушений памяти, тревожности, снижения когнитивных функций, депрессии на фоне длительного применения интерферонов описано также и в исследовании Valentine A.D. и соавт. (Valentine et al., 1998). В проведенном нами исследовании нарушений со стороны ЦНС выявлено не было.

Кроме того, получены достоверные клинические данные, что экзогенные интерфероны, являясь

сложными белковыми субстратами, могут вызывать нежелательные реакции со стороны желудочно-кишечного тракта (повышение уровня печеночных трансаминаз, тошнота, рвота), органов чувств, сердечно-сосудистой системы, а также гематологическую токсичность [Вахитов с соавт., 2019; Sleijfer et al., 2005).

Заключение

Изучение безопасности препаратов группы интерферонов позволило выявить высокие риски развития НР у пациентов детского возраста, проявляющиеся в большинстве случаев аллергическими реакциями немедленного типа. В 4 случаях НР представляли угрозу жизни пациента и требовали проведения неотложной медицинской помощи. Вероятность развития анафилактического шока и ангионевротического отека на фоне введения препаратов интерферона требует внимательного изучения аллергологического анамнеза пациента, а также контроля его самочувствия на всем этапе лечения.

Литература

- Баранова Е. А. (2016). Острые респираторные вирусные инфекции у детей: клинические особенности, современные возможности профилактики и лечения. *Международные обзоры: клиническая практика и здоровье*, 2, 6–15.
- Василевский И. В. (2015). Клинико-фармакологическая стратегия использования в педиатрической практике индукторов интерферона. *Педиатрия. Восточная Европа*, 1, 88–100.
- Вахитов, Х. М., Пикуза, О. И., Вахитова, Л. Ф., Закирова, А. М., Ризванова, Ф. Ф. (2019). Индукторы интерферона в профилактике и лечении респираторных инфекций у детей. *Российский вестник перинатологии и педиатрии*, 64(3), 103–108. <http://dx.doi.org/10.21508/1027-4065-2019-64-3-103-108>
- Денисов, Л. А., Шолохов, И. В. (2017). Открытие интерферона и его клиническое применение. *Инфекционные болезни: Новости. Мнения. Обучение*, 1(18), 23–31. <http://dx.doi.org/10.24411/2305-3496-2017-00019>
- Дьякова С. Э. (2016). Оптимизация терапии (частых) острых респираторных инфекций у детей: от теории к практике. *Практика педиатра*, 11/12, 10–13.
- Наровлянский, А. Н., Ершов Ф. И., Гинцбург А. Л. (2013). Интерфероны: перспективы направления исследований. *Иммунология*, 3, 168–172.

- Суровенко, Т. Н., Присеко, Л. Г. (2018). Применение препаратов интерферона и его индукторов в амбулаторной педиатрической практике. *Тихоокеанский медицинский журнал*, 4, 79-83. <http://dx.doi.org/10.17238/PmJ1609-1175.2018.4.79-83>
- Юнусов, А. Г., Зарифова, П. Г., Негматуллаева, С. М., Ниязова, Н. Н., Холова, Т. Н. (2019) Применение интерферонов в комплексной терапии дыхательных расстройств у недоношенных новорожденных. *Лечащий врач*, 6, 27-29. <http://dx.doi.org/10.26295/OS.2019.27.75.006>
- Davoodi, L., Masoum, B., Moosazadeh, M., Jafarpour, H., Haghshenas, M.R., & Mousavi, T. (2018). Psychiatric side effects of pegylated interferon α and ribavirin therapy in Iranian patients with chronic hepatitis C: A meta analysis. *Experimental and Therapeutic Medicine*, 16, 971-978. <https://doi.org/10.3892/etm.2018.6255>.
- Dusheiko G. (1997). Side effects of alpha interferon in chronic hepatitis C. *Hepatology*, 3, Suppl 1, 112S-121S. <http://dx.doi.org/10.1002/hep.510260720>
- Gallina, K., Brodell, R. T., Naffah, F., & Nedorost S. (2003). Local blistering reaction complicating subcutaneous injection of pegylated interferon in a patient with hepatitis C. *Journal of Drugs in Dermatology*, 2, 63-7.
- Isaacs, A., Lindenmann, J., & Valentine, R. C. (1957). Virus interference. II. Some properties of interferon. *Proceedings of the Royal Society of London. Biological Sciences*, 147(927), 268-273.
- Kerl, K., Negro, F., & Lubbe J. (2003). Cutaneous side-effects of treatment of chronic hepatitis C by interferon alfa and ribavirin. *British Journal of Dermatology*, 149, 656
- Mistry, N., Shapero, J., Crawford, R. I. (2009). A review of adverse cutaneous drug reactions resulting from the use of interferon and ribavirin. *Canadian Journal of Gastroenterology and Hepatology*, 10, 677-83. <http://dx.doi.org/10.1155/2009/651952>
- Sleijfer, S., Bannink, M., Van Gool, A., Kruit, W. H. J., Stoter, G. (2005). Side Effects of Interferon- α Therapy. *Pharmacy World & Science*, 27, 423. <https://doi.org/10.1007/s11096-005-1319-7>.
- Vassilopoulou-Sellin R. (1994). Endocrine effects of cytokines. *Oncology*, 8, 43-46.
- Valentine, A. D., Meyers C. A., Kling, M. A., Richelson, E., & Hauser P. (1998). Mood and cognitive side effects of interferon- α therapy. *Seminars in Oncology*, 25 (1 Suppl 1), 39-47.
- Vazquez-Lopez, F., Manjon-Haces, J. A., Perez-Alvarez, R., & Perez-Oliva N. (2004). Eczema-like lesions and disruption of therapy in patients treated with interferon-alfa and ribavirin for chronic hepatitis C: The value of an interdisciplinary assessment. *British Journal of Dermatology*, 150, 1046-7.

Safety of Interferon Products: a Retrospective Analysis of Adverse Reactions Spontaneously Reported in the Republic of Crimea

Alexander V. Matveev¹, Elena A. Egorova¹, Kseniya N. Koryanova²,
Elvira Y. Bekirova¹, Nazife L. Suleymanova¹

¹ Institute "Medical Academy named after S. I. Georgievsky FGAOU HE "KFU im. IN AND. Vernadsky", Simferopol, Republic of Crimea, Russian Federation;

² Pyatigorsk Medical and Pharmaceutical Institute - branch of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Volgograd State Medical University" of the Ministry of Health of the Russian Federation, Pyatigorsk, Russian Federation

Correspondence concerning this article should be addressed to E. A. Egorova, S.I. Georgievsky Medical Academy of Crimean Federal University named after V. I. Vernadsky, 5/7 bul. Lenina, Simferopol, 295051, Russian Federation. Email: elena212007@rambler.ru

The modern pharmaceutical market is represented by a large number of natural and synthetic (recombinant) interferon drugs, available in different dosage forms for both local and systemic action, but the data on the safety of this group of drugs is rather limited. This requires additional study of the features and severity of adverse reactions (AR) associated with the use of this pharmaceutical group in the treatment of various nosologies. The aim of the study was to study the main manifestations and the incidence of AR when using drugs of the interferon group in patients living in the Republic of Crimea. The objects of the study were the cards-notifications about AR registered in the regional database (Republic of Crimea) of data of AR ARCADE (Adverse Reactions in Crimea, Autonomic Database) for the period 01.01.2010-31.12.2018. The analysis of spontaneous messages was carried out according to the following indicators: correspondence of the dose of the drug that caused the AR, the patient's age, indications for the use of the suspected drug, the distribution of the presented AR cases by the route of drug administration, clinical manifestations of AR, patients' allergological history, drug correction and measures, directed to stop AR and the number of simultaneously prescribed drugs. During the analyzed period, in the ARCADE database 57 cases of AR of the interferons were registered. Interferon alfa-2b drugs were the leaders in the frequency of AR development. The total number of registered AR cases for them was 42 cases (73.7% of the total number of cases). The most frequent clinical manifestations of AR were allergic reactions of the immediate type (48 cases, 84.2%), among which local allergic reactions in the form of urticaria, hyperemia, papular rash predominated (45 cases, 79%). Immediate life-threatening allergic reactions after administration of interferon alfa-2b were observed in 3 cases: 2 cases (3,5%) of angioedema (Quincke's edema) and 1 case of anaphylactic shock. The results obtained indicate a sufficient risk of developing life-threatening conditions against the background of the use of drugs of the interferon group, which requires healthcare professionals to carefully study the patient's allergic history, as well as control his well-being at the entire stage of treatment.

Keywords: interferons, adverse reactions, anaphylactic shock, spontaneous reports, Republic of Crimea

References

- Baranaeva E. A. (2016). Acute respiratory viral infections in children: clinical features, current potential of prevention and treatment. *Mezhdunarodnye obzory: klinicheskaya praktika i zdorov'e* [International Review: Clinical Practice and Health], 2, 6–15.
- Vasilevskiy I. V. (2015). Clinical and pharmacological strategy for the use of Interferon inducers in pediatric practice. *Pediatrics. Vostochnaya Evropa* [Pediatrics. Eastern Europe], 1, 88–100.
- Vakhitov, H. M., Pikuza, O. I., Vakhitova, L. F., Zakirova, A. M., & Rizvanova, F. F. (2019). Interferon inducers in prevention and treatment of respiratory infections in children. *Rossiiskij vestnik perinatologii i ginekologii*, 3(3). <https://doi.org/10.36107/hfb.2021.i3.s117>

- tologii i pediatrii* [Russian Bulletin of Perinatology and Pediatrics], 64 (3), 103–108. <http://dx.doi.org/10.21508/1027-4065-2019-64-3-103-108>
- Denisov, L. A., & Sholokhov, I. V. (2017). The discovery of interferon and its clinical use. *Infekcionnye bolezni: Novosti. Mneniya. Obuchenie* [Infectious Diseases: News. Opinions. Teaching], 1(18), 23–31. <http://dx.doi.org/10.24411/2305-3496-2017-00019>
- Dyakova, S. E. (2016). Optimization of the treatment of (frequent) acute respiratory infections in children: from theory to practice. *Praktika pediatria* [Praktika Pediatria], 11/12, 10–13.
- Narovlyansky, A. N., Ershov, F. I., & Gintsburg, A. L. (2013). Interferons: Prospects for Research Directions. *Immunologiya* [Immunology], 3, 168–172.
- Surovenko, T.N., & Priseko L.G. (2018). the use of interferon and its inductors in outpatient pediatric practice. *Tihookeanskij medicinskij zhurnal* [Pacific Medical Journal], 4, 79–83. <http://dx.doi.org/10.17238/PmJ1609-1175.2018.4.79-83>
- Yunusov, A.G., Zarifova, P.G., Negmatullaeva, S.M., Niyazova, N.N., & Kholova, T.N. (2019) The use of interferons in the complex therapy of respiratory disorders in premature infants. *Lechashchij vrach* [Attending physician], 6, 27–29. <http://dx.doi.org/10.26295/OS.2019.27.75.006>
- Davoodi, L., Masoum, B., Moosazadeh, M., Jafarpour, H., Haghshenas, M.R., & Mousavi, T. (2018). Psychiatric side effects of pegylated interferon α and ribavirin therapy in Iranian patients with chronic hepatitis C: A meta analysis. *Experimental and Therapeutic Medicine*, 16, 971–978. <https://doi.org/10.3892/etm.2018.6255>.
- Dusheiko G. (1997). Side effects of alpha interferon in chronic hepatitis C. *Hepatology*, 3, Suppl 1, 112S–121S. <http://dx.doi.org/10.1002/hep.510260720>
- Gallina, K., Brodell, R. T., Naffah, F., & Nedorost S. (2003). Local blistering reaction complicating subcutaneous injection of pegylated interferon in a patient with hepatitis C. *Journal of Drugs in Dermatology*, 2, 63–7.
- Isaacs, A., Lindenmann, J., & Valentine, R. C. (1957). Virus interference. II. Some properties of interferon. *Proceedings of the Royal Society of London. Biological Sciences*, 147(927), 268–273.
- Kerl, K., Negro, F., & Lubbe J. (2003). Cutaneous side-effects of treatment of chronic hepatitis C by interferon alfa and ribavirin. *British Journal of Dermatology*, 149, 656
- Mistry, N., Shapero, J., Crawford, R. I. (2009). A review of adverse cutaneous drug reactions resulting from the use of interferon and ribavirin. *Canadian Journal of Gastroenterology and Hepatology*, 10, 677–83. <http://dx.doi.org/10.1155/2009/651952>
- Sleijfer, S., Bannink, M., Van Gool, A., Kruit, W. H. J., Stoter, G. (2005). Side Effects of Interferon- α Therapy. *Pharmacy World & Science*, 27, 423. <https://doi.org/10.1007/s11096-005-1319-7>.
- Vassilopoulou-Sellin R. (1994). Endocrine effects of cytokines. *Oncology*, 8, 43–46.
- Valentine, A. D., Meyers C. A., Kling, M. A., Richelson, E., & Hauser P. (1998). Mood and cognitive side effects of interferon- α therapy. *Seminars in Oncology*, 25 (1 Suppl 1), 39–47.
- Vazquez-Lopez, F., Manjon-Haces, J. A., Perez-Alvarez, R., & Perez-Oliva N. (2004). Eczema-like lesions and disruption of therapy in patients treated with interferon-alfa and ribavirin for chronic hepatitis C: The value of an interdisciplinary assessment. *British Journal of Dermatology*, 150, 1046–7.

Определение выделения частиц микропластика чайными пакетиками при заваривании

Корнилов Кирилл Николаевич¹, Роева Наталья Николаевна¹

¹ ФГУ ВО Московский государственный университет пищевых производств

Корреспонденция, касающаяся этой статьи, должна быть адресована К. Н. Корнилову, ФГУ ВО Московский государственный университет пищевых производств, адрес: 125080, Москва, Волоколамское ш., 11, e-mail: kornilovkn@mgurp.ru

Присутствие микроскопических частиц пластика в пищевых продуктах в настоящее время является актуальнейшей проблемой современной пищевой промышленности и одним из главных вопросов пищевой безопасности. При этом не существует ни чётких методик по определению таких частиц, ни способов очистки от них пищевых продуктов. В представленной работе впервые методом Динамического Лазерного Светорассеивания (ДЛСР) было проведено определение наночастиц пластика из чайных пакетиков при их заваривании в кипятке. Установлено, что некоторые из исследованных образцов пакетиков выделяют в воду огромное количество таких наночастиц. При этом на одну частицу микроскопического размера выделяются сотни миллионов наночастиц.

Ключевые слова: динамическое лазерное светорассеивание, микропластик, наночастицы, чайные пакетики

Введение

Вопросы химической безопасности пищевых продуктов всегда находятся на первом месте в пищевой промышленности. К сожалению, уже не секрет, что окружающая среда за три последних десятилетия была загрязнена медленно разлагающимися объектами из полимерных материалов (пластика). Множество изделий из полиэтилена (PE), полипропилена (PP), полиэтилентерефталата (PET) и других пластиков выбрасывается людьми каждый день. Указанные полимеры широко используются не только для создания упаковки для пищевых продуктов, но из них также изготавливают одноразовую посуду, пакеты, игрушки и другие бытовые изделия. Будучи выброшенными после использования, они медленно разлагаются в окружающей среде, образуя микроскопические частицы, которые могут попадать в воду, почву, живые организмы, а значит – и в пищевые продукты (Eriksen et al., 2014).

В связи с тем, что вопрос о переработке пластика до сих пор не решён, а разлагающиеся пластиковые объекты находятся повсюду вокруг нас, крайне актуальным является изучение вопроса о наличии микроскопических частиц пластмасс (микропластика, МР) в пищевых продуктах, об их размерах и количестве.

В представленной работе нами было изучено выделение микро и нано пластика из чайных пакети-

тиков при их заваривании в рамках проводимого крупномасштабного исследования содержания различных посторонних наночастиц в пищевых продуктах.

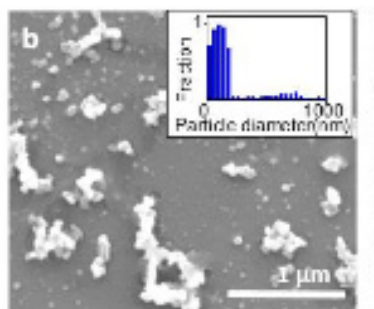
Одним из неизбежных результатов пластикового загрязнения окружающей среды является попадание частиц микропластика в пищу, которую употребляет человек. Исследуя этот вопрос, ученые выяснили, как пластик продвигается по пищевой цепочке от планктона до человека (Nelms et al., 2018). Уже известно, что обычная поваренная соль содержит примерно 0,005 микрограмма пластика на грамм (Luo et al., 2020).

И вот теперь найден новый источник микропластикового загрязнения: чайные пакетики. Оказалось, что заваренный с их помощью напиток содержит в тысячи раз больше пластика, чем соль и другие продукты (Hernandez et al., 2019)!

Причиной этого стало изменение технологии фасовки пакетированного чая: многие производители теперь используют не бумагу, а термопластик и другие синтетические вещества. Это увеличивает срок хранения чая и лучше удерживает форму пакетика, а о вреде здоровью ранее никто не задумывался, пока его наглядно не продемонстрировали ученые из канадского Университета МакГилла (рис. 1):

Рисунок 1

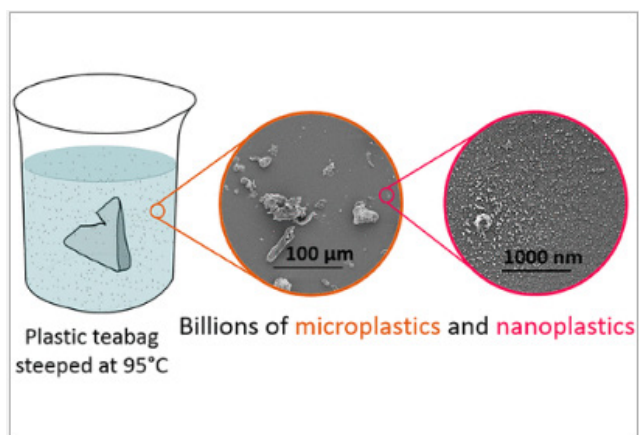
Фотография микропластика, выделившегося из чайных пакетиков, под микроскопом (Hernandez et al., 2019)



Купив в магазинах Монреаля четыре вида паке-тированного чая, они удалили всю заварку, а за-тем на пять минут поместили пустые пакетики в кипяток при температуре 95 °С. Полученная жид-кость была проанализирована под микроскопом, и оказалось, что пятиминутный контакт пакетика с горячей водой насыщает ее миллиардами частиц микропластика (рис. 2):

Рисунок 2

Процесс выделения микропластика из чайных пакетиков



Практический вред от выделившихся частиц был проверен на мелких ракообразных из надотряда ветвистоусые (лат. Cladocera), дафниях: при экологических исследованиях их часто используют в качестве модельного объекта. Рачки оказались способны выжить при очень высоких концентрациях микропластика, но у них наблюдались отклонения в поведении и анатомии. В частности, у одних экзоскелет развивался с нарушениями, а другие меняли привычную скорость плавания.

Исследователи подчеркивают, что точных знаний о вредном воздействии пластиковых частиц на здоровье человека пока не существует, и необхо-

димо уделить внимание этому вопросу: это позво-лит оценивать риски использования тех или иных продуктов питания.

Материалы и методы

Как мы уже сообщали в предыдущих работах (Корнилов & Роева, 2019), (Корнилов & Роева, 2020), самым информативным и быстрым спо-собом изучения размера наночастиц в рас-творах к настоящему времени является метод Динамического Лазерного Светорассеивания (ДЛС или Dynamic Light Scattering – DLS), позволяющий оптически измерять размер частиц (их гидроди-намический радиус), находящихся в состоянии броуновского движения (Pike and Abbisssm, 1997). В этом методе лазерный луч проходит через раствор и рассеивается движущимися частицами. После определения характера рассеивания лазерного луча можно определить и размер частиц. Именно поэтому метод ДЛСР был использован в данном исследовании как самый удобный и информатив-ный для достижения поставленных нами целей.

Кроме того, ранее нами именно этим методом уже были успешно изучены наночастицы, входящие в состав напитков (Корнилов & Роева, 2019), в состав косметических кремов (Соринская & Корнилов, 2019) и растительного пищевого масла (Корнилов & Роева, 2020). Указанным методом был также изме-рен размер микроскопических частиц мякоти в со-ках (Корнилов, Шатровский, Роева & Мокеев, 2020). Впервые наночастицы пластика были найдены нами и в водопроводной воде (Корнилов, Шатровский & Анисимов, 2020), и в хлебе (Корнилов et al., 2021).

В качестве объектов исследования в представлен-ной работе были выбраны стандартные бумажные чайные пакетики, которые легко доступны для всеобщего употребления:

Рисунок 3

Объекты исследования



Все результаты получены и обработаны при помощи программного обеспечения «Microtrac Flex» для анализаторов размеров частиц «Zetatrac».

Результаты и их обсуждение

Чайная заварка была удалена из пакетиков при их вскрытии. После этого пакетики помещались в кружки и заливались кипятком из дистиллированной воды (Рисунок 3). В кювету прибора помещались образцы каждой из полученных жидкостей после охлаждения.

В настройках прибора перед обнаружением пластика был указан показатель преломления дисперсионной среды (воды) $n=1,3330$. Показателем преломления пластика был указан $n=1,5$ – в соответствии с руководством по эксплуатации прибора (Freud, 2011). В частности, показатель преломления полиэтилентерефталата указан равным 1.575, полиэтилена – 1.510, а полипропилена – 1.500. В результате выяснилось следующее:

Ни в одном из представленных образцов не обнаружено каких-либо частиц пластика с указанными характеристиками (Рисунок 4):

На представленном рисунке мы можем видеть, что во всех трёх случаях найденная концентрация нано и микрочастиц в образцах равна нулю.

Полученный результат не давал нам полной картины происходящего и вступал в противоречие с работой (Hernandez et al., 2019). В связи с этим мы провели исследование не только плоских чайных пакетиков, сделанных из бумаги, но и пакетиков в форме пирамидок, материал которых явно отличается от бумажного (Рисунок 5):

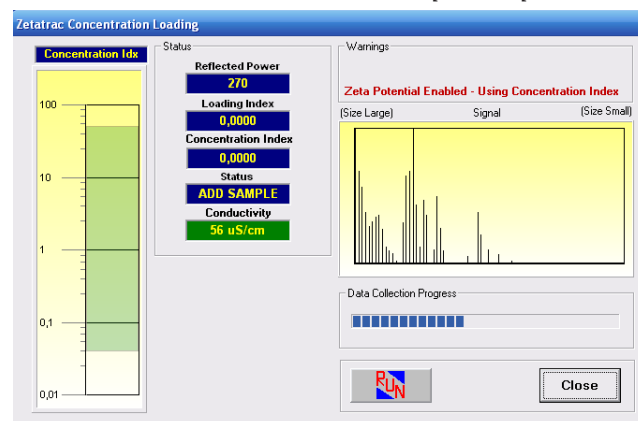
После охлаждения образцов жидкостей, полученных при заваривании пирамидальных пакетиков в дистиллированной воде, прибор в обоих случаях показал наличие в образцах огромного количества свободно двигающихся частиц экстремально маленького размера – диаметром около 1 нм (Рисунок 6):

Рассмотрим характеристики обнаруженных наночастиц.

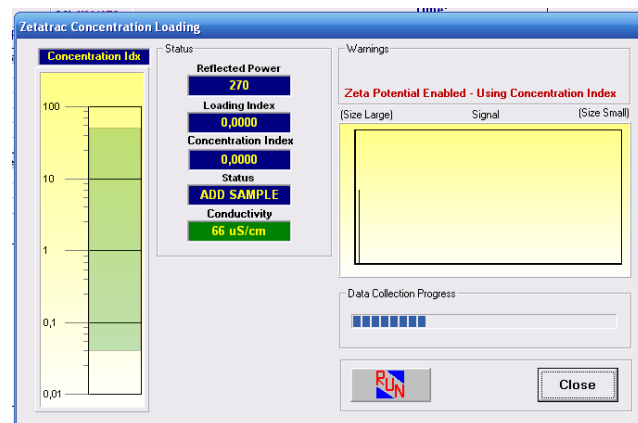
Медианный диаметр частиц d_M , согласно данным анализа, равен 1,07 и 1,08 нм. Это значит, ровно половина частиц в суспензии меньше этой величины и ровно половина – больше её. Погрешность измерения диаметра прибором составляет 20%, по-

Рисунок 4

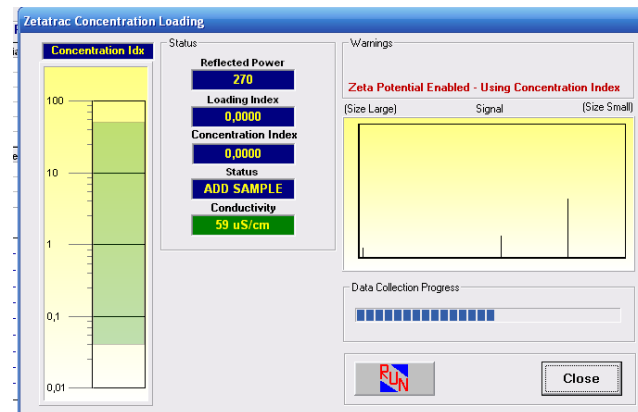
Результаты определения размера наночастиц, выделившихся из чайных пакетиков при заваривании:



а) чай «Ахмад»,



б) чай «Гринфилд»,



в) чай «Тесс»

этому можно считать обе цифры равными 1,1 нм. Среднечисловой диаметр d_N в обоих случаях также равен 1,1 нм. Самыми распространёнными в суспензии являются частицы также с $d_C = 1,1$ нм (72% и 65% от всех частиц). Средневесовой диа-

Рисунок 5

Исследование выделения микропластика из пирамидальных чайных пакетиков



метр d_v равен 1,55 нм в первом случае, и 1,1 нм – во втором.

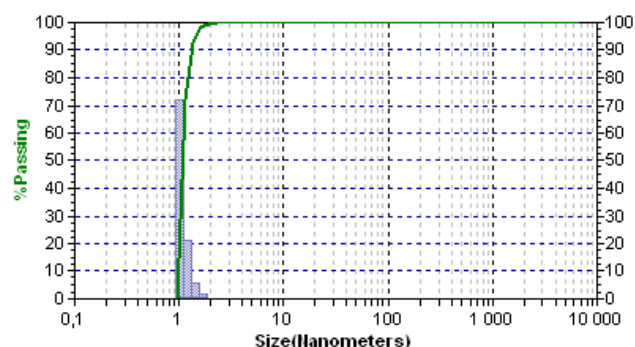
Средняя молярная масса наночастицы, посчитанная прибором на основании данных ЛДСР, $M = 627$ и 414 г/моль.

По формуле $M = \rho \cdot N_A \cdot (\pi/6) \cdot d^3$ можно найти плотность наночастиц. В качестве диаметра, как мы это делали в предыдущих работах, целесообразнее всего использовать средневесовой диаметр d_v , т.к. вклад самых крупных частиц в молярную массу максимальный. Тогда плотность будет равна $\rho = 0,54$ и $0,99$ г/см³. Можно сравнить эти цифры с плотностью обычного полипропилена (ПП) в $0,95$ г/см³, полиэтилена (ПЭ) в $0,91-0,96$ г/см³ или полиэтилентерефталата (ПЭТ) в $1,38$ г/см³ (Speight and Lange, 2005). Видно, что плотность наночастиц во втором образце близка к плотности полимеров. В первом образце величина плотность получилась экстремально маленькой из-за того, что средневесовой диаметр в 2 нм в 1,5 раза превышает среднечисловой. Это происходит по той причине, что в данном случае в суспензии обнаруживаются крупные частицы, сильно отличающиеся по размеру от всех остальных: в области 1.1-2.2 нм находятся 99,99% частиц. Но 0.01% от общего числа составляют частицы в 6,5 мкм, т.е. не наночастицы, а микропластик. Во втором образце все обнаруженные частицы имеют диаметр от 1,1 до 2,7 нм. И никаких крупных объектов не обнаруживается.

Дзета потенциал наночастиц в первом образце равен 36, а во втором – 37 мВ. Объемное содержание наночастиц: $2,44 \cdot 10^{-3}$ и $2,25 \cdot 10^{-3}$ %.

Рисунок 6

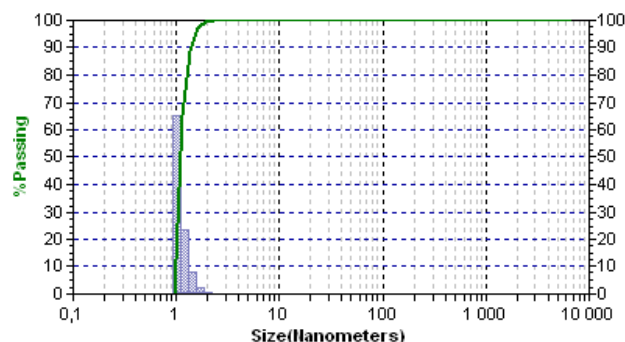
Результаты определения размера наночастиц в воде после заваривания пирамидальных чайных пакетиков:



а) гистограмма – чай «Гринфилд»

2,260	0,28
1,900	1,44
1,600	5,44
1,340	20,97
1,130	71,86

б) таблица распределения наночастиц по размерам – чай «Гринфилд»



в) гистограмма – чай «Липтон»

2,690	0,06
2,260	0,61
1,900	2,47
1,600	8,07
1,340	23,59
1,130	65,20

г) таблица распределения наночастиц по размерам – чай «Липтон»

Противоречие полученных нами данных с работой (Hernandez et al., 2019) может быть объяснено тем, что исследование микропластика было проведено разными методами. В работе (Hernandez et al., 2019) использовался электронный микроскоп, пределом обнаружения для которого является 100 нм, т.е. он не способен увидеть истин-

ные наночастицы от 1 до 100 нм. В нашем методе Лазерного Динамического Светорассеивания детектируются самые подвижные частицы, которые вносят наибольший вклад в Броуновское движение, а значит – и в светорассеивание. Наночастиц, выделяющихся из пластиковых пакетиков при их заваривании, огромное количество. Оно на много превышает количество частиц микропластика, диаметр которого от 1 до 10 мкм. Число частиц микропластика, указанное авторами (Hernandez et al., 2019), равно 11,6 млрд. из одного пакетика. Найденная нами концентрация наночастиц также позволяет определить их содержание в полученной суспензии. Рассчитанные нами концентрации для второго образца составляют 22,2 мг/л, что соответствует $3,2 \cdot 10^{19}$ частиц в литре. Т.к. объём воды, использованной нами для заваривания пакетиков, был равен объёму обычной чашки для чая (245 мл), то получается, что один чайный пакетик при заваривании выделил $7,9 \cdot 10^{18}$ наночастиц. Это число превышает число микрочастиц в 680 миллионов раз! Именно поэтому анализатор наночастиц и «не заметил» частицы микропластика, число которых составляет $1,5 \cdot 10^{-7}$ %. При этом отметим, что в первом образце микропластик всё-таки был детектирован прибором на самой границе предела обнаружения – в 0.01%. И микропластик в первом случае даже сделал свой вклад в среднюю массу и диаметр всех обнаруженных микрочастиц.

Однако, главным выводом можно считать то, что наночастиц размером 1,1–2 нм выделяется в сотни миллионов раз больше, чем частиц микропластика.

Неожиданным может показаться то, что наночастицы, выделяющиеся при заваривании пирамидальных чайных пакетиков, полностью совпадают по размерам с теми объектами, которые были обнаружены нами ранее в Коле и Пепси Коле (Корнилов & Роева, 2019). Их диаметр также лежал в области 1,1–2 нм, что соответствует по объёму 200–300 атомов углерода. Плотность их составляла 0.8–0.9 г/см³. Но по своей концентрации они значительно уступали наночастицам из чайных пакетиков: их было обнаружено не более 0,9 мг/ и $14 \cdot 10^{17}$ частиц в литре – т.е. в 23 раза меньше и по массе, и по количеству.

Можно предположить, что ранее обнаруженные нами в напитках наночастицы совершенно идентичны тем, что выделяются из пирамидальных чайных пакетиков. Однако пластик во втором случае подвергается термической обработке горячей водой, в связи с чем число выделившихся из него частиц не менее чем в 23 раза больше.

Выводы:

1. Впервые с помощью лазерного анализатора наночастиц «Zetatracs» определено наличие взвешенных микро и нано частиц в воде, полученной при заваривании чайных пакетиков в кипятке.
2. Ни в одном из трёх исследованных образцов пакетиков, сделанных из бумаги, выделившиеся нано и микрочастицы не обнаружены.
3. Из чайных пакетиков пирамидальной формы выделяется огромное количество наночастиц диаметром от 1 до 2 нм.
4. Число наночастиц пластика, выделяющихся из чайных пакетиков, в сотни миллионов раз превосходит число частиц микропластика.
5. По размерам наночастицы из пирамидальных чайных пакетиков полностью совпадают с объектами, обнаруженными ранее при исследовании некоторых безалкогольных сильногазированных напитков.
6. Число наночастиц, выделяющихся при термическом воздействии на пирамидальные чайные пакетики, не менее чем в 23 раза больше, чем число таких же наночастиц, обнаруженных в напитках.

Литература

- Корнилов, К.Н., & Роева, Н.Н. (2019). Определение содержания наночастиц пластика в питьевой воде и жидких пищевых продуктах. *Health, Food & Biotechnology*, 1(2). <https://doi.org/10.36107/hfb.2019.i2.s242>
- Корнилов, К. Н., Роева, Н. Н., Шатровский, Е. И., & Мокеев, В. И. (2020). Определение содержания взвешенных микрочастиц во фруктовых соках методом Лазерного Динамического Светорассеивания. В *Достижения вузовской науки 2020*, (с. 9–14). <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42376071>
- Корнилов, К. Н., Шатровский, Е. И., & Анисимов, Е. В. (2020). Определение содержания наночастиц пластика в безалкогольных напитках методом Лазерного Динамического Светорассеивания. В *Студенческие научные достижения*, (с. 9–14). <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42376601>
- Корнилов, К. Н., & Роева, Н. Н. (2020). Обнаружение частиц микропластика в растительных маслах. *Health, Food & Biotechnology*, 2(1). <https://doi.org/10.36107/hfb.2020.i1.s315>

- Корнилов, К.Н., Винник, А.О., & Шишонкова, Е.А. (2021). Определение содержания частиц микропластика в ржано-пшеничном хлебе разных сортов. В *Лучшая научно-исследовательская работа 2021*, (с. 8-13). <https://elibrary.ru/item.asp?id=45679026>
- Соринская, Е. А., & Корнилов, К. Н. (2019). Обнаружение липосом в компонентах для косметических кремов методом Лазерного Динамического Светорассеивания. В *Лучшая научно-исследовательская работа 2019 года*, (с. 21-25). <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=37216487>
- Eriksen, M., Lebreton, L., Carson, H., Thiel, M., Moore, C., Borrorro, J.C., Galgani, F., Ryan, P., & Reisser, J. (2014). Plastic pollution in the world's oceans: more than 5 trillion plastic pieces weighing over 250 000 tons afloat at sea. *PLoS ONE* 9, e111913. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0111913>
- Freud, P. J. (2011). Nanoparticle Sizing: Dynamic Light Scattering Analysis in the Frequency Spectrum Mode. Application №те. Provided by: Microtrac Inc. Particle Size Measuring Instrumentation, 54 p. <https://www.microtrac.com/applications/knowledge-base/dynamic-laser-light-scattering/>
- Hernandez, L. M., Xu, E. G., Larsson, H. C. E., Tahara, R., & Vimal, B. (2019). Maisuria Nathalie Tufenkji. Plastic Teabags Release Billions of Microparticles and Nanoparticles into Tea. *Environmental Science & Technology*, 53(21), 12300-12310. <https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/acs.est.9b02540>
- Luo, H., Zhao, Y., Li, Y., Xiang, Y., He, D., & Pan, X. (2020). Aging of microplastics affects their surface properties, thermal decomposition, additives leaching and interactions in simulated fluids. *Science of The Total Environment*, 714, 136862. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.136862>
- Nelms, S. E., Galloway, T. S., Brendan, J. G., Jarvis, D. S., & Lindeque, P. K. (2018). Investigating microplastic trophic transfer in marine top predators. *Environmental Pollution*, 238, 999-1007. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2018.02.016>
- Pike, E. R., & Abbissm, J. B. (1997). *Light Scattering and Photon Correlation Spectroscopy*. Kluwer Academic Publishers, <https://www.springer.com/gp/book/9780792347361>
- Speight, J. G., & Lange, N. A. (2005). *Lange's handbook of chemistry*. Edition 16. McGraw-Hill. <https://www.accessengineeringlibrary.com/content/book/9780071432207>

Determination of the Microplastic Particle Release by Tea Bags During Brewing

Kirill N. Kornilov¹, Nataliya N. Roeva¹

¹ Department of Chemistry and Ecotoxicology, Moscow State University of Food Production Moscow, Russia

Correspondence concerning this article should be addressed to Kirill N. Kornilov, Moscow State University of Food Production, 11 Volokolamskoe highway, Moscow, 125080, Russian Federation, e-mail: kornilovkn@mgupp.ru

The presence of microscopic particles of plastic (MP) in food is currently an urgent problem in the modern food industry and one of the main issues of food safety. However, there are no clear methods for the determination of such particles, nor methods for cleaning food products from them. In the present work, for the first time, the method of Dynamic Laser Light Scattering (DLS) was used to determine the plastic nanoparticles from tea bags when they were boiled in boiling water. It has been established that some of the studied samples of sachets release a huge amount of such nanoparticles into water. Moreover, hundreds of millions of nanoparticles are released per one microscopic particle. Pyramidal tea bags release a huge amount of nanoparticles with a diameter of 1 to 2 nm. The number of nanoparticles released during thermal action on pyramidal tea bags is at least 23 times greater than the number of the same nanoparticles that we have previously found in some drinks.

Keywords: Dynamic Laser Light Scattering, microplastic, nanoparticles, tea bags.

References

- Kornilov, K.N., & Roeva, N.N. (2019). Determination of the content of plastic nanoparticles in drinking water and liquid food products. *Health, Food & Biotechnology*, 1(2). <https://doi.org/10.36107/hfb.2019.i2.s242>
- Kornilov, K. N., Roeva, N. N., Shatrovsky, E. I., & Mo-keev, V. I. (2020). Determination of the content of suspended microparticles in fruit juices by the method of Laser Dynamic Light Scattering. In *Dostizheniya vuzovskoy nauki 2020* [Achievements of University Science 2020], (pp. 9-14). <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42376071>
- Kornilov, K. N., Shatrovsky, E. I., & Anisimov, E. V. (2020). Determination of the content of plastic nanoparticles in soft drinks by the method of Laser Dynamic Light Scattering. In *Studencheskie nauchnye dostizheniya* [Student Scientific Achievement], (c. 9-14). <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42376601>
- Kornilov, K. N., & Roeva, N. N. (2020). Detection of microplastic particles in vegetable oils. *Health, Food & Biotechnology*, 2(1). <https://doi.org/10.36107/hfb.2020.i1.s315>
- Kornilov, K. N., Vinnik, A. O., & Shishonkova, E. A. (2021). Determination of the content of microplastic particles in rye-wheat bread of different varieties. In *Luchshaya nauchno-issledovatel'skaya rabota 2021* [Best Research Paper 2021], (pp. 8-13). <https://elibrary.ru/item.asp?id=45679026>
- Sorinskaya, E. A., & Kornilov, K. N. (2019). Detection of liposomes in cosmetic cream ingredients by Laser Dynamic Light Scattering. In *Luchshaya nauchno-issledovatel'skaya rabota 2021* [Best Research Paper 2019], (pp. 21-25). <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=37216487>
- Eriksen, M., Lebreton, L., Carson, H., Thiel, M., Moore, C., Borerro, J.C., Galgani, F., Ryan, P., & Reisser, J. (2014). Plastic pollution in the world's oceans: more than 5 trillion plastic pieces weighing over 250 000 tons afloat at sea. *PLoS ONE* 9, e111913. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0111913>
- Freud, P. J. (2011). Nanoparticle Sizing: Dynamic Light Scattering Analysis in the Frequency Spectrum Mode. Application №te. Provided by: Microtrac Inc. Particle Size Measuring Instrumentation, 54 p. <https://www.microtrac.com/applications/knowledge-base/dynamic-laser-light-scattering/>
- Hernandez, L. M., Xu, E. G., Larsson, H. C. E., Tahara, R., & Vimal, B. (2019). MaisuriaNathalie Tufenkji. Plastic Teabags Release Billions of Microparticles and Nanoparticles into Tea. *Environmental Science & Technology*, 53(21), 12300-12310. <https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/acs.est.9b02540>

- Luo, H., Zhao, Y., Li, Y., Xiang, Y., He, D., & Pan, X. (2020). Aging of microplastics affects their surface properties, thermal decomposition, additives leaching and interactions in simulated fluids. *Science of The Total Environment*, 714, 136862. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.136862>.
- Nelms, S. E., Galloway, T. S., Brendan, J. G., Jarvis, D. S., & Lindeque, P. K. (2018). Investigating microplastic trophic transfer in marine top predators. *Environmental Pollution*, 238, 999-1007. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2018.02.016>
- Pike, E. R., & Abbiss, J. B. (1997). *Light Scattering and Photon Correlation Spectroscopy*. Kluwer Academic Publishers, <https://www.springer.com/gp/book/9780792347361>
- Speight, J. G., & Lange, N. A. (2005). *Lange's handbook of chemistry*. Edition 16. McGraw-Hill. <https://www.accessengineeringlibrary.com/content/book/9780071432207>

Разработка технологии субстанции для производства остеоиндуктивных материалов

Компанцев Дмитрий Владиславович¹, Иваницкая Яна Александровна¹

¹ *Пятигорский медико-фармацевтический институт филиал Волгоградского медицинского университета, 357532, Россия, Пятигорск, ул. Калинина 11*

Корреспонденция, касающаяся этой статьи, должна быть адресована Компанцеву Д.В., Пятигорский медико-фармацевтический институт филиал Волгоградского медицинского университета, 357532, Россия, Пятигорск, ул. Калинина 11, e-mail: d.v.kompancev@pmedpharm.ru

Разработана технология получения остеопластического материала, состоящего из порошка натуральной костной ткани, в составе препарата присутствуют гидроксиапатит и трикальцийфосфатные соединения, а также комплекс минеральных веществ. Одной из наиболее актуальных проблем травматологии и ортопедии, хирургической стоматологии и челюстно-лицевой хирургии, является проблема лечения пациентов с большими костными дефектами. Отличительная особенность таких дефектов – недостаточная выраженность естественных восстановительных процессов костной ткани. Актуальность работы проявляется в наличии острой проблемы разработки технологии получения костных блоков с целью дальнейшего использования в качестве конкурентно способного на мировом рынке остеоиндуктивного материала полностью биоинертного и биосовместимого с тканями организма для пластического возмещения костных дефектов челюстных костей. Полученный материал представлял собой сложную структурированную систему, состоящую из специально обработанной костной ткани, полученной от убойных животных (бычки возраст до 12-18 месяцев), содержащим биоусвояемый кремний и ряд биологически активных соединений, стимулирующих репаративные процессы в костной ткани. Разработана оптимальная технологическая схема получения остеиндуктивного материала. Оптимизирован состав и основные стадии разработанной технологии. Костный материал, полученный с использованием разработанной технологии, использован в дальнейших исследованиях по разработке сложных лекарственных форм, оказывающих остеиндуктивное действие.

Ключевые слова: остеогенез, костная пластика, остеопластический материал.

Введение

Проанализированные научные публикации, посвящённые костно-заместительным материалам, применяемым в челюстно-лицевой хирургии для регенерации костной ткани, показали, что остеиндуктивные материалы отечественного производства не в полной мере отвечают запросам врачебного сообщества, что определяет необходимость дальнейших разработок в этом направлении (Борисенко, 2017). Импортные аналоги эффективнее отечественных препаратов, но их стоимость значительно снижает финансовые возможности ЛПУ страны, а также не доступна большей части граждан, нуждающихся в подобного рода вмешательствах (Livada, 2017; Zhang, 2017). Актуальность разработки нового остеиндуктивного костного материала подтверждена тем, что несмотря на много-

образии остеопластических материалов различного содержания и свойств, на сегодняшний день среди них нельзя выделить универсального (Бычков и соавт., 2018; Павленко и соавт., 2018). Кроме того, отсутствие комплекса оптимальных пластических материалов с остеиндуктивным свойством определяет необходимость дальнейших исследований в этом перспективном направлении (Ешиев, 2016).

На сегодняшний день на рынке представлен ограниченный ассортимент остеозамещающих материалов, применяемых в челюстно-лицевой хирургии, хирургической стоматологии и травматологии в целом. Среди импортных материалов ведущее место занимают Bio-Oss (Швейцария), Osteo-Biol (Италия). Эти препараты имеют процент приживаемости на уровне 98% и выше, но стоимость их в разы превышает цену отечественных препаратов аналогичного профиля (Опанасюк, 2017).

Отечественные остеоиндуктивные материалы относительно недороги (500-1500 руб. доза), но имеют существенные недостатки:

- недостаточную пластичность;
- низкий уровень биосовместимости материала.

Таким образом, целью исследования была разработка технологии получения костных блоков для дальнейшего использования в технологии получения конкурентно способного на мировом рынке остеоиндуктивного материала полностью биоинертного и биосовместимого с тканями организма для пластического возмещения костных дефектов челюстных костей.

Материалы и методы

Материалы

Основным материалом для проведения исследований послужили трубчатые кости убойных бычков.

Методика исследования

Диафиз бедренной кости очищали от мышц, связок и отпиливали кортикальные слои, обнажая губчатую кость. Губчатую костную ткань измельчали до размера частиц 1-1,5 см³. Затем блоки костной ткани помещали в 2% раствор хлорида натрия на 24 часа, промывали водой, помещали для гидролиза в 0,4 н. раствор гидроксида натрия на 24 часа, затем гидролизат сливали, блоки промывали дистиллированной водой до полной нейтрализации гидроксида натрия. После отмывки блоков проводили обезжиривание в хлороформе и ацетоне в течение 48 часов, после чего блоки промывали вновь водой, очищенной при постоянном помешивании магнитной мешалкой. Выполняли промежуточный контроль – окрашивание блоков Суданом на наличие жира и липопротеинов. Критерием перехода к следующему технологическому этапу служило получения отрицательного результата реакции (Kompantsev, 2020).

Оборудование

Для измельчения костных блоков использовали молотковую мельницу. Отмывку полученных блоков проводили в реакторах снабженных магнитной мешалкой. Костные блоки после промывки прокачивали в муфельной печи, равномерно повышая температуру от 100 до 300°C в течение 5 часов. Финишное измельчение материала проводили на ультразвуковой мельнице.

Процедура исследования

Проводили промежуточный контроль – на белок по Лоури-Барнстеду. Критерием для перехода к следующему технологическому процессу служил отрицательный результат реакции.

Далее выполняли промежуточный качественный контроль на минеральный компонент. Для чего навеску полученных блоков в количестве 1 грамм помещали в пробирку с 10 мл 1% раствора H₂SO₄. Полученные блоки растворялись без остатка и без осадка.

Полученный таким образом полупродукт, удовлетворяющий требованиям, представлял собой блоки костного минерального компонента кремового цвета, состоящие из соединения природного гидроксиапатита с фосфатами и карбонатами.

Полученные блоки измельчали до порошкообразного состояния и стерилизовали при температуре 180°C – 30 минут (Kompantsev, 2020).

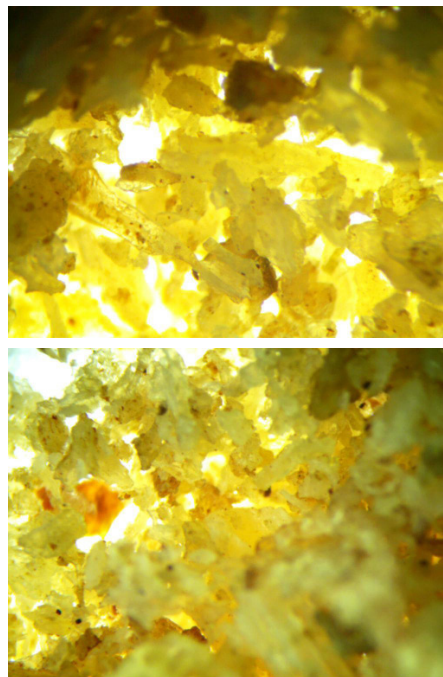
Результаты

Итог 1

Измельченный и стандартизированный костный порошок (рис.1) представлял собой мелкие кусочки губчатой ткани кости, белого или кремового оттенка.

Рисунок 1

Микроскопия полученного материала

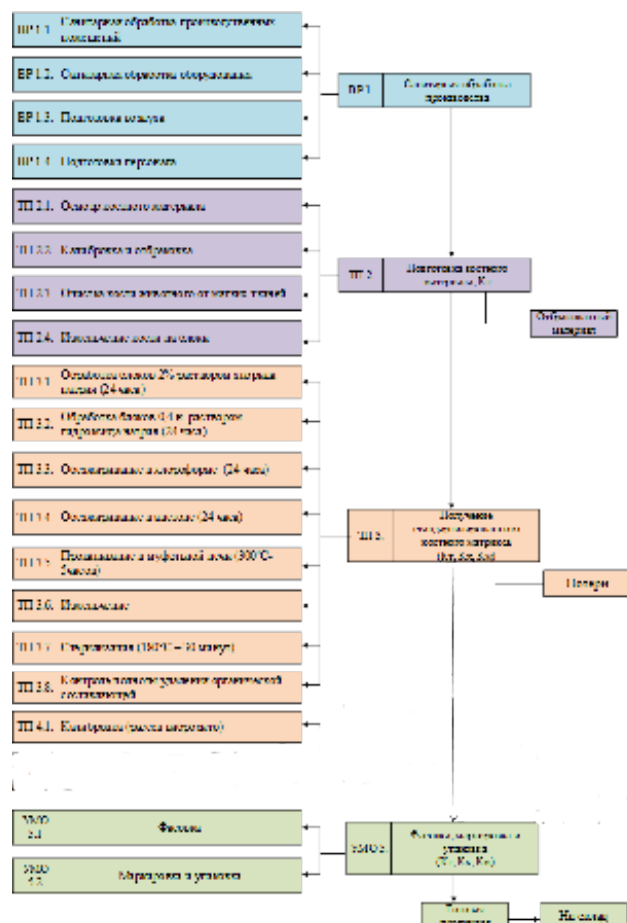


Итог 2

Разработана технология получения остеопластического материала на основе натурального костного материала бычков.

Схема 1

Технологическая схема получения стандартизированного костного материала



Результаты и их обсуждение

Для создания препарата использовали костный минеральный компонент в форме порошка, состоящего из костных блоков.

Участок бедренной кости убойных бычков очищали, промывали и освобождали от органических компонентов (белки, липиды) по методике, описанной выше. Далее выполняли качественную реакцию на минеральный компонент. Для чего растворяли навеску костного материала весом 1 грамм в 10 мл 1%-го H_2SO_4 .

Положительным результатом реакции являлось полное растворение костных блоков.

Полученные таким образом блоки костного минерального компонента – блоки кремового цвета, состоящие из соединения природного гидроксипатита с фосфатами и карбонатами.

Полученные блоки измельчали на ультразвуковой мельнице до порошкообразного состояния и стерилизовали при температуре 180°C – 30 минут (рис.2).

Рисунок 3

Образец разработанного остеопластического материала на основе губчатой кости животных



Выводы

Разработана технология получения нового материала (схема 1). Это остеопластический материал, состоящий из порошка натуральной костной ткани молодых бычков (губчатая ткань), в составе препарата присутствуют гидрок시아патит и трикальцийфосфатные соединения, а также комплекс минеральных веществ и витаминов, стимуляторов регенерации. Разработанный материал является основной субстанцией для создания сложных структурированных препаратов для костнозамещающей терапии.

Финансовая поддержка

Финансирование работ осуществляется за счёт средств, выделяемых бюджетом института

Представленные в статье результаты научно-исследовательской деятельности являются отдельным этапом реализации плана научной работы кафедры фармацевтической технологии с курсом медицинской биотехнологии ПМФИ.

Литература

Борисенко, А. В., Кодлубовский, Ю. Ю., & Вит, В. В. (2017). Гистологическое исследование регенерации костной ткани нижней челюсти при

- воздействии трикальций фосфата и гиалуроновой кислоты. *Вестник Стоматологии*, 1(90), 6-10.
- Бычков, А. И., Долинер, М. Э., & Ситдикова, А. И. (2018). Изучение остеоиндуктивной активности рекомбинантного морфогенетического белка кости (rhbmp-2) в составе остеопластического материала на основе деминерализованного матрикса в эксперименте. *Врач-аспирант*, 59(4.2), 290-299.
- Ешиев, А. М., & Ешиев, Д. А. (2016). Влияние на репаративную регенерацию костной ткани челюстей остеорегенераторных материалов, синего света и электровибромассажа. *Фундаментальные исследования*, 2(ч.1), 61-64.
- Опанасюк, И. В., & Опанасюк, Ю. В. (2017). Костнопластические материалы в современной стоматологии. Алло-пластические материалы. *Современная стоматология*, 3, 101-105.
- Павленко, А. В., Горбань, С. А., Илык, Р. Р., & Штеренберг А. (2018). Остеопластические материалы в стоматологии: прошлое, настоящее, будущее. *Современная стоматология*, 4, 103-109.
- Скулан А., & Йенсен С. (2005). Биоматериалы для реконструктивного лечения внутрикостных пародонтальных дефектов. *Костные материалы и заменители кости*, 1, 21-31.
- Kompantsev, D., Chahirova, A., Yusupov, R., & Shabanova, N. (2020). Creating osteoplastic materials to repair jaw bones defects. *Archiv euromedica*, 10(4), 163-166.
- Livada, R., Fine, N., & Shiloah, J. (2017). Root amputation: a new look into an old procedure. *New York State Dental Journal*, 80(4), 24.
- Zhang, W., Zhang, Z., Chen, S., Macri, L., Kohn, J., & Yelick, P. C. (2016). Mandibular jaw bone regeneration using human dental cell-seeded tyrosine-derived polycarbonate scaffolds. *Tissue engineering. Part A*, 22(13-14), 985-993. <https://doi.org/10.1089/ten.TEA.2016.0166>

Development of Substance Technology for the Production of Osteoinductive Materials

Dmitry V. Kompantsev¹, Yana A. Ivanitskaya¹

¹ Pyatigorsk Medical and Pharmaceutical Institute – branch of Volgograd State Medical University, 11, Kalinin ave., Pyatigorsk, Russia, 357532

Correspondence concerning this article should be addressed to Dmitry V. Kompantsev, Pyatigorsk Medical and Pharmaceutical Institute – branch of Volgograd State Medical University, 11, Kalinin ave., Pyatigorsk, Russia, 357532, e-mail: d.v.kompantsev@pmedpharm.ru

A technology has been developed for obtaining an osteoplastic material consisting of a powder of natural bone tissue, the preparation contains hydroxyapatite and tricalcium phosphate compounds, as well as a complex of minerals. One of the most urgent problems of traumatology and orthopedics, surgical dentistry and maxillofacial surgery is the problem of treating patients with large bone defects. A distinctive feature of such defects is the insufficient severity of the natural regenerative processes of bone tissue. Thus, the development of a technology for obtaining bone blocks for further use as a fully bioinert and biocompatible osteoinductive material on the world market that is fully bioinert and biocompatible with body tissues for plastic compensation of bone defects of the jaw bones is relevant. The resulting material was a complex structured system consisting of specially treated bone tissue obtained from slaughter animals (bulls up to 12-18 months of age), containing bioavailable silicon and a number of biologically active compounds that stimulate reparative processes in bone tissue. An optimal technological scheme for obtaining an osteoinductive material has been developed. The composition and main stages of the developed technology have been optimized. Bone material accumulated using the developed technology was used in further research on the development of complex dosage forms that have an osteoinductive effect.

Key words: osteogenesis, bone grafting, osteoplastic material.

References

- Borisenko, A. V., Kodlubovsky, Yu. Yu., & Vit, V. V. (2017). Histological study of the regeneration of the bone tissue of the lower jaw under the influence of tricalcium phosphate and hyaluronic acid. *Vestnik Stomatologii* [Bulletin of Dentistry], 1(90), 6-10.
- Bychkov, A. I., Doliner, M. E., & Sitdikova, A. I. (2018). Experimental study of the osteoinductive activity of the recombinant bone morphogenetic protein (rhbmp-2) as part of an osteoplastic material based on a demineralized matrix. *Vrach-aspirant* [PhD student], 59(4.2), 290-299.
- Eshiev, A. M., & Eshiev, D. A. (2016). Influence on the reparative regeneration of the bone tissue of the jaws of osteoregenerator materials, blue light and electric vibration massage. *Fundamental'nye issledovaniya* [Basic Research], 2(part 1), 61-64.
- Opanasyuk, I. V., & Opanasyuk, Y. V. (2017). Osteoplastic materials in modern dentistry. Alloplastic materials. *Sovremennaya stomatologiya* [Modern Dentistry], 3, 101-105.
- Pavlenko, A. V., Gorban, S. A., Ilyk, R. R., & Shterenberg A. (2018). Osteoplastic materials in dentistry: past, present, future. *Sovremennaya stomatologiya* [Modern Dentistry], 4, 103-109.
- Sculan A., & Jensen S. (2005). Biomaterials for reconstructive treatment of intraosseous periodontal defects. *Kostnye materialy i zameniteli kosti* [Bone materials and bone substitutes], 1, 21-31.
- Kompantsev, D., Chahirova, A., Yusupov, R., & Shabanova, N. (2020). Creating osteoplastic materials to repair jaw bones defects. *Archiv euromedica*, 10(4), 163-166.
- Livada, R., Fine, N., & Shiloah, J. (2017). Root amputation: a new look into an old procedure. *New York State Dental Journal*, 80(4), 24.
- Zhang, W., Zhang, Z., Chen, S., Macri, L., Kohn, J., & Yellick, P. C. (2016). Mandibular jaw bone regeneration using human dental cell-seed tyrosine-derived polycarbonate scaffolds. *Tissue Engineering. Part A*, 22(13-14), 985-993. <https://doi.org/10.1089/ten.TEA.2016.0166>

Исследование содержания веществ-антиоксидантов в плодоовощном сырье Самарского региона

Алексашина Софья Анатольевна¹, Макарова Надежда Викторовна¹

¹ ФГБОУ ВО «Самарский Государственный Технический университет, г. Самара, Россия

Корреспонденция, касающаяся этой статьи, должна быть адресована Алексашиной С.А., ФГБОУ ВО «СамГТУ», ул. Молодогвардейская 244, главный корпус, г. Самара, Россия, 4431006, e-mail: vsasofi@rambler.ru, rector@samgtu.ru

Фрукто-ягодное и овощное сырье – незаменимый пункт в питании человека. На данном этапе развития мировой селекции на первый план выходят не только органолептические показатели растений, но и их химический состав. В связи с возрастающим интересом к влиянию антиоксидантов на здоровье человека ученые селекционеры все чаще обращают свое внимание на изучение их сравнительного содержания в фрукто-ягодном и овощном сырье. Приводятся результаты исследования влияния сортности растительного сырья на накопление веществ, проявляющих антиоксидантную активность (фенолы, флавоноиды, каротиноиды). Однако данный вопрос слабо изучен в отношении местного сырья. Соответственно целью настоящей исследовательской работы является получение сведений о влиянии таких факторов как вид и сорт фрукто-ягодного и овощного сырья, характерного для среднего Поволжья, на уровень веществ, обладающих антиоксидантной активностью (фенолы, флавоноиды, каротиноиды). В качестве объектов исследования выбраны популярные овощи и плоды, культивируемые и дикорастущие на территории Самарского региона. В экстрактах анализируемых образцов определялось общее содержание фенольных веществ по методу с использованием реактива Folin-Ciocalteu, флавоноидов по методу, основанному на формировании флавоноид-алюминиевого комплекса. Содержание каротина определялось согласно ГОСТ 8756.22-80 с использованием в качестве экстрагентов ацетона и гексана. Результаты исследования показали, что вид и сорт растительного сырья являются факторами, непосредственно влияющими на накопление изучаемых веществ. В большей степени, полученные результаты касаются сортов перца сладкого свежего, тыквы продовольственной свежей, шиповника. Значительное варьирование содержания каротина было зафиксировано у образцов тыквы: от 1,20 до 4,90 мг %. Среди объектов исследований в качестве источника фенольных веществ и каротиноидов для предприятий пищевой и фармацевтической промышленности рекомендуется использовать плоды лесного шиповника. Полученные результаты могут послужить основой при селекционной работе, направленной на получение новых сортов фрукто-ягодного и овощного сырья. Работа выполнена в рамках государственного задания на фундаментальные исследования ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет» № 0778-2020-0005. Работа выполнена в рамках государственного задания на фундаментальные исследования ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет» № 0778-2020-0005.

Ключевые слова: фенолы, флавоноиды, каротиноиды, антиоксидантная активность, сорт, перец сладкий, тыква, морковь, кукуруза, облепиха, шиповник

Введение

Численность населения земного шара, согласно прогнозам ученых к 2050 году достигнет около 9,2 миллиарда человек. Для решения назревающей проблемы – обеспечения человечества безопасными

продуктами питания – производство сельскохозяйственных культур должно вырасти в среднем на 70%. Высокая урожайность, богатый химический состав и стойкость к заболеваниям растений во многом зависит не только от условий их культивирования, но и от такого понятия, как сортность (Enfissi, 2021).

Селекция сельскохозяйственных культур позволяет адаптировать их к различным условиям выращивания, получить продукты с повышенным содержанием биологически активных веществ, а так же улучшить органолептические свойства сырья. Первый в истории искусственный гибрид был создан в начале XX века путем скрещивания гвоздик: *Dianthus caryophyllus* и *D. Barbatus*. Это событие послужило толчком для начала систематического выращивания культур с целью улучшения их свойств (Pantelic, 2016).

В настоящее время ученые-селекционеры расширяют существующие генетические вариации, выбирая в качестве родителей растения с наилучшими характеристиками физико-химических и органолептических показателей (Kaisera, 2020; Anders, 2021; Bhatta, 2021).

Многочисленные исследования плодово-ягодного и овощного сырья свидетельствуют о различиях в содержании одних и тех же соединений между сортами и группами. Так, исследование фенольного профиля тринадцати различных сортов винограда позволило выявить присутствие 3,5-о-дигексозида мальвидина в кожуре ягод сортов *Merlot*, *Cabernet Franc*, *Shiraz*, *Sangiovese*, *Pinot Noir* и *Prokupac*, нетипичных для исследуемых ранее сортов культивируемого винограда (Pantelic, 2016). Исследования ягод голубой жимолости (*Lonicera caerulea*) четырех сортов (*Wild* (дикая жимолость), *Beilei*, No. 1 и No. 2) показали высокую степень различия в содержании фенольных веществ и антоцианов, антирадикальной активности в различных сортах ягод. Наиболее высокое содержание полифенолов, антоцианов и наивысшую антирадикальную активность показали сорта *Wild* (дикая жимолость), наименьшее – ягоды сорта №2 (Wan, 2016).

Современное состояние окружающей среды, низкое качество продуктов питания, использование синтетических пищевых добавок в технологическом процессе и многие другие негативные факторы оказывают существенное влияние на образование свободных радикалов в организме человека.

Свободные радикалы – неустойчивые химические соединения, имеющие один или несколько не спаренных электронов. Они опасны своей высокой реакционной способностью, которая приводит к ускорению процессов окисления, разрушающих молекулярную основу клетки. Эти изменения могут вызывать патологические состояния тканей организма человека. Соединения, способные связывать неспаренные электроны частиц свободных радикалов, и как следствие ингибировать про-

цессы окисления, называют антиоксидантами. Их наиболее перспективными источниками считаются растительные объекты: фрукты, плоды, ягоды, овощи, травы и т.д.

Большая часть исследований антиоксидантной активности плодово-ягодного и овощного сырья принадлежит иностранным ученым. Так анализ результатов изучения четырех наиболее популярных сортов облепихи: *Sinensis*, *Yunnanensis*, *Mongolica* и *Turkestanica* (Guo, 2016; Dong, 2017) показал, что наивысшее общее содержание фенольных соединений ($38,7 \pm 1,3$ мг галловой кислоты / 100 г исходного сырья) и соответствующую общую антиоксидантную активность показали ягоды сорта *Sinensis* (Ghasemnezhad, 2011).

Исследованы различия в химическом составе пяти сортов перца сладкого разного цвета (*Arian* (оранжевый), *Marona* (фиолетовый), *Zorro* (темно-фиолетовый), *Y-43-09* (красный) и *Y-43-07* (желтый)). Содержание флавоноидов кверцетина и катехина сильно варьировалось среди сортов на всех стадиях зрелости. Причем в части сортов их содержание увеличилось в процессе созревания, а в других – уменьшалось. Наибольшим содержанием кверцетина и катехина характеризовался сорт *Zorro* с темно-фиолетовыми плодами (Du, 2012).

На территории нашей страны также ведутся работы по выведению перспективного сортового плодово-ягодного и овощного сырья. Всего в реестре сортов, допущенных к использованию на территории России, насчитывается около 25 тыс. наименований. В 2018 году ученые из Омского государственного аграрного университета вывели сорт пшеницы «Сова» с фиолетовыми зернами, богатой антоцианами, что и обуславливает её необычный цвет (Потоцкая, 2020).

Таким образом, возрастающий интерес к влиянию антиоксидантов на здоровье человека побуждает исследователей в области пищевой промышленности и садоводства изучать их сравнительное содержание в плодово-ягодном и овощном сырье. Согласно литературным данным, процент биологически активных веществ может быть сохранен или увеличен за счет разработки новых сортов и групп, улучшения методов сбора урожая, а также условий хранения (Cömert, 2020).

Каротиноиды – растительные пигменты, которые придают плодам и овощам цвет от желтого до красного. Наиболее распространенными и важными для организма человека каротиноидами являются: ликопин, β -каротин, α -каротин, лютеин, зеаксантин и

β-криптоксантин (Rowles, 2020). Каротиноиды обладают антиоксидантной активностью и используются в качестве поглотителей свободных радикалов, уменьшают перекисное окисление липидов и снижают губительное воздействие окислительного стресса (Lintig, 2019; Jashari, 2021).

Растения способны синтезировать огромное количество фенольных соединений, что является для них характерной особенностью. Данные соединения защищают растительные клетки от стрессовых факторов окружающей среды, за счет чего их содержание увеличивается. Фенолы задействованы в таких процессах жизнедеятельности растений, как опыление, аллелопатия, развитие семян, экранирование ультрафиолета. Наиболее изученными фенольными соединениями, растворимыми в воде считаются флавоноиды – производные флавана. Для организма человека фенольные соединения в первую очередь важны в качестве ингибиторов свободнорадикального окисления (Arruda, 2020; Серба, 2018).

Однако проведенный анализ литературных источников показал что, несмотря на доказанную пользу для клеточной структуры организма человека, антиоксидантные функции растений остаются достаточно слабо изучены.

Цель настоящей исследовательской работы заключается в получении сведений о влиянии таких факторов как вид и сорт плодово-ягодного и овощного сырья, характерного для среднего Поволжья, на уровень веществ, обладающих антиоксидантной активностью (фенолы, флавоноиды, каротиноиды).

Для достижения поставленной цели необходимо решить ряд задач:

1. Определить общее содержания фенолов в выбранных объектах исследования;
2. Определить содержание флавоноидов в выбранных объектах исследования;
3. Определить содержание каротина в выбранных объектах исследования;
4. Произвести анализ полученных данных и сделать выводы о влиянии вида и сорта плодового и овощного сырья на содержание веществ-антиоксидантов.

Материалы и методы

Материалы

Образцы овощного сырья (перец сладкий свежий, тыква продовольственная свежая, морковь столо-

вая свежая, кукуруза сахарная) были выращены при благоприятных для данных культур погодных условиях на территории Самарской области Волжского района и собраны во второй половине августа сезона 2020 года. Плоды облепихи свежей и шиповника лесного были собраны на территории Самарской области Красноярского района в первой половине сентября сезона 2020 года.

Перец сладкий свежий (*Capsicum annuum* L.) является одной из наиболее распространенных овощных культур известной в мире. Его плоды богаты витаминами группы В, Е, Р, РР, а так же веществами-антиоксидантами – фенолами, флавоноидами (кверцетины, катехины), аскорбиновой кислотой и т.д.

Тыква продовольственная свежая (*Cucurbita*) богата минеральными солями: калия (170–380 мг/100 г), железа (0,4–0,8 мг/100 г), кальция (25–40 мг/100 г), фосфора (25 мг, мг/100 г). За счет высокого содержания биологически активных веществ широко используется для профилактики различных заболеваний, таких как гипертония, ожирение, туберкулез, онкология и тд. Тыква считается богатым источником каротина – в среднем его содержание может достигать 16–17 мг/100 г (Типсина, 2013).

Морковь столовая свежая (*Daucus carota* subsp. *sativus*) – культивируемый на обширных территориях корнеплод. Употребляют его не только в термически обработанном, но и в свежем виде. Морковь содержит каротиноиды, минералы и некоторые фенольные антиоксиданты (Li, 2021).

Кукуруза сахарная (*Zea mays* L.) – популярная сельскохозяйственная культура. В состав её зерновок входят витамины А, группы В, Е, Н (биотин), кальция, магний, фосфор, калий, натрий, железо, йод, а также золото, которое помогает нормализации гормональных процессов в организме и укрепляет иммунитет человека (Чумаков, 2019). Благодаря работе ученых селекционеров разновидности кукурузы в разной степени ингибируют синтез крахмала в зернах, что приводит к накоплению большего количества растворимых сахаров (фруктоза и сахароза).

Плоды облепихи свежие (*Hippophae* L.) – источник ценного растительного масла, обладающего противовоспалительным эффектом. Они богаты природными антиоксидантами, наиболее высоким содержанием характеризуются фенолы, флавоноиды, аскорбиновая кислота, токоферолы, жирные кислоты, каротиноиды и органические кислоты (Земцова, 2019).

Плоды шиповника (*Rosa L.*) нашли широкое применение в качестве лекарственного и пищевого компонента. Доказана его эффективность в уменьшении риска сердечнососудистых заболеваний, раковых опухолей, а также профилактике недостатка витамина С при употреблении плодов в сыром виде (Korkmaz, 2018; Saricaoglu, 2013).

Методы

Для исследования объектов на содержание веществ, проявляющих антиоксидантную активность были выбраны методы анализа утвержденные ГОСТ. Исследование объектов проводили на фотоколориметре КФК фотометрическим методом. При анализе проб использовались кюветы толщиной слоя жидкости 10 мм.

Из анализируемых образцов получали экстракты при соотношении 1:5 и 1:10 (сырье: 50%-ный этанол) в зависимости от предполагаемого содержания веществ-антиоксидантов. Опыты проводились в трехкратной повторности.

Методика исследования

Оборудование

В качестве основного оборудования для определения показателей антиоксидантной активности экстрактов, изготовленных из объектов исследования использовали фотометр КФК-3-01 (ЗОМЗ). Данный прибор способен измерять измерение пропускания и оптической плотности на фиксированных длинах волн, а так же осуществлять кинетические измерения на фиксированной длине волны.

Инструменты

Для создания модели данных и их подсчета использовали Microsoft Excel.

Методы

Определение общего содержания фенольных веществ проводилось по методу с использованием реактива Folin-Ciocalteu. Фенолы связываются с белковыми веществами, при этом окисляются и осаждаются реактивом Folin-Ciocalteu с изменением цвета. При этом наблюдалась реакция Фолина-Чокальтеу: реактив восстанавливается в щелочной среде при наличии фенольных соединений до оксидов с образованием голубой окраски. Содержание фенолов в прозрачном растворе

было определено при длине волны 725 нм и выражено в виде мг галловой кислоты (GAE) / 100 г.

Метод определения общего содержания флавоноидов основан на формировании флавоноид-алюминиевого комплекса. Суммарное содержание флавоноидов выражено как эквивалент мг катехина/100 г исходного вещества по калибровочной кривой.

Содержание каротина определялось по ГОСТ 8756.22-80 «Продукты переработки плодов и овощей Метод определения каротина» с использованием в качестве экстрагентов ацетона и гексана.

Результаты и их обсуждение

При анализе литературных данных было выявлено, что до определенного времени к плодово-ягодному и овощному сырью, полученному в результате селекции, предъявлялись требования по высокой урожайности, пригодности для различных почвенно-климатических районов страны, сахаристости, умеренной кислотности, размеру и привлекательному внешнему виду. По прогнозам ученых к 2050 году возникнет серьезная проблема, заключающаяся в дефиците растительных продуктов, чей химический состав оказывал бы положительный эффект на организм человека. В связи с этим, а так же учитывая ухудшение экологической обстановки окружающей среды, значительно поменялся подход к производству плодово-ягодного и овощного сырья – объекты должны не только отвечать высокой органолептической оценке, но и иметь химический состав, с высоким содержанием определенных веществ – минералов, витаминов, ферментов и т.д.

На Консультации экспертов ВОЗ/ФАО была выдвинута рекомендация о потреблении свежих овощей и фруктов свыше 400 г в сутки для улучшения общего состояния здоровья и снижения риска возникновения заболеваний неинфекционной природы*.

По данным Всемирной организации здравоохранения на неинфекционные заболевания приходится более двух третей (68%) смертей во всем мире, при этом более 40% из них составили случаи преждевременной смерти лиц в возрасте до 70 лет. Согласно результатам исследований Российских и зарубежных ученых биологическая связь между потреблением фруктов, овощей и рисками заболеваемости представляет большой интерес: вещества антиоксиданты обеспечивают явный

защитный эффект для организма от последствий воздействия неблагоприятных факторов¹.

В представленной работе определялось содержание фенольных веществ (ФВ, мг GAE/100 г ИВ), флавоноидов (Фл, мг К/100 г ИВ), каротиноидов (мг %) в овощах и плодах различных сортов, культивируемых на территории Самарского региона. Результаты исследований отражены в Таблице 1.

Содержание веществ, обладающих антиоксидантной активностью (фенольные вещества, флавоноиды, β-каротин) в сортофоне плодового и овощном сырье

При воздействии стрессовых факторов на растения в них начинается интенсивное новообразование фенольных соединений, сопровождающееся окислительной конденсацией. Полученные данные позволяют предположить, что такие сорта и группы как, Белоснежка, Братец Лис, а так же шиповник лесной были более подвержены воздействию неблагоприятных факторов окружающей

среды. Согласно данным Гидрометцентра среднегодовая температура воздуха в Самарской области в год сбора образцов составила +6,2 градуса, что выше нормы на 1,5 °С.

Оценка содержания флавоноидов в объектах исследования выявила значительный уровень данного показателя у образцов шиповника лесного: от 229 до 442 мг катехина/100 г исходного сырья, что превышает полученные данные у других образцов в среднем в 10 раз. Многочисленные исследования показали, что представленные соединения оказывают капилляроукрепляющее, спазмолитическое, антистрессовое, противовоспалительное, антигрибковое, антибактериальное, противовирусное, противоязвенное, антитоксическое, антиаллергическое, антиатеросклеротическое, антиаритмическое, антигипертензивное, иммуномодулирующее, антиканцерогенное, нефропротекторное, эстрогеноподобное, гепатопротекторное действие на организм человека (Зверев, 2019; Зверев, 2017; Загорулько, 2018). Установленные свойства флавоноидов позволяют использовать их в качестве лекарственных средств, которые не проявляют

Таблица № 1

Наименование объекта	Определяемый показатель		
	Общее содержание фенолов мг (GAE)/100 г	Общее содержание флавоноидов, мг К/100 г	Содержание каротина, мг %
Перец сладкий свежий:			
Белоснежка	7	74	1,32
Братец Лис	273	21	0,30
Звезда Востока Оранжевый	262	57	0,60
Тыквы продовольственная свежая:			
Изящная			
Барбара F1	55	10	1,20
Россиянка	75	63	4,10
	59	30	4,90
Морковь столовая свежая:			
Амстердамска	39	18	3,95
Лаура F1	48	34	2,45
Кукуруза сахарная:			
Сахарный початок	102	47	5,2
Сахарная	64	32	4,8
Плоды облепихи свежие:			
Клавдия	30	22	2,12
Великан	24	16	3,15
Плоды шиповника:			
Лесной	563	398	4,2
<i>Rosa spinosissima L.</i>	234	442	3,0
Юбилейный	270	229	5,2

¹ Всемирная организация здравоохранения. URL: https://www.who.int/elena/titles/commentary/fruit_vegetables_ncds/ru/ (дата обращения 19.04.2021) Установлено, что содержание фенолов в перце сладком свежем сорта Белоснежка составляет 7 мг галловой кислоты (GAE)/100 г. Вместе с тем образцы Братец Лис (273 мг (GAE)/100 г) и Звезда Востока Оранжевый (262 мг (GAE)/100 г) превышают полученный результат примерно на 76%, что является значительным разрывом в полученных данных о содержании фенольных веществ. Так же существенные различия были зафиксированы у плодов шиповника: от 234 до 534 мг галловой кислоты (GAE)/100 г.

серьезных побочных эффектов в отличие от синтетических аналогов.

В работе проводили анализ содержания β -каротина – липофильного пигмента, сосредоточенного в растительных клетках в хлоропластах и хромопластах. Установлено, что его содержание различается не только среди растительных групп, но и внутри сортов. Значительное варьирование показателя было зафиксировано у образцов тыквы продовольственной свежей: от 1,20 до 4,90 мг %. Каротины в большинстве случаев придают растительным объектам оранжевый цвет – лидер по накоплению β -каротина тыква сорта Россиянка визуально имела более насыщенную окраску мякоти.

Раздел «Результаты» должен строго следовать этапам исследования, описанным в разделе «Процедура исследования» (другими словами – включать в себя подразделы, в которых описывается данные, полученные в ответ на конкретную экспериментальную задачу, заявленную для каждого этапа процедуры исследования). Необходимо использовать средства визуализации (например, таблицы, описывающие результаты), особенно когда у автора много полученных данных (таких как средние значения и стандартные отклонения) или для описания корреляций.

Заключение

В работе представлены экспериментальные данные по определению содержания фенольных веществ, флавоноидов, β -каротина в растительных объектах различных сортов.

Показано, что:

1. Содержание фенольных веществ в большей степени зафиксировано в шиповнике лесном (563 мг галловой кислоты (GAE)/100 г). Значительный разрыв результатов отмечен среди сортов перца сладкого свежего (от 7 до 273 мг (GAE)/100 г)) и шиповника (от 234 до 534 мг галловой кислоты (GAE)/100).
2. Результаты определения содержания флавоноидов в выбранных объектах исследования показали высокий уровень данного показателя у образцов шиповника: от 229 до 442 мг катехина/100 г исходного сырья, что превышает полученные данные у других образцов в среднем в 10 раз.
3. Лидирующую позицию по содержанию каротина в выбранных объектах исследования занимают плоды шиповника (от 3,0 до 5,2 мг %).

Значительное варьирование показателя было зафиксировано у образцов тыквы продовольственной свежей: от 1,20 до 4,90 мг %.

4. Вид и сорт растительного сырья – факторы, непосредственно влияющие на накопление веществ антиоксидантов. В большей степени, полученные результаты касаются сортов перца сладкого свежего, тыквы продовольственной свежей, шиповника.

Литература

- Загорулько, Е. Ю, Ожигова, М. Г., Чемесова, И. И., & Лужанин, В. Г. (2018). Количественное определение суммы флавоноидов в надземной части и настойке *IRIS LACTEA (IRIDACEAE. Химия растительного сырья*, 2, 105-113. <https://www.10.14258/jcprm.2018023368>
- Зверев, Я. Ф. (2017). Антитромбоцитарная активность флавоноидов. *Вопросы питания*, 6, 6-20. <https://www.10.24411/0042-8833-2017-00001>
- Зверев, Я. Ф. (2019). Противоопухолевая активность флавоноидов. *Бюллетень сибирской медицины*, 18, 181–194. <https://www.10.20538/1682-0363-2019-2-181-194>
- Земцова, А. Я., Зубарев, Ю. А., & Гунин, А. В. (2019). Токоферолы плодовой мякоти четырех подвидов облепихи (*Hippophae Rhamnoides* L) в условиях лесостепи Алтайского края. *Химия растительного сырья*, 1, 147-155. <https://www.32036258/lerto0223;236258>
- Потоцкая, И. В., Шаманин, В. П., Шепелев, С. С., Пожерукова, В. Е., & Моргунов, А. И. (2020). Фенотипическая и генотипическая оценка линий гексаплоидной синтетической пшеницы (AABBDD) по параметрам зерновки в условиях западной Сибири. *Сельскохозяйственная биология*, 1, 15-26. <https://www.10.15389/agrobiology.2020.1.15rus>
- Серба, Е. М., Волкова, Г. С., Соколова, Е. Н., Фурсова, Н. А., & Юраскина, Т. В. (2018). Плоды брусники – перспективный источник биологически активных веществ. *Химия растительного сырья*, 4, 48-58. <https://www. doi.org/10.36107/spfp.2018.59>
- Типсина, Н. Н., & Селезнева, Г. К. (2013). Использование пюре из тыквы в пищевой промышленности. *Вестник КрасГАУ*, 12, 242-247
- Чумаков, М. И., Гусев, Ю. С., Богатырева, Н. В., & Соколов, А. Ю. (2019). Оценка рисков распространения генетически модифицированной кукурузы с пылью при выращивании с нетрансформированными сортами. *Сельскохозяйственная биология*, 3, 426-445. <https://www. doi: 10.15389/agrobiology.2019.3.426rus>

- Anders, S., Cowling, W., Pareek, A., Gupta, K. J., Singla-Pareek, S. L., & Foyer, C. H. (2021). Gaining Acceptance of Novel Plant Breeding Technologies. *Trends in Plant Science*, 26, 575-587. <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2021.03.004>
- Arruda, H. S., Neri-Numa, I. A., Kido, L. A., Júnior, M. R. M., & Pastore, G. M. (2020). Recent advances and possibilities for the use of plant phenolic compounds to manage ageing-related diseases. *Journal of Functional Foods*, 75, 104-203. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2020.104203>
- Bhatta, M., Sandro, P., Smith, M. R., Delaney, O., Voss-Fels, K. P., Gutierrez, L., & Hickey, L. T. (2021). Need for speed: manipulating plant growth to accelerate breeding cycles. *Current Opinion in Plant Biology*, 60, 101-986. <https://doi.org/10.1016/j.pbi.2020.101986>
- Cömert, E. D., Mogol, B. A., & Gökmen, V. (2020). Relationship between color and antioxidant capacity of fruits and vegetables. *Current Research in Food Science*, 2, 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.crfs.2019.11.001>
- Dong, R., Su, J., Nian, H., Shen, H., Zhai, X., Xin, H., Qin, L., & Han, T. (2017). Chemical fingerprint and quantitative analysis of flavonoids for quality control of Sea buckthorn leaves by HPLC and UHPLC-ESI-QTOF-MS. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 37, 513-522. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2017.08.019>
- Du, W., Avena-Bustillos, R. J., & Breksa, A. P. (2012). Effect of UV-B light and different cutting styles on antioxidant enhancement of commercial fresh-cut carrot products. *Food Chemistry*, 4, 1862-1869. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.03.097>
- Enfissi, E. M.A., Drapal, M., Perez-Fons, L., Nogueira, M., Berry, H. M., Almeida, J., & Fraser, P. D. (2021). New plant breeding techniques and their regulatory implications: An opportunity to advance metabolomics approaches. *Journal of Plant Physiology*, 258, 153-378. <https://doi.org/10.1016/j.jplph.2021.153378>
- Ghasemnezhad, M., Sherafati, M., & Payvast, G.A. (2011). Variation in phenolic compounds, ascorbic acid and antioxidant activity of five coloured bell pepper (*Capsicum annum*) fruits at two different harvest times. *Journal Functional Foods*, 3, 44-49. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2011.02.002>
- Guo, R., Guo, X., Li, T., Fu, X., & Liu, R. H. (2017). Comparative assessment of phytochemical profiles, antioxidant and antiproliferative activities of Sea buckthorn (*Hippophaë rhamnoides* L.) berries. *Food Chemistry*, 227, 997-1003. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.11.063>
- Jashari, G., Muriqi, S., Arbneshti, T., Metelka, R., Švancara, I., & Sýs, M. (2021). A new voltammetric approach for the determination of β -carotene in vegetables and pharmaceutical capsules using a gold electrode. *Talanta*, 227, 1-7. <https://doi.org/10.1016/j.talanta.2021.122088>
- Kaisera, N., Douchesa, D., Dhingra, A., Glenn, K. C., ReedHerzig, P., Stowe, E. C., & Swarup S. (2020). The role of conventional plant breeding in ensuring safe levels of naturally occurring toxins in food crops. *Trends in Food Science and Technology*, 100, 51-66. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.03.042>
- Korkmaz, M., & Dogan, N. Y. (2018). Analysis of Genetic Relationships Between Wild Roses (*Rosa* L. *Spp.*) Growing in Turkey. *Food Chemistry*, 60, 305-310. <https://doi.org/10.18699/VJ20.639>
- Lintig, J., Moon, J., Lee, J., & Ramkumar, S. (2019). Carotenoid metabolism at the intestinal barrier. *Biochimica et Biophysica Acta - Molecular and Cell Biology of Lipids*, 1-21. <https://doi.org/10.1016/j.bbalip.2019.158580>
- Li, L., Li, G., Sun, J., Xin, M., Yi, P., He, X., Sheng, J., Zhou, Z., Ling, D., Zheng, F., Li, J., Liu G., Li, Z., Tang, Ya., Yang, Yi., & Tang, J. (2021). Synergistic effects of ultraviolet light irradiation and high-oxygen modified atmosphere packaging on physiological quality, microbial growth and lignification metabolism of fresh-cut carrots. *Postharvest Biology and Technology*, 173, 111-365.
- Pantelic, M. M., Zagorac, D. C., Davidovic, S. M., Todić, S. R., Bešlić, Z. S., Gašić, U. M., Tešić, Z. L., & Natić, M. M. (2016). Identification and quantification of phenolic compounds in berry skin, pulp, and seeds in 13 grapevine varieties grown in Serbia. *Food Chemistry*, 211, 243-252. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.05.051>
- Rowles, J. L., & Erdman, J. W. (2020). Carotenoids and their role in cancer prevention. *Biochimica et Biophysica Acta - Molecular and Cell Biology of Lipids*, 1-9. <https://doi.org/10.1016/j.bbalip.2020.158613>
- Saricaoglu, F. T. (2019). Application of multi pass high pressure homogenization to improve stability, physical and bioactive properties of rosehip (*Rosacantha* L.) nectar. *Food Chemistry*, 1, 67-75.
- Wan, Y., Zhu, J., Meng, X., Liu, S., Mu, J., Ning C. Comparison of polyphenol, anthocyanin and antioxidant capacity in four varieties of *Lonicera caerulea* berry extracts. (2016). *Food Chemistry*, 197, 522-529. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.11.006>

Study of the Content of Antioxidant Substances in Fruit and Vegetable Raw Materials of the Samara Region

Sofia A. Aleksashina¹, Nadezhda V. Makarova¹

¹ Samara State Technical University, Samara, Russia

Correspondence concerning this article should be addressed to Sofia A. Aleksashina, 443100, Samara, st. Molodogvardeiskaya, 244, Sofia A. Aleksashina, e-mail: vsasofi@rambler.ru, rector@samgtu.ru

Fruit, berry and vegetable raw materials are an irreplaceable item in human nutrition. At this stage in the development of world breeding, not only the organoleptic characteristics of plants, but also their chemical composition, come to the fore. In connection with the growing interest in the effect of antioxidants on human health, breeders are increasingly turning their attention to the study of their comparative content in fruit, berry and vegetable raw materials. The results of a study of the influence of the grade of plant raw materials on the accumulation of substances exhibiting antioxidant activity (phenols, flavonoids, carotenoids) are presented. However, this issue is poorly studied in relation to local raw materials. Accordingly, the purpose of this research work is to obtain information on the influence of such factors as the type and variety of fruit, berry and vegetable raw materials, characteristic of the middle Volga region, on the level of substances with antioxidant activity (phenols, flavonoids, carotenoids). Popular vegetables and fruits cultivated and growing wild in the Samara region were selected as objects of research. In the extracts of the analyzed samples, the total content of phenolic substances was determined by the method using the Folin-Ciocalteu reagent, flavonoids by the method based on the formation of a flavonoid-aluminum complex. The carotene content was determined according to GOST 8756.22-80 using acetone and hexane as extractants. The results of the study showed that the type and variety of plant raw materials are factors that directly affect the accumulation of the studied substances. To a greater extent, the results obtained relate to varieties of sweet peppers, fresh food pumpkin, rose hips. Significant variation in carotene content was recorded in pumpkin samples: from 1.20 to 4.90 mg%. Among the objects of research, it is recommended to use the fruits of the wild rose as a source of phenolic substances and carotenoids for the food and pharmaceutical industries. The results obtained can serve as a basis for breeding work aimed at obtaining new varieties of fruit, berry and vegetable raw materials. The work was carried out within the framework of the state assignment for fundamental research of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Samara State Technical University» №. 0778-2020-0005.

Keywords: phenols, flavonoids, carotenoids, antioxidant activity, cultivar, sweet pepper, pumpkin, carrots, corn, sea buckthorn, rose hips

References

- Zagorulko, E. Yu, Ozhigova, M. G., Chemesova, I. I., & Luzhanin, V. G. (2018). Quantitative determination of the amount of flavonoids in the aerial part and tincture of IRIS LACTEA (IRIDACEAE). *Himiya rastitel'nogo syr'ya* [Chemistry of plant materials], 2, 105-113. <https://www.10.14258/jcprm.2018023368>
- Zverev, J. F. (2017). Antiplatelet activity of flavonoids. *Voprosy pitaniya* [Nutrition Matters], 6, 6-20. <https://www.10.24411/0042-8833-2017-00001>
- Zverev, J. F. (2019). Antitumor activity of flavonoids. *Byulleten' sibirskoj mediciny* [Bulletin of Siberian Medicine], 18, 181-194. <https://www.10.20538/1682-0363-2019-2-181-194>
- Zemtsova, A. Ya., Zubarev, Yu. A., & Gunin, A. V. (2019). Tocopherols of the fruit pulp of four subspecies of sea buckthorn (*Hippophae Rhamnoides* L) in the forest-steppe conditions of the Altai Territory. *Himiya rastitel'nogo syr'ya* [Chemistry of plant raw materials], 1, 147-155. <https://www.32036258/lerto0223;236258>
- Pototskaya, I. V., Shamanin, V. P., Shepelev, S. S., Pozherukova, V. E., & Morgunov, A. I. (2020). Phenotypic and genotypic evaluation of hexaploid synthetic wheat lines (AABBDD) according to grain parameters in Western Siberia.

- Sel'skohozyajstvennaya biologiya* [Agricultural Biology], 1, 15-26. <https://www.10.15389/agrobiology.2020.1.15rus>
- Serba, E. M., Volkova, G. S., Sokolova, E. N., Fursova, N. A., & Yuraskina, T. V. (2018). Cowberry fruits are a promising source of biologically active substances. *Himiya rastitel'nogo syr'ya* [Chemistry of plant raw materials], 4, 48-58. <https://www.doi.org/10.36107/spfp.2018.59>
- Tipsina, N. N., & Selezneva, G. K. (2013). The use of pumpkin puree in the food industry. *Vestnik KrasGAU*, 12, 242-247
- Chumakov, M. I., Gusev, Yu. S., Bogatyreva, N. V., & Sokolov, A. Yu. (2019). Assessing the risks of spreading genetically modified corn with pollen when grown with non-transformed varieties. *Sel'skohozyajstvennaya biologiya* [Agricultural Biology], 3, 426-445. <https://www.doi.org/10.15389/agrobiology.2019.3.426rus>
- Anders, S., Cowling, W., Pareek, A., Gupta, K. J., Singla-Pareek, S. L., & Foyer, C. H. (2021). Gaining Acceptance of Novel Plant Breeding Technologies. *Trends in Plant Science*, 26, 575-587. <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2021.03.004>
- Arruda, H. S., Neri-Numa, I. A., Kido, L. A., Júnior, M. R. M., & Pastore, G. M. (2020). Recent advances and possibilities for the use of plant phenolic compounds to manage ageing-related diseases. *Journal of Functional Foods*, 75, 104-203. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2020.104203>
- Bhatta, M., Sandro, P., Smith, M. R., Delaney, O., Vossfells, K. P., Gutierrez, L., & Hickey, L. T. (2021). Need for speed: manipulating plant growth to accelerate breeding cycles. *Current Opinion in Plant Biology*, 60, 101-986. <https://doi.org/10.1016/j.pbi.2020.101986>
- Cömert, E. D., Mogol, B. A., & Gökmen, V. (2020). Relationship between color and antioxidant capacity of fruits and vegetables. *Current Research in Food Science*, 2, 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.crfs.2019.11.001>
- Dong, R., Su, J., Nian, H., Shen, H., Zhai, X., Xin, H., Qin, L., & Han, T. (2017). Chemical fingerprint and quantitative analysis of flavonoids for quality control of Sea buckthorn leaves by HPLC and UHPLC-ESI-QTOF-MS. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 37, 513-522. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2017.08.019>
- Du, W., Avena-Bustillos, R. J., & Breksa, A. P. (2012). Effect of UV-B light and different cutting styles on antioxidant enhancement of commercial fresh-cut carrot products. *Food Chemistry*, 4, 1862-1869. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.03.097>
- Enfissi, E. M.A., Drapal, M., Perez-Fons, L., Nogueira, M., Berry, H. M., Almeida, J., & Fraser, P. D. (2021). New plant breeding techniques and their regulatory implications: An opportunity to advance metabolomics approaches. *Journal of Plant Physiology*, 258, 153-378. <https://doi.org/10.1016/j.jplph.2021.153378>
- Ghasemnezhad, M., Sherafati, M., & Payvast, G.A. (2011). Variation in phenolic compounds, ascorbic acid and antioxidant activity of five coloured bell pepper (*Capsicum annum*) fruits at two different harvest times. *Journal Functional Foods*, 3, 44-49. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2011.02.002>
- Guo, R., Guo, X., Li, T., Fu, X., & Liu, R. H. (2017). Comparative assessment of phytochemical profiles, antioxidant and antiproliferative activities of Sea buckthorn (*Hippophaë rhamnoides* L.) berries. *Food Chemistry*, 227, 997-1003. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.11.063>
- Jashari, G., Muriqi, S., Arbnesi, T., Metelka, R., Švancara, I., & Sýs, M. (2021). A new voltammetric approach for the determination of β -carotene in vegetables and pharmaceutical capsules using a gold electrode. *Talanta*, 227, 1-7. <https://doi.org/10.1016/j.talanta.2021.122088>
- Kaisera, N., Douchesa, D., Dhingra, A., Glenn, K. C., ReedHerzig, P., Stowe, E. C., & Swarup S. (2020). The role of conventional plant breeding in ensuring safe levels of naturally occurring toxins in food crops. *Trends in Food Science and Technology*, 100, 51-66. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.03.042>
- Korkmaz, M., & Dogan, N. Y. (2018). Analysis of Genetic Relationships Between Wild Roses (*Rosa* L. *Spp.*) Growing in Turkey. *Food Chemistry*, 60, 305-310. <https://doi.org/10.18699/VJ20.639>
- Lintig, J., Moon, J., Lee, J., & Ramkumar, S. (2019). Carotenoid metabolism at the intestinal barrier. *Biochimica et Biophysica Acta - Molecular and Cell Biology of Lipids*, 1-21. <https://doi.org/10.1016/j.bbalip.2019.158580>
- Li, L., Li, G., Sun, J., Xin, M., Yi, P., He, X., Sheng, J., Zhou, Z., Ling, D., Zheng, F., Li, J., Liu G., Li, Z., Tang, Ya., Yang, Yi., & Tang, J. (2021). Synergistic effects of ultraviolet light irradiation and high-oxygen modified atmosphere packaging on physiological quality, microbial growth and lignification metabolism of fresh-cut carrots. *Postharvest Biology and Technology*, 173, 111-365.
- Pantelic, M. M., Zagorac, D. C., Davidovic, S. M., Todić, S. R., Bešlić, Z. S., Gašić, U. M., Tešić, Z. L., & Natić, M. M. (2016). Identification and quantification of phenolic compounds in berry skin, pulp, and seeds in 13 grapevine varieties grown in Serbia. *Food Chemistry*, 211, 243-252. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.05.051>
- Rowles, J. L., & Erdman, J. W. (2020). Carotenoids and their role in cancer prevention. *Biochimica et*

- Biophysica Acta - Molecular and Cell Biology of Lipids*, 1-9. <https://doi.org/10.1016/j.bbalip.2020.158613>
- Saricaoglu, F. T. (2019). Application of multi pass high pressure homogenization to improve stability, physical and bioactive properties of rosehip (*Rosacanina L.*) nectar. *Food Chemistry*, 1, 67-75.
- Wan, Y., Zhu, J., Meng, X., Liu, S., Mu. J., Ning C. Comparison of polyphenol, anthocyanin and antioxidant capacity in four varieties of *Lonicera caerulea* berry extracts. (2016). *Food Chemistry*, 197, 522-529. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.11.006>

Применение технологических вспомогательных средств для регулирования водосвязывающих свойств мучных смесей из гречневой муки

Околелов Максим Сергеевич¹

¹ ФГБОУ ВО “Московский государственный университет пищевых производств”

Корреспонденция, касающаяся этой статьи, должна быть адресована Околелову М.С., ФГБОУ ВО “МГУПП”, 125080, г. Москва, Волоколамское шоссе, д. 11, e-mail: rinoto@yandex.ru

В статье рассматривается эффективность добавления различных технологических вспомогательных средств для определения эффективности замены части пшеничной муки на гречневую и влияние ее на такие параметры, как водопоглощительная способность муки, время образования и стабильность теста во время замеса. Гречиха – традиционная сельскохозяйственная культура, продукты переработки которой обладают значительным потенциалом в области пищевой биоконверсии сырья. Повышенный интерес к данной культуре обусловлен ее химическим составом и комплексом полезных качеств, благоприятно влияющие на организм человека, благодаря наличию в ней высокого содержания витаминов Р, РР, В₁, В₂ и Е. Все это дает возможность повышения пищевой и биологической ценностей хлебобулочных и мучных кондитерских изделий. Специфичность использования нетрадиционных видов сырья и ингредиентов в данной области, особенности производства и отсутствие баланса рецептур побуждают к научно-технологическим исследованиям. Создание комплексной пищевой добавки, в основе которой носителем будет гречневая мука, в совокупности с ферментными препаратами, дает возможность производить функциональные смеси для производства хлебобулочных и мучных кондитерских изделий стабильного качества. Также актуальной разработкой является процесс биоконверсии гречневой муки и создание сухой гречневой закваски, которая облегчит массовое производство хлебобулочных изделий диетической профилактической направленности.

Ключевые слова: гречиха, ферменты, биоконверсия, диетические изделия, хлебобулочные изделия.

Введение

В производстве хлебобулочных изделий часто находят применение различные зерновые и продукты их переработки, и гречиха не является исключением. Благодаря этому повышается пищевая ценность изделий и улучшается их качество. Проблемы несбалансированного питания и негативных изменений окружающей среды увеличили риск проявления всевозможных заболеваний. Поэтому особое значение в настоящее время имеют создание и производство продуктов профилактического назначения, содержащих большое количество биологически активных соединений, которые способны компенсировать действие агрессивных факторов окружающей среды. Гречневая мука в пищевой промышленности зачастую не используется в чистом виде. Например, в Японии гречневая мука используется для производства гречневой лапши из смеси с пшеничной мукой в соотношении 50/50.

Для производства мучных смесей для производства блинов в соотношении 40/60. Зерно гречихи ценный диетический продукт, в котором содержатся белки с высоким содержанием незаменимых аминокислот. Также целесообразно использование гречневого продела и крупы, чья перспектива обусловлена как технологическими, так и экономическими аспектами, так как они являются более дешевыми продуктами по сравнению с мукой, а также имеют более продолжительный срок хранения (Бутковский и соавт., 1999; Марьин, 2007). С учетом всех вышеперечисленных факторов технологии пищевых производств использование продуктов переработки гречихи в производстве хлебобулочных и мучных кондитерских (Саитова & Дубцов, 2018) изделий является актуальной и интересной задачей для производителей.

Безглютеновый хлеб могут употреблять в пищу больные целиакией, при условии отсутствия в ре-

цептуре пшеничной и ржаной муки. Такие изделия характеризуется низкими органолептическими показателями качества, несбалансированностью химического состава (Чистяков, 2008; Southgate et al., 2017). Повысить пищевую ценность безбелкового хлеба можно с помощью введения различных КПД (комплексной пищевой добавки), а также муки крупных культур. Благодаря сбалансированному аминокислотному и минеральному составу особенного внимания заслуживает гречневая мука.

Гречневую муку получают путем размалывания крупы ядрицы. По своему химическому составу гречиха близка к зерну основных злаковых культур. Поскольку белки гречихи не образуют клейковины, мука из нее не находит должного применения в хлебопечении. Такую муку используют в производстве печенья, блинов, оладий и для повышения питательной ценности хлеба (Гаврилова, 2007).

Ферментные препараты – вещества белковой природы, способные катализировать различные реакции. Каждый фермент катализирует только определенную реакцию для одного вещества. Прогревание зерна при высушивании или кондиционировании снижают ферментную активность. Рынок ферментов растет из года в год, причем он очень четко ориентирован на тенденцию того рынка, где применяются ферменты. В современном мире стремительное развитие биотехнологии, научные открытия в области энзимологии сделали ТВС одним из самых активных и значимых участников пищевых технологий (Немцова, 1986).

Одним из способов регулирования хлебопекарных свойств муки с целью выпуска продукции с требуемыми показателями качества является применение хлебопекарных улучшителей. В настоящее время используются КПД, состоящие из основы и индивидуальных улучшителей. Мука, полученная из цельносмолотого зерна гречихи, может быть использована в качестве функционального наполнителя КПД (Коршенко, 2012).

Целью проведения исследования является определение влияния технологических вспомогательных средств на вязкость суспензий на основе гречневой муки для регулирования водосвязывающих свойств.

Материалы и методы

Исследования проводились в лаборатории технологического центра компании КТ «ООО Штерн Ингредиентс». Необходимое для исследования сырье соответствовало требованиям действующей

нормативной документации. В ходе исследования определяли показатели качества и анализировали результаты испытания.

Материалы исследования: мука пшеничная хлебопекарная 1 сорта, мука гречневая, ТВС – амилаза и протеаза.

Из муки готовили водно-мучную суспензию и тестировали на приборе Amilograph-E, с помощью которого фиксируется зависимость вязкости суспензии от температуры. Определяющими являлась температура начала и максимума процесса клейстеризации. Проведены эксперименты по определению зависимости вязкости водно-мучной суспензии с различным количеством гречневой муки.

Далее проводились лабораторные испытания для определения влияния ТВС на свойства гречневой суспензии для регулирования ее водопоглотительной способности путем внесения амилазы и протеазы. Соотношение добавления гречневой муки к дистиллированной воде – 1:4. Контрольным образцом является водно-мучная суспензия, приготовленная без добавления ТВС. Оптимальная дозировка ферментных препаратов выбиралась в соответствии с рекомендацией их производителя.

Результаты исследования

Опытные результаты служат для сравнения амилографических характеристик проб гречневой муки по сравнению с традиционной амилограммой пшеничной муки. Зависимость вязкости мучной смеси при внесении гречневой муки к пшеничной в количестве от 5 до 20% о представлены на рисунке 1. В таблице 1 представлены значения показателей амилограммы для контрольного и исследуемых образцов.

Анализ данных, представленных в таблице 1, показал, что

- водно-мучная суспензия на основе гречневой муки имеет более высокое значение вязкости (200 AU) по сравнению с пшеничной мукой (15 AU), что обусловлено составом и свойствами высокомолекулярных соединений (белковых веществ и углеводов).
- установлены температуры клейстеризации мучной суспензии гречневой муки (66,3°C) и пшеничной (60,5°C), а также смесей при внесении гречневой муки в количестве до 20%;

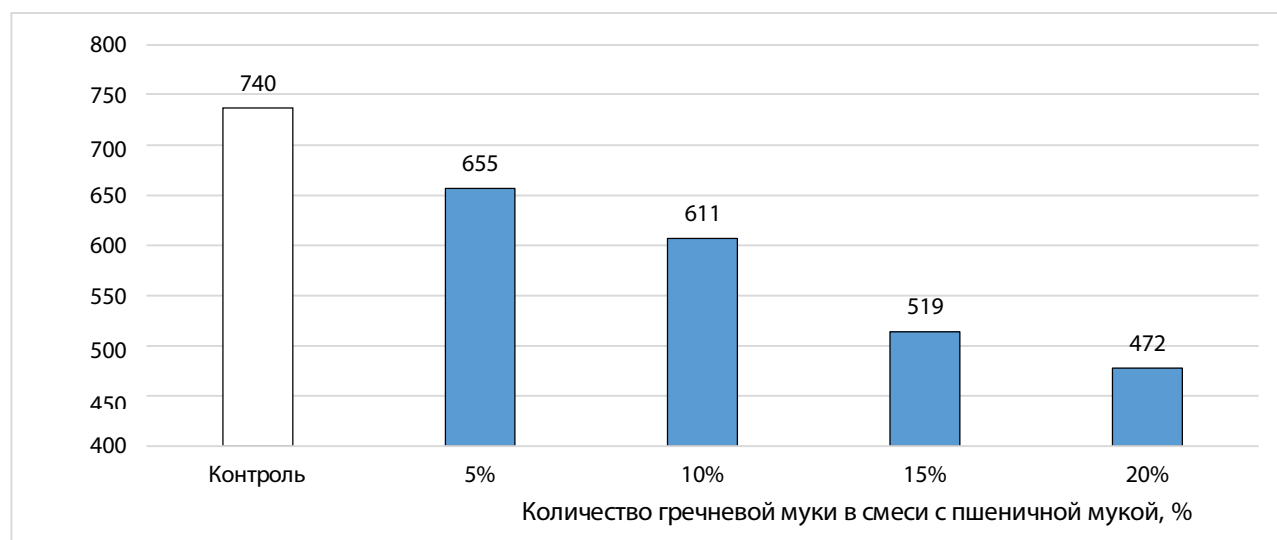


Рисунок 1. Влияние количества гречневой муки на вязкость мучной смеси

- изменение показателя максимума вязкости мучных смесей из муки пшеничной 1 сорта и гречневой муки снижается при увеличении количества гречневой муки в смеси.

На втором этапе проводили определение водосвязывающих свойств гречневой муки при внесении ТВС. Результаты полученных исследований приведены на графике 2.

Анализ полученного графика показывает, что амилаза оказывает более значительное влияние на показатель вязкости водно-гречневой мучной смеси по сравнению с влиянием протеазы, имеющей стабильный эффект понижения вязкости на 450-500 AU. Этот факт стоит учитывать при формировании композиций ферментных препаратов для регулирования водопоглотительных свойств смесей из пшеничной и гречневой муки.

Таблица 1

Образец °C		Температура начала клейстеризации	Начало клейстеризации	Температура максимума вязкости	Максимум вязкости клейстера
		AU	°C	AU	AU
Контроль мука пшеничная 1 сорта		60,5	15 – 20	85,4	737
Количество водосвязывающей гречневой муки взамен пшеничной, %	5	60,2	15 – 20	85,1	657
	10	60,4	15 – 20	85,3	607
	15	60,4	15 – 20	85,3	514
	20	60,8	17 – 22	85,4	478
	100	66,3	200 – 210	100	612

Обсуждение полученных результатов

Проведенный анализ научно-технической литературы (Гаврилова, 2007; Коршенко, 2012; Китаевская & Решетник, 2013) показал, что направление создания хлебобулочных изделий из зерновой смеси с добавлением гречихи является перспективным как для российских, так и для зарубежных ученых (Azizi et al, 2020; Diowski et al., 2020; Southgate, 2017) и соответствует программе здорового питания. Природные особен-

ности зерна гречихи, требующие специальных приёмов и режимов переработки, а также способность зерна давать готовые продукты в определённом количестве и определённого качества при соответствующих затратах энергии в совокупности составляют технологические свойства зерна. Мукомольные свойства зерна проявляются в его способности давать при оптимальных условиях переработки муку заданных сортов с наибольшим выходом при наименьших затратах энергии. Углеводный комплекс гречневой муки

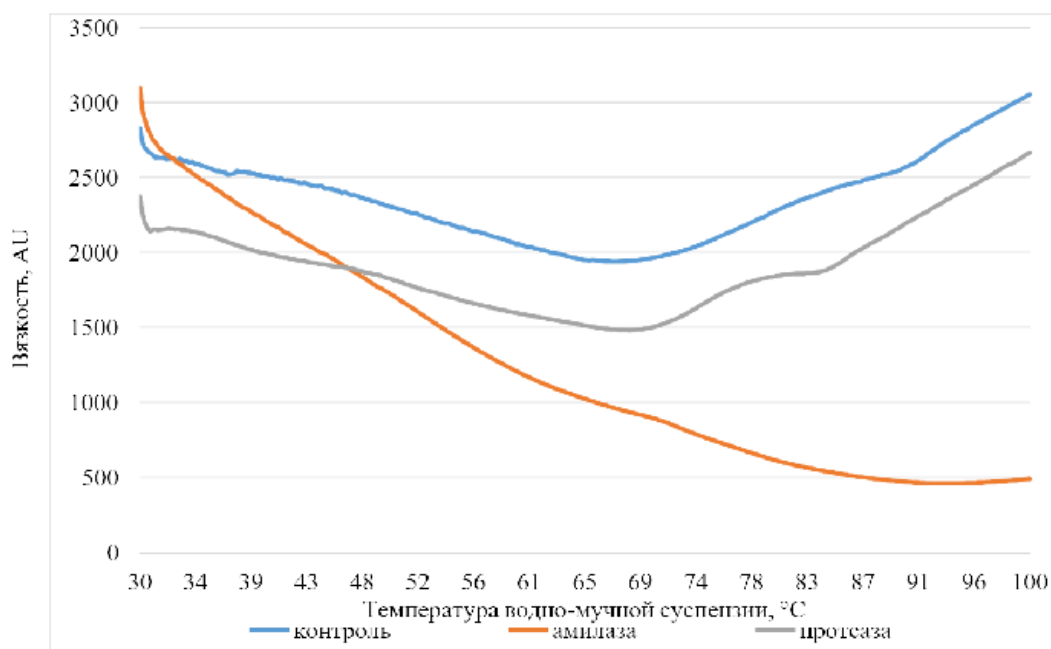


Рисунок 2. Влияние ТПС на вязкость водно-мучных смесей из гречневой муки

представлен крахмалом, температура клейстеризации которого $66,3^{\circ}\text{C}$, что несколько выше температуры клейстеризации крахмала пшеничной муки (Черных, 2003). На водосвязывающую способность мучных смесей из пшеничной и гречневой муки оказывает влияние как протеаза, так и амилаза. При этом амилаза оказывает большее деструктурирующее воздействие, чем протеаза. Это факт важно учитывать при формировании реологических свойств полуфабрикатов хлебопекарного производства. Регулирование водосвязывающими свойствами мучных смесей из пшеничной и гречневой муки оказывает влияние реологические свойства полуфабрикатов хлебопекарного производства, качество продукции на выход готовых изделий.

Таким образом, в результате определения влияния ТПС на вязкость клейстеризованных водно-мучных суспензий гречневой муки установлено, что более значительный характер снижения вязкости имеет амилаза, в то время как протеаза снижает показатель вязкости суспензий стабильно на 450-500 AU, что может использоваться для регулирования водосвязывающими свойствами мучных смесей на основе гречневой муки. Применение обоснованных ТВС при переработке гречневой муки в технологиях хлебопекарного производства имеют перспективы для формирования высоких показателей качества готовой продукции.

Литература

- Бутковский, В. А., Мерко, А. И., & Мельников, Е. М. (1999). *Технологии зерноперерабатывающих производств*. Интеграф сервис.
- Гаврилова, О. М., & Матвеева, И. В. (2007). Влияние гречневой муки на качество хлеба из пшеничной муки высшего сорта. *Хлебопродукты*, 2, 36-37.
- Китаевская, С. В., & Решетник, О. А. (2013). Применение ферментных препаратов в технологии хлебобулочных изделий на основе замороженных полуфабрикатов. *Вестник Казанского технологического университета*, 16(24), 91-94.
- Марьин, В. А. (2007). Ресурсосберегающая технология переработки зерна гречихи. *Хлебопродукты*, 8, 54-56.
- Саитова, М. Э., & Дубцов, Г. И. (2018). Гречневая мука при производстве мучных кондитерских и кулинарных изделий. *Кондитерское и хлебопекарное производство*, 3-4, 36-39.
- Черных, В. Я., Ширшиков, М. А., & Максимов, А. С. (2003). Реологическое поведение модельных систем, содержащих крахмал и клейковину. *Хранение и переработка сельхозсырья*, 3, 7-10.
- Чистяков, В. П. (2008). *Разработка технологии хлебобулочных изделий для лечебного питания лиц, страдающих язвой желудка и двенадцатиперстной кишки* [Кандидатская диссертация, Московский государственный университет пищевых производств]. Москва, Россия.

- Шнейдер, Д. В., & Казеннова, Н. К. (2008). Без-
белковые и безглютеновые смеси для выпечки.
Хлебопечение России, 2, 38-39
- Azizi, S., Azizi, M. H., Moogouei, R., & Rajaei, P. (2020).
The effect of Quinoa flour and enzymes on the quality
of gluten-free bread. *Food Science & Nutrition*, 8(5),
2373–2382. <https://doi.org/10.1002/fsn3.1527>
- Diowksz, A., Malik, A., Jaśniewska, A., & Leszczyńska, J.
(2020). The inhibition of amylase and ACE en-
zyme and the reduction of immunoreactivity of
sourdough bread. *Foods* (Basel, Switzerland), 9(5),
656. <https://doi.org/10.3390/foods9050656>
- Southgate, A.N.N., Scheuer, P. M., Martelli, M. F.,
Menegon, L., & de Francisco, A. (2017). Quality
properties of a gluten-free bread with buck-
wheat. *Journal of Culinary Science & Tech-
nology*, 15(4), 339-348, <https://doi.org/10.1080/15428052.2017.1289134>

The Use of Processing Aids to Control the Water-Binding Properties of Flour Mixtures from Buckwheat Flour

Maxim S. Okolelov¹

¹ *Moscow State University of Food Production*

Correspondence concerning this article should be addressed to M.S. Okolelov, Moscow State University of Food Production, 11 Volokolamskoe highway, Moscow, 125080, Russian Federation, e-mail: rinomo@yandex.ru

The article discusses the effectiveness of adding various processing aids to determine the effectiveness of replacing a batch of wheat flour with buckwheat and its influence on such parameters as water absorption capacity of flour, formation time and dough stability during kneading. Buckwheat is a traditional agricultural crop, its processed products have a significant potential in the field of food bioconversion of raw materials. The increased interest in this crop is due to its chemical composition and a complex of useful qualities that have benefits on the human body, due to the presence of a high content of vitamins P, PP, B1, B2 and E. All this makes it possible to increase the nutritional and biological values of bakery and flour confectionery products. The specificity of the use of non-traditional types of raw materials and ingredients in this area, the peculiarities of production and the lack of balance in formulations encourage scientific and technological research. The creation of a complex food additive based on buckwheat flour as a carrier, together with enzyme preparations, makes it possible to produce functional mixtures for the production of bakery and flour confectionery products of stable quality. Also, the actual development is the process of bioconversion of buckwheat flour and the creation of dry buckwheat sourdough, which will facilitate the mass production of bakery products with a dietary preventive focus

Keywords: buckwheat, enzymes, bioconversion, dietary products, bakery products

References

- Butkovsky, V. A., Merko, A. I., & Melnikov, E. M. (1999). *Tekhnologii zernopererabatyvayushchih proizvodstv* [Technologies of grain processing industries]. Integraf service.
- Gavrilova, O. M., & Matveeva, I. V. (2007). *The influence of buckwheat flour on the quality of bread made from premium wheat flour. Hleboprodukty* [Bakery products], 2, 36-37.
- Kitaevskaya, S. V., & Reshetnik, O. A. (2013). *The use of enzyme preparations in the technology of bakery products based on frozen semi-finished products. Vestnik Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta* [Bulletin of the Kazan Technological University], 16(24), 91-94.
- Maryin, V. A. (2007). Resource-saving technology for processing buckwheat grain. *Hleboprodukty* [Bakery products], 8, 54-56.
- Saitova, M. E., & Dubtsov, G. I. (2018). Buckwheat flour in the production of flour confectionery and culinary products. *Konditerskoe i hlebopekarnoe proizvodstvo* [Confectionery and bakery production], 3-4, 36-39.
- Chernykh, V. Ya., Shirshikov, M. A., & Maksimov, A. C. (2003). Rheological behavior of model systems containing starch and gluten. *Hranenie i pererabotka sel'hozsyrya* [Storage and processing of agricultural raw materials], 3, 7-10.
- Chistyakov, V. P. (2008). *Razrabotka tekhnologii hlebobulochnykh izdelij dlya lechebnogo pitaniya lic, stradayushchih yazvoj zheludka i dvenadcatiperstnoy kishki* [Development of the technology of bakery products for therapeutic nutrition of persons suffering from gastric and duodenal ulcers] [PhD dissertation, Moscow State University of Food Production]. Moscow, Russia.
- Schneider, D. V., & Kazennova, N. K. (2008). Protein-free and gluten-free baking mixes. *Hlebopechenie Rossii* [Bakery of Russia], 2, 38-39.
- Azizi, S., Azizi, M. H., Moogouei, R., & Rajaei, P. (2020). The effect of Quinoa flour and enzymes on the quality of gluten-free bread. *Food Science & Nutrition*, 8(5), 2373-2382. <https://doi.org/10.1002/fsn3.1527>

- Diowks, A., Malik, A., Jaśniewska, A., & Leszczyńska, J. (2020). The inhibition of amylase and ACE enzyme and the reduction of immunoreactivity of sourdough bread. *Foods* (Basel, Switzerland), 9(5), 656. <https://doi.org/10.3390/foods9050656>
- Southgate, A.N.N., Scheuer, P.M., Martelli, M.F., Mene-
gon, L., & de Francisco, A. (2017). Quality proper-
ties of a gluten-free bread with buckwheat. *Journal
of Culinary Science & Technology*, 15(4), 339-348,
<https://doi.org/10.1080/15428052.2017.1289134>