

МОСКВА  
9-11 НОЯБРЯ  
2022



# V ШКОЛА МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ

ОСНОВЫ ЗДОРОВОГО ПИТАНИЯ  
И ПУТИ ПРОФИЛАКТИКИ  
АЛИМЕНТАРНО-ЗАВИСИМЫХ  
ЗАБОЛЕВАНИЙ

СБОРНИК  
МАТЕРИАЛОВ



# МАТЕРИАЛЫ

V Школы молодых ученых «Основы здорового питания и пути профилактики алиментарно-зависимых заболеваний» с международным участием

## УДК

613.2; 664; 577.121; 677.874.2;  
615.874

## ББК

51.230 + 54.13 + 36.92

## Редакционный совет

ТУТЕЛЬЯН

Виктор Александрович - академик  
РАН, д.м.н., профессор

НИКИТЮК

Дмитрий Борисович - академик  
РАН, д.м.н. профессор

ХОТИМЧЕНКО

Сергей Анатольевич - член-корр.  
РАН, д.м.н., профессор

ИСАКОВ

Василий Андреевич - д.м.н.,  
профессор

КОЧЕТКОВА

Алла Алексеевна - член-корр. РАН,  
д.т.н., профессор

СТАРОДУБОВА

Антонина Владимировна - д.м.н.,  
профессор

ШИПЕЛИН

Владимир Александрович - с.н.с.,  
к.м.н.

САРКИСЯН

Варужан Амбарцумович - с.н.с.,  
к.б.н.

ШУМАКОВА

Антонина Александровна - с.н.с.,  
к.б.н.

ШАРИКОВ

Антон Юрьевич - зав. лаб., к.т.н.

ФРОЛОВА

Юлия Владимировна - н.с., к.т.н.

СИДОРОВА

Юлия Сергеевна - с.н.с., к.б.н.

9-11 ноября 2022 года  
Москва

ISBN 978-5-9909049-8-9



9 785990 904989

# Приветственное слово

**Е**жегодная Школа молодых ученых в очно-заочном формате продолжительностью три дня будет посвящена всестороннему освещению новейших технологий в науке о питании для здоровьесбережения человека. Развитие и трансляция новых технологий науки о питании в практику является ключевым ответом на современные вызовы здравоохранения. Актуальными в настоящее время являются вопросы изучения фундаментальной роли пищевых веществ в формировании здоровья человека, способов направленной коррекции дефицитных состояний, профилактики и диетотерапии алиментарно-зависимых заболеваний, а также разработки инновационных специализированных пищевых продуктов для различных категорий граждан.

Участниками Школы - лекторами и молодыми учеными будут освещены теоретические и практические аспекты нутрициологии, диетологии, гигиены и биохимии питания, а также вопросы современных пищевых технологий. Лекторами пятой Школы молодых ученых традиционно будут ведущие специалисты в рамках тематики разделов конференции. Пусть новые знания и знакомства, обретенные в период работы Школы, послужат вектором для дальнейшего развития в науке о питании.

До скорых встреч!

Академик РАН,  
В.А. Тутельян



## ВИКТОР АЛЕКСАНДРОВИЧ ТУТЕЛЬЯН

Академик РАН, доктор медицинских наук, профессор, научный руководитель Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра питания, биотехнологии и безопасности пищи.



Российский  
научный  
фонд

# Содержание

8. Интервальные гипоксии-гипероксические тренировки как метод реабилитации больных с хронической сердечной недостаточностью  
*Абакаров Р.М., Рамазанов Н.С., Залетова Т.С.*
10. Влияние специализированного пищевого продукта на показатели антиоксидантной защиты у пациентов с сахарным диабетом 2 типа  
*Алексеев В.А.*
11. Эндокринные дизрапорты: современное состояние вопроса  
*Багреева Д.И., Малиновская Н.Н.*
13. Влияние антоцианинов на гены ферментов антиоксидантной защиты у крыс при физических нагрузках  
*Балакина А.С., Трусов Н.В., Красуцкий А.Г.*
15. Биологическая ценность липидов радужной форели, выращенной в условиях аквакультуры  
*Биндюков С.В.*
16. Разработка пищевого модуля высокой биологической ценности, обогащенного фикоцианином  
*Билялова А.С., Бирюлина Н.А.*
18. Верификация модели нарушений углеводного и липидного обмена  
*Бирюлина Н.А., Петров Н.А., Сидорова Ю.С.*
20. Антропометрические индексы и состав тела в группе взрослых москвичей  
*Бондарева Э.А. и соавт.*
22. Оценка пищевого статуса и пищевого поведения девушек старшего подросткового возраста  
*Брагина А.М., Пестрякова С.В.*
24. Одновременное определение нитратов и нитритов методом высокоэффективной жидкостной хроматографии в пищевых продуктах  
*Буданов А.В.*
25. Применение моркови для обогащения творожного продукта каротиноидами  
*Воробьева Е.Е., Асякина Л.К.*
27. Анализ уровня витамина D у пациентов разных возрастных и гендерных групп в зависимости от времени года  
*Вершинина А.Ю.*
29. Место *in silico* методов в оценке безопасности ферментных препаратов и их штаммов – продуцентов  
*Гурзу З.Г.*
31. Оценка пищевого рациона и уровня сердечно-сосудистого риска у работающих в неблагоприятных условиях труда  
*Долгина Н.А. и соавт.*
33. Санитарный контроль сырья растительного происхождения, загрязненного плесневыми грибами и их токсинами  
*Евсюкова А.Д., Маркова Ю.М., Чалый З.А.*
34. Разработка технологии хлебобулочных изделий с использованием *Aronia melanocarpa*  
*Карабинская Ю.И.*
36. Функциональные вафельные хлебцы для профилактики йоддефицитных состояний  
*Киреева О.С.*
38. Формирование базы данных химического состава и пищевой ценности специализированных продуктов питания  
*Королев А.А.*
39. Терапевтический потенциал биологически активных веществ, содержащихся в тканях свиней  
*Котенкова Е.А., Чернуха И.М.*
43. Изучение влияния антоцианинов на содержание 2,3-дифосфоглицерата в крови и активность ферментов β-окисления жирных кислот в миоцитах на модели истощающей физической нагрузки у крыс  
*Красуцкий А.Г., Балакина А.С., Трусов Н.В.*
45. Гендерное отличие нутритивного статуса пациентов пожилого возраста с тяжелым течением новой коронавирусной инфекции COVID-19 до и после назначения парентерального питания  
*Крюкова А.А. и соавт.*
47. Подходы к оценке качества питания населения  
*Кудрявцева К.В.*
49. Шелуха репчатого лука как альтернативный источник растительных антиоксидантов  
*Кулаева Н.В.*
51. Показатели качества молочного мороженого без добавленной сахарозы  
*Ландиховская А.В.*
53. Исследование душистых веществ сухого молока и его заменителей методом газожидкостной хроматографии с масс-спектрометрией с применением твердофазной микроэкстракции  
*Малинкин А.Д.*
55. Изучение особенностей кишечной микробиоты у спортсменов-баскетболистов  
*Маркова Ю.М., Розофаров А.Л.*
58. Пищевая ценность и качество ягод актинидии  
*Медведева Д.А., Шульгина Л.В.*
60. Характеристика полиморфизмов гена рецептора витамина D (VDR) и их влияние на показатели витамина D у детей с пищевой аллергией  
*Мельникова К.С.*
61. Исследование процесса коагуляции измельченного яйца  
*Михайленко И.Г.*
63. Современные возможности повышения эффективности терапии атопического дерматита в сочетании с пищевой аллергией у детей  
*Мухомтых В.А.*
64. Влияние сахара на когнитивные функции  
*Мяжкова С.Д.*
66. Риски, связанные с употреблением консервов домашнего приготовления  
*Немова О.А.*

68. Результаты токсикологических исследований пищевой продукции нового вида, полученной из личинок насекомых черной львинки, в эксперименте на 3-х поколениях крыс  
*Никитин Н.С.*
70. Физиологический отклик на вещества горького вкуса. Электромиографические, сиалометрические исследования  
*Оганесянц Е.Л., Билялова А.С., Саркисян В.А.*
71. Особенности диетотерапии и нутритивной поддержки у пациентов с гипотиреозом  
*Олейникова В.Д. и соавт.*
73. Распространенность скрытого и общего ожирения в группе женщин города Москвы по данным УЗИ-сканирования  
*Парфентьева О.И. и соавт.*
75. Мучные композитные смеси для производства хлебобулочных изделий геродиетического назначения  
*Пешкина И.П., Тюрина И.А., Борисова А.Е.*
77. Распространенность различных форм неполноценного питания среди школьников. Результаты популяционного мониторинга физического здоровья обучающихся из регионов РФ  
*Парфентьева О.И. и соавт.*
78. Исследование полифенольных соединений и иридоидов в плодах жимолости съедобной (*Lonicera edulis turcz. ex freyn*)  
*Перова И.Б., Герасимов М.А.*
80. Особенности нутритивного статуса у детей с семейной гиперхолестеринемией  
*Полунина Д.А.*
81. Методы инструментальной диагностики семейной гиперхолестеринемии у детей  
*Полунина Д.А., Матинян И.А.*
82. Оценка распространенности сопутствующих заболеваний у больных морбидным ожирением  
*Рамазанов Н.С., Абакаров Р.М., Залетова Т.С.*
84. Сублиммированные биопродукты для военнослужащих в условиях Арктики  
*Русаков Е.Б.*
86. Роль метабиотиков при алиментарно-зависимых заболеваниях  
*Русаков Е.Б.*
88. Оценка эффективности применения минорных компонентов пищи в период менопаузы  
*Рябыш О.Е. и соавт.*
89. Верификация матриц корреляции методами булевой алгебры  
*Саркисян В.А., Фролова Ю.В., Билялова А.С.*
91. Новые подходы в оценке удовлетворенности организованного питания детей  
*Сарычев В.В. и соавт.*
92. Использование молочнокислых микроорганизмов в производстве альтернативных продуктов питания  
*Серазетдинова Ю.Р., Асякина Л.К.*
94. Питание детей школьного возраста, страдающих глютеновой энтеропатией, в условиях образовательных учреждений Краснодарско-го края  
*Сокол А.О., Шамкова Н.Т.*
96. Исследование технологических особенностей получения этилового спирта из топи-намбура  
*Туршатов М.В., Соловьев А.О., Никитенко В.Д.*
98. Особенности нутритивного статуса детей с детским церебральным параличом, находящихся на питании через гастростому  
*Титова О.Н., Келейникова А.В., Матинян И.А.*
99. Применение экспандированного безглютенового сырья в зерновых батончиках для детей старше трёх лет с непереносимостью глютена  
*Урубков С.А.*
100. Устойчивость штаммов ацидофильной палочки к условно-патогенной микрофлоре  
*Фролова А.С., Миленьева И.С.*
102. Потенциал пищевых олеогелей, структурированных углеводородами пчелиного воска  
*Фролова Ю.В., Саркисян В.А., Соболев Р.В.*
104. Исследование микробной контаминации хлебопекарного сырья  
*Фролова Ю.М., Савкина О.А., Локачук М.Н.*
106. Анализ загрязненности микотоксинами томатов  
*Чалый З.А., Соколов И.Е.*
107. Изучение контаминации специй и пряных трав микотоксинами  
*Чалый З.А.*
109. Сердечно-лодыжечный сосудистый индекс у пациентов с ожирением и ИБС  
*Шапошникова Н.Н. и соавт.*
111. Изучение постнатального развития потомства 3-х поколений крыс, получавших с рационом биомассу личинок *Hermetia illucens*  
*Шестакова С.И.*
113. Активность апоптоза при оценке безопасности новых пищевых продуктов микробного синтеза  
*Шестакова С.И.*
114. Токсиколого-гигиеническая характеристика наночастиц никеля при их введении в желудочно-кишечный тракт крыс  
*Шипелин В.А. и соавт.*
117. *In vivo* модель оценки эффективности иммуномодуляторов в условиях иммунизации экспериментальной антикоронавирусной вакциной  
*Шипелин В.А., Бервинова А.В., Замятина А.В.*
119. Изучение влияния наночастиц никеля на элементный гомеостаз организма крыс при пероральном поступлении  
*Шумакова А.А. и соавт.*
121. Применение метода Монте-Карло для моделирования поступления различных нутриентов на примере мясных полуфабрикатов  
*Щербаков Г.Д.*
123. Обогащение дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* – как один из путей устранения микронутриентной недостаточности в питании  
*Юраскина Т.В. и соавт.*

# ИНТЕРВАЛЬНЫЕ ГИПОКСИ-ГИПЕРОКСИЧЕСКИЕ ТРЕНИРОВКИ КАК МЕТОД РЕАБИЛИТАЦИИ БОЛЬНЫХ С ХРОНИЧЕСКОЙ СЕРДЕЧНОЙ НЕДОСТАТОЧНОСТЬЮ

Абакаров Р.М.\*, Рамазанов Н.С., Залетова Т.С.  
ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии», Москва, Российская Федерация  
e-mail: r.abakarov.m@gmail.com

**А**даптивная реакция организма на гипоксию определяется текущим физиологическим состоянием организма и индивидуальной чувствительностью к недостатку кислорода, которая зависит от генотипа, пола, возраста, наличия сопутствующих заболеваний и приема лекарственных средств. Гипоксическое воздействие используется как для профилактики ишемических и реперфузионных повреждений сердца, так и с целью ускорения развития компенсации нарушенных функций и повышения устойчивости органа к возможному действию повреждающих факторов. С точки зрения физиологии при описании такого режима воздействия правильнее использовать термин “гипоксическое посткондиционирование”, указывая на временное отношение гипоксического воздействия к периоду острой ишемии. Однако в литературе и клинической практике чаще употребляют такие термины как “гипокситерапия”, “интервальная гипокситерапия”, “интервальные гипокси-гипероксические тренировки” и др., подчеркивая тренирующий эффект (формирование долговременной адаптации) гипоксического воздействия на этапе реабилитации.

**Материалы и методы.** В исследовании, проведенном на базе клиники

ФИЦ питания и биотехнологии приняли участие 40 пациентов с ожирением и ХСН. Средний возраст пациентов составил  $64,6 \pm 9,0$  года, средний ИМТ -  $44,1 \pm 11,4$  кг/м<sup>2</sup>. Пациенты были разделены на 2 равные группы: 1 группа получала высокобелковый вариант стандартной диеты с исключением простых углеводов (ВБДС), 2 группа - ВБДС с проведением интервальной гипокси-гипероксической терапии (ВБДС+ИГГТ). Оценка эффективности проводилась по окончании 3-х недель терапии.

Химический состав диеты: белки — 105 г; жиры общие — 85 г; углеводы общие — 250 г. Энергетическая ценность — 2185 ккал. ИГГТ проводились в состоянии покоя, после 5-минутного отдыха. Аппарат автоматически регистрировал базовые уровни ЧСС и SpO<sub>2</sub>. Предварительно установленный безопасный нижний уровень SpO<sub>2</sub> составлял 80%. Пациенту через маску подавалась в интервальном (прерывистом) режиме гипоксическая газовая смесь. Подача гипоксической смеси (гипоксическая нагрузка) чередовалась с подачей оксигенированной газовой смеси (восстановление, этап гипероксии). Всем пациентам проведены: состав тела исследовали методом биоимпедансного анализа состава тела, исследование энерготрат покоя (ЭП) с

определением суточной экскреции азота, биохимические исследования. Переносимость физической нагрузки оценена по тесту с 6- минутной ходьбой.

**Результаты и обсуждение.** При оценке данных биоимпедансометрии группы, получавших ВБДС выявлено, что вес в среднем снизился на  $5,6 \pm 0,4$  % ( $p < 0,01$ ). По данным биоимпедансометрии, в среднем жировая масса уменьшилась на  $4,9 \pm 0,8$  %, при этом тощая масса - на  $8,3 \pm 1,8$  % ( $p < 0,01$ ). Изучение показателей энерготрат покоя (ЭП) выявило тенденцию к их снижению (на  $4,3 \pm 5,1$  %). При этом отмечена тенденция к снижению скорости окисления жиров (на  $7,2 \pm 1,3$  %), а также к увеличению скорости окисления белка (на  $31,1 \pm 19$  %), однако, различия не были достоверны. Изменений скорости окисления углеводов по данным метаболометрии не выявлено. У пациентов достоверно увеличилась концентрация мочевой кислоты с  $471,8 \pm 16,0$  ммоль/л до  $533,8 \pm 16,0$  ммоль/л;  $p < 0,05$ , что может служить отражением потери мышечной ткани. На этом фоне произошло достоверное снижение общего холестерина (ОХС) (с  $5,4 \pm 0,2$  до  $4,3 \pm 0,12$  ммоль/л,  $p < 0,01$ ), триглицеридов (ТГ) (с  $2,6 \pm 0,3$  до  $1,7 \pm 0,12$  ммоль/л,  $p < 0,01$ ), ЛПНП (с  $3,2 \pm 0,11$  до  $2,7 \pm 0,1$  ммоль/л,  $p < 0,01$ ), глюкозы (с  $6,3 \pm 0,22$  до  $5,7 \pm 0,20$  ммоль/л,  $p < 0,01$ ). Анализ показателей состава тела пациентов получавших ВБДС+ИГТТ показал снижение массы жировой ткани - на  $6,0 \pm 0,6$  %, тощей массы - на  $5,7 \pm 1,0$  %, а мышечной массы на  $5,1 \pm 0,6$  % от исходного ( $p < 0,01$ ). При этом снижение массы тела в среднем составило  $5,7 \pm 0,5$  % от исходного веса.

По данным метаболометрии в этой группе не было выявлено значимых изменений ЭП (снижение в среднем составило  $0,2 \pm 2,7$  %). При этом отмечалась тенденция к снижению скорости окисления белка (на  $15,6 \pm 10,3$  % от исходного). Достоверных изменений скорости

окисления углеводов и жиров не выявлено. На фоне диетотерапии с применением ИГТТ было статистически значимое снижение уровня ОХС (с  $4,9 \pm 0,18$  ммоль/л до  $4,2 \pm 0,11$  ммоль/л,  $p < 0,01$ ), триглицеридов (с  $2,32 \pm 0,34$  ммоль/л до  $1,65 \pm 0,11$  ммоль/л,  $p < 0,01$ ), глюкозы (с  $5,9 \pm 0,20$  ммоль/л до  $5,4 \pm 0,13$  ммоль/л,  $p < 0,05$ ). Уровень мочевой кислоты в среднем снизился с  $422,3 \pm 27,1$  мкмоль/л до  $389,2 \pm 14,76$  мкмоль/л. На фоне комплексной терапии у всех пациентов увеличилась ( $p < 0,05$ ). толерантность к физической нагрузке: у пациентов получающих ВБДС - на  $13 \pm 5,2$  %, а у пациентов получающих ВБДС+ИГТТ - на  $18 \pm 5,6$  %.

**Заключение.** Показано, что интервальные гипоксии-гипероксические тренировки значительно улучшает эффект диетотерапии и может быть рекомендована как элемент комплексного лечения данной группы пациентов.

# ВЛИЯНИЕ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОГО ПИЩЕВОГО ПРОДУКТА НА ПОКАЗАТЕЛИ АНТИОКСИДАНТНОЙ ЗАЩИТЫ У ПАЦИЕНТОВ С САХАРНЫМ ДИАБЕТОМ 2 ТИПА

Алексеев В.А.\*

*ФГБУН Федеральный исследовательский центр питания, биотехнологии  
и безопасности пищи, Москва, Российская Федерация  
e-mail: bobobalex\_95@mail.ru*

**С**ахарный диабет 2 типа (СД2) тесно сопряжен с развитием сердечно-сосудистых осложнений, в патогенезе которых одним из важных компонентов является активация перекисного окисления липидов. Включение в диетический рацион специализированных пищевых продуктов (СПП) оптимизированного состава может усилить кардиометаболические эффекты комплексной терапии СД2.

**Целью** исследования было изучение показателей перекисного окисления липидов (ПОЛ) у пациентов с СД2 в процессе комплексной терапии.

**Материал и методы.** Исследование выполнено на базе отделения болезней обмена веществ и диетотерапии ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии». В исследовании приняли участие 30 больных СД2, получающих пероральную сахароснижающую терапию, которая в процессе лечения не менялась. Все пациенты были разделены на 2 однотипные по возрасту и длительности заболевания группы по 15 человек в каждой. В основной группе пациентов средний возраст составил  $60,3 \pm 1,86$  лет, в группе сравнения –  $61,1 \pm 3,50$  лет. У всех пациентов было выявлено ожирение различной степени. Ожирение I степени было выявлено у 18,5% пациентов, II степени – у 25,9%,

III степени – у 55,6%. Уровень глюкозы в крови натощак у пациентов основной группы и группы сравнения составил в среднем  $7,37 \pm 0,52$  ммоль/л и  $7,01 \pm 0,54$  ммоль/л, гликированного гемоглобина HbA1c –  $6,13 \pm 0,17$  и  $6,1 \pm 0,19$  соотв.

В течение 14 дней пациенты основной группы получали гипокалорийную диету (1550 ккал/сут) с включением СПП с модифицированным углеводным профилем в виде напитка (30 г сухой смеси на 150 мл воды) на второй завтрак вместо углеводсодержащего блюда. В состав СПП включены мальтит, мононенасыщенные жирные кислоты, концентрат белка молочной сыворотки, молочный белок (казеин), среднецепочечные триглицериды, цитрат калия, комплекс полифенолов, лактат магния, карбонат кальция, инулин, пектин, ароматизатор натуральный «Клубника», ароматизатор натуральный «Ваниль», премикс витаминный (С, В1, В2, В6, В12, РР, фолиевая кислота, пантотеновая кислота, А, D3, Е, К1, биотин), премикс минеральный (железо, цинк, медь, марганец, хром, селен, йод, молибден), краситель концентрат свекольного сока, подсластитель «Стевилия Е» (эритритол (Е968), экстракт стевии (Е960)). Пациенты группы сравнения получали гипокалорийный рацион без включения СПП.

Активность процессов (ПОЛ) оценивалось по уровню малонового диальдегида (МДА) и гидроперекисей липидов в сыворотке с определением ее антиоксидантной активности.

**Результаты.** Исследование показало, что у пациентов основной группы и группы сравнения отмечалось статистически значимое снижение уровня базальной гликемии (в среднем на 17,4% и 8,13% от исходного уровня соотв.,  $p < 0,05$ ), без статистически значимых различий между группами наблюдения. На фоне комплексного лечения отмечено статистически значимое снижение содержания МДА в сыворотке крови у пациентов основной группы в среднем на 25,3% от исходного уровня ( $p < 0,05$ ). В группе сравнения динамика содержания МДА была менее выраженной и

статистически не значимой. Динамика гидроперекисей липидов статистически значимо не отличалась в процессе лечения от исходных значений этого показателя в обеих группах наблюдения.

**Заключение.** Проведенные исследования позволяют заключить, что включение в гипокалорийный рацион СПП с модифицированным углеводным профилем сопровождается статистически значимым снижением уровня базальной гликемии и содержания МДА у больных СД2, и, таким образом, позволяет снизить риск развития системных сосудистых осложнений при этом заболевании.

**Благодарность.** Автор выражает признательность к.т.н. Фроловой Ю.В. за проведение оценки показателей ПОЛ.

## ЭНДОКРИННЫЕ ДИЗРАПТОРЫ: СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА

Багреева Д.И.\*; Малиновская Н.Н.  
ФБУН «ФНЦГ им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора,  
г. Мытищи, Московская область, Россия  
e-mail: miroshnikovadi@fferisman.ru

**В** настоящее время растет объем эпидемиологических и токсикологических исследований, целью которых является оценка влияния различных веществ на работу эндокринной системы. Эти химические вещества, разрушающие эндокринную систему, эндокринные дизрапторы (ЭД), присутствуют в окружающей среде, пищевой продукции и потребительских товарах, препятствуют биосинтезу гормонов, метаболизму и изменяют нормальный гомеостатический баланс организма. Подтверждающие их существование научные исследования способствовали

росту знаний о различных ЭД и механизме их действия (Diamanti-Kandarakis et al., 2009). Учитывая возможность постоянного поступления эндокринных дизрапторов с воздухом, водой и пищевыми продуктами, и кумуляции липофильных ЭД в клетках и тканях живых организмов, создаются условия для их длительного действия. Это приводит к нарушению деятельности тех или иных эндокринных желез, а следовательно, к изменению функционирования и гормонально зависимых клеток-мишеней.

**Материалы и методы.** Анализ релевантных отечественных и зарубеж-

ных источников литературы. Поиск литературы проводился в научных библиотеках по ключевым запросам.

**Результаты и обсуждения.** Многие химические вещества классифицируются как ЭД, поскольку они гетерогенны и включают синтезированные молекулы, например, полихлорированные бифенилы (ПХД), полибромированные бифенилы (ПБД), диоксины, пластмассы [бисфенол А (БФА)], пластификаторы (фталаты), пестициды (метоксихлор, хлорпирифос, ДДТ, винклозолин) и фармацевтические препараты [диэтилstilбестрол (DES)]. Перечни токсичных химических веществ, имеющих свойства нарушать работу эндокринной системы, подготовлены государственными и неправительственными организациями, такими как EPA, TEDX, ChemSec, Министерством охраны окружающей среды Японии. Синтетические соединения и даже натуральные, разрешенные для детского питания, также могут действовать как ЭД. Результаты исследований продемонстрировали, что концентрация в моче генистеина и даидзеина, принадлежащих к фитоэстрогенам, в 500 раз выше у детей, которых кормили соевой смесью, по сравнению с теми, кто питался смесью коровьего молока (Bhathena SJ, Velasquez MT, 2002; Cross HS et al., 2004).

В качестве противомикробного средства во многих потребительских товарах применяется триклозан (TCS). Его эффективность доказана в профилактике гингивита при использовании зубной пасты, содержащей данный ингредиент. Хотя в последнее десятилетие правила FDA ограничивают использование TCS и усиливают надзор за ним, он по-прежнему присутствует во многих безрецептурных продуктах, включая дезинфицирующие средства для рук, жидкости для полоскания рта, мыла и косметические продукты. Фактически, TCS был обнаружен в моче почти 75% участников На-

ционального исследования здоровья и питания 2003–2004 г.г. Исследователи выделяют множество потенциальных механизмов, с помощью которых воздействие TCS может способствовать нарушению работы эндокринной системы и влиять на фертильность, активность гормонов щитовидной железы, работу эндометрия и яичников (Beroukhim G., et al., 2022; Lee J.C., Kawwass J.F., 2022). Бисфенол А (BPA) входит в состав пластмасс, используемых для производства тары для пищевых продуктов, в том числе детского питания и стоматологических материалов. Представляет собой ксеноэстроген, который, как было показано, нарушает работу эндокринной системы и обладает репродуктивной токсичностью. Среди других известных ЭД: фталаты, содержащиеся в составе медицинских изделий, игрушек, косметики, строительных материалах; ПБД – применяемые при производстве электронных приборов, текстильных изделий, и множество других. К числу эндокринных дизрапторов относят микро и нанопластики, токсичность которых активно изучается в последние годы (Yong CQY, Valiyaveettil S, Tang BL, 2020).

Ранее известный механизм действия заключался в том, что ЭД действуют через ядерные гормональные рецепторы, в том числе рецепторы эстрогена, андрогенов, прогестерона, рецепторы щитовидной железы, действуя как агонисты, либо как антагонисты (Diamanti-Kandarakis et al., 2009). Однако современные научные исследования расширяют представления о воздействии ЭД, в том числе на мембранные рецепторы, рецепторы нейротрансмиттеров (например, серотонина, дофамина, норадреналина).

**Заключение.** Дальнейшее изучение данной проблемы может внести существенный вклад в понимание процессов нарушения гормональных механизмов эндогенной регуляции метаболизма, ре-

продуктивной функции и адаптивных реакций организма, способствующих развитию гормонально зависимых заболеваний. Значительное количество и распространенность ЭД являются поводом для создания международной базы данных о токсичных химических веществах, обладающих способностью нарушать работу эндокринной системы.

Важным аспектом данной проблемы является необходимость повышения информированности населения и контроля за внесением в сырье и продукцию, разработки определенных показаний и противопоказаний использования потребительских товаров, приема пищевых продуктов, лекарственных препаратов.

## ВЛИЯНИЕ АНТОЦИАНИНОВ НА ГЕНЫ ФЕРМЕНТОВ АНТИОКСИДАНТНОЙ ЗАЩИТЫ У КРЫС ПРИ ФИЗИЧЕСКИХ НАГРУЗКАХ

Балакина А.С.\*, Трусов Н.В., Красуцкий А.Г.  
ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии», Москва, Россия.  
e-mail: balakina.a.s@yandex.ru.

**Ф**изическая нагрузка приводит к сдвигу окислительно-восстановительного потенциала в сторону более окисленного состояния за счет производства активных форм кислорода (АФК). Как известно, накопление АФК приводит к активации ядерного фактора транскрипции, связанного с ядерным эритроидным фактором 2 (*Nrf2*), основного регулятора антиоксидантных ферментов и устойчивости клеток к окислительному стрессу. В многочисленных экспериментах *in vitro* и *in vivo* показана способность антоцианинов выступать в качестве перехватчиков свободных радикалов, в том числе АФК, и воздействовать на ферменты антиоксидантной защиты. Целью настоящего исследования являлось изучение влияния антоцианинов на показатели системы антиоксидантной защиты у крыс, получавших физическую нагрузку.

**Материалы и методы.** Эксперимент проводили на крысах-самцах линии Wistar с исходной массой тела 300 г в течение 4 недель. Животные были разделены на 4 группы по 12 крыс: 1-я и 2-я группы – двигательная активность животных ограничивалась стандартными условиями содержания в виварии, 3-я и 4-я группы – получали дополнительную физическую нагрузку – занятия на беговой дорожке. Перед окончанием эксперимента животным 3-й и 4-й групп давали истощающую (до отказа крыс от продолжения упражнения) физическую нагрузку на беговой дорожке. Крысы 1-й и 3-й групп получали полусинтетический рацион. Животные 2-й и 4-й групп – рацион с включением экстракта черники и черной смородины (30% антоцианинов) в количестве, обеспечивающем дозу 15 мг антоцианинов на 1 кг массы тела. Животные получали питьевую

воду без ограничений и корм ежедневно из расчета 15 г сухого корма на крысу.

Для оценки антиоксидантного статуса с использованием метода полимеразной цепной реакции с обратной транскрипцией (ПЦР-ОТ) крыс определяли уровень экспрессии генов супероксиддисмутазы-2 (*Sod2*), каталазы (*Cat*), глутатионпероксидазы (*Gpx1*), гемоксигеназы-1 (*Hmox1*) и NAD(P)H-хиноноксидоредуктазы (*Nqo1*), а также транскрипционного фактора *Nrf2* (*Nrf2*) в икроножной мышце. Выделение общей РНК из ткани икроножной мышцы проводили с помощью реагента TRI REAGENT («Sigma-Aldrich», США), а синтез комплементарной ДНК - с использованием набора MMLV RT kit (Евроген, Россия) согласно протоколу производителей. Для ПЦР-ОТ в режиме реального времени использовали праймеры и зонды ООО «ДНК Синтез» (Россия). Экспрессию генов оценивали по значению порогового цикла и нормализовали относительно референсных генов *Actb* и *Gapdh* методом  $2^{-\Delta\Delta Ct}$ . Для установления статистически значимых различий ( $p < 0,05$ ) между группами животных применяли тест Kruskal-Wallis и, в качестве *post hoc* теста, критериямногожественного сравнения Dunn.

**Результаты.** В икроножной мышце крыс 3-ей группы (с физической нагрузкой) достоверно возростала экспрессия генов всех изученных ферментов антиоксидантной защиты. Так, количество мРНК *Sod2* увеличилось в 2,8 раз по сравнению с животными, не занимающимися на беговой дорожке (1-я группа), уровень экспрессии *Cat* – в 2 раза, *Gpx1*- в 5,3 раз, *Hmox1* – в 9 раз, *Nqo1*- в 2 раза, что могло быть обусловлено значительным возрастанием в 3,2 раза уровня экспрессии транскрипционного фактора *Nrf2* относительно контроля.

Обогащение рациона экстрактом черники и черной смородины крыс, не получавших истощающую физиче-

скую нагрузку (2-я группа) не приводило к изменению уровней экспрессии всех изученных генов. Однако, включение в рацион животных 4-ой группы (с физической нагрузкой) антоцианинов оказывало ингибирующее действие на экспрессию *Nrf2* (снижение на 19% ( $p > 0,05$ )) относительно 3-й группы (физически активные животные). Уровень экспрессии генов *Sod2* и *Hmox1* в этой группе снижался на 10% ( $p > 0,05$ ), *Cat* – на 24% ( $p > 0,05$ ), *Gpx1*- на 54% ( $p < 0,05$ ), по сравнению с 3-й группой. Эти результаты могут быть связаны, по крайней мере частично, со способностью антоцианинов снижать уровень АФК.

**Заключение.** Результаты нашего исследования показали, что антоцианины экстракта черники и черной смородины оказывают протекторное действие на систему антиоксидантной защиты в икроножной мышце крысы после физических нагрузок.

**Благодарность.** Авторы выражают признательность сотрудникам лаборатории энзимологии питания за оказанную помощь при проведении данного исследования.

Научно-исследовательская работа проведена за счет средств субсидии на выполнение государственного задания FGMF-2022-0003

# БИОЛОГИЧЕСКАЯ ЦЕННОСТЬ ЛИПИДОВ РАДУЖНОЙ ФОРЕЛИ, ВЫРАЩЕННОЙ В УСЛОВИЯХ АКВАКУЛЬТУРЫ

Биндюков С.В.\*

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии» (ВНИРО), Москва, Россия  
e-mail: sergeyang@mail.ru

**П**ри выращивании лососевых рыб в современной аквакультуре становится актуальным сохранение наиболее полезных характеристик продукции, в первую очередь незаменимых для человека длинноцепочечных жирных кислот семейства омега-3, а именно эйкозапентаеновой (20:5n-3, ЭПК) и докозагексаеновой (22:6n-3, ДГК). Однако в последние годы сформировалась глобальная тенденция по замене рыбной муки и рыбного жира в комбикормах для семги и форели на растительные протеины и масла (источники омега-6 кислот), что накладывает негативный отпечаток на липидный профиль готовой продукции. Перспективным является включение в состав кормов компонентов, богатых альфа-линоленовой кислотой (18:3n-3, АЛК), которая может быть использована лососевыми рыбами благодаря процессам элонгации и десатурации для собственного синтеза ЭПК и ДГК. Целью работы являлось прижизненное формирование жирнокислотного состава мышечной ткани радужной форели за счет оптимизации липидного профиля комбикормов путем частичной замены рыбного жира маслами с высоким содержанием АЛК.

**Материалы и методы.** Рецептуры экспериментальных комбикормов для радужной форели *Oncorhynchus mykiss* отличались содержанием жирных кислот

за счет использования различных процентных соотношений рыбного жира/рапсового/соевого масел – 21/0/0, 15/3/3, 9/7/5, 4/9/8, 0/9/2, соответственно. Контролем служил коммерческий корм, в состав которого также входили растительные масла. Количество жирных кислот в комбикормах и мышечной ткани форели определяли с помощью газового хроматографа «Кристалл 5000.2» с ПИД на капиллярной колонке CR-FAME 100 мх0,25 ммх0,2 мкм («Хроматэк»), газ носитель – водород. В качестве стандарта была использована смесь метиловых эфиров Supelco 37 component FAME MIX (каталожный номер CRM47885). Обработку результатов анализа производили с использованием программного обеспечения Хроматек Аналитик методом внутренней нормализации.

**Результаты и обсуждение.** Согласно данным рыбоводных испытаний замена рыбного жира растительными маслами в составе кормов для форели не снижала скорости роста и не ухудшала физиологического состояния рыб. В процессе выращивания происходило увеличение содержания липидов в мышечной ткани форели контрольной и опытных групп в среднем с 7 % в начале эксперимента до 9,5-10 % после его окончания. Представленные на рисунке 1 данные свидетельствуют о том, что при двукратном снижении в корме содержания ЭПК и

ДГК (образцы КРФР 21/0/0 и КРФР 4/9/8), количество этих жирных кислот в рыбе практически не меняется, что по видимому, связано с присутствием в достаточном количестве АЛК в качестве субстрата для элонгации. Однако дальнейшее уменьшение ЭПК и ДГК в корме (образцы КРФР 0/9/12 и контроль) при-

водит к тому, что количество данных жирных кислот в рыбе снижается как при низком, так и при высоком уровне АЛК.

С учетом того, что рекомендуемое ФАО/ВОЗ суммарное количество ЭПК и ДГК составляет от 0,5 до 1 г/сут, можно говорить о том, что употребление 150-200 г филе форели, выращенной на кормах с

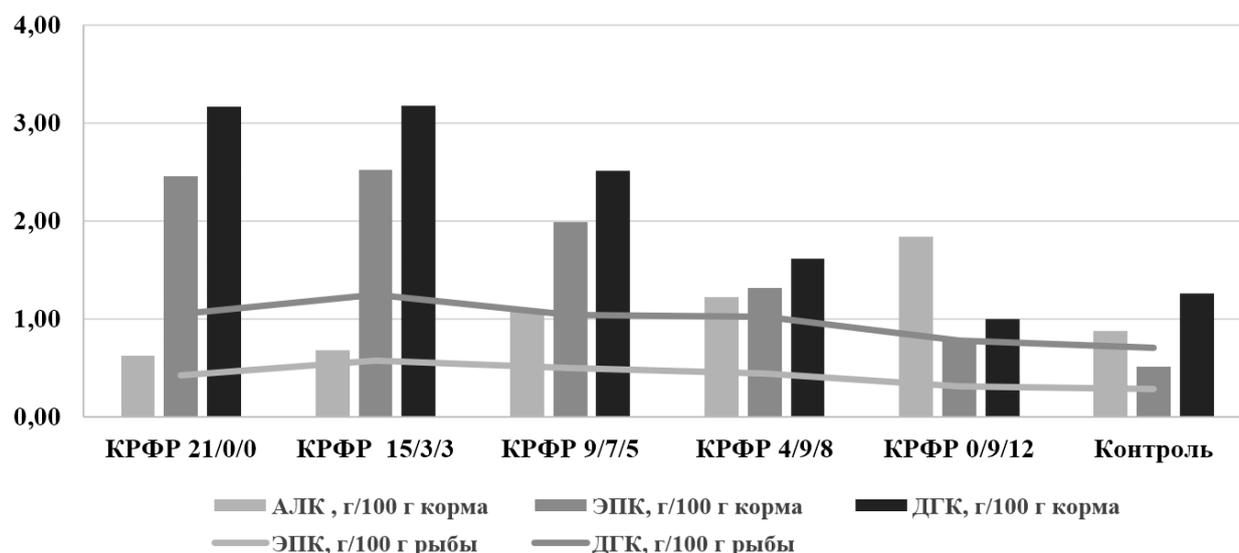


Рис. 1. Содержание жирных кислот в кормах и липидах форели, г/100 г продукта

частичной заменой рыбного жира рапсовым и соевым маслом обеспечит свыше 50% от суточной нормы в ПНЖК омега-3.

**Заключение.** Полученные данные подтверждают возможность сохране-

ния высокого содержания ЭПК и ДГК в пищевой продукции из лососевых рыб за счет замены до 80 % рыбного жира в составе корма на растительные масла с высоким содержанием АЛК.

## РАЗРАБОТКА ПИЩЕВОГО МОДУЛЯ ВЫСОКОЙ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЦЕННОСТИ, ОБОГАЩЕННОГО ФИКОЦИАНИНОМ

Билялова А.С\*., Бирюлина Н.А.  
ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии», Москва, РФ  
e-mail: asbilyalova@gmail.com

Одним из перспективных объектов для получения пищевых модулей многоцелевого назначения является биомасса цианобактерии

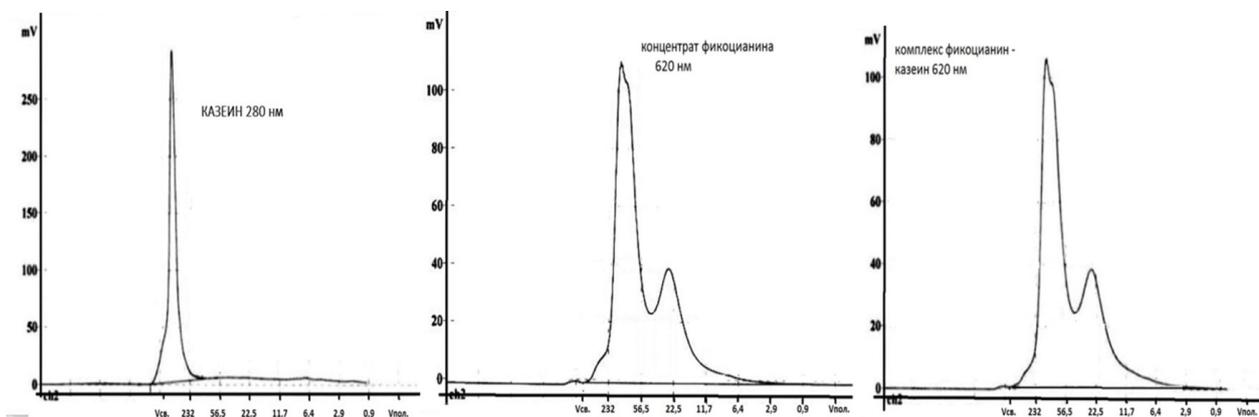
*Arthrospira platensis* (*A.platensis*). Биомасса *A.platensis* и её водные экстракты используются в составе биологически активных добавок к пище в качестве

источника биологически активных веществ, в первую очередь фикоцианинов - белковых макромолекул, во многом определяющих антиоксидантные, иммуномодулирующие и противовоспалительные свойства этой цианобактерии. Адекватный уровень потребления фикоцианина в сутки составляет 0,05 г. Закрепление такого количества функционального пищевого ингредиента в продукте зависит от грамотного выбора сырья и способа соединения их друг с другом. В качестве пищевого модуля предложено использовать основной белок молока - казеин. При гидратации казеиновые частицы могут находиться в изолированной форме или ассоциировать друг с другом, включая в свои агрегаты, растворенные в дисперсионной среде соединения. Возникающие при этом взаимосвязи имеют «физическую» природу и, следовательно, молекулярные структуры включаемых соединений не повреждаются. Цель работы разработка пищевого модуля высокой биологической ценности с концентратом фикоцианина для использования в качестве пищевого ингредиента многоцелевого назначения в составе специализированных пищевых продуктов (СПП).

**Материалы и методы.** В исследовании использован метод эксклюзионной жидкостной хроматографии высоко-

го давления, позволяющий оценивать молекулярно-массовое распределение белков и пептидов в образцах. Элюирование образцов проводили на колонке TSK GEL 2000 SW1x (0.8·30см), подвижная фаза раствор NaCl с добавлением азида натрия, скорость элюирования 0,25 мл/мин. В работе использовали казеинат натрия производства ООО «Тагрис» (Россия). Данный ингредиент имел характерный вкус и запах. По внешнему виду представлял собой сыпучий порошок светло-кремового цвета. Концентрат фикоцианина был получен из сухой биомассы *A. platensis*, предоставленной научно-производственным объединением «Биосоляр МГУ». Массовая доля С-фикоцианина и аллофикоцианина в сумме составляла 42,7%. Концентрат фикоцианина представляет собой мелкодисперсный порошок ярко-синего цвета, хорошо растворимый в воде. Для проведения ВЭЖХ использовали модельные образцы проб: 1 % водный раствор казеината натрия, 1 % водный раствор концентрата фикоцианина и смесь, состоящая из этих компонентов.

**Результаты и обсуждение.** На рис. 1 приведены хроматограммы исходных растворов казеината натрия, концентрата фикоцианина и их комплекса при различных длинах волн. Видно, что основной пик казеина при длине волны



**Рисунок 1** - Эксклюзионные хроматограммы казеина, концентрата фикоцианина и их комплекса. По оси абсцисс – молекулярная масса, кД; по оси ординат – оптическая плотность при 280 нм/620 нм (отн.ед.)

280 нм приходится на диапазон молекулярных масс, близких к свободному объему колонки, т.е. молекулярные массы структур казеината натрия лежат в диапазоне более 250 кД. При длине волны, соответствующей максимуму поглощения фикоцианина, 620 нм у казеина нет поглощения. В свою очередь, концентрат фикоцианина имеет два хроматографических пика с молекулярными массами около 200 и 23 кД. Хроматограмма смеси казеина и концентрата фикоцианина не отличается от хроматограммы исходного концентрата. Если бы происходило взаимодействие фикоцианинов с казеинатом натрия, хроматографические пики при 620 нм перемещались бы в высокомолекулярную область и совпадали бы со свободным объемом колонки. Это может свидетельствовать о том, что взаимодействие этих компонентов в процессе их совместной инкубации не происходит.

**Заключение.** Полученные данные свидетельствуют о том, что оба веще-

ства сохраняют свою индивидуальность, а, следовательно, и ценные нутритивные свойства. Этот факт, несомненно, важен для разработки СПП с фикоцианином. Мы также не исключаем, что в условиях нашего эксперимента метод ВЭЖХ не дал наглядных результатов, позволяющих судить о возникновении молекулярных контактов между казеинатом натрия и концентратом фикоцианина. Дальнейшие работы будут продолжены в направлении физико-химических исследований, доказывающих целесообразность формирования модуля «белок-фикоцианин».

**Благодарности:** Авторы выражают благодарность ведущему научному сотруднику лаборатории пищевых биотехнологий и специализированных продуктов ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии» доктору технических наук А.Л. Новокшановой.

**Финансирование.** Работа выполнена в рамках гранта РФФИ № 22-16-00006

## ВЕРИФИКАЦИЯ МОДЕЛИ НАРУШЕНИЙ УГЛЕВОДНОГО И ЛИПИДНОГО ОБМЕНА

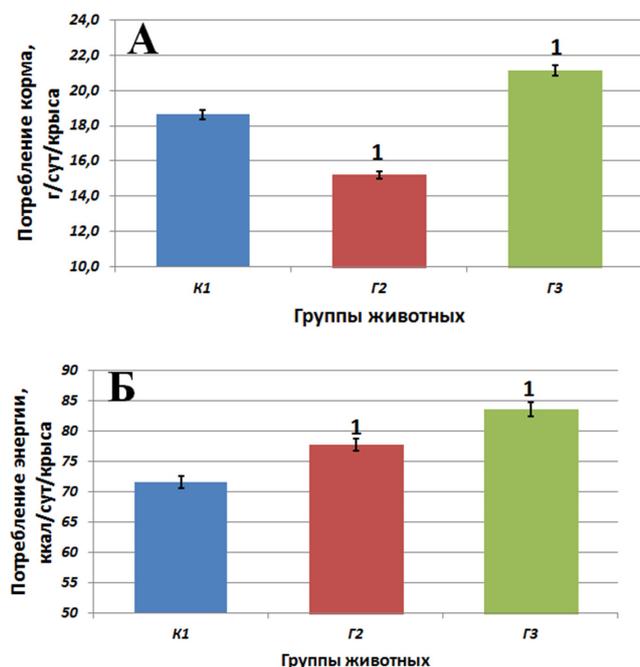
Бирюлина Н.А.\*; Петров Н.А., Сидорова Ю.С.  
ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии», Москва, РФ  
e-mail: biryulina\_nadezhda@mail.ru

**В** основе разработки специализированных пищевых продуктов лежит объективная оценка безопасности и эффективности биологически активных веществ и/или функциональных пищевых ингредиентов (ФПИ) на их основе с заданным действием. Соответственно для корректной экспериментальной оценки и получения достоверных результатов требуется подбор оптимальной биомодели, воспроизводящей кли-

нически и биохимические нарушения, характерные для изучаемого алиментарно-зависимого заболевания. Целью данного исследования явилась верификация *in vivo* биологической модели нарушений углеводного и жирового обмена на крысах-самцах линии Вистар.

**Материалы и методы.** Эксперимент проведен с использованием 48 крыс-самцов линии Вистар с исходной массой тела  $45 \pm 5$  г. Исследования на

животных выполнены согласно ГОСТ Р 33216-2014 «Руководство по содержанию и уходу за лабораторными животными». Длительность эксперимента составила 100 суток. По истечению карантина (7 суток) животных рандомизированно по средней массе тела, уровню глюкозы и результатам теста открытое поле разделили на три группы: К1 – контрольную группу, получавшую на протяжении эксперимента стандартный полусинтетический рацион (ПСР), Г2 – группу, получавшую высокожировой высокоуглеводный рацион (40% жира по калорийности, 20% сахарозы, ВЖВУ) с добавлением 2% холестерина и Г3 – группу, получавшую ПСР с добавлением 2% холестерина. В течение эксперимента вели еженедельный мониторинг потребления корма, прироста массы тела и уровня глюкозы крови. На 92 сутки эксперимента проводили тест на инсулинорезистентность. На 100-е сутки крыс выводили из эксперимента декапитацией под легким эфирным наркозом. Получали сыворотку крови для проведения

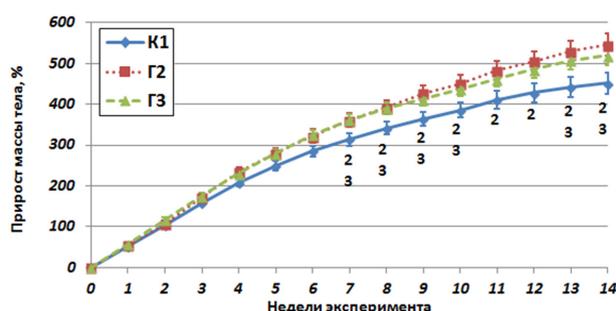


**Рисунок 1** - Среднее потребление корма (г/сут/крыса, А) и энергии (ккал/сут/крыса, Б)

общего биохимического анализа крови. В печени животных определяли содержание триглицеридов и холестерина.

**Результаты и обсуждение.** Животные группы Г3 потребляли достоверно больше корма по сравнению с животными контрольной группы К1. Потребление энергии животными группы Г2 и Г3, получавшими рационы с добавлением холестерина, было достоверно выше по сравнению с животными группы К1. На рис. 1 представлено среднее суточное потребление корма и энергии животными на протяжении всего эксперимента.

Прирост массы тела животных группы Г2 и Г3, получавших высокохолестериновый рацион, был достоверно выше по сравнению с животными группы К1 (рис. 2). Соответственно, добавление в рацион животных холестерина приводило к усилению аппетита и, соответствен-



**Рисунок 2** - Прирост массы тела животных, %

В тесте на инсулинорезистентность показатель ППК для групп Г2 и Г3 составил 398,3 ммоль/л и 428,1 ммоль/л, соответственно, и был достоверно выше по сравнению с показателем 344,8 ммоль/л для животных контрольной группы. Содержание общего холестерина, ЛПВП и триглицеридов было достоверно выше у животных групп Г2 и Г3 потреблявших высокохолестериновый рацион в сравнении с группой К1. Содержание жира в печени, холестерина и триглицеридов печени у животных групп Г2 и Г3 на фоне высокохолестеринового рациона было также достоверно выше, чем у контрольных животных.

**Заключение.** В опытах *in vivo* обе модели могут быть использованы для оценки влияния разрабатываемых ФПИ на нарушения углеводного и жирового обмена у крыс - самцов линии Вистар. Стандартный ПСР рацион с добавлени-

ем 2% холестерина проще в приготовлении и не требует использования большого количества жира и сахарозы. ВЖВУ рацион с добавлением 2% холестерина позволяет быстрее и надежнее смоделировать нарушения жирового обмена.

## АНТРОПОМЕТРИЧЕСКИЕ ИНДЕКСЫ И СОСТАВ ТЕЛА В ГРУППЕ ВЗРОСЛЫХ МОСКВИЧЕЙ

Бондарева Э.А.<sup>1\*</sup>, Васильева А.А.<sup>2</sup>, Гаджихмедова А.Н.<sup>3</sup>, Парфентьева О.И.<sup>2</sup>

1. ФГБУ «ФНКЦ ФХМ ФМБА РФ»

2. ФГБУВО «МГУ имени М.В.Ломоносова» НИИ и Музей антропологии

3. ФГАОУ ВО «Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России» (Сеченовский университет)

e-mail: Bondareva.E@gmail.com

**О**пределение компонентов состава тела необходимо в медицинских целях для оценки количества мышечной массы тела у пожилых и тяжелобольных пациентов, в скрининговых популяционных исследованиях распространенности ожирения, для оценки индивидуального риска развития коморбидных ожирению или саркопении заболеваний, в практике подготовки спортсменов, а также в антропологических исследованиях различных популяций современного человека. В ежедневной практике специалистов предпочтение отдается косвенным методам оценки (биоимпедансометрия, калиперометрия, ультразвуковая диагностика) и различным индексам, отражающим топографию жирового отложения. Половой диморфизм антропометрических показателей проявляется в большей доле жировой массы тела у женщин, большем количестве скелетно-мышечной массы и длине тела у мужчин. Однако в популяции, проживающей в высоко урбанизированном окружении, наблюдаются тенденции, которых не

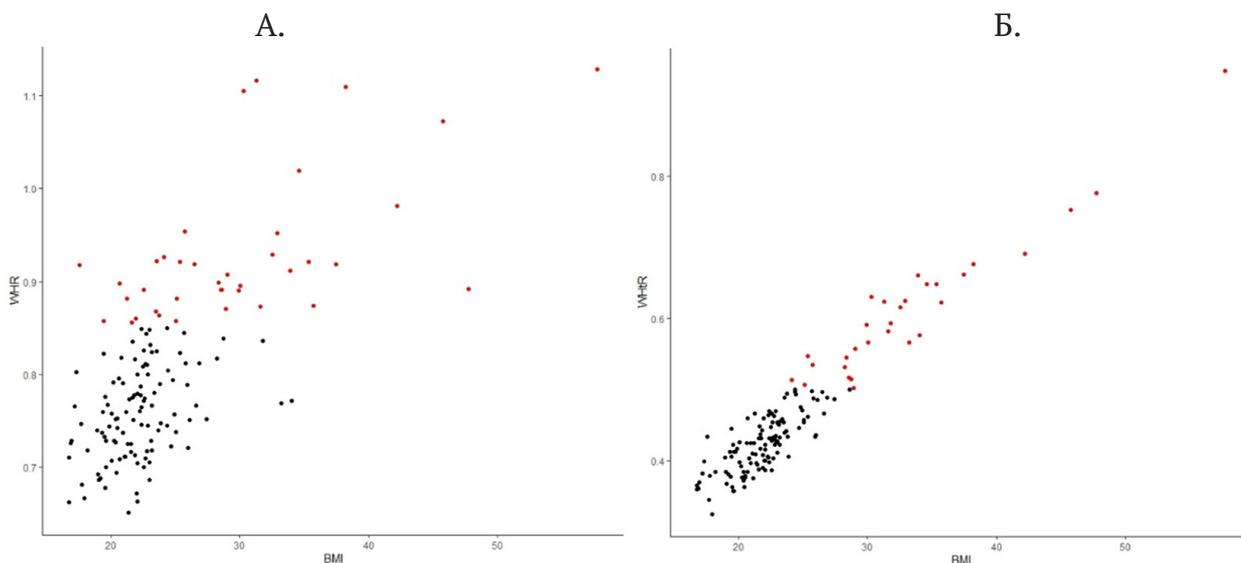
было ранее: широкое распространение саркопенического ожирения, истощение, центральное ожирение. Целью исследования является анализ состава тела, определенного методами БИА и УЗИ, а также ряда антропометрических индексов в группах взрослых мужчин и женщин, проживающих в г. Москве.

**Материалы и методы.** Были обследованы мужчины (n=88) и женщины (n=236) в возрасте от 18 до 73 лет, постоянно проживающие в г. Москве. Программа обследования включала измерение длины (см) и массы тела (кг), обхватов (см) талии и бедер. Определение состава тела (абсолютное (кг) и относительное (%) количество жировой массы, безжировая масса тела (кг) проводили с применением биоимпедансометрии (БИА, ABC-02 Медасс, «Медасс») и ультразвукового сканирования (УЗИ, BodyMetrix, Intelametrix, США). Из антропометрических данных были рассчитаны индексы: индекс массы тела (ИМТ) по трем различным формулам, индекс талия/бедра (ИТБ), индекс жирового отложения (ИЖ), индекс талия/рост (ИТР) по

двум различным формулам. Статистический анализ данных включал анализ распределения, сравнение показателей в подгруппах мужчин и женщин (критерий Манна-Уитни, расчет Байесовского фактора и размера эффекта), ROC-анализ. Для всех показателей статистического оценивания были рассчитаны 95% доверительные интервалы. Были использованы следующие программы и ресурсы JASP (<https://jasp-stats.org/>), PAST (<https://past.en.lo4d.com/windows>), easyROC (<http://www.biosoft.hacettepe.edu.tr/easyROC/>), MetaboAnalyst (<https://www.metaboanalyst.ca/>).

**Результаты и обсуждение.** Постоянно разрабатываются новые индексы (индексы талия/длина тела, индекс жировотложения, индексы формы тела и др.) и модифицируются старые с целью увеличения их чувствительности для объективной диагностики нутри-

тивного статуса и рисков кардиометаболических заболеваний на популяционном и индивидуальном уровнях. В обследованной выборке резидентов г. Москвы были обнаружены следующие признаки, по которым были показаны значимые статистические различия: длина тела, скелетно-мышечная масса тела, доля жировой массы тела, индекс талия/бедро. В целом для обследованной группы, показана сильная положительная корреляционная связь между ИМТ и ИТР (рис.1Б), что свидетельствует о развитии центрального ожирения у мужчин и женщин с увеличением массы тела. Также ИТР обладает большей чувствительностью в диагностике избыточной массы тела и ожирения, чем ИТБ в связи с тем, что у людей с недостатком массы тела ИТБ дает высокие значения, создавая ложноположительные связи с центральным ожирением (рис. 1А).



**Рисунок 1.** Распределение значений ИТБ (А) и ИТР (Б) в зависимости от ИМТ

**Заключение.** На фоне отсутствия различий в абсолютном количестве жировой массы тела у обследованных мужчин и женщин, меньший %ЖМ у мужчин обусловлен значимо большей БЖМ, по сравнению с женщинами. При этом лучшие значения AUC для БЖМ обнаружены для метода БИА, а для %ЖМ – для УЗИ. Для диагностики центрального ожире-

ния представляется перспективным использование индекса талия/рост взамен традиционного индекса талия/бедро.

**Благодарности:** работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФ №22-75-10122 «Оценка влияния эндогенных и экзогенных факторов на развитие различных типов ожирения»

# ОЦЕНКА ПИЩЕВОГО СТАТУСА И ПИЩЕВОГО ПОВЕДЕНИЯ ДЕВУШЕК СТАРШЕГО ПОДРОСТКОВОГО ВОЗРАСТА

Брагина А.М.,\* Пестрякова С.В.

Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова

Ярославль, Россия

e-mail: KrupSasha18@gmail.com

**В** основе разработки специализированных пищевых продуктов лежит объективная оценка безопасности и эффективности биологически активных веществ и/или функциональных пищевых ингредиентов (ФПИ) на их основе с заданным действием. Соответственно для корректной экспериментальной оценки и получения достоверных результатов требуется подбор оптимальной биомодели, воспроизводящей клинически и биохимические нарушения, характерные для изучаемого алиментарно-зависимого заболевания. Целью данного исследования явилась верификация *in vivo* биологической модели нарушений углеводного и жирового обмена на крысах-самцах линии Вистар.

Рациональное питание является основным компонентом здорового образа жизни. Формирование культуры потребления, отражающей регулярность приемов пищи и использования качественных продуктов для приготовления блюд, способствует повышению здоровья населения. Популяризация рационального питания должна осуществляться с учетом особенностей пищевого поведения [2].

**Материалы и методы.** Обследовано 97 девушек в возрасте от 15 до 18 лет, проживающих в г. Шарья. Испытуемые были поделены на 2 группы: школьницы средней общеобразовательной школы (31 человек, средний возраст  $16,3 \pm 0,75$  лет) и студентки педагогиче-

ского колледже (66 человек, средний возраст  $16,3 \pm 0,76$  лет). Пищевой статус оценивали по величине индекса массы тела (ИМТ,  $\text{кг}/\text{м}^2$ ). Для оценки пищевого поведения использовали Голландский опросник DEBQ. Данные представлены в виде среднего арифметического и стандартного отклонения ( $M \pm m$ ). Результаты обработаны статистически с использованием программ Excel 2007 и Statistica 10.

**Результаты и обсуждение.** Среднегрупповые значения ИМТ у школьниц ( $19,3 \pm 2,09$   $\text{кг}/\text{м}^2$ ) и студенток ( $20,8 \pm 2,66$   $\text{кг}/\text{м}^2$ ) статистически значимо не различались и находились в диапазоне нормальных значений массы тела. Результаты индивидуальной оценки представлены в таблице 1. Согласно полученным результатам, большинство девушек имеют нормальную массу тела. К группе риска отнесены обучающиеся с дефицитом и избытком массы тела. Таковых во всей выборке 5,2 %.

Дефицит массы тела в 4,3 раза чаще встречался среди школьниц и свидетельствует о неполноценности питания, недостаточном потреблении необходимых для роста и развития пищевых продуктов. Избыточная масса тела отмечалась только у студенток. Случаи ожирения не выявлены в обеих группах.

Пищевое поведение складывается на основании окружающей психологической и социальной обстановки, а также зависит от личностных характеристик

**Таблица 1.** Распределение девушек по величине ИМТ (доля обследованных, %).

ИМТ		Школьницы	Студентки
кг/м <sup>2</sup>	Оценка		
Менее 16	Дефицит массы тела	6,5	1,5
16-18,49	Недостаток массы тела	25,8	21,2
18,5-24,99	Нормальная масса	67,7	74,2
25,00-29,99	Избыточная масса тела	0	3,1

индивида. Результаты опроса показали, что нарушение пищевого поведения встречалось у 100% школьниц и 93,5% студенток. Формированию ограничительного поведения способствует повышенная требовательность к фигуре, неудовлетворенность внешним видом, отсутствие знаний о рациональном питании и здоровом образе жизни, в целом [1]. В группе школьниц 41,9% и в группе студенток колледжа 36,4% обследованных имеют ограничительное пищевое поведение. Эмоциональным называется тип пищевого поведения, при котором у индивида есть склонность к увеличению частоты или количества употребления пищи в зависимости от психологического дискомфорта. Обнаружено, что стремление к нормализации эмоционального фона за счет пищи характерно для 45,2% школьниц и 47,0% учениц колледжа. Повышение аппетита в ответ на вид и запах пищи является здоровой физиологической реакцией «мозговой» части пищеварения, но желание употребить любимую пищу вне зависимости от чувства голода оценивается как отклонение и формирует экстернальное пищевое поведение. Более половины школьниц (61,3%) подвержены перееданию из-за влияния окружающей социальной обстановки и привлекательного внешнего вида пищи.

**Заключение.** У 67,7% школьниц и 74,2% студенток пищевой статус оценивался как нормальный, отклонения в

большей степени связаны с дефицитом и недостатком массы тела. Ограничительное пищевое поведение отмечено у 41,9% школьниц и 36,4% студенток. Эмоциональное пищевое поведение – у 45,2% и 47,0% школьниц и учениц колледжа, соответственно. Экстернальное пищевое поведение зарегистрировано у 61,3% школьниц и 50,0% студенток колледжа.

#### **Список литературы**

1. Парфенова, Г. Л. Психологические аспекты нарушений пищевого поведения и их профилактика / Г. Л. Парфенова, Д. Н. Ляшенко // Вестник Алтайского государственного педагогического университета. – 2017. – № 2(31). – С. 101-108.
2. Шабанова, Т. Л. Исследование нарушений пищевого поведения у лиц юношеско-студенческого возраста / Т. Л. Шабанова // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2017. – № 9. – С. 91-95.

# ОДНОВРЕМЕННОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ НИТРАТОВ И НИТРИТОВ МЕТОДОМ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНОЙ ЖИДКОСТНОЙ ХРОМАТОГРАФИИ В ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТАХ

Буданов А.В.\*

*Всероссийский научно-исследовательский институт технологии консервирования – филиал ФГБНУ «Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН  
e-mail: a.budanov@fncps.ru*

**Н**итриты и нитраты широко используются в пищевой продукции в качестве стабилизаторов и консервантов в продуктах переработки мяса и сырах. Также эти ионы можно встретить в растительной пище и продуктах её переработки, так как растения потребляют и накапливают в своих частях азотистые соединения из почвы.

Нитрат-ионы малоопасны, но способны восстанавливаться до нитрит-ионов, которые вступают в реакцию с вторичными аминами в кислой среде с образованием нитрозаминов - высокотоксичных и канцерогенных соединений. В связи с этим необходимо строго следить за содержанием нитратов и нитритов в продуктах питания, используя высокоточные современные методы.

Распространенными методами определения нитритов и нитратов в настоящее время являются оптические методы (колориметрия, спектрофотометрия) и электрохимические методы. Для первой группы методов существует необходимость восстановления нитратов до нитритов. Во второй группе методов определению могут мешать хлорид-ионы.

Автором предложен универсальный метод одновременного определения нитрат- и нитрит-ионов в пищевых продуктах с помощью высо-

коэффициентной жидкостной хроматографии с обращённо-фазовой колонкой без предварительной дериватизации.

**Материалы и методы.** Определение нитратов и нитритов проводили на жидкостном хроматографе Shimadzu LC-20 Prominence (Shimadzu, США), состоящего из насоса LC-20AD, автосамплера SIL-20A и спектрофотометрического детектора SPD-20A. Построение градуировочной зависимости и обработку хроматограмм выполняли с помощью программного обеспечения Shimadzu LC Solution 2.0. Для разделения компонентов использовали колонку Acclaim™ Mixed Mode WAX-1, длина 150 мм, диаметр 4,6 мм (Thermo Fisher Scientific, США). В качестве подвижной фазы использовали несколько составов: состав 1 - вода с добавлением 0,01М октиламина (Merck, США) и ортофосфорной кислоты 85% (Merck, США) до pH=4,5, состав 2 - фосфатный буфер с добавлением 50 см<sup>3</sup> ацетонитрила (Merck, США) и состав 3 - фосфатный буфер:метанол (Merck, США) соотношением 70:30 по объёму. Для построения градуировочной зависимости использовали стандартные растворы ГСО 7820-2000 и ГСО 7748-99. Компоненты идентифицировали по абсолютным значениям времени удерживания. Перед проведением хроматографи-

ческого разделения на колонке, растворы подвергали дополнительной очистке с применением твердофазной экстракции на картридже Chromabond C<sub>18</sub> ec, 200 мг, 3 см<sup>3</sup> (MACHEREY-NAGEL GmbH & Co. KG, Германия). Картридж активировали 2 см<sup>3</sup> метанола (Merck, США), затем уравнивали 5 см<sup>3</sup> воды 1 степени очистки. Для исследования отбирали 2-3 см<sup>3</sup> образца в виалу.

**Результаты и обсуждение.** Экстракция ионов из пищевых продуктов проводилась дистиллированной водой в водяной бане при 40°C. Степень извлечения нитратов и нитритов выше 99%

Составы 1 и 2 показали хорошее разделение компонентов с абсолютным временем удерживания 10,569 (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>) и 11,688 (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) для состава 1 и 9,864 (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>) и 10,993 (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) для состава

ва 2. Состав 3 не позволял эффективно разделять ионы при данных условиях.

Также при исследовании оказалось, что состав с октиламином ухудшает разделительные свойства сорбента, что приводит к быстрому выходу из строя используемой колонки. Состав с фосфатным буфером и ацетонитрилом не оказывал деструктивного влияния на сорбент.

**Заключение.** Разработан простой и эффективный метод ВЭЖХ с УФ детектором для количественного определения нитратов и нитритов в пищевых продуктах. Подобраны оптимальные условия проведения извлечения и очистки пробы. Результаты, полученные в процессе работы, показывают, что достоинствами предложенной методики являются низкий порог чувствительности, высокая точность и универсальность.

## ПРИМЕНЕНИЕ МОРКОВИ ДЛЯ ОБОГАЩЕНИЯ ТВОРОЖНОГО ПРОДУКТА КАРОТИНОИДАМИ

Воробьева Е.Е\*, Асякина Л.К.

*Кемеровский государственный университет, г. Кемерово, Россия*

*89515923860k@gmail.com*

**Н**еполноценное питание, в котором присутствует недостаточное количество нутриентов, вызывает нарушение работы желудочно-кишечного тракта (ЖКТ). Это происходит за счет уменьшения количества полезной микрофлоры, и нарушения обмена веществ [1]. Творожная масса – биотехнологический продукт, в котором присутствует большое количество молочнокислых микроорганизмов (естественная микрофлора желудочно-кишечного тракта), которые способствуют лучшему усвоению необходимых макро- и микронутриентов. Помимо заболеваний ЖКТ, из-за неправильного питания и частого стресса в организме человека

образуются активные формы кислорода (АФК), приводящие к окислительному стрессу, который способствует увеличению риска возникновения сердечно-сосудистых заболеваний (ССЗ) [2]. Морковь обладает высокими антиоксидантными свойствами [3], за счет чего снижает влияние окислительного стресса на сердечно-сосудистую систему. Добавление моркови в творожную массу улучшает, помимо органолептических и физико-химических показателей, биологическую ценность готового продукта [4].

**Материалы и методы:** Материалом для исследования послужили творожная масса, пюре из моркови, творожная масса с пюре из моркови (далее – готовый

продукт). Для приготовления готового продукта использовали творожную массу, приготовленную в лабораторных условиях, посредством сквашивания молока жирностью 0,5 % до творога и дальнейшего его перетиранья с добавлением 5 % (от массы творога) сливочного масла и сахара. Органолептическую оценку творожной массы и готового продукта проводили по ГОСТ 31680-2012. Определение титруемой кислотности проводили по ГОСТ 3624-92. Антиоксидантную

активность определяли при помощи реактива (ABTS) по методике Parsa and Salout [5]. Определение содержания каротиноидов осуществили в соответствии с ГОСТ Р 54058-2010. Количество молочнокислых микроорганизмов определяли по ГОСТ 10444.11-89.

Результаты и обсуждение: Определение показателей качества творожной массы и готового продукта представлено в таблице 1.

Таким образом, творожная масса и го-

**Таблица 1.** Показатели качества творожной массы и готового продукта

Показатели	Творожная масса	Готовый продукт
<b>Консистенция</b>	Однородная масса без комочков, в меру плотная	
<b>Вкус и запах</b>	Кисломолочный, без посторонних привкусов и запахов	Кисломолочный с привкусом моркови
<b>Цвет</b>	Светло-кремовый	Светло-оранжевый
<b>Титруемая кислотность, °Т</b>	115,0±5,6	106,0±4,9
<b>Массовая доля влаги, %</b>	31,3±1,2	38,4±1,5
<b>Количество молочнокислых бактерий, КОЕ</b>	2×10 <sup>7</sup>	15×10 <sup>6</sup>

товый продукт, приготовленные в лабораторных условиях, соответствуют ГОСТ 31680-2012.

Антиоксидантная активность творожной массы составляет 21,67±0,96 %, моркови – 72,33±3,42 %, готового продукта – 59,48±2,84 %. Количество каротиноидов в 100 г творожной массы, моркови и готового продукта составило 0,84±0,02, 24,51±1,01, 14,76±0,65 мг, соответственно. Благодаря добавлению моркови, творожная масса обогащается каротиноидами, вследствие чего, увеличивается антиоксидантная активность в готовом продукте.

Заключение: Таким образом, морковь является перспективным сырьем для создания пищевого продукта, богатого каротиноидами. Общее количество ка-

ротиноидов в готовом продукте составило 14,7 мг/100г продукта, что привело к увеличению антиоксидантно активности на 37,8 % по сравнению с творожной массой без добавок. Вместе с тем творожная масса может способствовать уменьшению заболеваний желудочно-кишечного тракта, благодаря присутствию в готовом продукте 15×10<sup>6</sup> КОЕ молочнокислых бактерий.

Список литературы:

1. Corsello A., Pugliese D., Gasbarrini A., Armuzzi A. Diet and Nutrients in Gastrointestinal Chronic Diseases. *Nutrients*. 2020. V. 12. № 9. P. 2693. <https://doi.org/10.3390/nu12092693>.
2. Saha S.K., Lee S.B., Won J., et al. Correlation between Oxidative Stress, Nutrition, and Cancer Initiation. *Int.*

- J. Mol. Sci. 2017. V. 18. P. 1544. <https://doi.org/10.3390/ijms18071544>.
3. Голубков Е.С., Шевелева Т.Л. Влияние внесения пюре моркови на показатели качества ржано-пшеничного хлеба. Мир Инноваций. 2019. № 1. С. 9-13
  4. Куренкова Л.А., Нифанова М.А., Фатеева Н.В. Исследование возможности применения растительного сырья в производстве творожного продукта // Молочнохозяйственный вестник. 2019. Т. 35. № 3. С. 101-108.
  5. Parsa A., Salout S.A. Investigation of the antioxidant activity of electrosynthesized polyaniline/reduced graphene oxide nanocomposite in a binary electrolyte system on ABTS and DPPH free radicals // Journal of Electroanalytical Chemistry. 2016. V. 760. P. 113-118. <https://doi.org/10.1016/j.jelechem.2015.11.021>.

## АНАЛИЗ УРОВНЯ ВИТАМИНА D У ПАЦИЕНТОВ РАЗНЫХ ВОЗРАСТНЫХ И ГЕНДЕРНЫХ ГРУПП В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ВРЕМЕНИ ГОДА

Вершинина А.Ю. \*

*Башкирский государственный медицинский университет, Уфа, Россия*  
*v\_angela\_94@mail.ru*

**В**итамин D является незаменимым метаболитом в организме человека. Основная его функция – поддержание уровня кальция и фосфора в сыворотке крови. Со снижением количества кальция, уменьшается минеральная плотность кости и увеличивается частота переломов.

В продуктах питания витамин находится в ограниченном количестве, в коже он вырабатывается только под воздействием ультрафиолетового излучения. Несколько видов натуральных пищевых продуктов животного происхождения могут рассматриваться в качестве источника витамина (рыба жирных сортов, некоторые сорта мяса, субпродукты, коровье молоко и молочные продукты, куриные яйца).

Суточная потребность в витамине D может быть удовлетворена за счет инсоляции на 50–90 % при условии, что человек ежедневно получает достаточ-

ное количество ультрафиолета. Число солнечных дней в году в Приволжском федеральном округе колеблется от 261 до 287, особенности резко континентального климата и агломерации, несомненно, влияют на интенсивность ультрафиолетового излучения.

**Цель исследования.** Определение уровня 25(OH)D разных возрастных и гендерных групп в зависимости от времени года.

**Материалы и методы.** Были проанализированы данные обследований 25(OH)D 8595 человек, проживающих в г. Уфа, Республики Башкортостан с января 2019 по февраль 2020 года. Состав исследуемых: 1869 (21,75 %) – мужчин и 6726 (78,25 %) - женщин. Возраст составил от 1 до 93-х лет. Средний возраст 33,3±21,5 лет у мужчин и 41,1±17,4 - у женщин. Лабораторные исследования проведены методом непрямого твердофазного иммуноферментного анализа. Дефи-

цит витамина D - 25(OH)D <20 нг/мл (50 нмоль/л), недостаточность - от 20 до 30 нг/мл (от 50 до 75 нмоль/л), адекватные уровни - более 30 нг/мл (50 нмоль/л).

**Результаты и обсуждения.** В результате анализа выявлено, что уровень 25(OH)D варьировал в зависимости от месяца. Абсолютный максимум обнаружен в декабре 2019 года - 149,38 нг/мл (373,45 нмоль/л), абсолютный минимум в феврале 2019 года - 2,21 нг/мл (5,53 нмоль/л).

Минимальное среднее значение было в феврале 2019 года 23,65±13,91 нг/мл (59,13±34,78 нмоль/л), максимальное - в августе 2019 года - 31,74±14,69 нг/мл (79,35±36,73 нмоль/л).

Наибольшие средние значения витамина D наблюдаются в летние месяцы (июнь, июль, август) и осенние месяцы (сентябрь, октябрь). Данные количества приближаются к адекватным по лабораторным параметрам. Минимальные значения - с января по апрель 2019 года, что совпадает с недостаточностью.

Также было подсчитано значение витамина D для мужчин и женщин. Выявлено максимальное среднее значение у мужчин в июне 2019 года - 32,66±15,38 нг/мл (81,65±38,45 нмоль/л), минимальное 23,02± 16,35 нг/мл (57,55±40,88 нмоль/л) в марте этого же года. Абсолютный минимум у них совпал с минимумом исследуемой группы (февраль 2019 года - 2,21 нг/мл (5,53 нмоль/л)). Максимум наблюдался в апреле 2019 года - 147,15 нг/мл (367,88 нмоль/л).

У женщин максимальное среднее значение 31,70±14,84 нг/мл (79,25±37,1 нмоль/л) было в августе 2019, минимальное - в феврале этого же года (23,29±12,82 нг/мл (58,23±32,05 нмоль/л)). Максимум - 149,38 нг/мл (373,45 нмоль/л) - декабрь 2019 года, минимум - 5,16 нг/мл (12,9 нмоль/л) - март 2019 года. Средние значения 25(OH)D у женщин были ниже, чем у мужчин практически во все месяцы, кроме мар-

та, мая 2019 года, февраля 2020 года.

Мужчины до 50 лет имеют средние параметры от 24,39 ±18,03 до 32,88 ± 14,81 нг/мл (от 60,98±40,10 до 82,2±37,03 нмоль/л). После 50 лет наблюдается варьирование от 18,72 ±7,94 до 33,79 ± 15,24 нг/мл (от 46,8±19,85 до 84,48±38,1 нмоль/л) У женщин до 50 лет от 23,87 ±13,77 до 32,21± 15,06 нг/мл (от 59,68±34,43 до 80,53±37,65 нмоль/л), после 50 - от 22,03± 10,38 до 30,02± 16,30 нг/мл (от 55,08±25,95 до 75,05±40,75 нмоль/л). Наилучшие средние значения практически на всем протяжении года имеют мужчины до 50 лет, наихудшие значения - женщины после 50 лет.

**Заключение.** Таким образом, значение 25(OH)D варьирует в зависимости от месяца, что подтверждает изменение инсоляции. Средний уровень у мужчин и женщин до 50 лет приближается к адекватным параметрам (30 нг/мл (75 нмоль/л)) только летом. В зимние, весенние и осенние месяцы недостаточность чрезвычайно распространена (81,8%). У женщин после 50 лет наблюдается недостаточность витамина D на протяжении всего года (100%), у мужчин этой же возрастной группы неадекватный уровень достигает 85,7%. Возможно, это связано с тем, что территория Башкирии располагается между 51° 31' и 56° 25' северной широты, и её население получает низкий уровень ультрафиолетового излучения.

Витамин D играет большую роль во многих процессах человеческого организма, а дефицит 25(OH)D - актуальная проблема 21 века. Исходя из неблагоприятной эпидемиологической обстановки, установления взаимосвязи между недостаточностью витамина D и тяжестью коронавирусной инфекцией, необходимо обратить внимание и принять меры по борьбе с данной проблемой.

# МЕСТО IN SILICO МЕТОДОВ В ОЦЕНКЕ БЕЗОПАСНОСТИ ФЕРМЕНТНЫХ ПРЕПАРАТОВ И ИХ ШТАММОВ – ПРОДУЦЕНТОВ

З.Г. Гурэу\*

ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии», Москва, РФ

\*gurzinaida1395@gmail.com

**В** настоящее время в пищевой промышленности, с целью повышения эффективности производства и снижения себестоимости пищевой продукции, все большее применение находят пищевые ингредиенты, производимые с использованием мутантных и/или генно-инженерно-модифицированных микроорганизмов (ГММ). Вместе с тем, использование таких технологий ставит перед исследователями целый ряд вопросов, связанных с определением возможности безопасного применения как штаммов-продуцентов (технологических микроорганизмов), так и продуцируемой ими пищевой продукции, в том числе ферментных препаратов. Классические методы токсикологических исследований требуют больших затрат средств, времени и не всегда позволяют выявить все возможные негативные эффекты. В этой связи представляется актуальным использование методов *in silico*, которые в совокупности с методами *in vitro* и *in vivo*, которые предусматривают проведение исследований с использованием экспериментальных животных и культур клеток, обеспечивают более интегральный подход к оценке рисков здоровью потребителя продукции микробного синтеза.

**Цель работы.** Краткий обзор инструментов *in silico*, их место и перспективность внедрения в схему оценки безопасности пищевых ферментных

препаратов и их штаммов – продуцентов.

**Материалы и методы.** В ходе выполнения исследований проведен анализ и обобщение данных опубликованных в реферативных базах данных Scopus, Web of Science, PubMed, РИНЦ, а также положений отечественных и международных нормативных и законодательных документов.

**Результаты и обсуждения.** В настоящее время 90% ферментных препаратов производится с использованием мутантных и генетически модифицированных штаммов микроорганизмов. При этом известно, что изменение структуры ДНК технологических микроорганизмов может привести к изменению их биологических свойств. Например, к повышению патогенности, токсигенности, способности к продукции антибиотиков такими штаммами. В связи с тем, что в процессе мутагенеза и трансгенеза структура ДНК штамма микроорганизма может быть в значительной степени изменена, возникают трудности определения их видовой принадлежности. Геном таких микроорганизмов может включать последовательности ДНК микроорганизмов, распространенных как в окружающей среде, так и в организме животных и человека, что также затрудняет их идентификацию. В этой связи для таксономической идентификации и анализа биологических свойств таких микроорганизмов в настоящее время используются мето-

ды *in silico*, предусматривающие проведение их идентификации, на основе сравнительного анализа результатов, полученных с использованием методов секвенирования ДНК и ПЦР анализа, с имеющимися данными метагеномных исследований, включенными в базы данных, например, в базы данных Tara Oceans<sup>23</sup>, Human Microbiome Project<sup>24</sup>, Database of Genomic Structural Variation (dbVar) NCBI и др. Согласно руководства Европейского агентства по безопасности пищевой продукции [Characterisation of microorganisms used for the production of food enzymes, EFSA, 2018] анализ ДНК последовательности всего генома (ДНК хромосомом и плазмид) бактериальных и микелиальных культур микроорганизмов, предназначенных для использования в пищевой промышленности, их патогенности, вирулентности, антибиотикорезистентности, способности к продукции токсинов, бактерицинов и др. токсичных метаболитов должен включать сравнительный анализ полученных в экспериментальных исследованиях сведений с имеющимися данными, приведенными в базах данных [busco.ezlab.org](http://busco.ezlab.org), [card.mcmaster.ca/](http://card.mcmaster.ca/), [en.mediterranee-nfection.com/article.php?leref=283%26titre=arg-annot](http://en.mediterranee-nfection.com/article.php?leref=283%26titre=arg-annot), [cge.cbs.dtu.dk/services/ResFinder/](http://cge.cbs.dtu.dk/services/ResFinder/).

Изменение биологических свойств белков, в том числе ферментов, вследствие изменения структуры ДНК, может привести к их неправильной идентификации и характеристике их биологических свойств. С целью предупреждения использования в пищевой промышленности ферментов, способных оказывать негативное воздействие на организм человека, продуцируемых мутантным и ГМ-штаммами микроорганизмов, перед токсикологическими исследованиями, необходимо проводить скрининговые исследования их биологических свойств на основе сравнительного анализа сведений об аминокислотной последо-

вательности продуцируемых этими микроорганизмами белков, с включенными в базы данных сведениями о структуре известных белков, аллергенов, антибиотиков и других биологически активных веществ. В настоящее время для этих целей могут быть использованы базы данных «Minimum Information about a BGC (MIBiG) database (version 2.0)», FASTA, UniProt, AllergenOnline.

**Выводы.** Методы и инструменты *in silico* являются удобными инструментами для скрининга биологических свойств штаммов-продуцентов и ферментов, предназначенных для использования в пищевой промышленности. Комплексное использование методов *in vitro*, *in vivo* и *in silico* является ключевым требованием повышения качества, информативности и снижения себестоимости проводимых исследований штаммов-продуцентов (технологических микроорганизмов) и ферментных препаратов нового вида.

**Финансирование.** Работа выполнена за счет субсидии на выполнение работ в рамках Программы фундаментальных научных исследований (проект Министерства науки и высшего образования Российской Федерации №0410-2022-0003).

**Благодарности.** За помощь в подготовке материала автор выражает своё почтение и благодарность чл.-корр. РАН, д.м.н., проф. Хотимченко С.А. и научному руководителю д.б.н. О.В. Багрянцевой.

# ОЦЕНКА ПИЩЕВОГО РАЦИОНА И УРОВНЯ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОГО РИСКА У РАБОТАЮЩИХ В НЕБЛАГОПРИЯТНЫХ УСЛОВИЯХ ТРУДА

Долгина Н.А.<sup>1</sup>, Мелентьев А.В.<sup>2</sup>, Самодурова Н.Ю.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр гигиены, г. Минск, Республика Беларусь

<sup>2</sup>ФБУН Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана Роспотребнадзора, г. Мытищи, Россия

<sup>3</sup>Воронежский государственный медицинский университет им. Н.Н. Бурденко, г. Воронеж, Россия

До сих пор, доля лиц, занятых в неблагоприятных условиях труда крайне высока. Работающий контингент сталкивается с различными вредными факторами производственной среды, которые оказывают негативное влияние на здоровье. Хорошо известен тот факт, что характер питания влияет на сердечно-сосудистый риск, как через воздействие на факторы риска такие как общий холестерин, артериальное давление, масса тела и сахарный диабет, так и независимо от этих факторов риска.

**Целью** настоящего исследования явился анализ пищевого рациона и уровня сердечно-сосудистого риска у работников промышленных предприятий, подвергающихся воздействию вибрационного и шумового фактора выше предельно-допустимого уровня.

**Материалы и методы.** Проведено обследование 134 рабочих мужского пола горнодобывающей и машиностроительной промышленности, средний возраст которых составил  $52,6 \pm 1,2$  года. Всем обследуемым проводилось анкетирование для выявления немодифицированных и модифицированных факторов риска развития сердечно-сосудистых заболеваний, а также фактора питания.

Подсчитывался уровень суммарно-

го сердечно-сосудистого риска по шкале SCORE, учитывающей пол, возраст, уровень систолического артериального давления, курение и содержание общего холестерина плазмы. Статистический анализ проводился с использованием программного пакета «STATISTICA 6.0».

**Результаты.** Установлено, что наследственность у работников была отягощена в 33,3% случаев по артериальной гипертензии, в 19,3% - по ишемической болезни сердца и в 14,9% - по сахарному диабету. Употребление алкоголя в умеренном количестве выявлено у 39,5%, курение присутствовало у 72,8% опрошенных. По данным анкетирования был зафиксирован низкий двигательный режим после рабочей смены у 56,1% мужчин. При этом, индекс массы тела составлял  $27,8 \pm 0,4$  кг/м<sup>2</sup>. Для уточнения фактора питания у обследованных проводилось анкетирование по употреблению некоторых видов пищевых продуктов. Так, выявлено, что копчености и консервированные продукты употребляли 23,3% опрошенных более 1 раза в неделю. Мясопродукты использовали в пищу 45,5% рабочих практически каждый день, в то время как рыбные продукты употреблялись в гораздо меньших значениях (27,7%) соответственно.

Также в меньшей степени использовались в пищевом рационе овощи, фрукты и молочные продукты (таб. 1). В целом, полученные результаты свидетельствуют

о преобладании углеводной и жировой пищи над белковой. При этом, средние значения индекса массы тела у обследуемых составлял  $27,8 \pm 0,4$  кг/м<sup>2</sup>.

**Таблица 1** – Регулярность употребления в пищу различных продуктов (%)

Продукты	Опрошенные рабочие (n=134)			
	А	В	С	Д
Копчености	57,5	23,3	18,1	1,1
Консервы (мясо, рыба)	47,9	16	23,3	12,8
Острые приправы и специи:	52,1	12,8	19,1	16
Продукты крепкой засолки	55,3	21,3	17	6,4
Жареное	31,9	34,1	25,5	8,5
Мясопродукты	5,3	11,7	37,5	45,5
Рыбопродукты	6,4	27,7	38,2	27,7
Картофель	9,6	20,2	26,6	43,6
Овощи, фрукты	8,5	7,5	31,9	52,1
Растительное масло	9,6	16	26,5	47,9
Молоко	35,1	25,5	11,7	27,7
Кисломолочные продукты	20,2	22,3	27,7	29,8
Хлеб ржаной	19,2	7,5	11,6	61,7
Хлеб пшеничный	14,9	3,2	14,9	67
Чай	17	5,3	0	77,7
Кофе	33	8,5	11,7	46,8
<i>Примечание – А – изредка, В - по меньшей мере, раз в неделю, С - более одного раза в неделю, Д - почти каждый день.</i>				

Кроме того, употреблению соли в пищу мало употребляли – 30,9%, умеренно употребляли – 54,3% и часто употребляли соленую пищу – 14,9% опрошенных.

Среднее значение систолического артериального давления у работников составляло  $143,7 \pm 2,1$  мм.рт.ст. В целом установлено, что мягкая артериальная гипертензия выявлялась у 48,1% обследуемых. По данным лабораторной диагностики выявлен повышенный уровень общего холестерина, который составлял  $5,8 \pm 0,1$  ммоль/л. При анализе уровня сердечно-сосудистого риска, рассчитанного по шкале SCORE выявлен повышенный риск развития сердечно-сосудистых заболеваний у обследованных -  $6,7 \pm 0,6\%$ .

**Заключение.** Полученные данные свидетельствовали о высоком суммарном риске развития сердечно-сосудистых осложнений у рабочих, подвер-

гающихся неблагоприятным условиям труда. Помимо медико-профилактических мероприятий, которые ежегодно проводятся у данного контингента, необходимо на медосмотрах учитывать данные факторы риска и рекомендовать рациональное питание, в том числе с включением лечебно-профилактического, которое позволит снизить риск возникновения сердечно-сосудистых заболеваний у работников.

# САНИТАРНЫЙ КОНТРОЛЬ СЫРЬЯ РАСТИТЕЛЬНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ, ЗАГРЯЗНЕННОГО ПЛЕСНЕВЫМИ ГРИБАМИ И ИХ ТОКСИНАМИ

Евсюкова А.Д., Маркова Ю.М., Чалый З.А.  
ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии», г.Москва, РФ  
E-mail st.shtolz@gmail.com

**З**агрязнение пищевого и кормового зерна токсигенными плесневыми грибами и их микотоксинами (МТ) является одной из глобальных проблем пищевой безопасности, для обеспечения которой необходимы мониторинговые исследования микобиоты зернопроизводящих регионов и ареалов распространения токсигенных видов, продуцентов опасных и эмерджентных МТ (ЭМТ) - представителей родов *Fusarium*, *Aspergillus*, *Penicillium*, *Alternaria*.

**Материалы и методы.** Объекты исследования - 10 проб продовольственного зерна пшеницы (n=4), ячменя (n=4) и кукурузы (n=2) урожая 2021г., из Тамбовской области. Внутреннюю микофлору зерна изучали микологическими методами, принятыми при фитопатологическом анализе зараженности зерна. Видовой состав *Fusarium* sp. в зерне и в мицелии анализировали также методом ПЦР в режиме реального времени (ПЦР-РВ) с видоспецифичными праймерами к *F. graminearum*, *F. culmorum*, *F. sporotrichioides*, *F. langsethiae*, *F. roae*, *F. avenaceum* и *F. cerealis* (набор «Фузариоз злаков» ООО «Агродиагностика»). ДНК грибов из зерна и мицелия экстрагировали набором ДНК «Проба – ЦТАБ». МТ в зерне определяли методом ВЭЖХ-МС/МС в формате мультидетекции в отношении 31 МТ, продуцируемых *Fusarium*, *Aspergillus*, *Penicillium* и *Alternaria*.

**Результаты.** При микологическом

анализе выявлена наибольшая степень зараженности плесневыми грибами в ячмене – 95,7 %, несколько меньше в пшенице – 91,5% и кукурузе – 83%. В микобиоте преобладали виды *Penicillium* spp. и *Aspergillus* spp. (в сумме 48,5%), далее по убыванию - *Alternaria* spp. (31,0%), *Fusarium* spp. (12,3%), грибы порядка Mucorales (*Mucor/Rizopus*) (11,5%), другие виды (13,0%). Из посевов зерна собирали пробу суммарного мицелия, из которой экстрагировали ДНК (ДНК-м) жизнеспособных видов грибов. Также экстрагировали ДНК (ДНК-з) непосредственно из каждого образца размолотого зерна, полученный экстракт содержал как ДНК жизнеспособных, так и некультивируемых форм грибов. По результатам анализа ПЦР-РВ в экстрактах ДНК-м из пшеницы были обнаружены *F. roae* и *F. avenaceum*; ячменя - *F. avenaceum*; в экстрактах ДНК-з из пшеницы выявлены - *F. roae*; ячменя - *F. graminearum*, *F. roae* и *F. avenaceum*. В кукурузе исследуемые виды не были обнаружены. Скрининг зерна по 31 виду МТ показал присутствие: в пшенице тентоксина (TE) и энниатина В (Enn B); в ячмене - дезоксиниваленола (DON), Т-2 токсина и Enn B; в кукурузе - Т-2 токсина, Enn B и неосоланиола (NeoS).

**Обсуждение.** В зерне урожая 2021г., произведенном в Тамбовской области, видовой состав комплекса грибов рода *Fusarium* представлен видами: *F. roae* (пшеница и ячмень), *F. graminearum* (яч-

мень), *F. avenaceum* и *F. roae* (пшеница и ячмень). Высокоактивный продуцент опасных Т-2 и НТ-2 токсинов - вид *F. langsethiae* в исследуемых образцах не обнаружен. В целом полученные данные показали, что видовой состав микобиоты зерна характерен для Центрально-Черноземного региона РФ. Сопоставление состава микромицетов, выявленных микологическим методом и ПЦР-РВ с данными ВЭЖХ-МС/МС по видам обнаруженных микотоксинов позволило определить продуцентов МТ в зерне из Тамбовской области. Среди грибов рода *Fusarium* это виды: *F. Graminearum* - продуцент ДОН, *F. avenaceum* - Enn B, *F. sambucinum* - Enn B и Т-2, для которого характерен совместный синтез обоих токсинов. Наиболее вероятным продуцентом Enn B в исследуемых образцах пшеницы является *F. tricinctum*, характеризующийся отсутствием синтеза трихотеценов группы А (Т-2, НТ-2), а продуцентами NeoS в кукурузе - грибы из комплекса видов *F. incarnatum-equiseti*, типичные контаминанты кукурузы. Продуцентами ТЕ в пшенице и ячмене являются грибы рода *Alternaria*, выявленные при микологическом анализе. В 1 образце ячменя были обнаружены следовые количества афлатоксина В1, при высоком уровне обнаружения (54%) *Aspergillus* и *Penicillium*, отдельные виды которых

являются продуцентами афлатоксинов, хотя для зерновых в большей степени характерна контаминация наиболее распространенными продуцентами афлатоксинов – *A. parasiticus* и *A. flavus*.

**Заключение.** Показано, что частота обнаружения плесеней в зерне урожая 2021г. из Тамбовской области составляла 83-96%. Среди токсинпродуцирующих видов обнаруживали *Penicillium* spp. и *Aspergillus* spp., реже - *Alternaria* spp. и *Fusarium* spp. В комплексе видов *Fusarium* наиболее часто выявляли *F. roae*, *F. graminearum*, *F. avenaceum*. Комплексный подход исследований зерна с применением методов микологического, молекулярно-генетического и химического анализа позволил определить плесневых контаминантов – продуцентов опасных МТ: ДОН - *F. graminearum*; Т-2 токсина - *F. sambucinum*, AFL B1 – грибы рода *Aspergillus*; и эмерджентных МТ: Enn B - *F. avenaceum*, *F. tricinctum*, *F. sambucinum*; NeoS – виды из комплекса видов *F. incarnatum-equiseti*; ТЕ - грибы рода *Alternaria*.

**Источник финансирования** Российский научный фонд (проект N 18-16-00077-П).

**Благодарности.** Авторы выражают благодарность в содействии при выполнении работы ст.н.с, к.т.н. Минаевой Л.П., с.т.н., к.б.н. Седовой И.Б.

## РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ARONIA MELANOCARPA

Карабинская Ю.И.  
ФГАНУ «Научно-исследовательский институт хлебопекарной промышленности»

**И**спользование черноплодной рябины (*Aronia Melanocarpa*) в технологии хлебобулочных изделий для диетического профилактического

питания является важной и актуальной задачей, решение которой позволит расширить ассортимент продуктов здорового питания. Арония богата витаминами

группы В, А, С; содержит минеральные вещества и пищевые волокна, полифенольные соединения, которые известны противовоспалительным и противоопухолевым действием. Черноплодная рябина регулирует уровень холестерина в крови, нормализует уровень артериального давления. Кроме того, применение аронии в производстве хлебобулочных изделий влияет на показатели пищевой ценности готового продукта, обогащает изделия макро- и микроэлементами.

**Материалы и методы.** В исследованиях использовали сушеный концентрат черноплодной рябины производства Польши. Для определения показателей качества сырья, полуфабрикатов и готовой продукции в работе использовали общепринятые органолептические и физико-химические, а также специальные методы исследований.

Определение газообразующей способности теста проводили на приборе реоферментометр фирмы «Chopin» в соответствии с руководством к прибору.

Расчет пищевой ценности хлебобулочных изделий проводили в соответствии методическими указаниями Н. Н. Типсиной и Т. Ф. Варфоломеевой «Расчет пищевой ценности хлебобулочных и кондитерских изделий». Биологическую ценность рассчитывали по данным, представленным в книге «Химический состав российских пищевых продуктов».

**Результаты и обсуждения.** Ранее проведенными исследованиями была разработана рецептура хлебобулочных изделий из цельнозерновой муки, в которую входят следующие ингредиенты: мука пшеничная цельнозерновая тонкого помола, дрожжи хлебопекарные прессованные, соль пищевая с пониженным содержанием натрия, масло подсолнечное рафинированное дезодорированное. На данном этапе исследовали влияние черноплодной рябины на показатели качества хлебобу-

лочных изделий. Сушеный концентрат аронии добавляли в дозировках 4 %, 5 % и 6 % к массе муки. Кроме того, для обогащения изделий белком вносили изолят соевого белка в количестве 5 % к массе муки. В качестве контрольного образца были выбраны изделия без добавления черноплодной рябины и изолята соевого белка соответственно.

Результаты проведенных исследований показывают, что оптимальное время брожения теста с внесением сушеного концентрата черноплодной рябины в количестве 4 % составляет 93 мин, 5 % – 72 мин, 6 % – 84 мин. Были проведены пробные выпечки хлебобулочных изделий - контрольного образца и с добавлением концентрата черноплодной рябины в различных дозировках по опарной технологии. Проведен анализ органолептических и физико-химических показателей изделий, по результатам которого было выявлено, что рациональной дозировкой концентрата черноплодной рябины является 6 % к массе муки. Отмечено, что внесение такого количества аронии придает изделию приятную кислинку, выражен вкус и запах черноплодной рябины.

Были определены показатели пищевой ценности хлебобулочных изделий контрольного образца и изделий с внесением концентрата черноплодной рябины в количестве 6 %. Установлено, что содержание белка в образцах увеличивалось в 1,5 раза, пищевых волокон - на 8 % по сравнению с контрольным образцом. Рассчитано, что при употреблении 100 г хлебобулочных изделий с черноплодной рябиной покрывается суточная потребность в натрии на 23,1 %, калии – на 6,3 %, кальции – на 4 %, магнии – на 14,7 %, витамине В1 – на 20 %, витамине А – на 3,9 % для мужчин и на 4,4 % для женщин, витамине С – на 2,6 %.

Анализ биологической ценности показал, что хлебобулочные изделия с вне-

сением сушеного концентрата черно-плодной рябины являются достаточно сбалансированным продуктом по составу белка. Содержание белка - 11,7 г, что позволяет удовлетворить суточную потребность при употреблении изделий для женщин - на 18,5 %, для мужчин – на 14,6 %. Лимитирующей аминокислотой является лизин, скор которой составляет 61 %.

**Заключение.** Установлено влияние сушеного концентрата черно-плодной рябины на показатели качества

хлебобулочных изделий. Выбрана рациональная дозировка концентрата в количестве 6 % к массе муки. Рассчитаны пищевая и биологическая ценности разработанных изделий. Разработаны проекты нормативно-технической документации на хлебобулочные изделия с внесением сушеного концентрата черно-плодной рябины.

## ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ВАФЕЛЬНЫЕ ХЛЕБЦЫ ДЛЯ ПРОФИЛАКТИКИ ЙОДДЕФИЦИТНЫХ СОСТОЯНИЙ

Киреева О.С.\*

ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина», Орел, Российская Федерация  
e-mail: kireevagos@mail.ru

**Р**оссийская Федерация относится к странам с природным дефицитом йода, который может быть компенсирован введением в рацион питания населения йодированных пищевых продуктов. Причем весьма актуально обогащение йодом продуктов массового потребления, в частности хлебобулочных изделий путем применения в рецептурах йодированной соли. Альтернативным способом обогащения продуктов питания йодом является использование йодсодержащих добавок, в том числе природного происхождения.

В последние годы все больший интерес ученых вызывает использование водорослей в качестве природных источников биологически активных веществ в производстве продуктов питания функциональной направленности, в том числе обогащенных йодом. В связи с этим, целью исследования являлось применение порошка из бурых водорослей фукуса пузырчатого (*Fucus vesiculosus*) в рецептуре

ржано-пшеничных вафельных хлебцев в качестве физиологически функционального йодсодержащего ингредиента.

**Материалы и методы.** Произведена выработка образцов вафельных хлебцев из ржано-пшеничной муки, в рецептуре которых соотношение ржаной хлебопекарной обдирной муки и пшеничной хлебопекарной муки 2 сорта составляло 2:1. Соль и сахар в рецептуру вносили в количестве 0,7% и 3% от массы муки соответственно. При производстве опытного образца функциональных вафельных хлебцев порошок из бурых водорослей вносили в рецептуру в количестве 2% от массы смеси.

Массовую долю влаги в образцах определяли согласно ГОСТ 21094, массовую долю белка определяли по методу Кьельдаля на анализаторе Kjeltec 2300, массовую долю жира – согласно ГОСТ 5668, содержание клетчатки – по ГОСТ 31675. Содержание минеральных веществ в готовых продуктах проводили на атомно-э-

миссионном спектрометре ICAP-6300.

**Результаты и обсуждение.** Водоросли фукуса пузырчатого являются природным источником эссенциальных минеральных веществ, в том числе йода. Внесение в рецептуру вафельных хлебцев порошка из бурых водорослей фукус в качестве физиологически функционального компонента позволяет повысить пищевую ценность опытного образца ржано-пшеничных хлебцев в сравнении с контрольным образцом. В результате исследования отмечено увеличение массовой доли белка на 0,25%, углеводов – на 1,23%, клетчатки – на 0,3%, золы – на 0,6%. Исследования минерального состава образцов вафельных хлебцев показали более высокое содержание макро- и микроэлементов в опытном образце. При этом содержание йода в хлебцах после внесения добавки увеличилось на 45,6 мкг/100 г и составило 61,2 мкг/100г продукта (рис. 1).

Употребление в пищу 50 г обогащенных хлебцев в день в рационе питания

взрослого населения позволит удовлетворить 20,4% суточной потребности в йоде, что объясняет функциональные свойства продукта. При этом употребление функциональных хлебцев обеспечит дополнительное поступление микронутриентов в организм в следующем количестве от суточной потребности: калия – 6,5%, магния – 14,6%, кальция – 4%, фосфора – 6,1%, натрия – 26,3%, железа – 14,7% (для мужчин) и 8,2% (для женщин).

**Заключение.** Проведенные исследования показали, что применение порошка из бурых водорослей фукуса пузырчатого в рецептуре вафельных хлебцев из ржано-пшеничной муки позволяет повысить пищевую ценность конечного продукта, а также придать ему функциональные свойства за счет содержания йода в физиологически значимом количестве. Включение в ежедневный рацион питания взрослого населения функциональных вафельных хлебцев будет способствовать профилактике йоддефицитных состояний.

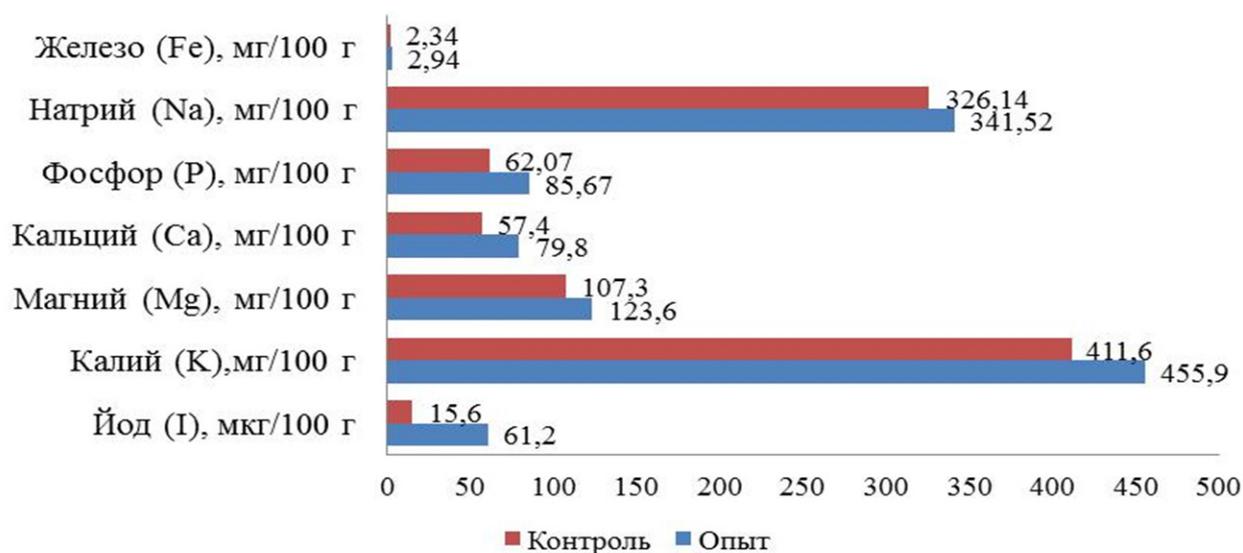


Рисунок 1 – Пищевая ценность ржано-пшеничных вафельных хлебцев

**Финансирование.** Работа выполнена по заказу Минсельхоза России за счет средств федерального бюджета в 2021 году «Разработка технологии накопления и выделения полисахаридов из

сельскохозяйственных и лекарственных растений для создания на их основе биосовместимых образцов БАД-ов и премиксов как высокоактивных биостимуляторов физиологических процессов».

# ФОРМИРОВАНИЕ БАЗЫ ДАННЫХ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА И ПИЩЕВОЙ ЦЕННОСТИ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ

Королев А.А.

НИИ ПП и СПТ – филиал ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии»,

Россия, Московская обл. п. Измайлово

e-mail: process@vniitek.ru

**В** связи с развитием общества и ростом потребления пищевых продуктов в развитых странах, а также ростом связанных с этим заболеваниями стоит вопрос о персонифицированном подходе к формированию пищевого поведения. Преобладающий подход рекомендаций по питанию на уровне населения не может эффективно удовлетворить потребности людей, поскольку если люди потребители не могут или не хотят действовать в соответствии с рекомендациями, то это бесполезно. Применение цифровых решений в области пищевых рекомендаций дают возможность решить проблему общественного здравоохранения, связанную с негативными последствиями «неправильного» питания. Веб-программы и приложения относительно недороги и имеют потенциал для широкого охвата. Для эффективного применения цифровых решений необходимы актуальные данные о химическом составе и пищевой ценности продуктов питания. Цель исследования - формирование базы данных специализированных продуктов питания, таких как - энтеральное, парентеральное, диетическое, профилактическое питание. Формирование базы данных о пищевой ценности, химическом составе и функциональном

назначении необходимы не только для производителей и потребителей продукции, но и нутрициологов и диетологов.

**Материалы и методы.** Осуществлялся сбор, систематизация информации о химическом составе на основе монографического, абстрактно- и формально-логического, системного анализа, а также лабораторного анализа и экспертных оценок.

**Результаты и обсуждение.** Для формирования базы данных специализированных продуктов питания используют методы получения данных: прямой (получение данных при проведении лабораторного анализа); косвенный (данные из опубликованных или неопубликованных источников); комбинированный (сочетающий первые два способа исходя из популярности продуктов). Для специализированных продуктов определен перечень нутриентов пищевых продуктов, содержание которых оценивается в таблицах химического состава и пищевой ценности.

Перечень групп данных о продукте, помимо содержания основных нутриентов включает в себя – минеральный, аминокислотный, жирнокислотный, витаминный состав.

В состав специализированных пищевых продуктов может входить мно-

жество активных составляющих: аминокислоты, витамины, минеральные комплексы, активные вещества, кофеин, таурин, ненасыщенные жирные кислоты, пищевые волокна, гликозиды, бифидобактерии и др.

На основании проведенного анализа обоснованы следующие критерии создания базы данных о составе пищевых продуктов:

- репрезентативность, достоверность и качество данных. Наиболее предпочтительными являются аналитические данные;
- широкий ассортимент анализируемых продуктов;
- широкий диапазон нутриентов;
- систематизация полученных данных;

Исследованы различные группы специализированной пищевой продукции. Данные химического состава проанализированы и введены в разрабатываемую базу.

Структура информационной таблицы базы данных химического состава специализируемых пищевых продуктов состоит из следующих пунктов: наименование продукта, производитель, нормативный документ, назначение продукции, ингредиентный состав, содержание основных нутриентов, минеральных ве-

ществ и витаминный состав.

В настоящее время при разработке новых рецептур пищевых продуктов основном, используются данные справочника химического состава продуктов под редакцией И. М. Скурихина и В.А. Тутельяна, из открытых сетевых источников и реже из зарубежных баз данных [1]. Но эти источники, имеют усредненные данные, и не учитывают сезонные изменения, региональные, отличия химического состава продуктов. Полученные данные позволяют создать базу данных специализированных продуктов питания, учитывающую их химический состав и функциональное назначение.

**Заключение.** В развитых странах формирование сбалансированного рациона питания населения позиционируется как задача государственного значения. Для формирования и эффективного применения цифровых систем управления питания необходимо современная и актуализированная база данных специализированных пищевых продуктов.

#### **Список литературы**

1. Химический состав российских пищевых продуктов: Справочник / Под ред. член-корр. МАИ, проф. И. М. Скурихина и академика РАМН, проф. В. А. Тутельяна. – М.: ДеЛи принт, 2002 – 236 с.

## **ТЕРАПЕВТИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ, СОДЕРЖАЩИХСЯ В ТКАНЯХ СВИНЕЙ**

Котенкова Е.А.\*, Чернуха И.М.

ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН, Москва, Россия

e-mail: lazovlena92@yandex.ru

**М**ясное сырье является хорошим источником биоактивных пептидов, присутствующих в

тканях животных изначально или латентно, высвобождаясь при обработке (термической или ферментативной)

или переваривании [1-4]. Эти пептиды могут положительно влиять на метаболические нарушения, такие как ожирение, сердечно-сосудистые заболевания (ССЗ) и нейродегенеративные заболевания, снижая бремя сопутствующей патологии [5-7]. В то время как потребление мяса растёт, особенно в развивающихся странах, потребление субпродуктов (побочных продуктов животного происхождения) сократилось, несмотря на низкую цену [8]. Ткани животных, такие как кости, кровь, мозг, железы и др., являются хорошо известными источниками биологически активных соединений [2,9-11], но аорты были плохо исследованы в этом контексте.

Ранее были подтверждены полезные свойства сырых сердец и аорт свиней и крупного рогатого скота, а также продукта, изготовленного из свиного сырья на модели гиперлипидемии у крыс [12,13] и продемонстрировано, что эти ткани являются источником биологически активных компонентов с гиполлипидемическими характеристиками [14]. Однако, несмотря на очень многообещающие результаты, полученные с использованием моделей на животных, данных было недостаточно для прогнозирования эффекта на людях с сердечно-сосудистыми заболеваниями. Было сделано предположение, что биоактивные пептиды, активируемые в тканях свиного сердца и аорты во время переработки, могут смягчить метаболический синдром у людей с ожирением. Целью настоящего исследования было проанализировать влияние разработанного продукта на пациентов с клинически выраженным атеросклерозом сердца и сосудов и оценить изменения антропометрических параметров, артериального давления и липидного профиля сыворотки крови, на основе чего получить соответствующие доказательства терапевтических свойств мясного продукта.

**Материалы и методы.** Мясной функциональный продукт был произведен на ЗАО «Йошкар-Олинский мясокомбинат», гомогенат (соотношение аорты к сердцу 1:3) расфасовали по банкам и стерилизовали при температуре 115°C, давлении 0,23 МПа в течение 40 мин. Взрослые пациенты (61-66 лет) с индексом массы тела 26,4–60,7 кг/м<sup>2</sup> (n = 36) были случайным образом разделены на две группы: одна группа придерживалась низкокалорийной диеты (НКД), в то время как другая НКД с разработанным мясным продуктом (МП) в течение 28-30 дней. Измеряли биохимические показатели сыворотки крови, антропометрию и кровяное давление пациентов в трех точках: начало клинического испытания (T0), через 7-10 дней (T1) в стационаре и через 18-20 дней амбулаторно (T2). Результаты рассчитывались с использованием программы STATISTICA 10.0

**Результаты и обсуждение.** У пациентов как контрольной, так и экспериментальной групп наблюдалось снижение давления. Тем не менее, различия между временными точками T2 и T0 были более заметными у участников, которые потребляли НКД + МР, и были больше, чем у пациентов, которые потребляли только НКД, на 25,0% (p=0,189) и 33,3% (p=0,146) для систолического и диастолического кровяного давления, соответственно. По истечении стационарного периода клинических испытаний в обеих группах наблюдалось снижение холестерина за счет атерогенных липопротеинов, однако, потребление НКД + МП участниками экспериментальной группы помогло сохранить снижение уровня холестерина по истечении амбулаторного периода; разница в снижении концентрации холестерина была значительной (p = 0,018) по сравнению с таковой в контрольной группе, главным образом из-за разницы в величине ЛПНП (p = 0,005). Различия в уровне холестерина между времен-

ными точками T2 и T0 в плазме крови пациентов экспериментальной группы составила 31.1 мг/дл, в то время как у контрольной группы уровень холестерина вернулся к начальному значению.

В МП было идентифицировано шесть пептидов с потенциальными холестерин-связывающими (LCDFYNK, LGADYYTK, VPYHLAAAR, LEYFSSQK, LLAUTTCKK, LFDNYNTLK) и четыре с потенциальными антиоксидантными свойствами (HNGN, QGEFCER, WTCTQGPRWK, GLVDQGHNCACR). Согласно результатам поиска в базе данных UniProt, ни один пептид не соответствовал последовательностям белков вида *Sus Scrofa*, за исключением HNGN, следовательно, идентифицированные пептиды изначально присутствуют в сердцах и аортах свиней и не являются производными известных белков. В плазме крови пациентов экспериментальной группы были идентифицированы два пептида (KAAAAP и NLHLP) с АПФ-ингибирующей активностью, и их количество было значительно увеличено к T2. Поиск в базе данных UniProt, показал, что пептидная последовательность KAAAAP присутствует в последовательностях 33 белков *Sus Scrofa*, а NLHLP – в 57, поэтому пептиды, идентифицированные и повышенные в плазме пациентов экспериментальной группы, кодируются в последовательности белков, экспрессируемых в сердце и эндокардиальном эндотелии, и могут высвободиться во время переваривания. Некоторые из идентифицированных пептидов или их канонические структуры уже были описаны исследователями и найдены в других объектах исследования [15-19].

**Заключение.** Полученные результаты подтверждают, что субпродукты животного происхождения могут содержать биологически активные соединения в достаточных количествах, чтобы оказывать выраженное воздей-

ствие на сердечно-сосудистые дисбалансы. Добавление в диету разработанного продукта может рассматриваться в качестве поддерживающей терапии при медицинском лечении, направленном главным образом на снижение уровня холестерина в сыворотке крови.

**Благодарности.** Исследования выполнены при финансовой поддержке гранта Российского научного фонда (проект № 16-16-10073) и в рамках выполнения темы НИР FNEN-2019-0008 государственного задания ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН. Выражаем благодарность ФГБНУ «ФИЦ питания и биотехнологии» за организацию клинических испытаний.

#### Список литературы

1. Bhat ZF, Kumar S, Bhat HF. Bioactive peptides of animal origin: A review. *J. Food Sci. Technol.* 2015, 52, 5377–5392, doi:10.1007/s13197-015-1731-5.
2. Lafarga T, Hayes M. Bioactive peptides from meat muscle and by-products: Generation, functionality and application as functional ingredients. *Meat Sci.* 2014, 98, 227–239, doi:10.1016/j.meatsci.2014.05.036.
3. Ryan JT, Ross RP, Bolton D, Fitzgerald GF, Stanton C. Bioactive Peptides from Muscle Sources: Meat and Fish. *Nutrients* 2011, 3, 765–791, doi:10.3390/nu3090765.
4. Udenigwe C, Howard A. Meat proteome as source of functional biopeptides. *Food Res. Int.* 2013, 54, 1021–1032, doi:10.1016/j.foodres.2012.10.002.
5. Aguiar LM, Geraldi MV, Cazarin CBB, Junior MRM. Functional Food Consumption and Its Physiological Effects. In *Bioactive Compounds*; Elsevier: Amsterdam, The Netherlands, 2019; pp. 205–225.
6. Ahhmed AM, Muguruma M. A review of meat protein hydrolysates and hypertension. *Meat Sci.* 2010, 86, 110–118, doi:10.1016/j.meatsci.2010.04.032.

7. Cicero AFG, Fogacci F, Colletti A. Potential role of bioactive peptides in prevention and treatment of chronic diseases: A narrative review. *Br. J. Pharmacol.* 2016, 174, 1378–1394, doi:10.1111/bph.13608.
8. Terrien C. Meat Analogs. In *Challenges and Perspectives*; Elsevier: Oxford, UK, 2017; 201 p.
9. Mullen AM, Álvarez C, Zeugolis DI, Henchion M, O'Neill E, Drummond L. Alternative uses for co-products: Harnessing the potential of valuable compounds from meat processing chains. *Meat Sci.* 2017, 132, 90–98, doi:10.1016/j.meatsci.2017.04.243.
10. Toldrá F, Aristoy MC, Mora L, Reig M. Innovations in value-addition of edible meat by-products. *Meat Sci.* 2012, 92, 290–296, doi:10.1016/j.meatsci.2012.04.004.
11. Toldrá F, Mora L, Reig M. New insights into meat by-product utilization. *Meat Sci.* 2016, 120, 54–59, doi:10.1016/j.meatsci.2016.04.021.
12. Chernukha IM, Fedulova LV, Kotenkova EA, Takeda S, Sakata R. Hypolipidemic and anti-inflammatory effects of aorta and heart tissues of cattle and pigs in the atherosclerosis rat model. *Anim. Sci. J.* 2018, 89, 784–793, doi:10.1111/asj.12986.
13. Kotenkova E, Chernukha I. Influence of technological processing on lipid-lowering activity of substances containing in porcine hearts and aortas. *Potravinárstvo Slovak J. Food Sci.* 2019, 13, 331–336, doi:10.5219/1119.
14. Chernukha IM, Fedulova LV, Kotenkova EA, Shishkin SS, Kovalyov LI, Mashentseva NG, Klabukova DL. Influence of heat treatment on tissue specific proteins in the *Sus scrofa* cardiac muscle and aorta. *Russ. J. Biopharm.* 2016, 8, 38–44.
15. Li H, Papadopoulos V. Peripheral-Type Benzodiazepine Receptor Function in Cholesterol Transport. Identification of a Putative Cholesterol Recognition/Interaction Amino Acid Sequence and Consensus Pattern. *Endocrinology* 1998, 139, 4991–4997, doi:10.1210/endo.139.12.6390.
16. Li B, Chen F, Wang X, Ji B, Wu Y. Isolation and identification of antioxidative peptides from porcine collagen hydrolysate by consecutive chromatography and electrospray ionization–mass spectrometry. *Food Chem.* 2007, 102, 1135–1143, doi:10.1016/j.foodchem.2006.07.002.
17. Escudero E, Mora L, Toldrá F. Stability of ACE inhibitory ham peptides against heat treatment and in vitro digestion. *Food Chem.* 2014, 161, 305–311, doi:10.1016/j.foodchem.2014.03.117.
18. Iwaniak A, Mogut D, Minkiewicz P, Żulewska J, Darewicz M. Gouda Cheese with Modified Content of  $\beta$ -Casein as a Source of Peptides with ACE- and DPP-IV-Inhibiting Bioactivity: A Study Based on In Silico and In Vitro Protocol. *Int. J. Mol. Sci.* 2021, 22, 2949, doi:10.3390/ijms22062949.
19. Ganzorig K, Urashima T, Fukuda K. Exploring Potential Bioactive Peptides in Fermented Bactrian Camel's Milk and Mare's Milk Made by Mongolian Nomads. *Foods* 2020, 9, 1817, doi:10.3390/foods9121817.

# ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ АНТОЦИАНИНОВ НА СОДЕРЖАНИЕ 2,3-ДИФОСФОГЛИЦЕРАТА В КРОВИ И АКТИВНОСТЬ ФЕРМЕНТОВ β-ОКИСЛЕНИЯ ЖИРНЫХ КИСЛОТ В МИОЦИТАХ НА МОДЕЛИ ИСТОЩАЮЩЕЙ ФИЗИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ У КРЫС

Красуцкий А.Г.\*, Балакина А.С., Трусов Н.В.  
ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии», г.Москва, Россия  
e-mail: kras1406@yandex.ru

**А**нтоцианины относятся к группе наиболее распространенных представителей полифенольных соединений растительного происхождения. Богатыми источниками антоцианинов в рационе человека являются фрукты и ягоды: черная смородина, черника, голубика, вишня и др. В настоящее время обогащение антоцианинами рациона изучается в качестве дополнительного способа повышения физической работоспособности в спорте высших достижений и у спортсменов-любителей. При этом основные усилия исследователей направлены на изучение антиоксидантного действия антоцианинов как ведущего механизма их эргогенного эффекта. Наряду с этим, другие возможные биохимические механизмы повышения физической работоспособности остаются малоизученными.

Степень насыщение органов и тканей кислородом, обусловленное во многом уровнем 2,3 дифосфоглицерата в крови, и выраженность β-окисления жирных кислот в миоцитах, тесно связанное с действием ключевых ферментов - карнитинпальмитоилтранс-

феразы I (CPT1), ацил-SКоА-дегидрогеназы(ACAD) и цитратсинтазы (CS) - относятся к числу важных факторов, способных напрямую влиять на результативность физической активности.

**Целью** данной работы являлось изучение влияния антоцианинов на содержание 2,3 дифосфоглицерата в крови и активность ферментов β-окисления жирных кислот в миоцитах на модели истощающей физической нагрузки у крыс.

**Материалы и методы:** Эксперимент проводили в течение 4 недель на 2 группах крыс самцов линии Wistar (по 12 животных, исходная масса тела ≈300 г). Крысы первой (контрольной) группы получали сбалансированный полусинтетический рацион, второй (подопытной) – дополнительно получали в составе рациона стандартизованный экстракт черники и черной смородины (30% антоцианинов, Healthberry 865, Evonik Nutrition & Care GmbH, Германия) в суточной дозе 15 мг антоцианинов на 1 кг массы тела.

С крысами обеих групп проводили регулярные занятия на беговой дорожке (3 раза в неделю, угол 100, скорость 15 метров/мин, продолжительность 20

мин). Непосредственно перед выведением из эксперимента животным давали истощающую физическую нагрузку (до отказа животного от продолжения теста) на беговой дорожке (угол 10°, скорость 12 м/мин в течение 3 мин, далее повышение скорости на 1,2 м/мин каждые 30 с до скорости 38,4 м/мин) с регистрацией пройденной дистанции.

Содержание 2,3 дифосфоглицерата определяли спектрофотометрическим методом. Экспрессию генов CPT1 (*Cpt1b*), ACAD (*Acadm4*) и CS (*Cs*) изучали в образцах икроножной мышцы методом полимеразной цепной реакции с обратной транскрипцией. Результаты и обсуждение. Включение антоцианинов в состав ра-

**Таблица 1** – Влияние антоцианинов на изученные показатели, M±m

Показатель	Группа 1 (контрольная)	Группа 2 (подопытная)
Пройденная дистанция (при истощающей физической нагрузке), м	465±45	429±37
Содержание 2,3дифосфоглицерата в крови, мМ	1,12±0,08	1,05±0,11
<i>Экспрессия генов в икроножной мышце</i>		
<i>Cpt1b</i>	1,18±0,11	1,23±0,09
<i>Acadm4</i>	3,23±0,51	2,44±0,34
<i>Cs</i>	2,28±0,23	2,14±0,31

циона не оказывало статистически значимого влияния на изученные показатели у крыс второй группы по сравнению с контролем (таблица 1).

**Заключение.** Поступление антоцианинов в составе рациона не оказывало выраженного влияния на физическую работоспособность, содержание 2,3 дифосфоглицерата в крови и активность ферментов β-окисления жирных кислот в миоцитах на модели истощающей физической нагрузки у крыс.

Научно-исследовательская работа по подготовке рукописи проведена за счет средств субсидии на выполнение государственного задания в рамках Программы фундаментальных научных исследований (тема № FGMF-2022-0003)

Авторы выражают глубокую признательность всем сотрудникам лаборатории энзимологии питания ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии», оказавшим неоценимую помощь в подготовке и проведении эксперимента и оформлению рукописи.

# ГЕНДЕРНОЕ ОТЛИЧИЕ НУТРИТИВНОГО СТАТУСА ПАЦИЕНТОВ ПОЖИЛОГО ВОЗРАСТА С ТЯЖЕЛЫМ ТЕЧЕНИЕМ НОВОЙ КОРОНАВИРУСНОЙ ИНФЕКЦИИ COVID-19 ДО И ПОСЛЕ НАЗНАЧЕНИЯ ПАРЕНТРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ

Крюкова А.А.\*<sup>1</sup>, Рябыш О.Е.<sup>1</sup>, Олейникова В.Д.<sup>1</sup>, Дударева В.А.<sup>1</sup>,  
Максимов М.Л.<sup>2,5</sup>

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО РостГМУ Минздрава России

<sup>2</sup>Кафедра клинической фармакологии и фармакотерапии КГМА –  
филиала ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России,

<sup>5</sup>Кафедра фармакологии ПФ ФГБОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова  
Минздрава России.

e-mail: arina.kryukova.1998@mail.ru

**П**ожилые люди с сопутствующими заболеваниями, такими как ожирение, диабет и гипертония, демонстрируют более высокий риск госпитализации, тяжелого течения заболевания и смертности от инфекции острого респираторного синдрома, вызванного коронавирусом 2 (SARS-CoV-2). [1] SARS-CoV-2 атакует эпителий слизистой оболочки и вызывает воспалительные изменения с нарушением всасывания пищевых веществ. [2] Желудочно-кишечный тракт является важной линией защиты, в которой эпителиальные клетки обеспечивают физический и биохимический барьер и работают совместно с иммунными клетками и кишечной микрофлорой. Оптимальный нутритивный статус необходим для модуляции процессов воспалительного и окислительного стресса, которые взаимосвязаны с иммунной системой. [3] В последние годы в качестве средств метаболической терапии широко применяют различные фармаконутриенты, которые входят в состав сухих смесей для энтерального

и парентерального питания, оказывающие противовоспалительные и антиоксидантные свойства. [4] Именно поэтому профилактика нарушений нутритивного статуса особенно у пожилых пациентов с сопутствующими заболеваниями сегодня рассматривается как один из основных методов лечения пациентов с новой коронавирусной инфекцией COVID-19.

**Цель:** оценить гендерные отличия нутритивного статуса пациентов пожилого возраста с диагнозом коронавирусная инфекция, вызванная вирусом COVID-19

**Материалы и методы:** в исследование было включено 16 пациентов пожилого возраста с тяжелым течением коронавирусной болезни, вызванной вирусом COVID-19, госпитализированных в инфекционное отделение Муниципального бюджетного учреждения здравоохранения «Центральная районная больница Аксайского района». Средняя длительность пребывания в инфекционном отделении  $12 \pm 5,6$  дней, длительность на ИВЛ  $\geq 8$  суток. Основное лечение было дополнено назначением стандартной сухой

сбалансированной безлактозной смеси. Для оценки нутритивного статуса пациенты были разделены на две группы по гендерному признаку: группа №1 – мужчины (56%), группа №2 – женщины (44%). Средний возраст мужчин - 68,4±2,16, средний возраст женщин - 67,6±6,2. Оценка нутритивного статуса осуществлялась с помощью антропометрических данных (масса тела; индекс массы тела (ИМТ)), биохимических (общий белок) и иммунологические показатели (общее количество лимфоцитов). Также нутритивный статус был дополнен рядом показателей: АСТ (аспартатаминотрансфераза), АЛТ (аланинаминотрансфераза), соотношение АСТ/АЛТ (коэффициент де Ритиса), ЛДГ (лактатдегидрогеназа), креатинин, мочевины, С-реактивный белок, амилаза, ферритин, глюкоза, прокальцитонин. Статистическая обработка полученных результатов осуществлялась с помощью программы «Excel 2016».

Результаты: среднее значение ИМТ мужчины 32,5 ±1,5, женщины 33,23±2,27. Нутритивный статус при поступлении. Мужчины: ферритин 251,26 мкг/л (20 - 250 мкг/л); общий белок 69,21 г/л (65-85 г/л); амилаза 48,9 Ед/л (25-125 Ед/л); креатинин 91 (64-111 ммоль/л); мочевины 7,5 ммоль/л (3-9,2 ммоль/л); абсолютное число лимфоцитов 1,06 × 10<sup>9</sup>/л (1,6-4,0 × 10<sup>9</sup>/л); общий холестерин 4,15 ммоль/л (3,5-5,7 ммоль/л); глюкоза 9,4 ммоль/л (3,5-3,6 ммоль/л); аспартатаминотрансфераза 35,7 Ед/л (0-41 Ед/л); аланинаминотрансфераза 27,3 Ед/л (0-41 Ед/л); коэффициент де Ритиса 1,31 (0,91-1,75); лактатдегидрогеназа 441,6 Ед/л (135-225 Ед/л); С-реактивный белок 81,61 мг/л (0 - 1 мг/л); прокальцитонин 0,15 нг/мл (0 - 0,046 нг/мл). Женщины: ферритин 570,97 (10- 120 мкг/л); общий белок 66,3 г/л; амилаза 53,28 Ед/л; креатинин 73,57 (50-98 ммоль/л); мочевины 6,029 (3,5-7,2 ммоль/л); абсолютное число лимфоцитов 0,86 × 10<sup>9</sup>/л; общий холесте-

рин 5,3 ммоль/л; глюкоза 8,73 ммоль/л; аспартатаминотрансфераза 54,4 Ед/л; аланинаминотрансфераза 45 Ед/л; коэффициент де Ритиса 1,21; лактатдегидрогеназа 607,43 Ед/л; С-реактивный белок 62,063 мг/л; прокальцитонин 0,0943 нг/мл. Нутритивный статус на парентеральном питании. Мужчины: ферритин 250,26 мкг/л; общий белок 66,27 г/л; амилаза 102,7 Ед/л; креатинин 81; мочевины 7,9 ммоль/л; абсолютное число лимфоцитов 1,9 × 10<sup>9</sup>/л; общий холестерин 3,65 ммоль/л; глюкоза 7,8 ммоль/л; аспартатаминотрансфераза 25,7 Ед/л; аланинаминотрансфераза 27,3 Ед/л; коэффициент де Ритиса 0,94; лактатдегидрогеназа 271 Ед/л; С-реактивный белок 7,23 мг/л; прокальцитонин 0,023 нг/мл. Женщины: ферритин 203,7 мкг/л; общий белок 67 г/л; амилаза 41,4 Ед/л; креатинин 65,3; мочевины 5,75 ммоль/л; абсолютное число лимфоцитов 3,1 × 10<sup>9</sup>/л; общий холестерин 5,65 ммоль/л; глюкоза 7,43 ммоль/л; аспартатаминотрансфераза 46,7 Ед/л (0-31 Ед/л); аланинаминотрансфераза 34,26 Ед/л (0-33 Ед/л); коэффициент де Ритиса 1,36; лактатдегидрогеназа 376,3 (135-214 Ед/л); С-реактивный белок 8,34 мг/л; прокальцитонин 0,038 нг/мл.

**Заключение:** Нутритивный статус мужчин и женщин пожилого возраста с диагнозом при поступлении - U07.1 Covid-19 характеризуется наличием общих антропометрических и биохимических показателей: ожирение, снижение уровня лимфоцитов, повышение уровня глюкозы, АЛТ, АСТ, С-реактивного белка и прокальцитонина. Единственным отличием в группах стало повышение уровня АЛТ и АСТ у женщин. После назначения парентерального питания нутритивный статус мужчин и женщин включал в себя общие изменения: снижение маркеров воспаления, повышение абсолютного числа лимфоцитов уже к середине лечения. При этом с сохранением гипергликемии и повышенным

уровнем ЛДГ и высоким уровнем АЛТ и АСТ только у женщин. Своевременно проведенная нутритивная поддержка способствовала модуляции иммунной системы и восстановлению барьерной функции слизистой тонкого кишечника.

**Благодарности:** Дударева Виктория Андреевна, Максимов Максим Леонидович

**Список литературы:**

1. Seymen SM. The other side of COVID-19 pandemic: Effects on male fertility. *J Med Virol.* 2021 Mar; 93 (3): 1396–1402. DOI: 10.1002/jmv.26667. Epub 2020 Nov 22. PMID: 33200417; PMCID: PMC7753442
2. Shang, Y., Pan, C., Yang, X. et al. Management of critically ill patients with COVID-19 in ICU: statement from front-line intensive care experts in Wuhan, China. *Ann. Intensive Care* 10, 73 (2020). <https://doi.org/10.1186/s13613-020-00689-1>;
3. А. А. Крюкова, А. П. Колбина, А. А. Федоров. Эффективность смеси парентерального питания при коррекции нутритивного статуса пациентов пожилого возраста с тяжелым течением новой коронавирусной инфекции COVID-19. *ГЛАВВРАЧ.* 2022;7.
4. Клиническая фармакология и рациональная фармакотерапия для практикующих врачей / М. Л. Максимов, Р. А. Бонцевич, И. С. Бурашникова [и др.]. – Казань : МеДДоК, 2021. – 948 с. – ISBN 978-5-6045764-9-6. – EDN GBDCWZ

## ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ПИТАНИЯ НАСЕЛЕНИЯ

Кудрявцева К.В.\*

ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии» г. Москва, Российская

Федерация

*kudryavtseva.ks@yandex.ru*

**В** большинстве стран одним из основных факторов риска, обуславливающих значительную долю случаев смертности и заболеваемости от неинфекционных заболеваний (НИЗ), занимают факторы, связанные с нарушениями питания. В настоящее время люди потребляют большое количество продуктов с чрезмерным содержанием калорий и критически значимых пищевых веществ (жиров, добавленных сахаров и соли/натрия), а потребление фруктов, овощей отмечается недостаточным. Основным инструментом эпидемиологического изучения питания являются методы оценки фактического потребления пищи. Общепринятый анализ потребления основных пищевых ве-

ществ используется во всех странах, давая характеристику питания населения в целом, основан, как правило, только на оценке адекватности химического состава и/или количестве потребления отдельных групп пищевых продуктов, а не на комплексной оценке рационов питания. Именно поэтому в мире наметилась тенденция разработки и применения системы индексов здорового питания.

**Целью** настоящей работы явился анализ разработок интегрального показателя качества рациона питания человека, включающего основные параметры его химического состава и потребления пищевых продуктов.

Материалы и методы. В базах данных PubMed и EJCEN был проведен

анализ публикаций, связанных с разработкой и использованием индексов здорового питания (ИЗП).

**Результаты и обсуждения.** В разных странах ИЗП может носить различные названия - индекс качества рациона (DQI), индикатор здорового питания (HDI) и индекс средиземноморской диеты (MDS) являются наиболее часто встречаемыми в зарубежной литературе. Использование ИЗП осуществляется в США, Китае, Корее, Таиланде, Вьетнаме, Малайзии и ряде европейских стран. В нашей стране имеются лишь единичные публикации, посвященные этой проблеме.

Как правило, ИЗП разрабатывается на основе национальных рекомендаций по здоровому питанию для населения, оценивая степень соответствия количества потребляемых нутриентов и пищевых продуктов рекомендуемому, из расчета на 1000 калорий или в процентах общей калорийности рациона.

Основным источником данных для расчетов ИЗП являются метод 24-часового (суточного) воспроизведения питания или метод непосредственной регистрации потребляемой пищи и лишь в отдельных исследованиях метод анализа частоты потребления пищи. Большая часть ИЗП основываются на оценке потребления таких групп продуктов как фрукты и овощи; мясо и мясные продукты; молоко и молочные продукты и цельнозерновые продукты. Также при разработке некоторых ИЗП учитывалась потребление бобовых, орехов и семян. Группы продуктов, рекомендованных для включения в здоровый рацион принято относить к компонентам адекватности. При расчетах ИЗП также учитывалось потребление пищевых продуктов, которые рекомендовано ограничить (насыщенные жирные кислоты, добавленный сахар, натрий/соль и в некоторых индексах - алкоголь) – их относят к компонентам умеренности или ограничения.

Особого внимания заслуживает ИЗП, разработанный странами, население которых придерживается средиземноморской диеты - Medeterian Diet Score (MDS). Ключевым отличием его от большинства ИЗП является то, что методика его расчета основывается на частоте потребления пищевых продуктов, а не на количестве потребляемых нутриентов и пищевых продуктов. MDS оценивает частоту потребления 11 основных компонентов средиземноморской диеты (нерафинированные зерновые продукты, фрукты, овощи, картофель, бобовые, оливковое масло, рыба, красное мясо, птица, жирные молочные продукты и алкоголь) в баллах от 0 до 5 при отсутствии потребления, редком, частом, очень частом, еженедельном и ежедневном, соответственно. При потреблении продуктов, относящихся к компонентам ограничения, баллы присваивались обратно пропорционально. Алкогольные напитки были выделены в отдельную группу.

**Заключение.** Принимая во внимание важность показателя ИЗП для оценки качества рациона питания различных групп населения нашей страны, в настоящее время в ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии» разрабатываются подходы к оценке качества питания, основанном на частоте потребления продуктов.

В докладе будут представлены данные о подходах и расчеты величин ИЗП детей и взрослых различных регионов нашей страны.

# ШЕЛУХА РЕПЧАТОГО ЛУКА КАК АЛЬТЕРНАТИВНЫЙ ИСТОЧНИК РАСТИТЕЛЬНЫХ АНТИОКСИДАНТОВ

Купаева Н.В.\*

Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова РАН,

Москва, Россия

e-mail: NVkupaeva@yandex.ru

Старение является естественным биологическим процессом [1], способствующим развитию социально значимых заболеваний [2] и дегенеративных нарушений [3-5]. Активные формы кислорода (АФК) и свободные радикалы (СР) участвуют в основных процессах, связанных со старением [6], а их избыточное образование может необратимо повреждать клетки и биомолекулы с дальнейшим накоплением окислительно-модифицированных продуктов [7]. Для регулирования количества СР и АФК у млекопитающих имеется сложная многоступенчатая антиоксидантная система (АОС), активность которой также снижается с возрастом. Важной составляющей АОС являются экзогенные антиоксиданты (АО), поступающие в организм вместе с пищей и биологически активными добавками. Растения являются основным источником экзогенных АО, так как они содержат большое разнообразие АО [2], эффективных в малых концентрациях и не проявляющих негативных эффектов. Лук (*Allium* *sepa* L.) является второй наиболее выращиваемой сельскохозяйственной культурой, урожай которой оценивается примерно в 89 миллионов тонн в год [8,9]. Интерес к луковым отходам значительно вырос в последние годы в связи с доступностью и дешевой сырьем, а также с развитием концепции экономики замкнутого цикла. Целью исследования являлось определение антиоксидантного эффекта этанольного экстракта шелухи желтого лука

(ЭШЛ) на организм стареющих грызунов.

**Материалы и методы.** Шелуху желтого, красного и белого репчатого лука (ООО «Агролето») смешивали с 70% этанолом в соотношении 1:15 (г:мл), настаивали 24 ч при 22±2°C, фильтровали через бумажный фильтр и хранили при 4°C. Антиоксидантный потенциал (АОП) экстрактов шелухи лука определяли методами общей антиоксидантной емкости ORAC ( $OAE_{ORAC}$ ) и FRAP ( $OAE_{FRAP}$ ) и методом кинетической хемилюминесценции (ХЛ). Стареющие крысы-самцы стока Wistar (17 месяцев,  $m=458,7\pm 42,7$  г) были разделены на группы: контрольную ( $n=10$ ) и опытную ( $n=10$ ), получающую ЭШЛ, разбавленный дистиллированной водой до  $OAE_{ORAC} = 4,44$  мкмоль-экв. кверцетина и Сэтанол ≤8%, вводимый ежедневно (187 суток) перорально 2 мл / гол. Показатели АОС ( $OAE_{FRAP}$ , активности каталазы (CAT) и супероксиддисмутазы (SOD), концентрации восстановленного глутатиона (GSH), активных продуктов, реагирующих с 2-тиобарбитуровой кислотой, (ТБК-АП)) определяли в плазме крови и в экстрактах печени, мозга и почек (50мМ фосфатный буфер, pH7,0; 1:5 (г:мл)). Результаты рассчитывали с использованием программы STATISTICA 10.0.

**Результаты и обсуждение.** Антиоксидантный потенциал шелухи лука существенно варьировался в зависимости от сорта и уменьшался в ряду красный>желтый>белый.  $OAE_{FRAP}$  и  $OAE_{ORAC}$  красного лука превышали показатели желтого

всего в 2,7 раз и в 2 раза, соответственно, тогда как в случае белого - в 401 раз и в 120 раз, соответственно, ( $p < 0,05$ ). Методом UPLC-ESI-Q-TOF-MS было установлено, что основным АО шелухи лука является кверцетин, его концентрация в экстракте красного лука составила  $1021,84 \pm 4,07$  мкг/г сырья, что превышало значение желтого лука в 3,18 раз ( $p < 0,05$ ), содержание в белом луке было ниже предела обнаружения. Такое распределение АОП также было подтверждено методом ХЛ, однако отмечено, что белый лук содержит только два типа АО, а в шелухе красного лука преобладают сильные и средние АО, в то время как желтый содержит относительно одинаковое количество АО всех трех типов, что делает его более перспективным и интересным источником растительных АО.

У грызунов обеих групп не наблюдались статистически значимые различия по интегральному показателю хронической интоксикации внутренних органов и по показателям АОС в плазме крови и в почках. Отмечалась тенденция увеличения активности АОС в плазме крови. В печени животных опытной группы по сравнению с контрольной было выявлено статистически значимое ( $p \leq 0,01$ ) повышение активностей CAT (44,4%) и SOD (79,1%), GSH (88,3%),  $OAE_{FRAP}$  (59,1%). В мозге выявлено увеличение активностей CAT в 3 раза и SOD на 79,0% ( $p \leq 0,01$ ), отмечено увеличение GSH на 34% и  $OAE_{FRAP}$  на 47,7%, однако оно не было статистически значимым ввиду значительного межквартильного размаха изменчивости. Обнаружено статистически незначимое увеличение ТБК-АП в печени и в мозге животных из опытной группы на 82,0% и 18,9%, соответственно. Основной антиоксидантный эффект ЭШЛ оказывал на печень и мозг грызунов, причем стимулирование активности АОС мозга осуществлялось повышением активности ферментов.

**Заключение.** Ежедневный прием этанольного экстракта шелухи желтого репчатого лука в течение длительного времени может стимулировать активность АОС организма. Основное действие экстракта было направлено на АОС печени и головного мозга преимущественно за счет повышения активностей CAT и SOD. ЭШЛ не оказывал острого токсического действия на органы животных, однако наблюдалось незначительное повышение ТБК-АП у животных опытной группы. Спиртовой экстракт шелухи желтого лука можно рассматривать как биоактивный ингредиент растительного происхождения при разработке функциональных продуктов и напитков для коррекции и профилактики АОС.

**Благодарности.** Работа выполнена в рамках темы НИР № FNEN-2019-0008 государственного задания ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН.

#### Список литературы

1. Sadowska-Bartosz, I., Bartosz, G. Effect of Antioxidants Supplementation on Aging and Longevity. *BioMed Research Int.* 2014, 17, 404680. <https://doi.org/10.1155/2014/404680>
2. Cui, X., Lin, Q., Liang, Y. Plant-Derived Antioxidants Protect the Nervous System From Aging by Inhibiting Oxidative Stress. *Front. Aging Neurosci.* 2020, 12, 209. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2020.00209>
3. Freitas, H.R.; Ferreira, G.D.C.; Trevenzoli, I.H.; Oliveira, K.D.J.; De Melo Reis, R.A. Fatty Acids, Antioxidants and Physical Activity in Brain Aging. *Nutrients* 2017, 9, 1263. <https://doi.org/10.3390/nu9111263>
4. Young-Mi Go, Dean P. Jones; Redox theory of aging: implications for health and disease. *Clin Sci (Lond)* 2017, 131, 14, 1669-1688. <https://doi.org/10.1042/CS20160897>
5. Jiao, M., Zhenyu, L., Xinhua, Q., Xiaopeng, L., Yazhi, L., Yuying, Z., Chang,

- C. The decay of Redox-stress Response Capacity is a substantive characteristic of aging: Revising the redox theory of aging. *Redox Biology* 2017, 11, 365-374 <https://doi.org/10.1016/j.redox.2016.12.026>.
6. Vaiserman, A., Koliada, A., Zayachkivska, A., Lushchak, O. Nanodelivery of Natural Antioxidants: An Anti-aging Perspective. *Front. Bioeng. Biotechnol.* 2020, <https://doi.org/10.3389/fbioe.2019.00447>
7. Mittler, R. ROS Are Good. *Trends in Plant Science* 2020, 22, 1, 11-19. <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2016.08.002>
8. Milea, Ş.A.; Aprodu, I.; Enachi, E.; Barbu, V.; Râpeanu, G.; Bahrim, G.E.; Stănciuc, N. Whey Protein Isolate-Xylose Maillard-Based Conjugates with Tailored Microencapsulation Capacity of Flavonoids from Yellow Onions Skins. *Antioxidants* 2021, 10, 1708. <https://doi.org/10.3390/antiox10111708>
9. Benito-Román, Ó., Blanco, B., Sanz, M.T., Beltrán, S. Subcritical Water Extraction of Phenolic Compounds from Onion Skin Wastes (*Allium cepa* cv. Horcal): Effect of Temperature and Solvent Properties. *Antioxidants* 2020, 9, 1233. <https://doi.org/10.3390/antiox9121233>

## ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА МОЛОЧНОГО МОРОЖЕНОГО БЕЗ ДОБАВЛЕННОЙ САХАРОЗЫ

Ландиховская А.В.\*

г. Москва, ВНИХИ – филиал ФГБНЦ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН, [anna.landih@yandex.ru](mailto:anna.landih@yandex.ru)

**М**олочное мороженое можно рассматривать как хорошую основу для производства продукции с заявленной пищевой ценностью: «низкое содержание жира», «источник пищевых волокон». Однако, для такого продукта характерен гликемический индекс (ГИ) выше 60, поскольку в качестве основного компонента используется добавленная сахароза в количестве 15-16%. Использование сахарозы в производстве мороженого необходимо по ряду причин: снижение криоскопической температуры смеси для достижения доли вымороженной воды и придание сладкого вкуса продукту. В настоящее время для замены сахарозы используются полиолы. Применение полиолов взамен сахарозы способствует образованию твердой консистенции, не позволяет маркировать такую продукцию как «молочное мороженое» и влечет за собой необходимость указывать

на этикетке информацию о слабительном действии, что ограничивает массовое употребление такого продукта.

**Цель исследования** – разработать технологию молочного мороженого с низким гликемическим индексом без добавленной сахарозы.

### **Материалы и методы.**

Объектом исследования было молочное мороженое с низкой массовой долей жира с фруктозой и трегалозой. В качестве источника пищевых волокон – инулин. Значения ГИ получали расчётным способом. О влиянии сахаров на размер кристаллов льда судили по микрофотографиям кристаллов льда, полученных с использованием криостолика при температуре -18 °С. Криоскопическую температуру определяли на осмометре-криоскопе. Циклы колебаний температуры проводили в климатической камере с учетом предварительно установленных режимов.

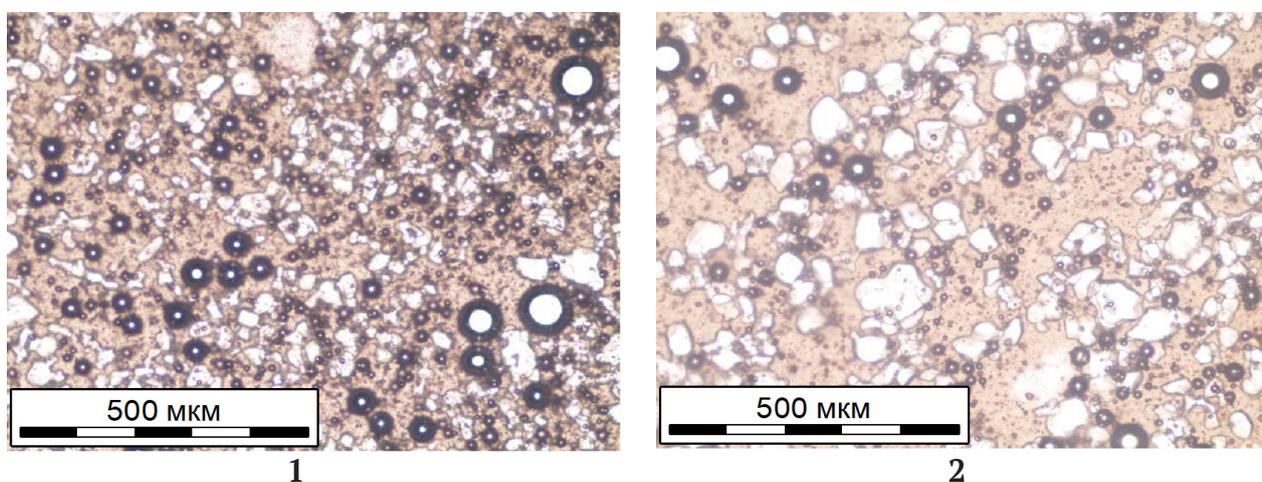
**Результаты и обсуждение.**

Одним из вариантов замены сахарозы является использование композиции фруктозы и трегалозы в эквивалентном количестве по сухому веществу.

ГИ фруктозы в 3,5 раза ниже, чем у сахарозы, а у трегалозы на 6% выше. Совместное использование двух сахаров позволило снизить ГИ молочного мороженого на 27% до значения ГИ – 40. В 1 порции мороженого массой 70 г содержится 5,6 г фруктозы и 5,3 г трегалозы, что составляет примерно 12% от

суточной нормы для каждого сахара.

Оба этих сахара являются криопротекторами, совместное использование которых способствует снижению размеров кристаллов льда, что положительно сказывается на структуре молочного мороженого в процессе хранения и возможных колебаниях температуры. На рис. 1 представлены микрофотографии кристаллов льда с фруктозой и трегалозой и в контрольном образце с сахарозой через 12 мес. хранения.



**Рисунок 1.** Микрофотографии кристаллов льда: 1 – с фруктозой и трегалозой, 2 – контроль

В процессе исследования установлено, что доля кристаллов льда размером до 50 мкм (органолептически ощутимый порог) через 12 мес. хранения в образце с фруктозой и трегалозой составляла 94 %, в контроле – 77% при использовании самой эффективной стабилизационной системы.

Замена сахарозы фруктозой и трегалозой ведет к снижению криоскопической температуры в 1,6 раза, что было учтено при обосновании температурных режимов выгрузки мороженого из фризера на уровне не выше минус 6,6 °С.

Установлено, что внесение фруктозы и трегалозы способствует сохранению высокой дисперсности кристаллов льда в мороженом при колебаниях темпера-

туры, данный образец мороженого выдерживает два цикла колебаний температуры в диапазоне минус 18 °С – минус 12 °С – минус 18 °С. После 3 циклов колебаний температуры в образце на долю кристаллов льда размером до 50 мкм приходилось 68%, в контрольном образце данный показатель составлял 54%.

**Заключение.** Разработан композиционный состав новой разновидности молочного мороженого без сахарозы с низким гликемическим индексом. Мороженое обладает мягкой консистенцией, кремообразное. Выявлено положительное влияние использования композиции сахаров на дисперсность кристаллов льда в процессе хранения и колебаний температуры.

# ИССЛЕДОВАНИЕ ДУШИСТЫХ ВЕЩЕСТВ СУХОГО МОЛОКА И ЕГО ЗАМЕНИТЕЛЕЙ МЕТОДОМ ГАЗОЖИДКОСТНОЙ ХРОМАТОГРАФИИ С МАСС- СПЕКТРОМЕТРИЕЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ ТВЕРДОФАЗНОЙ МИКРОЭКСТРАКЦИИ

Малинкин А.Д.\*

ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии», Москва, Россия.

Адрес эл.почты: malinkin@ion.ru.

**М**олоко является ценным пищевым продуктом, содержащим множество ценных питательных веществ, включая белки, жир, фосфолипиды, витамины, ферменты итп. По данным Росстата на 2020 год потребление молока в России составило 272 кг на потребителя в год. Популярность данного продукта обуславливает необходимость в контроле его качества и безопасности, которые контролируются различными утвержденными химическими и физико-химическими методами. Исследование композиции душистых веществ может предоставлять дополнительную информацию о качестве молочной продукции, однако анализ душистых веществ молока осложнен наличием сравнительно высоких концентраций белков и жиров в составе матрицы и низкой (10 мкг/мл и менее) концентрацией летучих компонентов, что создает необходимость использования дополнительных методов очистки и концентрирования. Применение парофазного анализа с твердофазной микроэкстракцией позволяет проводить необходимую очистку от матрицы и концентрирование летучих

компонентов. В данной работе проводится сравнение качественного состава душистых веществ обнаруженных в заменителях сухого молока, сухом молоке и молоке ультрапастеризованном.

**Материалы и методы.** В работе использовалось волокно с покрытием дивинилбензол/карбоксен/полидиметилсилоксан 50/30 мкм (Supelco), перед анализом волокно кондиционировалось в соответствии с рекомендациями производителя. Использовался газовый хроматограф Agilent Technologies 7890A (США) с масс-детектором Agilent Technologies 5975C (США), хроматографическая колонка Innovaх 30 м \* 0,25 мм \* 0,25 мкм. Использовалась следующая температурная программа: 40°C в течение 5 мин, нагрев до 220°C со скоростью 4°C/мин, изотерма 40 мин. Газ-носитель – гелий, режим без деления потока, температура инжектора 225°C. Параметры работы масс-детектора: диапазон сканирования 35-400 m/z, температура источника ионизации 230°C, температура квадруполя 150°C, ионизация электронным ударом с энергией 70 эВ. Исследование проводилось на следующих коммерче-

ски доступных образцах: заменитель сухого молока (образец 1), молоко сухое цельное (образец 2), молоко обезжиренное сухое (образец 3), заменитель сухого молока на растительной основе (образец 4), молоко ультрапастеризованное, нормализованное с содержанием жира 3,2% (образец 5). Подготовка проб к анализу методом твердофазной микроэкстракции проводилась следующим образом: 5 см<sup>3</sup> молока (или разведенное в 10 раз водой для лабораторного анализа молоко сухое) помещали в виалу для парового анализа на 20 см<sup>3</sup>, виалу герметич-

но закрывали, помещали в пространство над образцом волокно для твердофазной микроэкстракции, термостатировали при 45°С в течение 30 мин, далее волокно извлекали и проводили газохроматографический анализ. Критерием для идентификации вещества являлось совпадение с библиотечным спектром с фактором совпадения не менее 700.

**Результаты и обсуждение.** В результате анализа методом твердофазной микроэкстракции были обнаружены основные преобладающие компоненты, представленные в таблице.

Обнаруженное вещество	Образец				
	1	2	3	4	5
1-бутанол, 3-метил-, ацетат				+	
1-октен-3-ол	+	+	+	+	
Дигидро-5-пентил-2(3H)-фуранон	+				
2,3-бутандиол	+			+	
2,4-декадиеналь		+			
2-бутанон					+
2-фуранметанол	+	следы		следы	+
2-гептанон	+	+	+	+	+
2-нонанон			+		+
2-ундеканон			+		+
3,5-октадиен-2-он	+			+	
Уксусная кислота	+	+	+	+	+
Гексилацетат				+	
Ацетоин	+	+	следы	+	
Ацетон	+		+	+	+
Бензальдегид	+	+	+	+	+
Бензойная кислота	+	+	+	+	+
Бутилгидроксианизол		+			
Бутилгидрокситолуол		+			
3-метилбутаналь				+	
Бутановая кислота	+	+	+	+	+
Этилбутират	+			+	
Декановая кислота	+	+	+	+	+
Δ <sup>3</sup> -Карен	+			+	
Диметилсульфон	+	следы	+	+	следы

Дисульфид, диметил					+
Додекановая кислота	+	+	+	+	+
2-пентил-фуран	+	+	+	+	следы
Гептаналь	+	+	+	+	
Гексаналь	+	+	+	+	+
Гексановая кислота	+	+	+	+	+
Лимонен				+	
Нонаналь	+	+	+	+	
Октаналь	+	+	+	+	
Октановая кислота	+	+	+	+	+
Пропиленгликоль	+	+	следы	+	

**Заключение.** По полученным результатам можно сделать следующие выводы: использование метода газовой хроматографии с масс-детектированием и твердофазной микроэкстракцией позволяет выявлять различия образцов молочной продукции различной природы; присутствие пропиленгликоля в образцах заменителей сухого молока может указывать на наличие в их составе ароматизатора; использование данного метода анализа также потенциально позволяет выявлять присутствие таких консервантов как бутилгидрокситолуол и бутилгидроксианизол.

**Благодарности.** Автор выражает благодарность за помощь в организации исследования и интерпретации результатов заведующему лабораторией химии пищевых продуктов ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии» Бессонову Владимиру Владимировичу.

Работа выполнена в рамках научной темы FGMP-2022-0004 «Разработка инновационных подходов к оптимизации питания высококвалифицированных спортсменов с целью изучения их адаптационного потенциала и спортивной формы».

## ИЗУЧЕНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ КИШЕЧНОЙ МИКРОБИОТЫ У СПОРТСМЕНОВ-БАСКЕТБОЛИСТОВ

Маркова Ю.М. \*, Розофаров А.Л.  
ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии», Москва, Россия  
e-mail: yulia.markova.ion@gmail.com

**В** последнее время все большее внимание уделяется изучению кишечной микробиоты, в том числе, ее участию в адаптации организма к физическим нагрузкам. Появляются данные о двусторонней связи между составом микробиоты и уровнем физической активности. Отмечается, что при регулярных

физических нагрузках увеличивается микробное разнообразие, повышаются уровни популяций, участвующих в энергетическом обмене через синтез короткоцепочечных жирных кислот (КЦЖК) в кишечнике, спектр и соотношение которых в свою очередь показывают зависимость от поступающих с

рационом питания субстратов. Наряду с этим сверхвысокие нагрузки могут увеличить проницаемость эпителиального барьера для медиаторов воспаления, ассоциированных с грамотрицательной флорой. Поэтому в современном спорте важно оценивать характеристики микробиоты как в плане оценки популяций-продуцентов КЦЖК, так и триггеров дисбиозов воспалительного типа для своевременной направленной коррекции её состава пищевыми средствами.

Материалы и методы. Микробиоту исследовали в образцах кала, отобранных у 25 спортсменов-баскетболистов (мужчины 22±1 лет) в соревновательный период, методом ПЦР в реальном времени с использованием тест-системы «Колонофлор 16 Премиум» (Альфа Лабс), обеспечивающей прямое выявление и количе-

ственное определение 30 родов и видов микроорганизмов. Экстракцию ДНК из кала проводили с использованием набора реагентов «PureLink Microbiome DNA Purification Kit» (Invitrogen) по инструкции изготовителя. Амплификацию и детекцию осуществляли на амплификаторе «CFX96 Real Time System» (Bio-Rad), значения пороговых циклов (Cq) рассчитывались автоматически программным обеспечением «CFX Manager», результаты интерпретировали с помощью прилагаемого программного обеспечения «Колонофлор», результаты выражали в виде десятичных логарифмов от количества геном-эквивалентов КОЕ/г.

**Результаты и обсуждение.** Результаты изучения состава микробиоты у спортсменов показаны в таблице.

**Таблица.** Уровни содержания микроорганизмов в кишечнике баскетболистов (геном-экв./г)

Таксоны микроорганизмов	M ± m	Медиана	% обнаружения
Общая бактериальная масса	13,49 ± 0,08	13,48	96
<i>Lactobacillus</i> spp.	8,93 ± 0,18	8,85	100
<i>Bifidobacterium</i> spp.	12,97 ± 0,13	13,00	100
<i>Escherichia coli</i>	8,97 ± 0,26	9,30	100
<i>Bacteroides</i> spp.	13,39 ± 0,09	13,48	100
<i>Faecalibacterium prausnitzii</i>	12,69 ± 0,10	12,70	100
<i>Bacteroides thetaomicron</i>	10,07 ± 0,17	10,00	76
<i>Akkermansia muciniphila</i>	10,23 ± 0,39	10,70	60
<i>Enterococcus</i> spp.	8,03 ± 0,37	8,15	80
<i>Escherichia coli</i> enteropathogenic	7,66 ± 0,58	7,66	8
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	6,94 ± 0,37	6,78	24
<i>Klebsiella oxytoca</i>	5,85 ± 0,00	5,85	4
<i>Candida</i> spp.	7,43 ± 0,36	7,39	16
<i>Staphylococcus aureus</i>	7,69 ± 0,19	7,48	92
<i>Clostridium difficile</i>	н/о	н/о	0
<i>Clostridium perfringens</i>	8,02 ± 0,40	7,78	44
<i>Proteus vulgaris/mirabilis</i>	7,51 ± 0,33	7,48	20
<i>Citrobacter</i> spp.	7,62 ± 0,45	7,95	20
<i>Enterobacter</i> spp.	8,83 ± 0,32	8,84	88

<i>Fusobacterium nucleatum</i>	6,31 ± 0,76	5,48	36
<i>Parvimonas micra</i>	н/о	н/о	0
<i>Salmonella spp.</i>	н/о	н/о	0
<i>Shigella spp.</i>	н/о	н/о	0
<i>Blautia spp.</i>	11,14 ± 0,47	11,85	60
<i>Streptococcus spp.</i>	8,88 ± 0,21	9,15	96
<i>Eubacterium rectale</i>	11,83 ± 0,19	12,00	96
<i>Roseburia inulinivorans</i>	11,96 ± 0,11	12,00	100
<i>Prevotella spp.</i>	10,86 ± 0,42	11,78	84
<i>Methanosphaera stadmanae</i>	7,90 ± 0,66	6,93	48
<i>Ruminococcus spp.</i>	9,45 ± 0,40	9,70	76
Отношение <i>B.fragilis group</i> / <i>F.prausnitzii</i>	9,14 ± 2,33	4,50	100

н/о – не обнаружено

Характерной чертой микробиоты у всех обследованных спортсменов являлся повышенный уровень пула грамотрицательных комменсальных энтеробактерий (*Escherichia coli*, *Enterobacter spp.*) по сравнению с величинами, характерными для взрослых здоровых людей (7-8 lg КОЕ/г и 0-4 lg КОЕ/г, соответственно), а у пятой части группы выделялись представители гнилостной флоры рода *Proteus*. Также практически у всех баскетболистов (92%) содержание условно-патогенных *Staphylococcus aureus* в кале было выше на 3 log-порядка, чем принимаемое за норму значение.

Защитная популяция *Bifidobacterium spp.* характеризовалась нормальными и даже несколько более высокими уровнями, чем у лиц, не занимающихся интенсивно спортом (13,0 lg КОЕ/г). Представители филума фирмикутов *Faecalibacterium prausnitzii* и другие облигатные анаэробы *Eubacterium rectale* и *Roseburia inulinivorans* (главные продуценты КЦЖК из сложных углеводов рациона) выявлялись в диапазоне средних значений от 11,8-12,7 lg КОЕ/г, но при этом представителей филума бактероидов, которые имеют белковую направ-

ленность метаболизма, было больше на 1,5 log-порядка, что собственно и отразилось в величине соотношения *Bacteroides fragilis group*/*Faecalibacterium prausnitzii* - ключевых представителей двух этих важнейших филумов, основных по массе присутствия в кишечнике. Повышение этого индекса, по мнению ряда авторов, является одним из важных показателей анаэробного дисбаланса микробиоты и потенциальным биомаркером дисбиоза кишечника провоспалительного типа. Для оценки влияния на картину микробиоты у спортсменов проводится сопоставление с данными о потреблении углеводов с рационом, их составе и содержании в нём полисахаридов - основных субстратов КЦЖК для обоснования рекомендаций о необходимости коррекции.

**Заключение.** На ограниченной группе спортсменов игровых видов спорта с высокими нагрузками получено представление о таксономических характеристиках и количествах строго анаэробных представителей микробиоты с потенциальными защитными свойствами (бутират-продуцирующих бактерий, в том числе, *Faecalibacterium prausnitzii*, клостридий), лактобацилл,

бифидобактерий и метаболически высокоактивной группы *V.fragilis*, свидетельствующее о проявлении определённых дисбиотических отклонений в кишечнике.

На следующем этапе будет проведена оценка взаимосвязей между микробиотой кишечника, интенсивностью физических нагрузок и фактическим питанием спортсменов для выбора подходов к нутритивной коррекции микробиоты.

**Благодарности:** ведущему научному сотруднику лаборатории

спортивной антропологии и нутрициологии ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии» к.м.н. Кобельковой Ирине Витальевне за помощь в сборе МАТЕРИАЛА при написании данной статьи. Финансирование. Работа выполнена за счет средств субсидии на выполнение государственного задания в рамках Программы фундаментальных научных исследований (тема Минобрнауки России № FGMF -2022-0004).

## ПИЩЕВАЯ ЦЕННОСТЬ И КАЧЕСТВО ЯГОД АКТИНИДИИ

Медведева Д.А.\*, Шульгина Л.В.

Дальневосточный федеральный университет, Владивосток, Россия

medvedeva.da@students.dvfu.ru

Работа посвящена изучению пищевой ценности и оценки качества ягод актинидии, произрастающей в Приморском крае. Цель достигается путем решения следующих задач: определение пищевой ценности ягод актинидии (массовые доли растворимых сухих веществ, титруемых кислот, пектиновых веществ, золы, витамина С, Р-активных веществ, кальция, железа, фосфора и магния). В качестве основного сырья были выбраны ягоды *Actinidia kolomikta*. Это крупные деревянистые листопадные лианы, распространенные в диком виде в Китае, Корее, Японии, и частично в России, а именно в Приморском крае, Хабаровском крае, Сахалине, на Курильских островах [1]. Ягоды представляют собой удлиненно цилиндрическую форму, с кожицей средней толщины, ягоды тёмно-зелёные, со светлыми продольными полосами. Мякоть нежная, с ананасным ароматом. Вкус кисло-сладкий. Средняя масса ягод составляет 3 г. [2]. По литературным данным ягоды *Actinidia kolomikta* содержат в сво-

ем составе большое количество витамина С от 100 до 1400 мг/100 г [2]. В составе *Actinidia kolomikta* есть пектин (0,7...3,3%), обеспечивающий функционально-технологические и функционально-физиологические свойства продуктов переработки *Actinidia kolomikta* [3].

**Материалы и методы.** Объектом исследований являются ягоды *Actinidia kolomikta*. Пробы ягод собирали в пределах лесной зоны Приморского края, Спасского района с дикорастущих и садовых растений. Исследование пищевой ценности ягод актинидии осуществляли по соответствующим методам, изложенным в нормативно-правовых документах, методических указаниях и справочных источниках. Полученные результаты обрабатывались с использованием программных продуктов.

**Результаты и обсуждение.** Проведены исследования химического состава ягод актинидии коломикта, произрастающей в Приморском крае. Результаты исследований представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Химический состав актинидии коломикта, произрастающих в Приморском крае

Показатель	Литературные данные [2,4-5]	Фактические результаты
Массовая доля растворимых сухих веществ, %	18,7	20,24
Массовая доля сахаров, %	5,73	10,26
Массовая доля редуцирующих сахаров, %	6,3	6,9
Массовая доля титруемых кислот, %	1,26	17,0
Массовая доля пектиновых веществ, %	2,17...3,3	2,1
Массовая доля витамина С, мг/100 г	22,8...930	153,8
Массовая доля Р-активных веществ, мг/% (рутин)	26	18,4
Массовая доля золы, %	1,1	0,86
Массовая доля кальция, мг/100 г	5,5...120,1	4,35
Массовая доля магния, мг/%	1,0...23,2	1,9
Массовая доля фосфора, мг/%	31,7...80,2	47,1
Массовая доля железа, мг/кг	0,31...1,15	2,24

Установлено, что количество сухих веществ, сахаров, титруемых кислот находится на более высоком уровне против литературных данных. Витамин С, Р-активные вещества и массовая доля золы находятся на более низком уровне вилке диапазона литературных данных. Содержание пектиновых веществ (водонерастворимый пектин и полиурониды) и минеральных веществ находятся в пределах литературных данных. Основные минеральные вещества представлены солями кальция, фосфора, магния и железа.

**Заключение.** На основании проведенных исследований, можно сделать вывод, что исследуемые ягоды актинидии коломикта местного произрастания обладают высокой пищевой ценностью, по показателям относится к первому товарному сорту, может реализоваться потребителям без ограничений и использоваться для выработки разнообразных продуктов питания.

#### Литература

1. Культурная флора России: Том «Актинидия. Лимонник». М.: Рос-

- сельхозакадемия, 2007. – 327 с.
2. Елисеева, Л.Г. Ягоды актинидии – уникальный источник биологически активных веществ / Л.Г. Елисеева, О.М. Блинникова // Пищевая промышленность, 2014. – № 6 – с. 19-21.
3. Медведева, Д.А. Использование пектиносодержащего растительного сырья в производстве пластового мармелада // Научное сообщество студентов XXI столетия. ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ: сб. ст. по мат. XLIII междунар. студ. науч.-практ. конф. № 6(42). URL: [https://sibac.info/archive/technic/6\(42\).pdf](https://sibac.info/archive/technic/6(42).pdf) (дата обращения: 19.09.2022).
4. Титлянов, А.А. Актинидии и лимонник / А.А.Титлянов. – Владивосток: Дальневосточное книжное издательство, 1969. – 175с.
5. Колбасина, Э.И. Актинидия, лимонник: Пособие для садоводов-любителей / Э.И. Колбасина. – М.: Никола-Пресс, 2007. – 176 с.

# ХАРАКТЕРИСТИКА ПОЛИМОРФИЗМОВ ГЕНА РЕЦЕПТОРА ВИТАМИНА D (VDR) И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ПОКАЗАТЕЛИ ВИТАМИНА D У ДЕТЕЙ С ПИЩЕВОЙ АЛЛЕРГИЕЙ

Мельникова К.С.\*

*Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
«Федеральный Исследовательский Центр Питания, биотехнологии и  
безопасности пищи, Москва, Россия melnikova\_ksenya85@bk.ru*

**Н**есмотря на убедительные данные об участии витамина D в патогенезе аллергических заболеваний, в том числе пищевой аллергии (ПА), остается открытым вопрос о связи полиморфизмов гена VDR BsmI (rs1544410), FokI (rs2228570), TagI (rs731236) и концентрации витамина D в сыворотке крови у детей с пищевой аллергией. Опубликованные исследования о влиянии витамина D на течение и степень тяжести ПА у детей дошкольного возраста немногочисленны и противоречивы, что делает актуальным изучение этого вопроса.

**Цель исследования.** Оценка полиморфизмов гена рецептора витамина D (VDR) BsmI (rs1544410), FokI (rs2228570), TagI (rs731236) и их влияние на концентрацию витамина D для оптимизации персонализированной фармако- и диетотерапии у детей с пищевой аллергией.

**Материалы и методы** исследования - Обследовано 80 детей в возрасте от 1 года до 6 лет. Средний возраст составил  $3,4 \pm 1,6$ . В исследование участвовали дети с пищевой аллергией, длительно получающие элиминационные диеты (более 6 месяцев). Клиническим маркером кожных проявлений пищевой аллергии служил атопический дерматит, тяжесть течения которого оценивалась по индексу SCORAD (легкое течение <15

баллов, 16-40 баллов - среднетяжелое течение, 40 и > тяжелое течение). Тяжесть с гастроинтестинальными проявлениями ПА оценивалось на основании клинических проявлений: срыгивания, колики, неустойчивый стул, патологические примеси в кале (прожилки крови и слизи), вздутие живота. Контрольную группу составили 70 детей аналогичного возраста. Для определения концентрации 25(OH) D использовали метод иммунохемилюминесценции при помощи автоматического анализатора Immulite Xp 2000i, США. Молекулярно-генетические методы исследования включали исследование полиморфных генотипов FokI, BsmI, TaqI гена VDR у детей с пищевой аллергией. Для проведения генетического теста отбиралась цельная венозная кровь. Выделение геномной ДНК проводилась с использованием реактива «Проба-Рapid-Генетика» фирмы «ДНК-технология» (Россия). Исследование полиморфных вариантов- BsmI (ДНК-Технология), TaqI, FokI (компания Синтол) проводили при помощи аллель-специфичной амплификации с детекцией результатов в режиме реального времени. Генотипирование образцов проводили с использованием наборов фирмы «ГосНИИ генетика» (Россия), микропробирок фирмы «Greinerbio-one» (США) и детек-

тирующего амплификатора «ДТ-прайм» фирмы ДНК-технология» (Россия).

**Результаты и их обсуждение:** результаты проведенного исследования показали, что полиморфный локус BsmI гена VDR достоверно чаще наблюдался у детей с пищевой аллергией по сравнению с контрольной группой ( $p < 0,050$ ). Не установлено статистически значимых различий между частотой выявления аллельных вариантов FokI, TagI гена рецептора витамина D (VDR) у детей с пищевой аллергией и контрольной группой ( $p < 0,1$ ). Среди детей с пищевой аллергией гомозиготный генотип AA гена VDR встречался в 1,6 раз чаще, чем у детей в контрольной группе (11% и 7% соответственно,  $p = 0,05$ ). Гомозиготный полиморфный вариант по аллелю G (генотип GG) у детей с пищевой аллергией встречался в 1,8 раз реже по сравнению с группой контроля: 69% и 47% соответственно ( $p < 0,050$ ). Установлена положительная корреляционная связь между наличием аллеля A, в гомозиготном AA и гетерозиготном генотипе GA полиморфного локуса BsmI и концентрацией витамина D различной степени ( $r = 0,67$ ). Наличие генотипа AA гена VDR у детей с пищевой аллергией чаще наблюдался у больных с выраженным дефицитом витамина D ( $N < 10$  нг/мл) 5%. Анализ дан-

ных обеспеченности 25(OH) витамина D у обследованных детей показал снижение его концентрации у 62% ( $p < 0,050$ ) детей основной группы и у 49% детей контрольной группы ( $p < 0,050$ ), что дает возможность судить о широком распространении гиповитаминоза (табл.3). Следует отметить, что у детей с пищевой аллергией выраженный дефицит 25(OH) витамина D наблюдался чаще по сравнению детьми контрольной группы, что по-видимому связано с алиментарным фактором, поскольку эти дети длительно находились на элиминационных диетах. Выявлена положительная корреляционная связь между низким уровнем обеспеченности витамином D у детей с пищевой аллергией и тяжестью течения. Так, 96 % детей с низкими концентрациями витамина D в крови имели среднее и тяжелое течение заболевания.

**Заключение.** Проведенное исследование показало, что наличие гомозиготного генотипа AA и гетерозиготного генотипа GG чаще наблюдается у детей с выраженным дефицитом витамина с диагнозом пищевая аллергия.

Выявлена положительная корреляция с понижением уровня витамина D при пищевой аллергии и тяжестью течения болезни. Разработан алгоритм персонализированной диеты.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА КОАГУЛЯЦИИ ИЗМЕЛЬЧЕННОГО ЯЙЦА

Михайленко И.Г.\*

*«Всероссийский научно-исследовательский институт  
птицеперерабатывающей промышленности» - филиал ФНЦ ВНИТИП  
РАН (ВНИИПП), Мос. обл., р.п. Ржавки, Россия  
mig@vniipp.ru*

**В** настоящее время российские птицеперерабатывающие предприятия, занимающиеся глубокой пе-

реработкой куриных яиц сталкиваются с образованием большого количества побочного продукта – скорлупы, которая

составляет около 10-12% от массы яиц [1, 2]. Данный побочный продукт нуждается в переработке и направляется для производства мясокостной муки или в кормах для животных. Остальная скорлупа направляется на утилизацию, что является экономически нерентабельным, или выбрасывается на свалки, что наносит большой вред экологии окружающей среды.

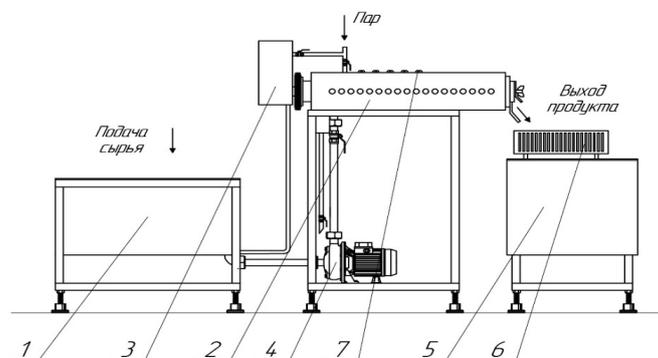
Создание оборудования для производства коагулированного измельченного яйца позволит обеспечить безотходность предприятия, занимающегося глубокой переработкой куриных яиц.

**Материалы и методы.** Объектом исследования являлось измельченное инкубационное яйцо - меланж с мелко измельченной скорлупой в естественном соотношении (1 к 10). В ходе работ исследовался процесс коагуляции измельченного яйца на экспериментальной установке для производства коагулированного яичного меланжа (далее КЯМ) (рис.1).

Измельченное яйцо загружалось в накопительную емкость, затем винтовым насосом перекачивалось в камеру коагулирования. Острый пар подавался через форсунки, установленные в камере коагулирования. Измельченное яйцо, нагреваясь, коагулировалось за счет взаимодействия с острым паром, перемешивалось и перемещалось шнеком к разгрузочному отверстию.

**Результаты и обсуждение.** В ходе экспериментов было установлено, что рабочая камера винтового насоса забивается скорлупой и перекрывает канал для подачи сырья в камеру коагулирования. Для решения возникшей проблемы был произведен поиск различных конструкций насосов и измельчающих устройств, и предложено использование диспергатора типа ротор-статор.

Следующим этапом происходило исследование возможности транспортировки измельченного яйца через диспергатор на базе экспериментального



**Рис. 1** Схема экспериментальной установки для производства КЯМ: 1 – накопительная емкость, 2 – камера коагулирования, 3 – мотор-редуктор, 4 – винтовой насос, 5 – емкость готового продукта, 6 – емкость для готового продукта, 7 – форсунки

стенда. Измельченное яйцо загружалось в приемную воронку, затем происходил запуск диспергатора. За счет работы диспергирующего модуля происходило дальнейшее измельчение скорлупы, и создавался поток в трубопроводе, который циркулировал по системе, возвращаясь обратно в приемную воронку,

захватывая частицы скорлупы и предотвращая ее осаждение. В ходе экспериментов были отобраны образцы продукта и определена степень измельчения скорлупы. Размеры частиц скорлупы составили не более 2,5 мм, что соответствует рекомендуемому диаметру гранул комбикорма для птиц по ГОСТ 18221-2018.

**Заключение.** На основании полученных данных экспериментальных исследований будет создано оборудование для получения коагулированного измельченного яйца. Данное оборудование позволит производить коагулированный яичный продукт с измельченной скорлупой из пищевых или некондиционных яиц. Коагулированный продукт из пищевых яиц при последующей сушке и измельчении может быть использован как основа для биологически активной добавки с повышенным содержанием кальция. Коагулированный продукт из некондиционных яиц может использоваться как добавка к влажному корму

для таких непродуктивных животных как кошки и собаки, а при последующем гранулировании и сушке как добавка к корму для птиц.

#### **Список использованной литературы**

- 1) Исмаилова Д. Ю. Использование подскорлупной оболочки куриных яиц / Д. Ю. Исмаилова, О. Н. Ерохина, С. В. Зиновьев, В. Г. Волик // Птица и птицепродукты. – 2020. – № 4. – С. 58-60.
- 2) Забашта А.Г. Технология переработки яиц: учеб. пособие / А.Г. Забашта, Т.А. Шалимова, В.О. Басов. М: ИНФРА-М, 2017. 202 с.

## **СОВРЕМЕННЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕРАПИИ АТОПИЧЕСКОГО ДЕРМАТИТА В СОЧЕТАНИИ С ПИЩЕВОЙ АЛЛЕРГИЕЙ У ДЕТЕЙ**

Мухортых В.А.

ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии пищи», Россия, г.Москва

Valera-89@yandex.ru

**А**топический дерматит (АтД) является одним из наиболее распространенных хронических воспалительных заболеваний кожи у детей и младенцев. Классические рекомендации по лечению АтД включают в себя местные глюкокортикостероиды, ингибиторы кальциневрина и антигистаминные препараты. За последние десятилетия появилось несколько исследований о пользе пробиотиков для лечения детей с АтД, однако, данная терапия представляет собой обширную недооцененную область исследований; и в результате на сегодняшний день нет надежных доказательств, которые бы решительно подерживали их безопасное применение.

**Материалы и методы.** В исследова-

ние были включены 148 ребенка в возрасте от 3 месяцев до 3х лет с легкими, среднетяжелыми и тяжелыми проявлениями АтД. У всех детей отмечались проявления пищевой аллергии (ПА). Подтверждением ПА служили: отягощенный аллергологический анамнез, связь между приемом определенных пищевых продуктов и клиническими проявлениями, а также положительные результаты элиминационных диет. В ходе проводимого исследования наблюдаемые пациенты были рандомизированы случайным образом в основную (n=95) и контрольную (n=53) группы. Для всех пациентов был предусмотрен вводный период в течение 1 месяца, во время которого проводили общеклинические обследования

(осмотр, оценка степени тяжести АтД по индексу SCORAD). Всем больным в вводном периоде назначали диагностическую элиминационную диету с ведением пищевых дневников и общепринятую терапию (антигистаминные препараты, наружная терапия). К концу вводного периода проводили оценку клинической эффективности общепринятой базисной терапии в обеих группах. Далее, детям основной группы к базисной терапии добавлялся мультиштаммовый пробиотик по 1 саше в день во время приема пищи. Дети контрольной группы продолжали получать только базисную терапию. Длительность терапии составляла 30 дней. Для оценки эффективности использовали клинические параметры и индекс SCORAD до- и на фоне лечения. В качестве терапии применялся мультиштаммовый пробиотик, содержащий в своем составе 7 пробиотических штаммов в титре  $10^9$  (*Lactobacillus casei*, *Lactobacillus rhamnosus*, *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus acidophilus*, *Bifidobacterium breve*, *Bifidobacterium infantis*, *Bifidobacterium longum*) и фруктоолигосахариды из инулина.

**Результаты и обсуждение.** После назначения детям пробиотика через 30 дней терапии было отмечено клиническое улучшение и уменьшение индекса SCORAD - ремиссия АтД была достигнута у 89,5% (n=85) пациентов основной группы (SCORAD составил  $6,9 \pm 0,5$ ), у 10,5% (n=10) сохранялись жалобы на периодически возникающие новые кожные высыпания. В контрольной группе (без применения пробиотика) через 30 дней улучшение кожных симптомов была достигнута у 75,5% (n=40) пациентов (индекс SCORAD составил  $7,3 \pm 0,4$ ), у 24,5% (n=13) – сохранялись проявления АтД (индекс SCORAD  $14,1 \pm 0,8$ ).

**Заключение.** Проведенное исследование подтверждает клиническую пользу включения в комплексное лечение детей с АтД мультиштаммового пробиотика и позволяет рассматривать данный подход как один из способов повышения эффективности терапии АтД у детей раннего возраста. Родители всех пациентов основной группы отмечали хорошую переносимость и отсутствие тех или иных побочных реакций при применении мультиштаммового пробиотика.

## ВЛИЯНИЕ САХАРА НА КОГНИТИВНЫЕ ФУНКЦИИ

Мягкова С.Д.

ФБУН «ФНЦГ им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, Россия, Московская область, г. Мытищи

С каждым столетием среднегодовое потребление сахара на одного человека увеличивается белее, чем в два раза. Так, в Европе в середине 19 века среднее значение данного показателя составляло 2 кг сахара на человека в год, в начале 20-го века - 17 кг, а к началу 21 века данный показатель вырос до 70 кг на одного человека. Поэтому изучение влияния сахара как

на организм в целом, так и на его отдельные процессы, является одной из ключевых задач в современном мире.

К настоящему времени проведены исследования по оценке влияния избытка сахара на метаболизм, работу сердечно-сосудистой системы, почки, поджелудочную железу, но мало известно о взаимосвязи продолжительного избыточного поступления сахаров в организм

человека и возможных нарушениях в головном мозге, которые могут сказаться на когнитивных способностях.

Так, в ряде исследований с участием больных СД 2 типа (до 90%) показано, что СД является фактором риска развития когнитивных нарушений и деменции (Exalto L.G. et al, 2012). А позже американские ученые Р.К. Crane и L. Kerti доказали, что повышение уровня глюкозы в крови связано с риском развития когнитивных нарушений или деменции у пациентов, не страдающих СД (Crane P.K. et al, 2013; Kerti L. et al, 2013).

**Материалы и методы.** Изучение релевантных отечественных и зарубежных источников литературы на русском, английском и японском языках и учебных пособий по анатомии, физиологии, патофизиологии и биохимии человека.

**Результаты и обсуждения.** Одной из наиболее распространенных гипотез развития когнитивных нарушений является дофаминовая. Идея ее сводится к предположению о существовании гиперфункции дофаминергической системы мозга с избыточным выделением дофамина. Сахар, содержащийся в потребляемых продуктах, воздействует на расположенные на языке рецепторы сладкого. Импульс от вкусовых рецепторов языка, реагирующих на сладкое, по чувствительному нервному волокну через продолговатый мозг и таламус поступает в парагиппокампальную извилину и крючок, где расположен проекционный центр вкуса. Здесь сигнал активирует систему поощрения, называемую мезолимбической дофаминовой системой. У человека, часто употребляющего сладкую пищу, в связи с постоянной стимуляцией дофаминовой системы, уровень дофамина не падает - он стабильно высокий, что приводит к его накоплению в синапсах. В конечном итоге, его количество становится настолько большим, что оно переполняет синаптическое про-

странство, а антидофаминовые системы не справляются с его инактивацией. Избыток дофамина и его метаболитов в цитозоле может привести к образованию кумулятивных соединений, таких как нейромеланин, в лизосомах и вызвать тяжелые повреждения клеток. В большей степени сахар оказывает влияние на лобные доли и гиппокамп, который участвует в механизмах формирования эмоций, консолидации памяти, пространственной памяти, необходимой для навигации, генерирует тета-ритм при удержании внимания. В лобных долях и в гиппокампе происходит атрофия и, как следствие, снижение когнитивных способностей.

Для оценки влияния сосудистых нарушений на формирование когнитивных нарушений японскими учеными была смоделирована гипергликемия в экспериментах на лабораторных мышах, у которых был «отключен» один из двух генов, определяющих предрасположенность к психическим расстройствам. Первый из них – DISC1, играет важную роль в развитии нервной системы. Второй кодирует глиоксалазу I – фермент, который защищает клетки от токсичных продуктов процесса гликирования.

В эксперименте использовали 4 группы мышей. Контрольные мыши получали пищу, где основным углеводом был крахмал; еще одна группа – пищу с сахарозой, что моделировало фактор «передание сладкого». В третью группу вошли мыши с одним «выключенным» аллелем гена глиоксалазы I (либо Disc1) на диете с крахмалом, в четвертую – такие же мутантные животные, только на диете с сахарозой. Как показали тесты, наибольшие изменения в поведении продемонстрировали животные из 4-ой группы, которые имели соответствующие мутации и потребляли больше сладкого. У них были отмечены гиперактивность, нарушения памяти и обработки сенсор-

ной информации, а также другие патологические эффекты. При этом в тканях и сосудах мозга этих мышей обнаруживались морфологические и патофизиологические изменения. Был сделан вывод, что пища с высоким содержанием сахарозы вызывает накопление продуктов гликирования в клетках нейроглии (вспомогательной ткани) и эндотелия (внутренней выстилки) сосудов мозга. В норме эти клетки защищает глиоксалаза I, но при ее дефиците происходит воспаление и повреждение сосудистой сети мозга – ангиопатия. Это затрудняет поступление в мозг питательных веществ,

что ведет к дисфункции нейронов и развитию когнитивных нарушений.

**Заключение.** Вопрос причинно-следственной связи между избыточным поступлением сахара и развитием когнитивных расстройств остается темой современных исследований, а ее актуальность растет с каждым годом. В связи с этим, дальнейшее изучение данной проблемы может внести существенный вклад в понимание процессов, лежащих в основе когнитивных нарушений, и явиться основой для разработки профилактических мер по их предупреждению.

## РИСКИ, СВЯЗАННЫЕ С УПОТРЕБЛЕНИЕМ КОНСЕРВОВ ДОМАШНЕГО ПРИГОТОВЛЕНИЯ

Немова О.А.

*ФБУН «ФНЦГ им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, Россия, Московская область, г. Мытищи  
nemova\_o\_a@student.sechenov.ru*

**П**роблема отравлений, связанная с употреблением в пищу консервированной продукции, остаётся актуальной ежегодно. В летне-осеннее время люди более подвержены рискам в связи с периодом сбора урожая, грибов, а также в связи с неправильным хранением, приготовлением и несоблюдением правил при консервировании продуктов питания. Заболевание, вызываемое бактериями *Clostridium botulinum*, в некоторых случаях протекает довольно тяжело, иногда приводя к летальному исходу. Поэтому важно проводить санитарное просвещение людей о серьезных последствиях данного заболевания, обучать правилам сбора урожая, приготовления и хранения консервированных продуктов питания.

В данном обзоре мы рассмотрим причины заболеваемости ботулизмом, свя-

занные с употреблением в пищу консервированных продуктов домашнего приготовления, распространённость данного заболевания на территории Российской Федерации, а также меры профилактики, направленные на предотвращение данной проблемы.

**Цель.** Изучить распространённость заболеваемости ботулизмом, связанной с употреблением в пищу консервированных продуктов питания, причины заболеваемости и меры профилактики, направленные на предотвращение данной проблемы.

**Материалы и методы исследования.** В ходе исследования был проведен анализ релевантных отечественных и зарубежных источников литературы, а также открытых баз данных. Поиск литературы, проводился в научных библиотеках Cyberleninka, PubMed по ключе-

вым запросам.

**Результаты исследования.** Ботулизм — тяжелое заболевание позвоночных животных, характеризующееся вялыми параличами, которое в тяжелых случаях может привести к дыхательной недостаточности и летальному исходу. Это заболевание вызывается ботулиническим нейротоксином (Rasetti-Escargueil C et al., 2019). По данным Роспотребнадзора, в 2021 году заболеваемость ботулизмом составляла 148 человек, из них 22 случая с летальным исходом. За первые два квартала 2022 года выявлено 65 человек, пострадавших от ботулизма, из них 6 случаев с летальным исходом. Наиболее частой причиной данного заболевания в большинстве стран, в том числе в Российской Федерации, на сегодняшний день остается приготовление консервированной продукции в домашних условиях. Накопление опасного токсина в колонизированных клостридиями пищевых продуктах происходит в период хранения продуктов перед их употреблением человеком в условиях, благоприятных для роста бактерий (Delbos V et al., 2005).

В весенне-зимнее время окружающая температура наименее подходит для размножения и токсинообразования бактерий в продуктах питания, поэтому заболеваемость в основном приходится на конец мая – середину сентября. Большая часть спорадических вспышек возникает из-за употребления в пищу рыбных продуктов частного улова и домашнего приготовления путем засола, вяления и копчения. Зачастую рыбу съедают спустя несколько дней после приготовления, а концентрации используемой соли недостаточны для обеззараживания продукта. Хранят рыбу в основном при комнатной температуре. Данные факторы благоприятно влияют на размножение микроба и образование токсинов, приводя к заболеванию боту-

лизмом, поэтому для предотвращения негативных последствий следует воздержаться от домашнего приготовления выловленной рыбы, либо неукоснительно соблюдать правила и технику консервирования. Также нежелательно приобретать рыбу собственного приготовления на рынке и у случайных лиц (Булатова Т.И. с соавт., 1966). Следует помнить, что возбудитель инфекции относится к классу сапронозов. Клостридии обитают в почве, поэтому некачественная обработка собранных растений и грибов также может привести к заражению (Розанова Л.И. с соавт., 1977). Основой профилактики ботулизма является тщательная мойка собранных овощей и зелени, в особенности корнеплодов. Хранить приготовленные консервы нужно лишь в холодильной камере. Банки, в которых присутствуют признаки порчи и гнили должны подлежать тщательной стерилизации, а продукты, которые находятся в них, запрещены к употреблению и должны быть утилизированы.

**Выводы.** Ботулизм является опасным заболеванием, которое нередко протекает в тяжелой форме и может привести к летальному исходу. Наиболее распространённой причиной заболевания ботулизмом является факт употребления в пищу продуктов домашнего консервирования. Для профилактики заболевания стоит соблюдать правила сбора, хранения и приготовления продуктов питания. При появлении симптомов заболевания после употребления в пищу продуктов домашнего происхождения стоит немедленно обратиться за медицинской помощью.

# РЕЗУЛЬТАТЫ ТОКСИКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПИЩЕВОЙ ПРОДУКЦИИ НОВОГО ВИДА, ПОЛУЧЕННОЙ ИЗ ЛИЧИНОК НАСЕКОМЫХ ЧЕРНОЙ ЛЬВИНКИ, В ЭКСПЕРИМЕНТЕ НА 3-Х ПОКОЛЕНИЯХ КРЫС

Никитин Н.С.

ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии», Москва, Россия

*Nikolay\_sergeevich87@mail.ru*

Российский подход к оценке безопасности пищевой продукции нового вида предусматривает комплексное изучение токсичности в экспериментах *in vivo*, предоставляющее наиболее полную и достоверную информацию о потенциально опасном действии новой пищи. В данной публикации представлены результаты токсикологических исследований на 3-х поколениях крыс линии Вистар, рацион которых включал сухую измельченную биомассу личинок насекомых Черной львинки (*Hermetia illucens*). Черная львинка относится к отряду двукрылых (Diptera), семейству львинки (Stratiomyidae), роду *Hermetia*, распространена преимущественно в тропическом и субтропическом климате. В течение жизненного цикла черная львинка проходит пять стадий: яйцо→личинка→предкуколка→куколка→взрослая особь, для пищевых целей используют личинок.

**Материалы и методы.** Исследования выполнены на трех поколениях крыс линии Вистар (F0, F1 и F2), всего в исследовании использовано 192 самца. Животные контрольных групп получали полусинтетический казеиновый рацион,

опытных групп – рацион с включением сухой биомассы личинок *Hermetia illucens*, исследуемый продукт включали в рацион с учетом принципа изокалорийности и идентичности химического состава. Крысы поколения F0 получали экспериментальные рационы с 30-35 дней жизни, поколений F1 и F2 – с момента перехода на смешанное вскармливание (~ 15-16-й дни жизни). Отбор материала для исследований проводили на ~135-й день жизни крыс. В рамках токсикологических исследований были изучены гравиметрические, гематологические, биохимические, морфологические показатели. Также изучены интегральные показатели (системные биомаркеры), отражающие уровень адаптации организма к окружающей среде и обладающие высокой чувствительностью к ксенобиотическому воздействию – антиоксидантный статус организма и активность перекисного окисления липидов. Морфологические исследования включали анализ строения печени, почек, надпочечников, тимуса, селезенки, легких, сердца, простаты, семенников, кишечника. Подготовку препаратов для гистологических исследований и окра-

шивание гематоксилин-эозином проводили стандартными методами. Степень морфологических изменений в печени оценивали согласно шкале SAF, которая учитывает выраженность стеатоза печени (S, steatosis), активности внутридолькового (лобулярного) воспаления и баллонной дистрофии гепатоцитов (A, activity) и стадию фиброза печени (F, fibrosis).

**Результаты и обсуждение.** Общее состояние крыс 3-х поколений было удовлетворительным: по внешнему виду, качеству шерстного покрова и поведению животные опытных групп не отличались от животных контрольных групп на протяжении всего эксперимента. Все изученные гравиметрические, гематологические, биохимические показатели находились в пределах физиологических колебаний, характерных для самцов линии Вистар данного возраста.

Морфологические исследования, включающие изучение макро- и микроскопического строения внутренних органов, показали отсутствие каких-либо изменений. Органы грудной и брюшной полостей, головной мозг у крыс опытной и контрольной групп располагались анатомически правильно, по форме, цвету и размеру соответствовали норме. Микроскопический анализ подтвердил отсутствие патологических изменений, строение и структура всех органов были сохранены и соответствовали норме, структурные и функциональные элементы однородны, нормального размера без признаков атрофии или гипертрофии, правильной формы, без включений и признаков дистрофии. Поскольку в токсикологических исследованиях особое внимание традиционно уделяется анализу структуры и функции печени, микроскопическое строение печени было оценено с использованием как рутинных так и специальных методов (шкала SAF). У крыс всех групп структура пече-

ночных долек была не изменена, гепатоциты нормального размера, имели полидральную форму с расположенным в центре округлым ядром, цитоплазма однородная, без включений, лобулярное воспаление не отмечалось, фиброз отсутствовал. Не более 5% гепатоцитов содержали липидные включения, характерные для стеатоза. По шкале SAF степень морфологических изменений печени крыс всех групп оценена как S0A0F0.

**Заключение.** На основании результатов токсикологических исследований, выполненных на 3-х поколениях крыс, во время которых были изучены гравиметрические, гематологические, биохимические и морфологические показатели, можно сделать вывод о безопасности биомассы личинок *Hermetia illucens*, что позволяет рассматривать их в качестве перспективного источника пищи.

Данная работа выполнена при поддержке Российского научного фонда (научный проект № 20-16-00083).

**Благодарности.** Автор признателен сотрудникам Лаборатории оценки безопасности биотехнологий и новых источников пищи за участие в проведении данных исследований.

# ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЙ ОТКЛИК НА ВЕЩЕСТВА ГОРЬКОГО ВКУСА. ЭЛЕКТРОМИОГРАФИЧЕСКИЕ, СИЛОМЕТРИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Оганесянц Е.Л.\*, Билялова А.С., Саркисян В.А.  
ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии», Москва, Россия  
e-mail: oganesyantsk@gmail.com

**П**ри потреблении пищи сенсорная и перцептивная информация о ней в ротовой полости интегрируется через несколько нервных центров и обычно приводит к запуску реакции слюноотделения и глотания. На восприятие вкуса пищи влияют различные параметры, многие из которых индивидуальны. Объем и состав выделяемой слюны существенным образом влияет на восприятие вкусов пищевых продуктов, а также влияет на механизмы глотания пищи. Вещества различной природы имеют специфическое воздействие на данные процессы. Среди них особое значение имеют вещества с горьким вкусом в связи с большим количеством рецепторов, воспринимающих горький вкус. При этом действие отдельных горьких веществ имеет высокую специфичность по отношению к рецепторам.

Наиболее распространенными горькими веществами являются кофеин, ванилин, эпигаллокатехин галлат (ЭГКГ). Для данных веществ известны активируемые ими рецепторы. Например, кофеин активирует hTas2r7, hTas2r10, hTas2r14, hTas2r43, hTas2r46 рецепторы, ванилин – hTas2r14, hTas2r20, hTas2r39 рецепторы, ЭГКГ – hTas2r39, hTas2r43 рецепторы в микро- и миллимолярных концентрациях. Тем не менее несмотря на изученность этих веществ отсутству-

ют данные по их влиянию на процессы слюноотделения и глотания.

**Целью** данного исследования являлась оценка влияния кофеина, ванилина, ЭГКГ на процессы слюноотделения и глотания.

**Материалы и методы.** В качестве горьких веществ мы использовали растворы кофеина, ванилина, ЭГКГ в различных концентрациях. В качестве шкалы для оценки интенсивности горького вкуса кофеина использовали универсальную шкалу Spectrum и на ее основе мы сделали шкалу для остальных веществ. В исследование использовались растворы с равной интенсивностью горького вкуса равной 2 баллам.

Для определения реакции организма на различные виды раздражителей и оценки его физиологических функций использовали метод электромиографии. Для анализа к левой и правой надподъязычным мышцам прикрепляли две пары электродов, референтный электрод прикрепляли к тыльной стороне ладони. Данные были собраны с использованием программного обеспечения Consensus, а данные обработаны с использованием программного обеспечения OriginPro 2015.

Количество выделяемой слюны определяли по разности массы ватных тампонов, расположенных у подъязычных

слюнных желез в течение двух минут.

**Результаты и обсуждения.** Результаты исследования свидетельствуют о том, что для всех исследованных горьких веществ характерна тенденция повышению нагрузки необходимой для глотания, что, по-видимому, связано с их раздражающим действием на слизистые оболочки. Статистически значимые повышения амплитуды пиков электромиограммы, ответственных за глотание. Для ванилина также было отмечено наибольшее снижение объема выделившейся слюны после его потребления. Для остальных образцов данная тенденция сохранялась, но была менее выражена.

**Заключение.** Полученные нами результаты свидетельствуют о том, что горькие вещества при одинаковой интенсивности по-разному влияют на процессы глотания и слюноотделения. Отмеченное затруднение глотания связано со снижением объема выделившейся слюны. При разработке пищевых продуктов, содержащих вещества с горьким вкусом, необходимо учитывать их подавляющее действие на реакцию ротоглоточной полости и осуществлять подбор оптимальных способов ее коррекции.

**Благодарности.** Исследование выполнено за счет гранта РНФ (проект № 19-76-30014)

## ОСОБЕННОСТИ ДИЕТОТЕРАПИИ И НУТРИТИВНОЙ ПОДДЕРЖКИ У ПАЦИЕНТОВ С ГИПОТИРЕОЗОМ

*Олейникова В.Д.\*, Рябыш О.Е., Крюкова А.А. Дударева В.А., Бурлачко Я.О.  
ФГБОУ ВО «Ростовский государственный медицинский университет»  
Минздрава России, кафедра здорового образа жизни и диетологи  
г. Ростов-на-Дону, Россия  
\*e-mail: victoria-ol@mail.ru*

**З**а последнее десятилетие распространенность гипотиреоза значительно выросла. Поданным Росстата количество случаев железодефицитной анемии зарегистрировано у 1617,1 ты. жителей. В большом количестве случаев данные патологии связаны между собой и влияют на тяжесть течения друг друга.

**Целью** работы явилось комплексное описание и создание модели нутритивного статуса у пациентов с аутоиммунным тиреозитом. С помощью изменения образа жизни, коррекции рациона питания и применения определенных пищевых нутриентов, повлиять на качество жизни и проявление клинических

симптомов у данной группы пациентов. Выявить частоту встречаемости данной патологии на приеме эндокринолога – диетолога. Как часто данное заболевание ассоциировано с железодефицитной анемией, ожирением и дефицитом белка. Определить методы персонализированной диетотерапии и фармакокоррекции.

**Материалы и методы:** в исследовании были отобраны медицинские карты пациентов. Возрастной диапазон пациентов от 20 до 70: 6 мужчин и 34 женщины, средний возраст  $38,46 \pm 2,04$ . Пациенты были разделены на две группы по гендерному признаку (группа 1

- мужчины, группа 2 - женщины). Комплексное описание и создание модели нутритивного статуса пациентов проводилась согласно приказу МЗ РФ №330 от 5.08.2003 г. (Приказ Минздрава РФ от 5 августа 2003 г. №330 «О мерах по совершенствованию лечебного питания в лечебно-профилактических учреждениях Российской Федерации» (с изменениями и дополнениями на 24 ноября 2016 г.) по показателям, совокупность которых характеризует питательный статус больного и его потребность в нутриентах, а именно антропометрические данные (рост; масса тела; индекс массы тела (ИМТ); окружность талии, окружность бедер и их соотношение), биохимические показатели (общий белок; альбумин и трансферрин – не определялись). Однако характеристика пищевого статуса была дополнена такими параметрами, как гемоглобин, ферритин, эритроциты, общая железосвязывающая способность сыворотки, железо, ТТГ (тиреотропный гормон), АЛТ (аланинаминотрансфераза), креатинин, глюкоза, магний. Статистическая обработка полученных результатов осуществлялась с помощью программы «Excel 2020».

**Результаты и обсуждения:** Средний возраст в группе мужчин –  $38,3 \pm 5,17$ , в группе женщин  $38,5 \pm 2,6$ . Анализ антропометрических данных в группе №1: рост –  $181,81 \pm 2,38$ ; вес –  $89,4 \pm 6,08$ ; обхват талии –  $99,33 \pm 5,17$ ; обхват бедер –  $106,5 \pm 3,45$ ; соотношение обхвата талии и бедер:  $0,875 \pm 0,05$ ; в группе №2: рост –  $165,19 \pm 1,26$ ; вес –  $78,3 \pm 4,44$ ; обхват талии –  $104,62 \pm 3,34$ ; обхват бедер –  $104,62 \pm 3,34$ . В первой группе ИМТ составил  $26,93 \pm 1,48$ , во второй –  $28,92 \pm 1,58$ , что свидетельствует об избытке массы тела и избыточном питании, а также в результате нарушения белкового и углеводного обмена. В первой группе с диагнозом АИТ – 1 человек (17%), находится на гормональной терапии, у остальных были

диагностированы: хронический панкреатит, избыток массы тела, гипотериоз, ожирение II степени, неалкогольная жировая болезнь печени, хронический холецистит. Во второй группе у 44,12 % диагностирован АИТ, имея при этом также наличие таких заболеваний, как ожирение II и III степени, остеопения, неалкогольная жировая болезнь печени, перименопауза, нарушение толерантности к глюкозе, латентная железодефицитная анемия, хронический панкреатит. Лабораторные показатели у пациенток с АИТ: гемоглобин: 121,31 (при норме 120-140 г/л), ферритин 22,817 (при норме 10-120 мкг/л), эритроциты 4,4 (при норме  $3,8-4,5 \cdot 10^{12}/л$ ), общая железосвязывающая способность сыворотки 62,07 (при норме 45,3-77,1 мкмоль/л), железо 9,14 (при норме ), общий белок 72 (при норме 65-85 г/л), ТТГ 3,918 (при норме 0,27 - 4,2 мкМЕ/мл), АЛТ 22,75 (при норме 0-33 Ед/л), АСТ 24,17 (при норме 0-31 Ед/л), креатинин 78,2 (при норме 50-98 ммоль/л), глюкоза 4,93 (при норме 3,5-3,6 ммоль/л), магний 0,835 (при норме 1,5-2,0 мкмоль/л).

**Выводы:** в практике врача – диетолога, эндокринолога, довольно часто такие патологии как гипотиреоз, ожирение и железодефицитная анемия встречаются сочетанно, что требует более детального подхода в разработке персонализированной диетотерапии.

# РАСПРОСТРАНЕННОСТЬ СКРЫТОГО И ОБЩЕГО ОЖИРЕНИЯ В ГРУППЕ ЖЕНЩИН ГОРОДА МОСКВЫ ПО ДАННЫМ УЗИ-СКАНИРОВАНИЯ

Парфентьева О.И.<sup>1</sup>, Гаджихмедова А.Н.<sup>2</sup>, Васильева А.А.\*<sup>1</sup>, Бондарева Э.А.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>НИИ и музей Антропологии МГУ имени М.В. Ломоносова

<sup>2</sup>ФГАОУ ВО Первый МГМУ имени И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет)

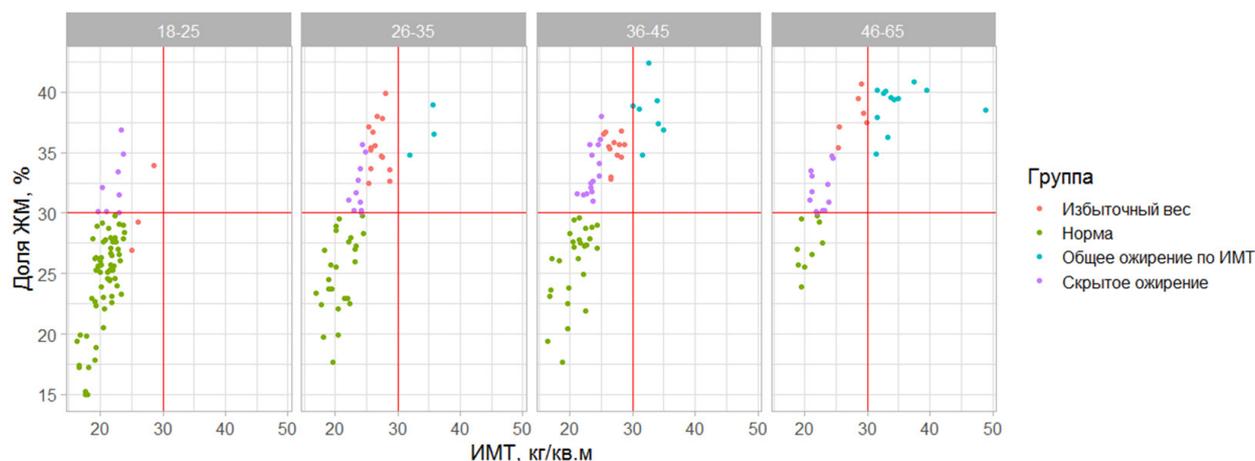
<sup>3</sup>ФГБУ ФНКЦ ФХМ ФМБА России

e-mail: vasileva@mail.bio.msu.ru

**Ж**ители мегаполисов все чаще сталкиваются с «жирогенной средой», которая стимулирует их потреблять больше калорий и расходовать меньше энергии. Гипокинезия даже при адекватном питании может приводить к избыточному жиросложению, которое невозможно диагностировать с использованием классических индексов, например, индекса массы тела. Избыточное жиросложение при нормальном весе, известно, как скрытое ожирение. Цель данной работы – оценка процентного распределения общего и скрытого ожирения среди обследованных жительниц города Москвы по данным УЗИ-сканирования.

**Материалы и методы.** Была обследована группа женщин (N=226) в возрасте от 18 до 65 лет, постоянно проживающих в городе Москве. Обследованные

были поделены на группы в зависимости от возраста: 18-25 лет (N=73), 26-35 лет (N=52), 36-45 лет (N=61) и 46-65 лет (N=40). Измеряли длину и массу тела, рассчитывали отношение массы к квадрату длины тела (ИМТ, кг/м<sup>2</sup>), определяли толщины кожно-жировых складок (КЖС, мм) с помощью УЗИ-сканирования (УЗИ, BodyMetrix, InterMetrix, США) в 7 точках по стандартной схеме. Определяли абсолютные значения жировой (ЖМ, кг), безжировой (БЖМ, кг) и доли жировой масс (ЖМ, %). Обследованные были разделены на следующие подгруппы: норма (ИМТ > 18.5 и < 25 кг/м<sup>2</sup>; доля ЖМ < 30%), избыточный вес (ИМТ ≥ 25, но < 30 кг/м<sup>2</sup>), общее ожирение (ИМТ ≥ 30 кг/м<sup>2</sup>; доля ЖМ ≥ 30%), скрытое ожирение (ИМТ < 25 кг/м<sup>2</sup>; доля ЖМ > 30%). Рассчитывали точные и интервальные оценки (95% ДИ) с помощью процедуры



**Рисунок.** Отношение ИМТ (кг/м<sup>2</sup>) к доле жировой массы (%) у обследованных женщин

бутстрепа. Пермутационные критерии использовали для сравнения подгрупп. Использовали поправку на множественное тестирование. Статистический анализ проводили в программной среде R.

**Результаты и обсуждение.** Среди обследованных по данным ИМТ нормальный и избыточный вес встречались у 75% (95% ДИ: 68 - 79%) и 15% (95% ДИ: 11 - 20%) женщин. Общее ожирение встречалось у 10% (95% ДИ: 6 - 14%). Ранжирование обследованных по доле жировой массы, а не ИМТ, позволило идентифицировать больше случаев ожирения: у 44% (95% ДИ: 36 - 50%) женщин встречались признаки ожирения. В группе женщин в возрасте до 25 лет с использованием ИМТ случаев ожирения обнаружено не было, но ранжирование обследованных по доле жировой массы позволило выявить 9 случаев ожирения среди 73 обследованных (95% ДИ: 4 - 17%). При этом ИМТ указанных обследованных женщин в большинстве случаев не превышал 25 кг/м<sup>2</sup>, что может говорить в пользу наличия кластера обследованных с признаками скрытого ожирения. Аналогичная тенденция характерна для остальных возрастных групп. Среди обследованных скрытое ожирение встречается у 20% (95% ДИ: 15 - 24%). С возрастом увеличивалось не только количество случаев общего ожирения, определенных по ИМТ, но и количество случаев скрытого ожирения. В возрасте до 25 лет только у 11% (95% ДИ: 4 - 18%) женщин встречались признаки скрытого ожирения, в то время как у женщин в возрастных группах 36-45 и 46-65 лет у 25% (95% ДИ: 13 - 34%) и 30% (95% ДИ: 15 - 42%). Женщин с признаками скрытого ожирения отличает более высокие значения толщин КЖС на животе и трицепсе по сравнению с женщинами без избыточного ожирения.

**Заключение.** Ранжирование по доле жировой массы позволило выявить больше случаев ожирения, что предпо-

лагает наличие кластера обследованных с признаками скрытого ожирения. Количество случаев общего и скрытого ожирения среди обследованных женщин увеличивалось с возрастом.

**Благодарности.** Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ №20-09-00276 «Жирогенное» окружение мегаполиса. Многофакторный подход к идентификации эндогенных и экзогенных факторов риска ожирения у взрослого населения г. Москвы».

# МУЧНЫЕ КОМПОЗИТНЫЕ СМЕСИ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ ГЕРОДИЕТИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Пешкина И.П.\*, Тюрина И.А., Борисова А.Е.  
ФГАНУ «Научно-исследовательский институт хлебопекарной  
промышленности», Российская Федерация, г. Москва  
\*E-mail: i.peshkina@gosnihp.ru

**С**овременная демографическая ситуация в России характеризуется динамичным увеличением численности людей пожилого возраста, то есть лиц старше трудоспособного возраста, что соответствует общемировому процессу старения населения. Сегодня 20 % жителей РФ достигли пенсионного возраста. По данным ВОЗ состояние здоровья человека лишь на 15 % зависит от организации медицинской помощи, настолько же – от генетической особенности организма человека и на 70 % оказывает влияние образ жизни и характер питания. Питание людей пожилого возраста значительно отличается от рационов других возрастных групп, поскольку физиологическое старение организма сопровождается перестройкой всех систем жизнеобеспечения и определяет необходимость изменения химического состава пищи и её калорийности.

**Цель исследования.** Создание мучных композитных смесей для производства хлебобулочных изделий геродиетического назначения, наиболее адекватно отвечающие потребностям организма людей пожилого возраста в основных пищевых веществах.

**Материалы и методы.** При проведении работы использовали муку льняную, тыквенную, пшеничную хлебопекарную первого сорта, овсяные отруби, соль с пониженным содержанием натрия

и другое сырьё. В работе использовали общепринятые и специальные методы оценки свойств сырья, полуфабрикатов и показателей качества готовых хлебобулочных изделий.

**Результаты и обсуждение.** С учетом медико-биологических требований к рациону питания людей пожилого возраста, определены рецептурные компоненты для включения в состав мучных композитных смесей и разработаны две рецептуры:

1. мука пшеничная хлебопекарная первого сорта, мука льняная, соль пищевая с пониженным содержанием натрия, обогащенная калием и магнием, сахар белый, сыворотка молочная сухая, клейковина пшеничная сухая, семена льна;

2. мука пшеничная хлебопекарная первого сорта, мука тыквенная, отруби овсяные, соль пищевая с пониженным содержанием натрия, обогащенная калием и магнием, сахар белый, сыворотка молочная сухая, клейковина пшеничная сухая.

Контрольным образцом являлась мучная композитная смесь из муки пшеничной хлебопекарной первого сорта, соли пищевой и сахара белого.

Для дальнейших исследований композитные смеси готовили путём смешивания сырья в планетарном лабораторном смесителе ФЛ-6 и упаковывали в пакеты из полимерных материалов. По

органолептическим показателям смеси характеризовались как светло-серый порошкообразный, однородный продукт, со свойственным вкусом и запахом входящих в них компонентов. Установлены физико-химические показатели качества смесей: влажность – 9,5 %, кислотность – 4,5-5,0 град, зольность – 1,7-2,0 %, насыпная плотность – 375-398 кг/см<sup>3</sup>, влагосвязывающая способность – 181-217 % и кислотное число жира – 25-26 КОН/г в зависимости от состава смеси. Размеры частиц исследуемых смесей находились в пределах от 0,01 до 0,24 мм, при этом содержание частиц в интервале от 0,01 до 0,03 мм составило 90-96 % от их общего объёма в зависимости от смеси. Полученные результаты позволяют предположить, что в процессе хранения смеси будут сохранять равномерное распределение рецептурных компонентов и способствовать получению качественных изделий.

Анализ хлебобулочных изделий, приготовленных из композитных смесей, показал, что все образцы характеризовались удовлетворительными органолептическими и физико-химическими показателями качества. Удельный объём изделий варьировался от 2,4 до 2,7 см<sup>3</sup>/г, пористость – 78-79 %, кислотность – 3,0-3,5 град в зависимости от изделий.

В опытных образцах хлеба, приготовленных из композитных смесей с льняной и тыквенной мукой, по сравнению с контрольным образцом содержание белка было выше на 43-57 %, пищевых волокон – на 34-43 %, калия – на 121-124 %, магния – на 97-128 %, при этом снизилось содержание натрия на 41-42 %, соответственно. При их употреблении суточная потребность, в среднем, покрывается в белке на 16 %, пищевых волокнах – на 21 %, магнии – на 19 %. В соответствии с ТР ТС 022/2011 «Пищевая продукция в части ее маркировки» изделия из мучных композитных смесей являются источником

пищевых волокон, белка, магния, железа, фосфора, тиамина. Согласно ГОСТ Р 52349 «Продукты пищевые. Продукты пищевые функциональные. Термины и определения» и ГОСТ Р 54059 «Продукты пищевые функциональные. Классификация и общие требования» разработанные изделия являются функциональным продуктом.

**Заключение.** Разработан проект технической документации на смеси мучные композитные и хлебобулочные изделия из них для питания людей пожилого возраста. Рекомендуемый срок годности композитных смесей шесть месяцев. Исследования выполнялись по государственному заданию НИР № 0593-2019-0008 «Создание технологий и ассортимента хлебобулочных изделий специализированного и функционального назначения, в том числе на основе криоконсервации полуфабрикатов различной степени готовности, для оптимизации рационов питания населения России».

# РАСПРОСТРАНЕННОСТЬ РАЗЛИЧНЫХ ФОРМ НЕПОЛНОЦЕННОГО ПИТАНИЯ СРЕДИ ШКОЛЬНИКОВ. РЕЗУЛЬТАТЫ ПОПУЛЯЦИОННОГО МОНИТОРИНГА ФИЗИЧЕСКОГО ЗДОРОВЬЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ИЗ РЕГИОНОВ РФ

Парфентьева О.И.<sup>1\*</sup>, Соловьева Е.В.<sup>2</sup>, Левушкин С.П.<sup>2</sup>, Сонькин В.Д.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>НИИ и Музей Антропологии МГУ имени М.В. Ломоносова, г.Москва, Россия

<sup>2</sup>ФГБНУ «Институт возрастной физиологии РАО», г.Москва, Россия

Corresponding author: [parfenteva.olga@mail.ru](mailto:parfenteva.olga@mail.ru)

**Н**еполноценное питание в детском и подростковом возрасте приводит к проблемам со здоровьем в будущем. Существует несколько форм и проявлений неполноценного питания: недостаточное питание (истощение, задержка роста и недостаточный вес), недостаточное потребление витаминов и микроэлементов, избыточный вес и ожирение, а также обусловленные питанием неинфекционные заболевания (WHO et al. 2017). Целью данного исследования являлся анализ процентного распределения проявлений неполноценного питания (недостаточного питания (недостаточного веса, истощения и задержки роста), избыточного веса, ожирения и двойного бремени неполноценного питания по результатам популяционного мониторинга физического здоровья обучающихся из регионов РФ.

**Материалы и методы.** В общей сложности было обследовано 235 769 детей 7 – 17 лет из 8 Федеральных округов. Обследования проводили в 2 этапа: с января по июнь 2021 года и с июля по декабрь 2021 года. Данные собирали как среди городского (малых и больших городов), так и среди сельского населения. Измеряли длину и массу тела. Определяли отноше-

ние массы к квадрату длины тела (индекс массы тела, ИМТ). Обследование проводилось медицинскими работниками с согласия родителей. Очистка данных в исходном массиве проводилась по протоколу, предложенному в работе Corrales et al. (2018). Итоговый массив данных после очистки содержал 233 541 наблюдение. Для каждой половозрастной группы рассчитывалась z-оценка (мера относительного разброса относительно референсного среднего) на основе референсных данных, полученных Рудневым и др. (2014). Расчет z-оценки проводился по формуле Cole et al. (2005). На основе z-оценок были определены следующие группы: норма (z-оценка длины тела > -2, z-оценка ИМТ > -2 и < 2); избыточная масса и ожирение (z-оценка ИМТ ≥ 1 и ≥ 2, соответственно); пониженная масса тела и истощение (z-оценка ИМТ ≤ -1 и ≤ -2); двойное бремя болезней (z-оценка длины тела ≤ -2, z-оценка ИМТ ≥ 2); задержка роста (z-оценка длины тела ≤ -2). Определяли точечные и интервальные оценки (95% ДИ). Точные P-значения рассчитывали с помощью пермутационного критерия. Контроль доли ложных отклонений гипотез проводился с учетом поправки Бенджамини-Хохберга

(ps). Статистический анализ проводился в программной среде R.

**Результаты и Обсуждение.** В целом среди обследованных доля детей с избыточной массой и ожирением составила 14,8% (95 ДИ%: 14,6 – 14,9%) и 0,64% (95 ДИ%: 0,6 – 0,7%) соответственно. Пониженная масса и истощение встречалось у 13,3% (95 ДИ%: 13,2 – 13,5%) и 4,3% (95 ДИ%: 4,2 – 4,4%) детей. Задержка роста встречалась у 5,7% (95 ДИ%: 5,6 – 5,8%) детей. Под двойным бременем неполноценного питания оказались 0,03% (95 ДИ%: 0,02 – 0,04%) детей. У таких детей наблюдалось избыточное жиротложение при замедлении роста. Среди мальчиков в 5 раз чаще встречается ожирение ( $ps < 10^{-5}$ ) и в 1,5 раза - избыточное жиротложение ( $ps < 10^{-5}$ ), чем среди девочек. Среди девочек в 1,5 раза чаще встречался недостаточный вес ( $ps < 10^{-5}$ ) и истощение ( $ps < 10^{-5}$ ), чем у мальчиков. Данная тенденция прослеживалась во всех возрастных группах. У мальчиков из сельских районов в 1,5 раза чаще встречалась задержка роста, чем среди городских детей ( $ps < 10^{-5}$ ). У девочек из сельских рай-

онов по сравнению с городскими в 1,5 раза чаще встречались избыточная масса ( $ps < 10^{-5}$ ), недостаточный вес ( $ps < 10^{-5}$ ) и задержка роста ( $ps < 10^{-5}$ ).

**Заключение.** Среди девочек 7-17 лет чаще встречалось проявления недостаточного питания: недостаточный вес и истощение. У мальчиков чаще встречалось ожирение и избыточная масса. Обследованные дети из сельских районов чаще сталкиваются со всеми указанными формами неполноценного питания, чем их городские сверстники. Наблюдаемая гетерогенность в процентном распределении указанных форм неполноценного питания может быть следствием действия экзогенных и эндогенных факторов, и/или их комбинации. Мальчики и девочки вследствие физиологических особенностей по-разному реагируют на изменения условий жизни.

**Благодарности.** Исследование выполнено при поддержке Министерства просвещения Российской Федерации в рамках Федеральной программы «Десятилетие детства».

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЛИФЕНОЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ И ИРИДОИДОВ В ПЛОДАХ ЖИМОЛОСТИ СЪЕДОБНОЙ (*LONICERA EDULIS TURCZ. EX FREYN*)

Перова И.Б.\*<sup>1</sup>, Герасимов М.А.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии», Москва, Россия

<sup>2</sup>Сеченовский университет, Москва, Россия

\*e-mail: Erin.Feather@yandex.ru

**П**лоды жимолости съедобной (*Lonicera edulis Turcz. Ex Freyn*) широко изучаются как в России, так и странах Центральной Европы, Балтии, Канаде, Японии и Китае. Интерес

исследователей к плодам жимолости обусловлен целым рядом факторов, среди которых раннее созревание, вкусовые качества, высокое содержание биологически активных веществ (БАВ) полифе-

нольной природы, таких как антоцианины и проантоцианидины, и иридоидов [1, 2]. Антоцианины и проантоцианидины являются антиоксидантами, а также обладают противовоспалительными, антимикробными, гипополипидемическими, гипогликемическими свойствами [1, 2]. Иридоидные горечи повышают аппетит и стимулируют секрецию пищеварительных желез, проявляют гепатопротекторную, противовоспалительную и антимикробную активность [2, 3]. Таким образом, плоды жимолости представляют собой перспективное сырье для обогащения пищевой продукции.

**Материалы и методы** Объектами исследования являлись замороженные плоды жимолости 20 селекционных сортов российского, канадского и американского происхождения, собранные в Федеральном научном центре им. И.В. Мичурина в Тамбовской области в 2021 году. Антоцианины извлекали из сырья подкисленным 0,1М HCl 70% этанолом на ультразвуковой бане при комнатной температуре. Экстракцию проантоцианидинов, флавоноидов, гидроксикоричных кислот (ГКК) и иридоидов проводили 60% метанолом на кипящей водяной бане с обратным холодильником. Определение содержания мономерных антоцианинов в пересчете на цианидин-3-глюкозид проводили методом рН-дифференциальной спектрофотометрии, содержание проантоцианидинов в пересчете на процианидин В2 – модифицированным методом Бейта–Смита. Профили антоцианинов, флавонолов и флавонов, ГКК, иридоидов определяли методом ВЭЖХ с диодно-матричным спектрофотометрическим и масс-спектрометрическим детектированием.

**Результаты и обсуждение.** Между изучаемыми сортами наблюдались значительные различия в содержании БАВ. Антоцианины. Суммарное содержание антоцианинов варьировало от 201,2

мг/100 г (здесь и далее: сырого веса) до 553,9 мг/100 г, среднее содержание составило 381,1 мг/100 г. Профиль антоцианинов представлен гликозидами цианидина, пеонидина и пеларгонидина со значительным преобладанием цианидин-3-глюкозида (82,1%-89,2% от суммы антоцианинов). Проантоцианидины. В исследованных сортах жимолости найдены существенные количества проантоцианидинов: от 483,2 мг/100 г до 1576,9 мг/100 г при среднем содержании 970,1 мг/100 г. Флавонолы и флавоны. В плодах жимолости обнаружены преимущественно флавонолгликозиды (производные мирицетина, кверцетина, кемпферола и изорамнетина), в меньших количествах – флавоновые гликозиды (производные лютеолина). Суммарное содержание флавонолов и флавонов составило от 6,6 мг/100 г до 41,6 мг/100 г, а среднее содержание – 18,5 мг/100 г. В 19 из 20 исследованных сортов основным флавоноидом был рутин. ГКК. Профиль ГКК жимолости включает кофеилхинные и дикофеилхинную кислоты. Суммарное содержание ГКК варьировало от 18,0 мг/100 г до 63,1 мг/100 г, и в среднем составило 32,4 мг/100 г. Во всех сортах преобладала хлорогеновая кислота (50,2%-81,6% от суммы ГКК). Иридоиды. В изученных сортах жимолости проведены идентификация и количественное определение 17 иридоидных и секоиридоидных гликозидов. Общее содержание иридоидов варьировало от 46,5 мг/100 г до 316,5 мг/100 г. Доминантным иридоидом во всех сортах была логаниновая кислота, найденная в количестве от 10,2 мг/100 г до 188,7 мг/100 г. К основным иридоидам жимолости можно также отнести логанин (2,5-108,3 мг/100 г), пентозид логанина (14,6-86,7 мг/100 г) и пентозид логаниновой кислоты (3,5-78,1 мг/100 г).

**Заключение.** Проведено систематическое исследование содержания анто-

цианинов, проантоцианидинов, флавонолов и флавонов, ГКК и иридоидов в плодах жимолости. Наибольший вклад в пищевую ценность жимолости вносят антоцианины, проантоцианидины и иридоиды. По результатам исследования отобраны перспективные сорта, отличающиеся высоким содержанием данных трех групп БАВ.

#### Список литературы

1. Kucharska A.Z., Sokół-Łętowska A., Oszmiański J., Piórecki N., Fecka I. Iridoids, Phenolic Compounds and Antioxidant Activity of Edible Honeysuckle Berries (*Lonicera caerulea* var. *kamtschatica* Sevest.). *Molecules*. 2017;22(3):405. DOI: 10.3390/molecules22030405.
2. Danielewski M., Matuszewska A., Nowak B., Kucharska A.Z., Sozański T. The Effects of Natural Iridoids and Anthocyanins on Selected Parameters of Liver and Cardiovascular System Functions. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*. 2020;2020: 12 p. <https://doi.org/10.1155/2020/2735790>
3. Wang C., Gong X., Bo A., Zhang L., Zhang M., Zang E., Zhang C., Li M. Iridoids: Research Advances in Their Phytochemistry, Biological Activities, and Pharmacokinetics. *Molecules*. 2020;25(2):287. DOI: 10.3390/molecules25020287.

## ОСОБЕННОСТИ НУТРИТИВНОГО СТАТУСА У ДЕТЕЙ С СЕМЕЙНОЙ ГИПЕРХОЛЕСТЕРИНЕМИЕЙ

Полунина Д.А.

*ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии», Москва*

**С**емейная гиперхолестеринемия – аутосомно-доминантное заболевание, характеризующееся повышением уровня общего холестерина (ХС) и липопротеинов низкой плотности (ЛПНП), приводящими к преждевременному развитию атеросклероза.

**Цель исследования.** Выявить особенности нутритивного статуса у детей с генетически подтвержденной и «вероятной» семейной гиперхолестеринемией.

**Материалы и методы.** Обследован 31 ребенок с семейной гиперхолестеринемией, 16 мальчиков и 15 девочек. Всем детям проведен биохимический анализ с исследованием липидного профиля и молекулярно-генетический анализ крови на поиск мутаций в генах, ответ-

ственных за развитие наследственных форм гиперхолестеринемии. Физическое развитие оценивали с вычислением антропометрических индексов по программе Anthro и Anthro plus в зависимости от пола и возраста. Анализ фактического питания проводили при помощи стандартной прикладной программы. Композиционную оценку состава тела исследовали с использованием биоимпедансного анализатора InBody 770.

**Результаты.** Медиана возраста обследованных детей составила 9,5 [0,5; 17,8] лет. У 11 пациентов выявлены мутации в гетерозиготной форме в генах, ответственных за развитие семейной гиперхолестеринемии (в 91% случаев обнаружены мутации в гене LDLR, в 9% – в гене

АРОВ), часть результатов генетического анализа в работе. Медиана SDS роста составила +0,33 [-0,57; +0,7]. Медиана SDS ИМТ +0,07 [-1,90; +0,92]. Нормальное физическое развитие выявлено у 90% детей, высокорослость – в 6% случаев, задержка роста – у 4% пациентов. Физическое развитие было гармоничным у 55% детей, дефицит массы тела отмечался у 29%, избыточная масса тела и ожирение – у 13% и 3%, соответственно. Показатели ХС в сыворотке крови не зависели от физического развития ( $p>0,05$ ). По данным биоимпедансометрии медиана жировой массы обследованных детей составила 4,1 [2,6; 9,4] кг, процентное содержание жировой массы находилось в пределах нормы (10 - 20%) и составило 17,8 [12,7; 22,4] %. У 22,6% пациентов жировая масса была выше 20%, у 9,7% детей жировая масса составляла менее 10%. При анализе фактического питания медиана потребления ХС с пищей составила 255 [77; 522] мг/сут. Повышенной концентрация ХС и ЛПНП регистрировалась у всех па-

циентов вне зависимости от количества потребляемого с пищей ХС ( $p>0,05$ ). Вместе с тем у детей, потреблявших менее 200 мг ХС в сутки, отмечалась тенденция к снижению данных показателей.

**Выводы.** Физическое развитие детей с генетически подтвержденной и вероятной семейной гиперхолестеринемией было преимущественно средним, гармоничным, у 1/3 детей отмечался дефицит массы тела. Показатели липидного обмена не зависели от физического развития пациентов. Количество жировой массы у большинства детей соответствовало норме. У обследованных пациентов преимущественно отмечено избыточное потребление ХС с пищей. С целью коррекции уровня гиперхолестеринемии пациентам рекомендовано строгое соблюдение диеты с ограничением легкоусвояемых углеводов и продуктов с избыточным содержанием холестерина.

**Благодарности.** Автор выражает благодарность Стрковой Т.В., Багаевой М.Э. и Павловской Е.В.

## МЕТОДЫ ИНСТРУМЕНТАЛЬНОЙ ДИАГНОСТИКИ СЕМЕЙНОЙ ГИПЕРХОЛЕСТЕРИНЕМИИ У ДЕТЕЙ

Полунина Д.А., Матинян И.А.  
ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии», Москва

**С**емейная гиперхолестеринемия – аутосомно-доминантное заболевание, сопровождающееся повышением уровня общего холестерина (ХС) и ЛПНП, характеризующееся высоким риском ранних сердечно-сосудистых заболеваний в результате избыточного отложения ХС на стенках сосудов [1]. Своевременное назначение диетотерапии и гиполипидемических препаратов улучшает прогноз заболевания [2].

**Цель исследования.** Оценить ранние изменения со стороны сосудистой стенки при помощи инструментальных методов исследования у детей с семейной гиперхолестеринемией.

**Материалы и методы.** Обследован 31 ребенок с семейной гиперхолестеринемией в возрасте от 6 месяцев до 17,8 лет. У 11 детей выявлены мутации в генах LDLR или АРОВ, у 20 детей диагноз установлен на основании критериев

Саймона Брума [2]. Пациентам выполнен биохимический анализ крови с определением коэффициента атерогенности. На сфигмометре VaSera VS-1500N исследованы лодыжечно-плечевой индекс ABI, отражающий степень окклюзии артерий нижних конечностей, и сердечно-лодыжечный сосудистый индекс САVI, являющийся показателем истинной жесткости сосудистой стенки. Исследована толщина комплекса интимы медиа сонных артерий (КИМ) методом УЗИ.

**Результаты.** Среди обследованных детей толщина КИМ сонных артерий составила 0,45 [0,3; 0,5] мм. Статистически значимых различий между коэффициентом атерогенности и КИМ не выявлено ( $p > 0,05$ ). При этом у детей с более высоким коэффициентом атерогенности регистрировалась тенденция к увеличению толщины КИМ ( $0,38 \pm 0,15$  см против  $0,53 \pm 0,19$  см). Показатели индексов ABI и САVI не различались между правой и левой стороной ( $p < 0,05$ ). У 97% обследованных пациентов индекс САVI находился в пределах референтных значений и составил  $4,82 \pm 0,95$  справа и  $4,66 \pm 0,56$  слева. У 71% пациентов показатели ABI

были в норме или сомнительными, у 29% выявлена легкая степень поражения периферических артерий. Значения ABI находились в интервале сомнительных значений: медиана составила справа 0,96 [0,9; 1,02] и слева 0,96 [0,9; 1,04].

**Заключение.** На момент обследования убедительных данных за наличие сосудистых изменений у детей с семейной гиперхолестеринемией не получено, требуется дальнейшее динамическое наблюдение. Решение вопроса о старте гипополипидемической терапии необходимо принимать по результатам комплексного обследования.

#### Список литературы.

1. Watters G.F., Gidding S., Wierzbicki A.S., Toth P.P. et al. Integrated guidance on the care of familial hypercholesterolaemia from the International FH Foundation. International journal of Cardiology, 171, 2014, 309-325.
2. Семейная гиперхолестеринемия. Дети и взрослые. Клинические рекомендации, 2018, МЗ РФ.

**Благодарности.** Авторы выражают благодарность Строковой Т.В. и Багаевой М.Э.

## ОЦЕНКА РАСПРОСТРАНЕННОСТИ СОПУТСТВУЮЩИХ ЗАБОЛЕВАНИЙ У БОЛЬНЫХ МОРБИДНЫМ ОЖИРЕНИЕМ

Рамазанов Н.С.\*, Абакаров Р.М., Залетова Т.С.  
ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии», Москва, Россия

**2**3,5 млн. людей имеет ожирение, одновременно с увеличением числа пациентов с ожирением растёт частота тесно ассоциированных с ним алиментарно-зависимых заболеваний, представляющих собой итог прогрессирования метаболических наруше-

ний. Актуальным остается вопрос диагностики сопутствующих заболеваний, особенно, в условиях ограниченного по времени амбулаторного приема.

**Материалы и методы.** Было обследовано 182 человека с морбидным ожирением (108 женщин и 74 мужчины) с

ИМТ от 50 до 85,6 кг/м<sup>2</sup> (медиана массы тела -151 (136 – 169) кг), средний возраст которых составил  $54 \pm 10$  года (от 24 до 78 лет). У всех пациентов были измерены рост, вес с расчётом ИМТ по индексу Кетле (кг/м<sup>2</sup>) = вес (кг) / рост<sup>2</sup> (м<sup>2</sup>). Был проведен анализ по данным медицинской документации о наличии сопутствующих заболеваний: ИБС: ПИКС, ТИА, ОНМК, атеросклероз БЦА, ГБ, нарушения ритма сердца в анамнезе, заболевания ОДС(артроз), СОАС, сахарный диабет 2 типа и проведенное стентирование. Далее была проведена оценка распространенности этих заболеваний в зависимости от веса, ИМТ, пола и возраста.

**Результаты и обсуждение.** При анализе сопутствующих заболеваний, у обследуемой группы, выявлено, что диагноз ИБС: ПИКС был у 11 человек (6%), проведенное стентирование – 4 (2,2%), ТИА – 8 (4,4%), ОНМК – 9 (4,9%), атеросклероз БЦА – 130 (71,4%), ГБ - 157 (86,3%), аритмия – 57 (31,3%), заболевания ОДС – 84 (46,2%), апноэ/гипопноэ сна – 84 (46,2%), СД2 – 63 (34,6%). При оценке встречаемости диагнозов: ТИА, заболеваний ОДС, апноэ/гипопноэ сна в зависимости от пола, были установлены существенные различия. Шансы появления заболеваний ОДС в мужской группе были ниже в 3,927 раза, по сравнению с женской группой (ОШ = 0,255; 95% ДИ: 0,134 – 0,483). Шансы развития СОАС в мужской группе были выше в 4,258 раза, по сравнению с женской группой (95% ДИ: 2,261 – 8,020). При оценке частоты ИБС: ПИКС, ОНМК, атеросклероз БЦА, ГБ, нарушение ритма сердца, сахарный диабет 2 типа в зависимости от пола, нам не удалось установить статистически значимых различий. Учитывая небольшое количество пациентов с ТИА, наличие достоверного гендерного различия требует дополнительных исследований на большей выборке. Появление атеросклероза прогнозировалось при значе-

нии возраста выше 51 или равном ему. Появление ГБ прогнозировалось при значении возраста выше 45 или равном ему. Появление аритмии - прогнозировалось при значении возраста выше 51 или равном ему. Появление заболеваний ОДС прогнозировалось при значении возраста выше 54. При оценке зависимости вероятности появления СОАС от возраста получены данные, требующие изучения. Площадь под ROC-кривой составила  $0,604 \pm 0,042$  с 95% ДИ: 0,522 – 0,686 ( $p = 0,016$ ). Пороговое значение возраста в точке cut-off, которому соответствовало наивысшее значение индекса Юдена, составило 55 лет. И появление СОАС прогнозировалось при значении возраста ниже данной величины (чувствительность и специфичность модели - 63,1% и 54,6%, соответственно). Возможно, полученные данные указывают на высокую раннюю смертность у пациентов с морбидным ожирением при наличии СОАС, или отсутствие диагностики данного синдрома у больных более старшей возрастной группы. Появление сахарного диабета прогнозировалось при значении возраста выше 52 лет или равном. При сравнении частоты появления ИБС:ПИКС, ТИА, ОНМК, атеросклероза БЦА, ГБ, нарушений ритма сердца, заболеваний ОДС, апноэ/гипопноэ сна, СД в зависимости от веса и ИМТ у больных морбидным ожирением нам не удалось выявить статистически значимых различий.

**Заключение.** В результате исследования выявлено, что существуют определенные гендерные и возрастные закономерности развития ряда сопутствующих заболеваний у больных морбидным ожирением, не зависящие от ИМТ и веса. Шансы появления заболеваний ОДС в мужской группе были ниже в 3,927 раза, по сравнению с женской группой, а шансы развития СОАС в мужской группе были выше в 4,258 раза, по сравнению с

женской группой. Появление атеросклероза прогнозировалось при возрасте  $\geq 51$  года (чувствительность и специфичность модели - 78,5% и 61,5%, соответственно); появление ГБ прогнозировалось при значении возраста  $\geq 45$  лет (чувствительность и специфичность - 89,2% и 52,0%, соответственно). Появление аритмии - прогнозировалось при возрасте  $\geq 55$  лет (чувствительность и специфичность - 59,6% и 60,0%, соответственно). Появление заболеваний ОДС – при возрасте  $\geq 54$  года (чувствительность и специфичность - 67,9% и 64,3%, соответственно). Требующие дальнейшего изучения данные получены при оценке зависи-

мости вероятности появления СОАС от возраста. Появление СОАС прогнозировалось при значении возраста менее 55 лет (чувствительность и специфичность модели составили 63,1% и 54,6%, соответственно). Появление СД прогнозировалось при значении возраста  $\geq 52$  лет (чувствительность и специфичность модели составили 73,0% и 46,2%, соответственно). При достижении пациентами с морбидным ожирением указанного возраста целесообразна более тщательная диагностика и профилактика указанных заболеваний. Также необходима диагностика СОАС у всех лиц мужского пола с морбидным ожирением.

## СУБЛИМИРОВАННЫЕ БИОПРОДУКТЫ ДЛЯ ВОЕННОСЛУЖАЩИХ В УСЛОВИЯХ АРКТИКИ

Русаков Е.Б.  
ФГБОУ ВО «Пуцинский государственный естественно-научный институт», г. Пущино  
rusyanezh@mail.ru

**П**риоритетным направлением развития Арктической зоны России является обеспечение национальной безопасности и защиты северной государственной границы России. Полноценное питание военнослужащих является неотъемлемым условием для успешного выполнения служебных задач в экстремальных условиях Арктики. По мнению многих отечественных и зарубежных исследователей, энергозатраты организма в Арктике существенно повышаются. К очень важным векторам разработок в области формирования арктического рациона для Российских военнослужащих относятся разработки высококалорийного пайка с белковожировой направленностью, при этом является актуальным обогащение рациона

военнослужащих сублимированными пробиотическими продуктами на молочной основе для облегчения веса рациона рейдовых групп и рациона выживания.

**Материалы и методы.** Методологическую основу данного исследования составляет поиск и анализ научной информации и имеющихся проектов для дальнейшего определения векторов развития данной тематики [1, 2, 3].

**Результаты и обсуждение.** Арктика является стратегически важным регионом со сложными климатическими условиями, в котором правильное и полноценное питание является более важным, чем где-либо ещё. Субкалорийное питание даже при кратковременных физических нагрузкам в сочетании с низкой температурой окружающей среды могут

привести к дефициту витаминов и минеральных веществ в организме человека. В настоящее время нет какого-либо отдельного арктического пайка в Вооруженных Силах России. Действующая система формирования армейских пайков в России в достаточно малой степени предполагает использование продуктов, обогащенных биологически активными веществами, витаминно-минеральными комплексами, фитопротекторами, пробиотиками, пребиотиками, метабиотиками и психобиотиками. Современным решением, благодаря своему удобству получило массовое распространение по всему миру индивидуального рациона питания (ИРП) – определённого комплекта продуктов и вспомогательных средств, который рассчитан на приготовление пищи «в полевых условиях».

Важнейшим направлением в области формирования арктического рациона для военнослужащих, является разработка и использование различных сублимированных биопродуктов, т.к. они имеют низкие массогабаритные характеристики, длительный срок хранения, а также сохраняют жизнеспособность витаминов и пробиотических микроорганизмов при низких температурах. Такие сублимированные биопродукты особенно важны для питания военнослужащих, проходящих службу в значительном удалении от баз материально-технического обеспечения, для рациона выживания, для рейдовых групп и групп, выполняющих специальные задания, связанные с повышенной физической нагрузкой и длительными переходами. В связи с этим, создание сублимированных биопродуктов на молочной основе функциональной направленности для питания военнослужащих в условиях Арктики, является перспективным направлением.

**Заключение.** Полноценное питание военнослужащих является неотъемлемым условием для успешного выпол-

нения служебных задач в экстремальных условиях Арктики. Одним из самых важных векторов в области формирования рационов питания для российских военнослужащих в Арктике является разработка высококалорийных пайков с белково-жировой направленностью, в составе в которых сублимированные биопродукты на молочной основе будут играть важную роль. Сочетание молочного и сырья и растительных компонентов позволит создавать функциональные биопродукты со сбалансированным составом, которые будут не только лучше усваиваться организмом человека, но и обладать оздоровительным действием. Всё это позволит военнослужащим успешно выполнять поставленные задачи в сложных экстремальных условиях Арктики.

#### Список литературы

1. Маков, В.А. Особенности продовольственного обеспечения военнослужащих, проходящих военную службу в арктической зоне Российской Федерации / В.А.Маков // Российская Арктика. – 2018. – № 3. – С.51–59.
2. Artyukhova, S.I. Developing freeze-dried bioproducts for the Russian military in the Arctic / S. I. Artyukhova, O. V. Kozlova, T. T. Tolstoguzova // Foods and Raw Materials. – 2019. – Vol. 7 № 1. – P. 202–209.
3. Артюхова, С.И. Перспективные направления разработки биопродуктов для питания военнослужащих России в условиях Арктики и Крайнего севера / С.И.Артюхова // Трансформация АПК: цифровые и инновационные технологии в производстве и образовании: сборник материалов Национальной научно-практической конференции с международным участием [Электронный ресурс]. – Электрон.дан. – Омск: Изд-во ФГБОУ ВО Омский ГАУ, 2022. – С. 58 – 61.

# РОЛЬ МЕТАБИОТИКОВ ПРИ АЛИМЕНТАРНО-ЗАВИСИМЫХ ЗАБОЛЕВАНИЯХ

Русаков Е.Б  
ФГБОУ ВО «Пуцинский государственный естественно-научный  
институт», г. Пущино  
rusyanezh@mail.ru

**Н**и для кого не секрет, что одним из ключевых факторов, от которых зависит состояние здоровья организма, является то, как правильно мы питаемся. Наш гастрономический «modus vivendi» оказывает прямое влияние на пищеварительную систему: на состояние микрофлоры желудочно-кишечного тракта, а значит, и на вероятность возникновения как различных алиментарно-зависимых заболеваний, так и заболеваний, не связанных с органами пищеварения. В рамках данной статьи были рассмотрены свойства, функции и роль метабитиков при различных заболеваниях, в частности – алиментарно-зависимых.

**Материалы и методы.** Методологическую основу данного исследования составляет анализ многочисленных научных исследований, выполненных в России и за рубежом о метабитиках и их использовании в профилактике и терапии различного рода заболеваний [1, 2, 3, 4].

**Результаты и обсуждение.** На протяжении многих десятилетий микрофлору кишечника корректировали пробиотическими средствами, когда чужеродные живые микроорганизмы «подсажали» в микрофлору кишечника. На смену концепции пробиотиков пришла новая концепция метабитиков – микробиологических средств, направленных на сохранение и восстановление состава и функций симбиотической микрофлоры человека, животных и растений. Это

новое направление, по мнению многих учёных, имеет огромный практический потенциал. Метабитиками являются метаболиты пробиотических культур, способствующие росту полезной микрофлоры и подавляющие вредную микрофлору, нормализующие бактериально-эпителиальные взаимодействия микрофлоры кишечника с элементами его слизистой оболочки. По сравнению с пробиотиками, метабитики обладают рядом преимуществ: имеют известную химическую структуру, их проще дозировать, проще контролировать их безопасность (так как меньше риск возникновения неопределённых реакций организма), они быстрее взаимодействуют с микрофлорой организма (быстрее метаболизируются, абсорбируются и транспортируются), не разрушаются под воздействием желудочного сока, пищеварительных ферментов, не повреждаются при приёме антибиотиков. Благодаря их специфической химической структуре, длительному сроку хранения и содержанию различных сигнальных молекул, метабитики могут обладать противовоспалительными, иммуномодулирующими, гипотензивными свойствами.

Исключительную важность при реализации концепции метабитиков приобретает детальное изучение метаболома всех известных и потенциально пробиотических штаммов с целью возможности их использования в качестве стартерных культур для промышленного производ-

ства микробных субстанций различного фармакологического и диетического назначения. Метабиотики в наши дни активно получают распространение, приобретают все большее значение в лечении различных заболеваний, т.к. через метаболиты пробиотических бактерий, возможно, не только вмешиваться в лечение различных патологий, но и проводить их профилактику. Терапевтический эффект основных групп метабиотиков сочетает в себе способность обеспечить все необходимые условия гомеостаза для нормального взаимодействия эпителия и микрофлоры, прямое влияние на биохимические реакции и физиологические функции организма, положительное воздействие на активность клеток, а значит, и стимуляцию собственной микрофлоры организма.

**Заключение.** Метабиотики общего, специфического и персонифицированного назначения в ближайшие годы выйдут на рынки и войдут в арсенал персонифицированной медицины, позволяя с высокой эффективностью проводить профилактику и терапию нарушений микробиоценоза кишечника и ряда других заболеваний.

#### Список литературы

1. Артюхова, С.И. Биотехнология микроорганизмов: пробиотики, пребиотики, метабиотики: учебное пособие / С.И. Артюхова, О.В. Козлова. – Кемерово, 2019. – 224 с.
2. Артюхова, С. И. Разработка инновационных высокоактивных бактериальных БАД к пище / С. И. Артюхова, Т. Т. Толстогузова – Текст: непосредственный // Сборник материалов Национальной научно-практической конференции с международным участием «Трансформация АПК: цифровые и инновационные технологии в производстве и образовании». – Омск: ФГБОУ ВО Омский ГАУ, 2022. – С. 73–76.
3. Шендеров, Б.А. Метабиотики: перспективы, вызовы и возможности / Б.А. Шендеров, Е.И. Ткаченко, М.М. Захарченко, А.В. Саница. – Медицинский алфавит. – 2019. – № 13, том № 2. – С. 43–48.
4. Dinu L. et al. Mineral-Enriched Postbiotics: A New Perspective for Microbial Therapy to Prevent and Treat Gut Dysbiosis // Biomedicines. – 2022. – V.10. – P. 51–66.

**Благодарности.** Выражаю благодарность своему научному руководителю Артюховой Светлане Ивановне за рекомендации при оформлении тезисов.

привести к дефициту витаминов и минеральных веществ в организме человека

# ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МИНОРНЫХ КОМПОНЕНТОВ ПИЩИ В ПЕРИОД МЕНОПАУЗЫ

Рябыш О.Е. <sup>\*1</sup>, Крюкова А.А. <sup>1</sup>, Олейникова В.Д. <sup>1</sup>, Дударева В.А. <sup>1</sup>,  
Дядикова И.Г. <sup>1</sup>, Максимов М.Л. <sup>2,3</sup>

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО РостГМУ Минздрава России

<sup>2</sup>Кафедра клинической фармакологии и фармакотерапии КГМА –  
филиала ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России,

<sup>3</sup>Кафедра фармакологии ПФ ФГБОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова  
Минздрава России.

e-mail: ksu-ryabysh@mail.ru

**Ч**исленность женщин менопаузального возраста в Российской Федерации составляет более 21 млн [1]. Примерно 30-40% своей жизни женщина находится в постменопаузе, сталкиваясь с климактерическими симптомами на фоне изменения уровня половых гормонов. Сроки наступления климактерического периода являются важным предиктором будущих исходов для здоровья, таких как длительность наличия вазомоторных симптомов и риск развития гормонально-зависимых опухолей. В наши дни широко известно влияние репродуктивных и социально – демографических факторов на промежуточные и долгосрочные исходы менопаузы для здоровья. Однако, в литературе недостаточно данных о влиянии фактического питания и образа жизни женщины на течение климактерического периода.

**Материалы и методы:** было обследовано 30 женщин (средний возраст  $52,3 \pm 2,4$ ) с клиническими проявлениями менопаузы. Респондентки были разделены на 2 группы. Группа №1 – 21 женщина с противопоказанием к менопаузальной гормональной терапии. Группа №2 – 9 женщин, получающих менопаузальную гормональную терапию. Анализ фактического питания проводился по программе версии 1.2.4., зарегистри-

рованной Российским агентством по патентам и товарным знакам 09.02.04 № 2004610397 ГУНИИ Питания РАМН. После оценки фактического питания всем женщинам были назначены низкокалорийная диета, модификация рациона в соответствии с выявленными нарушениями, ежедневное ведение дневника питания под контролем врача, аэробная физическая нагрузка в объеме 150 минут в неделю. В качестве источника флаваноидов - веществ, защищающих клетки от старения, путем снижения стимуляции некоторых сигнальных путей в клетке, женщины употребляли минорные биологически активные вещества (одна чашка какао с корицей или зеленого чая в день) [2]. I группа, не получающая менопаузальную гормональную терапию, дополнительно принимала экстракт цимицифуги, по 1 таблетке 3 раза в день. Контроль диетотерапии был рекомендован на 60 дней, с периодическим контролем антропометрических данных на 2, 4 и 8 неделе. Подсчет статистических данных произведен с помощью Statistica 10.0

**Результаты и обсуждения.** Рационы женщин обеих групп гиперкалорийны за счет повышенного потребления общего жира, в том числе и холестерина, натрия, добавленного сахара. При этом рацио-

ны дефицитны по содержанию пищевых волокон, кальция, калия, магния. По антропометрическим данным I группы можно сделать вывод об абдоминальном ожирении 2 степени. До проводимой коррекции в обеих группах у большинства женщин выявлены нарушения в эмоционально-психическом статусе. Установлена отрицательная динамика содержания в рационах микронутриентов и основных пищевых веществ.

После проведенного контроля через 2 месяца было выявлено снижение массы тела, уменьшение параметров тела (объем талии, охват бедер), улучшение психо-эмоционального состояния женщин за счет потребления минорных компонентов пищи.

**Заключение:** своевременный анализ фактического питания, индивидуальная модификация рациона, персонализированное назначение минорных ком-

понентов пищи позволяют женщинам в период менопаузы и климактерического синдрома улучшить показатели в отношении массы тела, снизить проявление климактерических симптомов без резких ограничений рациона.

Благодарности: Дударева Виктория Андреевна, Максимов Максим Леонидович

#### Список литературы:

1. О.А. Мубаракшина, М.Н. Сомова Г.А., Батищева Э.А., Мубаракшин Э.А. Фитопрепараты на основе экстракта корня цимицифуги в купировании менопаузальных симптомов // *Акушерство и гинекология*. 2020. №9

2. Громова Ольга Алексеевна, Торшин Иван Юрьевич, Тапильская Наталья Игоревна Фармакоинформационный анализ молекул препарата Климактоплан // *Фармакокинетика и фармакодинамика*. 2018. №1

## ВЕРИФИКАЦИЯ МАТРИЦ КОРРЕЛЯЦИИ МЕТОДАМИ БУЛЕВОЙ АЛГЕБРЫ

*Саркисян В.А., Фролова Ю.В., Билялова А.С.  
ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии», Москва, Россия  
e-mail: sarkisyan@ion.ru*

**П**остроение матриц корреляции различных факторов является одним из наиболее распространенных инструментов для интерпретации экспериментальных данных. При надлежащем применении, матрицы корреляций позволяют получать значимую информацию о статистических взаимосвязях между изучаемыми факторами. Популярность метода обусловлена в первую очередь его простотой и повсеместной интеграцией в большин-

стве пакетов статистических программ.

Недостатком метода является легкость его фальсификации в рамках научных публикаций, для которой достаточно заменить нужное значение коэффициента корреляции на желаемое. В связи с тем, что обычно исходные данные для расчетов не приводятся в тексте научных публикаций, верификация матриц корреляции путем пересчета не представляется возможной.

Для решения этой задачи автора-

ми предложен новый метод выявления фальсификации матриц корреляции не требующий знания исходных данных, с использованием методов булевой алгебры.

**Результаты и обсуждение.** Представим, что проведен некий эксперимент, в котором изучали изменение значений трех факторов: a, b и c. Для выявления взаимосвязи между факторами, построена матрица корреляций (Таблица 1).

**Таблица 1.** Матрица линейных коэффициентов корреляции для факторов a, b и c

Фактор	a	b	c
a	1	0,94	0,1
b	0,94	1	0,04
c	0,1	0,04	1

Все матрицы корреляции являются симметричными относительно диагонали, то есть коэффициенты корреляций не зависят от направления оценки корреляции. Если a коррелирует с b, то и b коррелирует с a. Подобную взаимосвязь можно представить в виде эквивалентности факторов, или  $(a \leftrightarrow b)$ . Соответственно, отсутствие корреляции должно быть представлено отсутствием эквивалентности, или  $\neg(b \leftrightarrow c)$ . В этом случае истинность матрицы корреляции, приведенной в Таблице 1 можно проверить оценкой выражения (1):

$$(a \leftrightarrow b) \wedge \neg(b \leftrightarrow c) \wedge \neg(a \leftrightarrow c) \quad (1)$$

которое можно прочитать следующим образом: если a эквивалентно b, и b не эквивалентно c, то a не эквивалентно c. Построив таблицу истинности для этого можно сделать вывод о том, является ли истинной матрица корреляции. Приведенное выражение является верным, что свидетельствует о том, что матрица из Таблицы 1 могла быть получена при расчете с некими реальными числовыми значениями для факторов, то есть верна.

Предположим, что исследователь осознанно внес правку в таблицу, таким образом, что b коррелирует с c (например,  $r_{b,c} = 0,86$ ). Тогда матрицу можно представить в виде выражения 2:

$$(a \leftrightarrow b) \wedge (b \leftrightarrow c) \wedge \neg(a \leftrightarrow c) \quad (2)$$

которое можно прочитать следующим образом: если a эквивалентно b, и b эквивалентно c, то a не эквивалентно c. Данное выражение является неверным, в связи с чем, и матрица не верна, но содержит ошибочные значения или фальсифицирована.

**Заключение.** Предложенный метод позволяет однозначно выявлять заведомо невозможные матрицы корреляций. Ограничением метода является то, что он не может выявлять фальсификации (или ошибки), которые не приводят к образованию не верных матриц корреляции. Это ограничение особенно важно при анализе больших матриц, имеющих высокую степень свободы для перестановки значений коэффициентов линейной корреляции. Метод будет полезен в качестве первичного фильтра при оценке достоверности сведений, приведенных в текстах научных публикаций.

# НОВЫЕ ПОДХОДЫ В ОЦЕНКЕ УДОВЛЕТВОРЕННОСТИ ОРГАНИЗОВАННЫМ ПИТАНИЕМ ДЕТЕЙ

Сарычев В.В.\*, Романенко С.П., Зубцовская Н.А., Лобкис М.А.  
*Федеральное бюджетное учреждение науки "Новосибирский научно-исследовательский институт гигиены" федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека  
Россия, г. Новосибирск*

**П**роблема неэффективности использования пищевой продукции является одной из наиболее важных проблем в организации циклических меню в организованных коллективах детей и подростков. Эта проблема во многом определяется отказом детей от приемов пищи в образовательных организациях, а также в детских оздоровительных лагерях. Тем самым дети получают не весь необходимой объём витаминов и минеральных веществ, что приводит к нарушению пищевого поведения у детей, и принцип сбалансированности питания полностью нарушается.

**Цель исследования.** Выявление причин недоедания или отказа детей от получения здорового питания. Обнаружение факторов необходимых для корректировки и оптимизации меню. Сделать сбалансированное питание наиболее эффективным и востребованным. Проверить эффективность метода мониторинга - индекса несъедаемости.

**Материалы и методы.** В качестве материалов использовались данные мониторинга о индексе несъедаемости в детском дошкольном лагере БУ СОЛ КД «Лесная поляна». Мониторинг осуществлялся на базе программного обеспечения, созданного Новосибирским Научно-исследовательским институтом

гигиены в рамках национального проекта «Демография» (дети) «Мониторинг питания и здоровья». Поскольку методических рекомендаций по расчету индекса несъедаемости блюд до настоящего времени не опубликовано, было предложено для более удобной оценки разделять пищевые отходы по агрегатному состоянию на хлеб, твердые и жидкие. При помощи персонала столовой производились взвешивания блюд и остатков после еды, а далее из полученных данных производилась оценка индекса несъедаемости с дальнейшим внесением в программное средство.

**Результаты и обсуждение.** Был произведен сбор данных индекса несъедаемости и анализ полученных данных. В ходе исследования было установлено, что индекс несъедаемости является неотъемлемым фактором оценки циклического меню. Но для понимания причин и закономерностей отказа или недоедания пищи его недостаточно, так как полученные данные свидетельствуют о разных показателях индекса несъедаемости в абсолютно идентичных днях.

В ходе исследования было установлено, что пищевые продукты, для более удобной оценки и выявления причин, необходимо разделять не по агрегатному состоянию, а на категории, по наибо-

лее преобладающим продуктам меню.

**Выводы.** Неотъемлемым фактором обоснования индекса несъедаемости является опрос, что позволяет конкретизировать причину недоедания или отказа от приема пищи. Контакт между родителем и оператором питания позволит скорректировать меню и значительно повысить вкусовые достоинства блюд. Опираясь на индекс несъедаемо-

сти, можно сделать сбалансированное питание наиболее эффективным и востребованным. Следовательно, к пищевым отходам следует серьезно относиться как с точки зрения корректировки и адаптации меню, так и с точки зрения необоснованных затрат, которых можно избежать, со стороны организаций с содержанием детей.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МОЛОЧНОКИСЛЫХ МИКРООРГАНИЗМОВ В ПРОИЗВОДСТВЕ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ

*Серазетдинова Ю.Р.\*; Асякина Л.К.*

*Кемеровский государственный университет, г. Кемерово, Россия, email:  
serazetdinova2000@mail.ru*

**М**олоко и кисломолочные продукты – основа постоянного рациона в большинстве регионов России. Данные продукты богаты биологически активными веществами, пре- и пробиотиками. Однако существуют группы людей, исключая их из рациона: пациенты с аллергией на коровье молоко, непереносимостью лактозы, фенилкетонурией, а также вегетарианцы [1]. Обогащение рациона данных групп населения пре- и пробиотиками, биологически активными веществами – актуальная задача пищевой промышленности. В качестве замены коровьего молока выступают растительные альтернативы, оказывающие положительное влияние на организм человека. Например, доказано, что диета с высоким потреблением растительных продуктов снижает риск развития сердечнососудистых и нейродегенеративных заболе-

ваний [2]. Цель работы: изучение способности отечественных заквасочных культур к ферментации соевого молока.

**Материалы и методы.** Работа выполнена с использованием оборудования ЦКП «Инструментальные методы анализа в области прикладной биотехнологии» на базе КемГУ.

**Объекты исследования:** напиток Nemoloko соевое ТУ 10.86. 10-037-48066304-2020; закваска Vivo кефир ТУ 9223-001-18137828-2014; закваска для йогурта ТУ 9229-001-18810509-2015; закваска для ацидофилина ТУ 9229-001-18810509-2015; закваска «Бифивит» ТУ 9229-002-02069473–2015.

В растительное молоко вносили 5 % маточной закваски, культивирование проводили при температуре 39 °С (термофильные закваски) и 30 °С (мезофильные закваски). Титруемую кислотность образцов определяли по ГОСТ 3624-92.

Микроскопирование проводили с использованием метиленового синего согласно ГОСТ 32901 – 2014.

**Результаты и обсуждение.** Штамм *Bifidobacterium longum* (закваска «Бифивит») не способен использовать в качестве источника углерода олигосахариды, присутствующие в соевом молоке. Через 24 ч культивирования титруемая кислотность образца не превышала 10°Т. При микроскопировании закваски обнаружены единичные слаборазвитые палочки. Образование сгустка не наблюдалось. Не подходит для производства растительных альтернатив и *Lactobacillus acidophilus* (закваска для ацидофилина). Данный микроорганизм способен образовывать неплотный сгусток при продолжительном сквашивании, однако степень накопления кислот недостаточна для обеспечения качества продукта. Также при культивировании закваски наблюдали значительное отделение сыворотки, коагуляцию молочных белков. Данные свойства закваски могут применяться для производства сыров на растительной основе.

Наиболее подходящими для ферментации растительного субстрата являются *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii subsp. Bulgaricus* (закваска для йогурта), а также кефирные грибки. Данные заквасочные культуры способны к образованию устойчивого сгустка за 6-10 часов культивирования. Закваска для кефира демонстрировала более быстрое накопление органических кислот на начальном этапе, однако  $\Delta$  °Т готовых продуктов для соевых кефира и йогурта отличалась незначительно. Скорость накопления кислот в ферментированных соевых продуктах по сравнению с контрольными образцами (на коровьем молоке) снижена.

В то же время отмечено, что при последовательном культивировании на растительных субстратах закваски для

йогурта болгарская палочка теряет жизнеспособность. Развитие же термофильного стрептококка не отличается от контрольного образца (на коровьем молоке). Угнетение развития болгарской палочки объясняется особенностями ее метаболизма. Так, *L. delbrueckii subsp. Bulgaricus* не способна сбразивать сахарозу, содержание которой в сое составляет 1,1–7,4 %. Соответственно источниками углерода в растительном сырье для нее выступают фруктоза и глюкоза, содержание которых сравнительно мало.

Для поддержания жизнеспособности *Lactobacillus delbrueckii subsp. Bulgaricus* рационально внесение в соевый субстрат дополнительных факторов роста, в качестве которых в работе использовали глюкозу в концентрациях 1 и 2 % от объема субстрата. Внесение глюкозы в субстрат не оказывало значительного воздействия на скорость образования кислот в образце. Можно предположить, что основную роль в подкислении соевого молока играет *Streptococcus thermophilus*. При этом микроскопирование лабораторных заквасок показало, что внесение глюкозы в субстрат способствовало сохранению в закваске болгарской палочки. Однако при двухкратном последовательном культивировании наблюдалась деформация и сегментация палочек. Это говорит о необходимости использования в производстве ферментированных растительных продуктов заквасок прямого внесения.

**Заключение.** Производство растительных аналогов молока – перспективное направление пищевой промышленности. Молочнокислые микроорганизмы способны сквашивать растительные субстраты, однако для сохранения жизнеспособности культур (соответственно и пробиотических свойств) рационально внесение в субстрат дополнительных источников углерода.

**Список литературы.**

1. Nemeckova I., Dragounova H., Pechacova M., etc. Fermentation of Vegetable Substrates by Lactic Acid Bacteria as a Basis of Functional Foods. // Czech Journal of Food Sciences. 2011. Vol. 29. P. S42–S48. <https://doi.org/10.17221/282/2011-CJFS>
2. Aydar E.F., Tutuncu S., Ozcelik B. Plant-based milk substitutes: Bioactive compounds, conventional and novel processes, bioavailability studies, and health effects // Journal of Functional Foods. 2020. Vol. 20. P. 103975. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2020.103975>

## ПИТАНИЕ ДЕТЕЙ ШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА, СТРАДАЮЩИХ ГЛЮТЕНОВОЙ ЭНТЕРОПАТИЕЙ, В УСЛОВИЯХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЙ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ

Сокол А.О.\*, Шамкова Н.Т.  
ФГБОУ ВО Кубанский государственный технологический университет,  
Краснодар, РФ  
*\*sokollishka@mail.ru*

Согласно СанПиН 2.3/2.4.3590-20 для детей школьного возраста, нуждающихся в лечебном и диетическом питании, должно быть организовано лечебное и диетическое питание в условиях образовательных учреждений. Оптимальным способом организации школьного питания является переход на централизованное механизированное производство специализированных продуктов питания.

**Материалы и методы.** Для достижения цели и проверки актуальности темы использовался общенаучный метод анализа литературы по проблеме исследования, обобщение, сравнение и систематизация эмпирических и теоретических данных.

**Результаты и обсуждение.** В настоящее время потребность детей школьного возраста в лечебном и диетическом питании, к сожалению, возрастает. Это

связано с тем, что растёт число детей с отклонениями в состоянии здоровья, так, более чем на 20 % выросла заболеваемость школьников, на 50% увеличилось число детей, имеющих хроническое заболевание [1, 2].

При составлении рационов питания для обучающихся в образовательных организациях необходимо руководствоваться СанПиН 2.3/2.4.3590-20 Санитарно-эпидемиологические требования к организации общественного питания населения (Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 27.10.2020 № 32). При этом для детей школьного возраста, нуждающихся в лечебном и диетическом питании, должно быть организовано лечебное и диетическое питание в условиях образовательных учреждений.

Для целиакии характерно повреждение слизистой оболочки кишечника глю-

теном неспецифического характера [3].

Основным методом лечения целиакии является диетотерапия [4, 5]. В данном случае из рациона исключаются продукты с содержанием глютена [6], в том числе содержащие следовые количества глютена, или «скрытый» глютен.

На рынке представлены безглютеновые продукты отечественных и зарубежных производителей: «Dr. Shar» (Италия), «Valpiform» (Франция), «Moilas» (Финляндия), «Gullon» (Испания), ООО «Мак Мастер» (Россия), ООО «Гарнец» (Россия), АО «Макфа» (Россия). В основе производства специализированной продукции для больных целиакией включены разрешённые продукты переработки злаковых, масличных и бобовых культур – гречиха, фасоль, горох, кукуруза, рис, амарант, чечевица, пшено, сорго, соя, чиа и др. При этом объём продаж безглютеновой продукции за последние годы вырос в несколько раз. Многие потребители, в том числе не страдающие глютеновой энтеропатией, ассоциируют безглютеновые продукты со «здоровым питанием». Однако, предлагаемые зарубежные безглютеновые мучные кондитерские изделия имеют низкую пищевую ценность, что обусловлено высоким содержанием в рецептуре крахмала, низким содержанием пищевых волокон, витаминов и минеральных нутриентов.

**Заключение.** Учитывая вышеизложенное, а также ограничения поставок импортной безглютеновой продукции в санкционный период, актуальным является расширение ассортимента специализированных продуктов питания промышленного выпуска, с целью их использования при организации лечебного и диетического питания в условиях образовательных учреждений.

**Финансирование.** Работа выполнена в рамках проекта «Здоровое питание» при реализации программы стратегического академического лидерства «Приоритет-2030» в 2022 году.

ритет-2030» в 2022 году.

**Список литературных источников:**

1. Батурин А.К., Мендельсон Г.И. Питание и здоровье: проблемы XXI века // Пищевая промышленность, 2015, №5. С.38-40.
2. Мухина Ю.Г., Бельмер С.В., Боровик Т.Э. и др. Диагностика и лечение целиакии у детей. Методические рекомендации (№40). М.: Департамент здравоохранения Москвы, 2010. 24 с.
3. O’Leary C., Walsh C.H., Wieneke P., et al. Coeliac disease and autoimmune Addison’s disease: a clinical pitfall// QJM.–2002. Vol.95. P.79-82.V
4. Шамкова Н.Т. Организация школьного питания в современных условиях: учебно-методическое пособие / Шамкова Н.Т., Зайко Г.М., Тамова М.Ю., Подлозная В.И. – Краснодар: Изд-во КубГТУ, 2011. 154 с.
5. Бельмер С.В. Эпидемиология целиакии: факты и выводы // Лечащий врач. 2013. №1. С. 16-19.
6. Корнева О.А., Дунец Е.Г., Руденко О.В., Полозюк Т.Д. Исследование кривой вязкости пресного безглютенового теста в зависимости от концентрации разных видов муки // Пищевая промышленность. 2019. № 6. С. 62-65.

# ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ ПОЛУЧЕНИЯ ЭТИЛОВОГО СПИРТА ИЗ ТОПИНАМБУРА

*Туришатов М.В., Соловьев А.О.\*; Никитенко В.Д.  
Всероссийский Научно-Исследовательский Институт Пищевой  
Биотехнологии (ВНИИПБТ) – филиал Федерального Государственного  
Бюджетного Учреждения Науки «Федеральный Исследовательский  
Центр питания, биотехнологии и безопасности пищи», Москва,  
e-mail: lab78@mail.ru*

**Т**опинамбур относится к многолетним травянистым растениям и является источником инулина, пищевых волокон, пектина. В отличие от зернового сырья, в топинамбуре основным источником углеводов является инулин. В пересчете на полисахариды с 1 га посевной площади урожайность топинамбура в 1,5 – 3,0 раза превышает зерновые культуры, что делает его перспективным сырьем для получения этилового спирта. Учитывая, что топинамбур относится к сезонному сырью с ограниченным сроком хранения, технологию его переработки целесообразно интегрировать в действующие процессы и оборудование спиртовых заводов, использующих в качестве сырья зерновые культуры.

**Материалы и методы.** В качестве исходного сырья в работе использовали клубни топинамбура сорта «Находка» с содержанием общих сухих веществ  $39,8 \pm 0,2\%$  из которых  $22,7 \pm 0,2\%$  - углеводы. Замес готовили путем смешивания измельченного топинамбура с водой в соотношении 1:1. Тепловую обработку замеса проводили по двум наиболее распространенным в промышленности схемам: «жесткой» - разваривание сырья под давлением при температуре 130-140 °С (варианты 1 и 2) и «мягкой» - тепловая обработка при 90-95 °С (варианты 3 и 4). Далее разваренную массу

либо сбраживали без предварительной ферментативной обработки (варианты 1 и 3), либо подвергали осахариванию с использованием ферментного препарата инулазы Novozym 960 (Новозаймс, Дания) в дозировке 0,5 ед./г инулина сырья и затем сбраживали (варианты 2 и 4). Сбраживание сусла проводили сухими спиртовыми дрожжами Angel («Angel Yeast Co.», Китай) при температуре 34-36 °С, в течении 72 часов. Анализ полупродуктов спиртового производства (замес, сусло, зрелая бражка) проводили в соответствии с Инструкцией по теххимическому и микробиологическому контролю спиртового производства.

## **Результаты и обсуждения**

Основные технологические показатели зрелой бражки приведены в таблице 1. По результатам исследований, водно-тепловая обработка замесов топинамбура по «Мягкой» схеме, имеет преимущество перед «Жесткой» схемой с точки зрения накопления спирта и ассимиляции углеводов.

Вероятно, это связано с особенностями углеводного состава топинамбура. Гидролиз инулина происходит при более низких температурах, в следствие чего происходит накопление фруктозы, которая при температуре 130 °С может подвергаться деструктивным процессам, участвовать в реакции меланоидино-

бразования, что приводит к снижению бродильной активности и выхода спирта. Так в варианте эксперимента 1 выход спирта составил всего 85,2 литра из тонны топинамбура, что на 10% меньше чем в варианте 3 с применением «мягкой» тепловой обработки. Наличие в технологическом процессе стадии осахаривания ферментным препаратом инулазы приводит к более глубокому сбраживанию углеводов сырья, как по «мягкой», так и по «жесткой» схемам тепловой обработки. Сравнительная оценка по выходу

спирта показывает, что в вариантах эксперимента с осахариванием выход спирта увеличивается на 4,5-5,5% вне зависимости от режимов тепловой обработки. Кроме того, содержание остаточных углеводов в 4 варианте эксперимента на 66% меньше чем в варианте 1, что говорит о практически полной ассимиляции микроорганизмами углеводов сырья и доказывает более высокую эффективность «мягкой» схемы разваривания с последующим осахариванием.

**Заключение.** Для сокращения техно-

**Таблица 1** - Основные технологические показатели процесса брожения.

ПОКАЗАТЕЛЬ	ВАРИАНТЫ ЭКСПЕРИМЕНТА			
	1	2	3	4
КИСЛОТНОСТЬ, ГРАД.	0,61±0,02	0,60±0,03	0,54±0,02	0,52±0,02
РН	4,21±0,05	4,26±0,02	4,32±0,02	4,41±0,04
ОБЪЕМНАЯ ДОЛЯ ЭТИЛОВОГО СПИРТА, % ОБ.	4,81±0,03	5,10±0,02	5,42±0,03	5,92±0,01
ОСТАТОЧНЫЕ УГЛЕВОДЫ, Г/100 СМ <sup>3</sup>	1,99±0,03	1,41±0,01	1,34±0,01	0,68±0,02
ВЫХОД СПИРТА, Л/ТОННА ТОПИНАМБУРА	85,2±1,0	89,6±2,0	93,8±1,0	98,1±1,0

логических потерь тепловую обработку топинамбура следует проводить при температуре не 92 – 94 °С; стадия осахаривания разваренной массы с применением ферментных препаратов, содержащих инулазу интенсифицирует процесс гидролиза полисахаридов топинамбура, ускоряет процесс брожения, увеличивает выхода спирта на 4,5-5,5%. С точки зрения аппаратного оформления для переработки топинамбура в этиловый спирт в наибольшей мере соответству-

ют действующие спиртзаводы с механико-ферментативной схемой обработки сырья.

#### **Благодарности**

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 22-16-00159, <https://rscf.ru/project/22-16-00159/>

# ОСОБЕННОСТИ НУТРИТИВНОГО СТАТУСА ДЕТЕЙ С ДЕТСКИМ ЦЕРЕБРАЛЬНЫМ ПАРАЛИЧОМ, НАХОДЯЩИХСЯ НА ПИТАНИИ ЧЕРЕЗ ГАСТРОСТОМУ

*Титова О.Н.\*, Келейникова А.В., Матинян И.А.  
Федеральный исследовательский центр питания, биотехнологии и безопасности пищи, Москва.*

**Цель.** Оценить показатели нутритивного статуса у детей с детским церебральным параличом (ДЦП), находящихся на питании через гастростому.

**Материалы и методы.** Обследовано 46 детей с диагнозом ДЦП, тяжелый класс моторных нарушений (GMFCS V), находящихся на питании через гастростому. Детям проведены: антропометрия, измерение толщины кожной складки над трицепсом (ТКСТ) методом калиперометрии, расчет запасов соматического пула белка, определение уровня альбумина и абсолютного числа лимфоцитов крови. Оценка антропометрических данных проводилась с использованием специализированных центильных таблиц, полученные показатели конвертированы в критерии Z-score. Расчет запасов соматического пула белка выполнен по формуле для определения окружности мышц плеча (ОМП). Оценка показателей проводилась с использованием центильных таблиц.

**Результаты.** Дефицит массы тела различной степени выявлен у 33 детей (71,7%): дефицит легкой степени - у 14 (30,4%), средней - у 1 (2,1%) ребенка, тяжелый дефицит массы тела - у 18 (39,1%) детей. Масса тела соответствовала норме у 13 (28,3%) детей. Избыточная масса тела не зарегистрирована. Задержка темпов линейного роста отмечена у 5 (10,9%)

пациентов, из них выраженная (SD рост/возраст < -3) - у 3 (6,5%). Снижение запасов соматического пула белка по показателю ОМП отмечено у 30 (65,2%) обследованных, соответствовало норме у 16 (34,8%). Количество жировой массы на основании показателей ТКСТ было снижено у 13 (28,2%) детей, соответствовало норме у 33 (71,7%). У 20 (43,5%) детей нормальное значение показателя ТКСТ сочеталось со снижением ОМП. Снижение уровня альбумина в сыворотке крови и абсолютного числа лимфоцитов не выявлено.

**Заключение.** Дети с тяжелыми формами нарушений моторной активности, нуждающиеся в организации питания через гастростому, составляют группу риска по развитию дефицита массы тела. Снижение запасов соматического пула белка при нормальных показателях жировой массы у пациентов данной группы говорит о повышенном риске развития саркопенического ожирения.

# ПРИМЕНЕНИЕ ЭКСПАНДИРОВАННОГО БЕЗГЛЮТЕНОВОГО СЫРЬЯ В ЗЕРНОВЫХ БАТОНЧИКАХ ДЛЯ ДЕТЕЙ СТАРШЕ ТРЁХ ЛЕТ С НЕПЕРЕНОСИМОСТЬЮ ГЛЮТЕНА

Урубков С.А.\*

НИИПП и СПТ – филиал ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии»,  
142718, Московская область, Ленинский район, посёлок Измайлово, д. 22

\*E-mail: [glen.vniiz@gmail.com](mailto:glen.vniiz@gmail.com)

**П**опулярной пищевой продукцией для потребителей дошкольного и школьного возраста являются концентраты в виде сухих завтраков и злаковых батончиков, представляющие собой продукты готовые к употреблению, как правило, без дополнительной кулинарной обработки, изготовленные из зерна различных злаков, а также обладающими определёнными функциональными свойствами. Поэтому такая группа продукции как зерновые батончики является удобной моделью для создания на их основе специализированных пищевых продуктов для детей старше трёх лет.

Разработка зерновых батончиков, состоящих из различного безглютенового зернового сырья с добавлением овощных или плодовых компонентов и их регулярное потребление позволят снизить дефицит белков и жиров растительного происхождения, увеличит поступление в организм пищевых волокон и биологически активных веществ, содержащихся в зерновых продуктах.

Целью данного исследования является изучение содержания основных пищевых веществ в экспандированном безглютеновом сырье и глютена, что открывает перспективы его применения в

зерновых батончиках, предназначенных для детей старше трёх лет с непереносимостью глютена.

## **Объекты и методы исследования**

В исследовании применялось экспандированное зерно пшени, риса, амаранта, киноа - страна произрастания Россия.

Содержание основных пищевых веществ определялось стандартными методами исследования. Определение глютена в продуктах проводили согласно МУК 4.1.2880-11

## **Результаты и обсуждения**

В результате исследования получены экспериментальные данные по содержанию основных пищевых веществ в экспандированном безглютеновом сырье (таблица 1).

Проведены исследования содержания глютена в образце зернового батончика на основе экспонированного сырья с добавлением овощных и плодовых компонентов для детей старше трёх лет. В результате исследования наличие глютена не обнаружено (предел обнаружения 3мг/кг).

Разрабатываемые зерновые батончики можно отнести к специализированным безглютеновым продуктам в соответствии с требованиями стандарта

ALINORM 08/31/26, подготовленного Комитетом Кодекса Алиментарийс по питанию и пищевым продуктам для специальных диет (CCNFSD), где указано, что продукты специализированного питания не должны содержать более чем 20 мг/кг глютена.

### Выводы

Полученные данные по содержанию основных пищевых веществ в экспандированном зерне рассматриваемых безглютеновых культур указывают на перспективы разработки безглютеновой продукции в виде зерновых батончиков

**Таблица 1** - Содержание основных пищевых веществ в применяемых экспандированных безглютеновых культурах

№ П/П	НАИМЕНОВАНИЕ ПРОДУКТА	БЕЛКИ, %	ЖИРЫ, %	УГЛЕВОДЫ, %	ПИЩЕВЫЕ ВОЛОКНА, %
1	ПШЕНО	13,90	1,45	72,17	3,95
2	РИС	8,10	2,36	76,52	3,26
3	АМАРАНТ	8,80	2,72	68,73	10,70
4	КИНОА	8,20	2,49	74,17	6,33

для детей старше трёх лет. Расширение ассортимента безглютеновых продуктов питания на зерновой основе предназначенных для детей старше трёх лет будет способствовать безопасному улучшению обеспеченности нутриентами растительного происхождения больных с различными формами непереносимости глютена.

### Финансирование

Научно-исследовательская работа проведена за счёт субсидий на выполне-

ние государственного задания (тема № FGMP-2022-0002).

### Список литературы

1. Бельмер С.В. Эпидемиология целиакии: факты и выводы. Лечащий врач. 2013; № 1: 16-19
2. Bizzaro, N., Tozzoli, R., Villalta, D., Fabris, M., & Tonutti, E. Cutting-Edge Issues in Celiac Disease and in Gluten Intolerance. Clinical Reviews in Allergy & Immunology, 2016, 42(3), 279-287. doi:10.1007/s12016-010-8223-1

## УСТОЙЧИВОСТЬ ШТАММОВ АЦИДОФИЛЬНОЙ ПАЛОЧКИ К УСЛОВНО-ПАТОГЕННОЙ МИКРОФЛОРЕ

Фролова А.С.\*, Милентьева И.С.  
ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет», г. Кемерово,  
Россия  
\*e-mail: flyflyflyflyfly.af@mail.ru

**Н**а данный момент особый интерес вызывает *Lactobacillus acidophilus*, так как является представителем нормальной микрофлоры желудочно-кишечного тракта (ЖКТ), благодаря

чему хорошо усваивается организмом. Пробиотики, выделенные из ЖКТ (в том числе некоторые штаммы *L. acidophilus*) способны прикрепляться к клеточной стенке кишечника человека. При этом

изоляты из ЖКТ чаще подвержены проявлению устойчивости к противомикробным препаратам, что делает их перспективным агентом в восстановлении микрофлоры пациентов с дисбактериозом [1]. Основной характеристикой ацидофильной палочки является ее устойчивость к гнилостной, условно-патогенной и патогенной микрофлоре. В процессе ее жизнедеятельности вырабатываются ацидофилин и лактацидин, которые относятся к бактериоцинам. Именно благодаря данным веществам ацидофильную палочку причисляют к ценным пробиотикам [2]. Целью данного исследования является изучение устойчивости консорциума микроорганизмов рода *Lactobacillus acidophilus* к условно-патогенным микроорганизмам.

**Материалы и методы.** В данной работе исследовали следующие штаммы микроорганизмов:

1. бактериальная закваска ацидофильная палочка невязкая (ТУ 9229–369–00419785–04);
2. бактериальная закваска ацидофильная палочка вязкая (ТУ 9229–369–00419785–04).

**Таблица 1** – Устойчивость *Lactobacillus acidophilus* и их консорциума к условно-патогенным микроорганизмам

НАИМЕНОВАНИЕ УСЛОВНО- ПАТОГЕННОГО МИКРООРГАНИЗМА	ДИАМЕТР ЗОНЫ ИНГИБИРОВАНИЯ, ММ		
	АНВ	АВ	КОНСОРЦИУМ
CANDIDA LIPOLIT	12,8	13,1	16,0
ASPERGILLUS NIGER	5,9	5,7	10,9
ESCHERICHIA COLI	23,1	18,5	28,3

бирования 12,8). АВ также проявила устойчивость в отношении *Escherichia coli* (диаметр зоны ингибирования 18,5) и *Candida lipolit* (диаметр зоны ингибирования 13,1). В сравнении с АНВ и АВ

Активация закваски: в 100 мл стерильного обезжиренного молока вносили сухой штамм *Lactobacillus acidophilus*, перемешивали. Скваживали при 38 °С до образования сгустка. На основе активированных культур готовили консорциум микроорганизмов при смешивании невязкой (АНВ) и вязкой (АВ) ацидофильной палочки в стерильном молоке в соотношении 1:1. Антимикробную активность определяли методом диффузии в лунки агара [3]. Инкубировали при 38 °С в течение 24 часов.

**Результаты и обсуждения.** В данной работе была исследована резистентность штаммов *Lactobacillus acidophilus* и их консорциума к следующим условно-патогенным микроорганизмам: *Candida lipolit*, *Aspergillus niger*, *Staphylococcus albus* и *Escherichia coli*. Результаты исследования представлены в таблице 1.

По представленным данным видно, что штаммы *Lactobacillus acidophilus* имеют высокую устойчивость к условно-патогенным микроорганизмам. АНВ в большей степени устойчивы к *Escherichia coli* (диаметр зоны ингибирования 23,1) и *Candida lipolit* (диаметр зоны инги-

консорциум увеличил ингибирующую способность ко всем условно-патогенным микроорганизмам. Так, устойчивость консорциума увеличилась в 1,24 и 1,88 раза по сравнению со средним

значением устойчивости заквасок АНВ и АВ к *Candida lipolit* и *Aspergillus niger*, соответственно. Наибольшую устойчивость показал с *Escherichia coli* (диаметр зоны ингибирования 28,3). Полученные данные соответствуют данным других ученых. Так, например, Т. Khalil и др. [3] установили, что некоторые молочнокислые бактерии выделяют бактериоцины, способные подавлять рост и развитие патогенных и условно-патогенных микроорганизмов.

**Заключение.** По результатам проведенных исследований консорциум увеличил устойчивость к условно-патогенным микроорганизмам по отношению к АНВ и АВ. Наибольшую устойчивость консорциум проявил к *Escherichia coli* и *Candida lipolit*.

Работа выполнена с использованием оборудования ЦКП «Инструментальные методы анализа в области прикладной биотехнологии» на базе ФГБОУ ВО «КемГУ».

### Список литературы.

1. Mohamadzadeh M., Pfeiler E.A., Brown J.B., et al. Regulation of induced colonic inflammation by Lactobacillus acidophilus deficient in lipoteichoic acid // Proc. Natl. Acad. Sci. 2011. Vol. 108. P. 4623–4630. <https://doi.org/10.1073/pnas.1005066107>
2. Danielsen M., Wind A. Susceptibility of Lactobacillus spp. to antimicrobial agents // International Journal of Food Microbiology. 2003. Vol. 82. № 1. P. 1–11. [https://doi.org/10.1016/S0168-1605\(02\)00254-4](https://doi.org/10.1016/S0168-1605(02)00254-4)
3. Khalil T., Okla M.K., Al-Qahtani W.H., et al. Tracing probiotic producing bacterial species from gut of buffalo (*Bubalus bubalis*), South-East-Asia // Braz. J. Biol. 2024. Vol. 84. P. e259094. <https://doi.org/10.1590/1519-6984.259094>

## ПОТЕНЦИАЛ ПИЩЕВЫХ ОЛЕОГЕЛЕЙ, СТРУКТУРИРОВАННЫХ УГЛЕВОДОРОДАМИ ПЧЕЛИНОГО ВОСКА

Фролова Ю.В.\*, Саркисян В.А., Соболев Р.В.  
ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии», Москва, Россия  
\*e-mail: himic14@mail.ru

Одним из векторов исследований в области олеогелей является поиск новых веществ для структурирования жидких пищевых масел с целью получения пищевых жировых систем (олеогелей) - альтернативы твердым жирам, содержащим насыщенные и транс-изомерные жирные кислоты, определяющие их текстуру. Для достижения данной цели изучаются различ-

ные вещества, в том числе и многокомпонентные, например, воски. Воски являются системами, в состав которых входят углеводороды, восковые эфиры, свободные жирные кислоты и спирты, а также другие сопутствующие вещества. Известно, что отдельные углеводороды, входящие в состав воска, способны структурировать жидкие масла, однако выделение индивидуальных соедине-

ний затруднительно и нецелесообразно с практической точки зрения. В настоящее время разработана методика препаративной флэш-хроматографии, позволяющая выделить отдельную фракцию, представляющую собой смесь углеводов, содержащихся в пчелином воске, с использованием растворителей, разрешенных для применения в пищевой промышленности, что расширяет возможности в области технологии олеогелей. В связи с этим целью данной работы являлось проведение сравнительного анализа свойств олеогелей, структурированных углеводами пчелиного воска, по сравнению с олеогелями, структурированными исходным пчелиным воском.

**Материалы и методы.** В качестве объектов исследования использовали пчелиный воск (ПВ), смесь углеводов, выделенных из ПВ методом препаративной флэш-хроматографии (УВ), подсолнечное масло. Образцы олеогелей были получены методом растворения структурообразователя (6 мас.%) в нагретом подсолнечном масле (90°C) при постоянном перемешивании с последующим охлаждением до 20°C. Для изучения свойств олеогелей применялись: дифференциальная сканирующая калориметрия, текстурный анализ, поляризационная микроскопия, метод определения маслосвязывающей способности. На основе полученных олеогелей были выработаны опытные партии сахарного печенья с жировым компонентом в виде олеогеля, структурированного пчелиным воском или углеводами. Полученные образцы печенья оценивали по органолептическим и текстурным характеристикам.

**Результаты и обсуждение.** Одним из определяющих факторов выбора структурообразователя является его температура фазового перехода из твердого состояния в жидкое. В результате проведенного анализа установлено, что

температура плавления исследуемого ПВ составляет ~ 64°C, а углеводов ~ 54,5°C. Согласно полученным данным дифференциального сканирующего анализа олеогелей, структурированных ПВ и УВ, определено, что олеогели, содержащие УВ, имеют один выраженный пик фазового перехода, а олеогели с ПВ - два выраженных пика. При этом температура фазового перехода у олеогелей, структурированных УВ, ниже, чем у олеогелей с ПВ. Один из пиков, наблюдаемый для олеогелей с ПВ, связан с фазовым переходом УВ. Температура плавления УВ значительно отличается от температур плавления других компонентов ПВ, чем и обусловлено наличие двух пиков. Более низкая температура плавления структурообразователя позволит получать олеогели при более низкой температуре, что может положительно сказаться на окислительной стабильности при их изготовлении.

Текстурный анализ структурообразователей выявил, что ПВ обладает более твердой текстурой по сравнению с УВ. При этом олеогели, образованные ПВ и УВ, характеризуются удовлетворительной пластичностью и растекаемостью. Однако, олеогели, содержащие УВ, обладают достоверно более высокими показателями энергии сдвига и модуля Юнга по отношению к олеогелям с ПВ.

В результате исследования морфологии образующихся кристаллов выявлено, что в подсолнечном масле УВ образуют кристаллы размером в 5 раз больше, чем ПВ, что непосредственно может сказываться на маслосвязывающей способности. Установлено, что маслосвязывающая способность олеогелей, структурированных ПВ, составляет 100%, тогда как олеогелей, структурированных углеводами, ~ 60%.

Исследуемые олеогели были использованы в качестве жирового компонента для приготовления опытных образцов

сахарного печенья. В результате текстурного анализа не было выявлено достоверных отличий образцов печенья по показателю твердости. Органолептические исследования показали, что образцы печенья не отличаются по внешнему виду, текстуре, виду на изломе, однако отличаются по вкусу и запаху. Печенье, содержащее олеогель, структурированный УВ, на основании результатов дегустаций по критериям вкус и запах имел более высокие оценки, по сравнению с печеньем, содержащим олеогель ПВ.

**Заключение.** Таким образом, в результате проведенных исследований выявлено, что олеогели, структурированные УВ, обладают меньшей темпе-

ратурой фазового перехода, более высокими текстурными показателями, при этом пониженной маслосвязывающей способностью по сравнению с олеогелями, структурированными ПВ. Показана возможность применения исследуемых олеогелей для замены жирового компонента пищевой продукции, на примере сахарного печенья.

**Благодарности.** Исследование выполнено при поддержке РФФИ, грант № 19-16-00113. Авторы выражают благодарность научному руководителю чл.-корр. РАН, д.т.н., проф. Кочетковой А. А.

## ИССЛЕДОВАНИЕ МИКРОБНОЙ КОНТАМИНАЦИИ ХЛЕБОПЕКАРНОГО СЫРЬЯ

Фролова Ю.М.\*, Савкина О.А., Локачук М.Н.  
СПБФ ФГАНУ НИИХП, Российская Федерация, город Санкт-Петербург  
u.frolova@gosniihp.ru

**Х**лебобулочные изделия являются продуктом широкого потребления. На сегодняшний день не установлены микробиологические нормативы безопасности для них, за исключением тех их видов, которые вырабатываются с начинкой. При этом реализация большей части хлебобулочных изделий в нарезанном и упакованном виде способствует развитию микробной порчи. В ФГАНУ НИИХП последнее время все чаще поступают запросы производителей по выявлению источников контаминации хлебобулочных изделий возбудителями меловой болезни и плесневения.

**Целью** исследований являлось исследование взаимосвязи микробной контаминации хлебопекарного сырья и готовой продукции.

**Материалы и методы.** Объектами исследования являлись мука ржаная обдирная (7 партий), мука пшеничная первого сорта (2 партии), зерно пшеницы (4 партии) и готовые хлебобулочные изделия.

Подготовку проб для микробиологических анализов проводили в соответствии с ГОСТ 26669-85. Определение содержания дрожжей и плесневых грибов в сырье и готовой продукции проводили в соответствии с ГОСТ 10444.12-2013. Количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов определяли согласно ГОСТ 10444.15-94. Для определения содержания спор *V. subtilis* использовали метод, описанный в книге «Микробиология хлебопекарного производства» (Афана-

сьева О.В., 2003 г). Для этого 10 г пробы растирали со 100 мл стерильной воды, тщательно гомогенизированную смесь нагревали на водяной бане в течение 10 минут при 90-95°C, чтобы убить все вегетативные клетки. Затем готовили ряд последовательных десятикратных разведений и производили глубинный посев на мясо-пептонный агар. Посевы инкубировали при 37°C.

**Результаты и обсуждение.** Исследования степени контаминации муки и зерновых продуктов показали, что в них в значительном количестве присутствовали мезофильные аэробные и факультативно анаэробные микроорганизмы (до  $10^6$  КОЕ/г), плесневые грибы (до  $10^3$  КОЕ/г), спорообразующие бактерии рода *Bacillus* (до  $10^2$  КОЕ/г), а также дрожжи, количество которых колебалось в широких пределах (0- $10^4$  КОЕ/г) (таблица 1).

Исследовали содержание контаминантов в хлебобулочных изделиях, вы-

работанных с использованием исследуемого сырья. Во всех готовых изделиях, отобранных стерильно сразу на выходе из печи, плесневые и дрожжевые грибы не были выявлены. Содержание спорообразующих бактерий зависело от способа производства хлеба. Так, в мякише хлебобулочных изделий, приготовленных по ускоренной технологии, в частности ржаных видов, выработанных с использованием подкисляющей добавки, а также батонов из пшеничной муки высшего сорта, выработанных с применением опары, содержание спорообразующих бактерий составляло  $5,0 \cdot 10^1 - 1,3 \cdot 10^3$  КОЕ/г. В мякише изделий, выработанных по традиционной технологии с использованием заквасок, спорообразующие бактерии обнаружены не были.

**Заключение.** Установлено, что все исследованное хлебопекарное сырье имело высокую степень микробной контаминации. Проведенные исследования

**Таблица 1** – Содержание микроорганизмов в муке и зерновых продуктах

ГРУППА МИКРООРГАНИЗМОВ	СОДЕРЖАНИЕ МИКРООРГАНИЗМОВ В СЫРЬЕ, КОЕ/Г		
	В МУКЕ		В ЗЕРНЕ ПШЕНИЦЫ
	РЖАНОЙ ОБДИРНОЙ	ПШЕНИЧНОЙ ПЕРВОГО СОРТА	
КМАФАНМ	$1,0 \cdot 10^5 - 4,5 \cdot 10^5$	$2,0 \cdot 10^3 - 3,2 \cdot 10^3$	$1,0 \cdot 10^5 - 1,0 \cdot 10^6$
СПОРООБРАЗУЮЩИЕ БАКТЕРИИ	$3,0 \cdot 10^1 - 5,0 \cdot 10^2$	$5,0 \cdot 10^2 - 8,0 \cdot 10^2$	$2,0 \cdot 10^1 - 8,0 \cdot 10^1$
ДРОЖЖИ	$8,0 \cdot 10^2 - 1,4 \cdot 10^4$	$0 - 6 \cdot 10^2$	НЕ ОБНАРУЖЕНЫ
ПЛЕСНЕВЫЕ БАКТЕРИИ	$1,0 \cdot 10^2 - 4,5 \cdot 10^3$	$2,0 \cdot 10^2 - 1,8 \cdot 10^3$	$4,0 \cdot 10^1 - 4,0 \cdot 10^3$

подтверждают данные, что хлеба после выхода из печи в отношении контаминации мицелиальными грибами и дрожжами являются стерильными. На содержание в готовом изделии спор возбудителя картофельной болезни оказывает влияние технология хлеба.

**Благодарности:** Авторы выражают благодарность д.т.н. Кузнецовой Л.И., Павловской Е.Н. за помощь в проведении исследований и при работе над статьей.

# АНАЛИЗ ЗАГРЯЗНЕННОСТИ МИКОТОКСИНАМИ ТОМАТОВ

Чалый З.А.\*; Соколов И.Е.

ФГБУН «ФИЦ питания, биотехнологии и безопасности пищи», Москва;

e-mail: tokka66@bk.ru

**М**икотоксины (МТ) - токсичные метаболиты микроскопических грибов - наиболее опасные природные контаминанты пищевого сырья и продуктов его переработки, а потому их эффективный контроль в сельскохозяйственной продукции является условием предупреждения недопустимого риска, связанного с вредным воздействием на человека и будущие поколения. Томаты являются одной из самых популярных и повсеместно распространенных овощной культурой в мире. По данным Продовольственной и сельскохозяйственной организации объединенных наций (ФАО), по площадям выращивания томат занимает первое место в мире среди овощных культур – под него выделено в общей сложности порядка 4 миллиона гектаров. В этом виде продукции в РФ регламентируется только содержание патулина (ПАТ) на уровне 50 мкг/кг. Изучение возможности загрязнения другими МТ, в РФ практически не проводится. Возможность более глубокого анализа загрязненности данного вида продукции стала возможна благодаря разработке метода ВЭЖХ-МС/МС.

**Материалы и методы.** Целью исследований было изучение контаминации свежих томатов 27 видами МТ: ПАТ; ократоксин А; афлатоксины В1, В2, G1, G2; дезоксиниваленол, фумонизины, токсин Т-2, зеараленон, ниваленол, токсин НТ-2, β-зеараленон, цитринин, пеницилловая кислота, монилиформин, а также эмерджентными МТ (ЭМТ): альтернариол (АОН), его метиловый эфир (АМЭ), альтенуен, тентоксин (ТЕ), стеригматоцистин, микофеноловая и тенуазоновая

(ТНЗ) кислоты, энниатины А и В, боверицин). Всего было исследовано 17 образцов, в том числе 11 без видимых признаков порчи и 6 - со следами механических повреждений и плесневения.

Для подготовки проб к 2 г измельченного и тщательного перемешанного образца добавляли ацетонитрил с 1% раствором муравьиной кислоты. Пробу перемешивали на вортексе 30 секунд, далее обрабатывали 30 минут в ультразвуковой бане. К экстракту добавляли 400 мг сорбента PSA(первичные и вторичные амины) + 1,2 г MgSO<sub>4</sub> + 0,5 г NaCl, после этого перемешивали в течение 30 секунд. Полученный экстракт центрифугировали в течение 10 минут при скорости 8000 об/мин. Отбирали 1 мл экстракта, упаривали досуха и перерастворяли в 50% метаноле.

Подготовленные пробы анализировали методом ВЭЖХ-МС/МС с электрораспылительной ионизацией; разделение аналитов осуществляли на обращенно-фазовой колонке с привитыми группами октадецилсилана Zorbax SB-C18, 150 x 4,6 мм, размер частиц – 3,5 мкм, размер пор - 80Å, в режиме градиентного элюирования смесью вода-метанол, модифицированной 10 мМ ацетата аммония.

**Результаты.** Частота загрязнения томатов МТ была относительно низкой. В 3 из 11 образцов томатов без видимой порчи были загрязнены альтернариотоксинами: ТЕ, АОН, ТНЗ. Наиболее распространенным был ТЕ обнаруженный в 27%, в количестве от 0,71 до 1,53 мкг/кг. Только в одном из образцов было выявлено несколько МТ: ТНЗ (53,46 мкг/

кг), АОН (12,3 мкг/кг) и ТЕ (1,53 мкг/кг). В томатах со следами плесени МТ обнаруживались чаще, в 4 из 6 образцов. Все контаминированные образцы содержали ТНЗ (64,29 - 230,5 мкг/кг). В половине образцов выявлено одновременное загрязнение тремя МТ: ТНЗ (64,29 - 230,5 мкг/кг), АОН (19,55 - 103,4 мкг/кг), ТЕ (0,71-1,05 мкг/кг), в двух из них дополнительно найден АМЭ (15,57; 20,71 мкг/кг).

**Заключение.** Результаты исследования показали, что основными контаминантами оказались альтернариатоксины, в 35% из 17 исследованных образцов, обнаруживали ТЕ, в 29% случаев выявляли ТНЗ, 23% - АОН и 12% АМЕ. Частота и уровни загрязнения МТ

томатов без порчи ниже по сравнению с томатами со следами плесневения. Другие МТ в исследованных образцах обнаружены не были.

**Благодарности.** Авторы выражают благодарность старшему научному сотруднику лаборатории энзимологии питания Седовой Ирине Борисовне.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект № 18-16-00077-П) «Эмерджентные микотоксины в пищевых продуктах растительного происхождения: разработка методов анализа, изучение контаминации, видовая характеристика микромицетов-продуцентов, разработка гигиенических нормативов».

## ИЗУЧЕНИЕ КОНТАМИНАЦИИ СПЕЦИЙ И ПРЯНЫХ ТРАВ МИКОТОКСИНАМИ

Чалый З.А.\*

ФГБУН «ФИЦ питания, биотехнологии и безопасности пищи», Москва;  
e-mail: tokka66@bk.ru

**К**онтаминация микотоксинами (МТ) пищевых продуктов чрезвычайно актуальна, она является составной частью глобальной проблемы загрязнения биосферы. Пряные травы и специи используются и употребляются только в небольших количествах, но их добавляют в самые разнообразные продукты, особенно в готовые к употреблению, поэтому оценка их загрязненности МТ весьма актуальна. Приоритетными загрязнителями специй и пряных трав являлись МТ «грибов хранения», афлатоксины (AFL) и охратоксин А (ОТА), их выявляли в таких видах специй, как паприка, мускатный орех, перец чили, другие виды перца и куркума. В ряде стран установлены максимально допустимые уровни (МДУ) содержания МТ в специях и пряных травах, диапазон МДУ ОТА варьирует от 7 до 30 мкг/кг, AFL B1 - от

2 до 30 мкг/кг и суммы AFL – от 5 до 30 мкг/кг. В России содержание МТ в специях и пряных травах не регламентируется.

**Материалы и методы.** Целью исследований было изучение контаминации специй и пряных трав 24 МТ: ОТА, AFL B1, B2, G1, G2; дезоксиниваленол (DON), фумонизины (FB1 и FB2), токсин Т-2, зеараленон (ZEA), токсин НТ-2, цитринин (CIT), диацетоксискирпенол (DAS), неосоланиола (NeoS), цитреовиридина (CTV), а также эмерджентными МТ (ЭМТ) альтернариол (АОН), его метиловый эфир (АМЕ), альтенуен (ALT), тентоксин (ТЕ), стеригматоцистин (STC), микофеноловая кислота (МРА), энниатины А и В (EnnВ и EnnА), боверицин (ВЕА). Исследовано 155 образцов специй и пряностей: смесей специй и пряных трав (29), черного перца (25), перца чили (21), паприки (17), имбиря (16), мускатного

ореха (12), куркумы (9), корицы (5), кориандра (4), карри (3), пажитник, (3) тмина (2), орегано (2), базилика (2), розмарина (2), гвоздика (1), шафран (1), горчица (1), укроп (1).

Подготовка пробы представляла собой модифицированный вариант QuEChERS. Отбирали измельченную пробу массой 1 г, добавляли 10 мл дистиллированной воды, ставили для набухания в ультразвуковую ванну на 10 мин. Затем добавляли 10 мл ацетонитрила, подкисленного 1 % уксусной кислотой, и встряхивали на шейкере в течение 10 мин., вновь обрабатывали ультразвуком в течение 10 мин. Добавляли 1 г NaCl и 4 г безводного MgSO<sub>4</sub>, после чего перемешивали на вортексе. Экстракт центрифугировали в течение 10 мин. при 10000 об/мин. Отбирали 5 мл супернатанта к нему добавляли 3 мл гексана, насыщенного ацетонитрилом, перемешивали на шейкере в течение 20 мин. Центрифугировали в течение 1 мин. при скорости не менее 4000 об/мин, отбирали 3 мл обезжиренного ацетонитрильного слоя и упаривали досуха на роторном испарителе. Остаток перерастворяли в 0,1 мл метанола, добавляли 0,4 мл воды. Полученный раствор центрифугировали в течение 10 мин. при 15000 об/мин. 0,4 мл супернатанта помещали в хроматографическую вials. Подготовленные пробы анализировали методом УВЭЖХ-МС/МС с электрораспылительной ионизацией; разделение аналитов на колонке Titan C18, 100\*2,1 мм, 1,9 мкм, в режиме градиентного элюирования смесью подвижных фаз: (А) вода-метанол (90-10, % об.); (В) метанол-вода-ацетонитрил (10-10-80, % об.), обе фазы модифицированы 1 мМ формиата аммония, 0.1 % муравьиной кислоты.

**Результаты.** При скрининге из 24 МТ в специях и пряных травах были обнаружены 19, в частности: ТЕ был обнаружен практически во всех исследуемых

пробах, в количестве до 10,9 мкг/кг, за исключением куркумы, шафрана и гвоздики. Загрязнение AFLs было больше характерно для образцов перца, имбиря и мускатного ореха. Наиболее часто из AFL обнаруживали AFL B1 (19%), в количестве от 0,65 до 48,2 мкг/кг, остальные встречались реже. Самые высокие уровни ОТА были в имбире - до 14 мкг/кг, но наиболее часто токсин выявляли в перце чили – в 62% случаев. Частота обнаружения FB1 и FB2 в исследованных образцах составила 8 и 14% соответственно. В пробах имбиря были обнаружены самые высокие уровни загрязнения фумонизинами: - 722,6 мкг/кг FB1 и 79,6 мкг/кг FB2. Частота обнаружения МТ в образцах ранжировалась по ее убыванию следующим образом: ТЕ (36%) > AFLB1 (19%) > ОТА (15%) > FB2 (14%) > Т-2, DON, АМЕ и АОН (10%) > AFLB2, ALT и FB1 (8%) > BEA (6%) > AFLG2, МРА и НТ-2 (5%) > STC (4%) > ZEA, EnnB и CIT (2%).

**Заключение.** Результаты показали, что контаминация МТ «грибов хранения» характерна для образцов красного перца и мускатного ореха, тогда как для пряных трав и многокомпонентных специй основными контаминантами оказались МТ: DON, FBs, ZEA, ТЕ, АМЕ, АОН. Наиболее распространенными МТ в исследуемых образцах являлись ТЕ (частота обнаружения - 36%), AFL B1 (19%), ОТА (15%) и FB2 (14%).

**Благодарности.** Автор выражает благодарность старшему научному сотруднику лаборатории энзимологии питания Седовой Ирине Борисовне, Киселевой Марии Геннадьевне.

Научно-исследовательская работа по подготовке рукописи проведена за счет средств субсидии на выполнение государственного задания в рамках Программы Фундаментальных научных исследований государственных академий наук.

# СЕРДЕЧНО-ЛОДЫЖЕЧНЫЙ СОСУДИСТЫЙ ИНДЕКС У ПАЦИЕНТОВ С ОЖИРЕНИЕМ И ИБС

Шапошникова Н.Н.<sup>1\*</sup>, Вараева Ю.Р.<sup>1</sup>, Ливанцова Е.Н.<sup>1</sup>, Покидкина Н.В.<sup>1</sup>, Стародубова А.В.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
Федеральный исследовательский центр питания, биотехнологии и безопасности пищи, Клиника питания, Отделение сердечно-сосудистой патологии и диетотерапии, г. Москва

<sup>2</sup>Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Москва

\*e-mail: buchkova@mail.ru

**С**ердечно-лодыжечный сосудистый индекс (CAVI) широко используется во многих странах для оценки артериальной жёсткости с учетом нормативов ее естественного возрастного увеличения для оценки потенциального риска развития сердечно-сосудистых заболеваний. Клинические и экспериментальные исследования показали, что CAVI не зависит от артериального давления во время измерения, обладает высокой воспроизводимостью и чувствительностью, а также создано удобное для пользователя устройство с упрощенной процедурой регистрации. Оценка сосудистой жёсткости с помощью CAVI не только дает возможность ранней диагностики артериосклероза для своевременного лечения и изменения образа жизни, но и позволяет количественно оценить прогресс болезни и эффективность проводимой терапии. В связи с этим индекс CAVI может применяться в первичной и вторичной профилактике у пациентов с сердечно-сосудистыми факторами риска и / или заболеваниями для выявления субклинических артериальных изменений и оценки эффекта лечения и его мониторинга.

**Целью** данного исследования: опре-

делить и сравнить показатели сердечно-лодыжечного сосудистого индекса (CAVI) у пациентов с ИБС и без ИБС, в зависимости от наличия сопутствующего ожирения.

## Материалы и методы

В исследование были включены пациенты от 48 до 73 лет с документально зарегистрированным заболеванием ИБС (36) и пациенты без ИБС (63). Среди обследованных пациентов 72 человека имели ожирение (ИМТ $\geq$ 30) и 27 человек не имели ожирения (ИМТ $<$ 30). Для оценки жесткости сосудистой стенки определяли сердечно-лодыжечный сосудистый индекс (CAVI) с помощью сфигмометрии аппаратом VaSeraVS-1500. ИМТ определялся с помощью биоимпедансометрии.

## Результаты

Все пациенты (99 чел) были разделены на группы. Группа 0 – без ИБС, ИМТ $<$ 30 (16 чел), группа 1 – без ИБС, ИМТ $\geq$ 30 (47 чел), группа 2 – с ИБС, ИМТ $<$ 30 (11 чел), группа 3 – с ИБС, ИМТ $\geq$ 30 (25 чел). Основные результаты представлены в таблице 1. Наиболее высокие уровни сердечно-лодыжечного сосудистого индекса продемонстрировали пациенты с ИБС и ИМТ $<$ 30, средние результаты – пациенты без ИБС с ИМТ $<$ 30 и пациенты

**Таблица 1** – Основные данные сфигмоманометрии в сравнении между группами.

Показатель	Общая группа (N=99)	ИБС-		ИБС+		p-value <sup>1:3</sup>	p-value <sup>2:0</sup>	p-value <sup>1:0</sup>	p-value <sup>2:3</sup>
		ИМТ<30 (N=16)	ИМТ≥30 (N=47)	ИМТ<30 (N=11)	ИМТ≥30 (N=25)				
R-CAVI	7,30 [6,50;7,90]	7,80 [7,10;8,40]	7,00 [6,30;7,50]	8,50 [7,60;9,70]	7,25 [6,00;8,00]	0,63	0,14	0,01*	0,02*
L-CAVI	7,10 [6,50;7,90]	7,70 [7,10;8,00]	6,80 [6,40;7,30]	8,10 [7,40;8,70]	7,15 [6,15;7,65]	0,59	0,31	0,004*	0,03*
ср.CAVI	7,25 [6,45;7,90]	7,70 [7,15;8,15]	6,88 [6,20;7,35]	8,38 [7,60;9,45]	7,40 [6,08;7,78]	0,48	0,18	0,01*	0,02*
R-ABI	1,05 [0,97;1,12]	1,07 [0,98;1,13]	1,04 [0,96;1,10]	1,14 [1,08;1,19]	1,03 [0,88;1,11]	0,61	0,14	0,20	0,01*
L-ABI	1,06 [0,98;1,13]	1,13 [1,03;1,15]	1,05 [0,96;1,09]	1,13 [1,09;1,18]	1,03 [0,89;1,14]	0,95	0,61	0,01*	0,04*
PEP\ET	0,33 [0,30;0,38]	0,34 [0,29;0,40]	0,33 [0,30;0,37]	0,35 [0,31;0,40]	0,33 [0,31;0,40]	0,63	0,14	0,01*	0,02*
дельта Cavi	-1,05 [-1,75;-0,30]	-0,70 [-1,20;0,35]	-1,30 [-1,80;-0,75]	-0,65 [-1,40;-0,10]	-1,05 [-2,38;-0,23]	0,87	0,76	0,003*	0,22

\* p<0,05

с ИБС с ИМТ≥30. Самые низкие показатели были в группе пациентов без ИБС, у которых ИМТ≥30. При подгрупповом анализе пациенты с ИБС не имели более высоких уровней CAVI в сравнении с пациентами без ИБС, в то время как у пациентов с ожирением значения ср.CAVI было выше, чем у пациентов с ИМТ менее 30 вне зависимости от наличия ИБС. Эти результаты подтверждают феномен «парадокса ожирения». Требуется дальнейшее изучение и исследование данного феномена, а также его значимость в медицинской практике.

### Заключение

Результаты исследования продемонстрировали наличие феномена «парадокса ожирения», при котором пациенты с ожирением продемонстрировали более низкие уровни CAVI вне зависимости от наличия ИБС по сравнению с пациентами с нормальной массой тела.

**Финансирование:** Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда №22-25-00414, <http://rscf.ru/project/22-25-00414/>.

Исследование получило одобрение ЛЭК – Комитет по этике ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии» Протокол №1 от 16.01.2022 г. Исследование зарегистрировано в ClinicalTrials.gov, регистрационный №NCT05490862.

# ИЗУЧЕНИЕ ПОСТНАТАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ ПОТОМСТВА 3-Х ПОКОЛЕНИЙ КРЫС, ПОЛУЧАВШИХ С РАЦИОНОМ БИОМАССУ ЛИЧИНОК *HERMETIA ILLUCENS*

Шестакова С.И.  
ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии», Москва, Россия  
e-mail: sish9@ya.ru

Сложившаяся в Российской Федерации практика оценки безопасности пищевой продукции нового вида, в частности, полученной с использованием насекомых, предполагает изучение репродуктивной токсичности в эксперименте на нескольких поколениях лабораторных животных. Комплексные репротоксикологические исследования включают анализ генеративной и эндокринной функции гонад родительских животных, пренатального и постнатального развития потомства. В данной публикации представлены результаты исследования постнатального развития крысят поколений F1, F2 и F3, потреблявших с рационом агарированные количества сухой биомассы личинок черной львинки (*Hermetia illucens*) на протяжении всего периода онтогенеза.

**Материалы и методы.** Исходная колония самцов и самок поколения F0 возрастом 25-30 дней была произвольно разделена на контрольную и опытную группы – по 64 самки и 32 самца. Крысы контрольной группы получали стандартный полусинтетический казеиновый рацион, опытной – рацион с включением сухой биомассы личинок *Hermetia illucens* в количестве 18 г/100 г рациона. Для оплодотворения половозрелых самок подсаживали к самцам в соотношении 2:1 сроком на 1 эстральный цикл. Постнатальное развитие потомства F1-

F3 оценивали в течение первого месяца жизни по числу живых и мертвых новорожденных, динамике зоометрических показателей (массы тела и краниокаудального размера), общему физическому развитию (срокам отлипания ушных раковин, появления первичного волосяного покрова, прорезывания резцов, открытия глаз, опускания семенников, открытия влагалища). Массу тела и краниокаудальный размер крысят измеряли на 2-е, 5-е, 10-е, 15-е, 20-е и 25-е сутки жизни. Также определяли среднюю величину помета, соотношение самцов и самок, вычисляли выживаемость в период 1-5-й дни жизни и 6-25-й дни жизни. Всего в поколениях F1, F2 и F3 изучено 291, 366 и 297 контрольных, и 281, 382 и 342 опытных крысят, соответственно.

**Результаты и обсуждение.** Постнатальное развитие потомства F1-F3 характеризуется высокой выживаемостью в контрольных и опытных группах: в период с 1-го по 5-й дни жизни выживаемость во всех поколениях составляла 99%, в период с 6-го по 25-й дни жизни выживаемость составляла 98-100%, что соответствует оптимальному уровню для крыс данной линии. Средняя величина пометов составляла 11,23±0,47, 11,66±0,68, 11,46±0,50 в контрольных и 11,71±0,55, 12,37±0,39, 11,63±0,50 крысенка в опытных группах, соответственно. Соотношение самцов и самок

в пометах находилась в пределах физиологических колебаний и составляло в контрольных группах F1-F3 46/54, 49/51 и 49/51, в опытных – 48/52, 53/47 и 50/50, соответственно. Параметры физического развития потомства не имели значимых различий между группами и соответствовали норме, характерной для крыс линии Вистар.

Динамика массы тела и краниокаудального размера на 2-20-й дни жизни соответствовали уровням прироста, характерным для крысят линии Вистар, масса тела и рост крысят 25-го дня жизни представлены в Таблице 1. Как видно

из таблицы, масса тела крысят опытной группы F1 и F2 была на 5% и 5% выше, чем у контрольных животных, в F3 – на 8% ниже, соответственно. Отмеченные различия находились в диапазоне физиологических колебаний, свойственных постнатальному развитию потомства крыс: по данным ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии» в норме колебания массы тела крысят первого месяца жизни могут составлять до 50-70%. Краниокаудальный размер крысят всех поколений не имел статистически значимых различий между контрольными и опытными группами.

**Таблица 1.** Масса тела и краниокаудальный размер крысят

Показатели			Поколение		
			F1	F2	F3
Масса тела, г	Контроль	N	287	354	291
		M±m	61,33±0,49	59,69±0,51	57,46±0,48
	Опыт	N	279	381	334
		M±m	64,52±0,46*	62,70±0,41*	53,15±0,44*
Краниокаудальный размер, см	Контроль	N	287	354	291
		M±m	12,44±0,03	12,52±0,03	12,6±0,03
	Опыт	N	279	381	334
		M±m	12,43±0,03	12,74±0,03*	12,23±0,03*

**Заключение.**

Результаты исследований постнатального развития потомства 3-х поколений крыс, получавших с рационом биомассу личинок *Hermetia illucens*, свидетельствуют об отсутствии какого-либо влияния исследуемого продукта на постнатальное развитие потомства. Динамика массы тела и краниокаудального размера, общее количество крысят и средняя величина помета, общее физическое развитие крысят контрольной и опытной групп соответствовали физиологической норме, аномалий развития не выявлено.

Работа поддержана грантом Российского научного фонда 20-16-00083.

**Благодарности.**

Автор признателен сотрудникам Лаборатории оценки безопасности биотехнологий и новых источников пищи за участие в проведение данных исследований.

# АКТИВНОСТЬ АПОПТОЗА ПРИ ОЦЕНКЕ БЕЗОПАСНОСТИ НОВЫХ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ МИКРОБНОГО СИНТЕЗА

Шестакова С.И.

ФГБУН "ФИЦ питания и биотехнологии", Москва, Россия

e-mail: sish9@ya.ru

**П**ерспективным направлением развития продовольственных технологий является использование белка микробного синтеза, относящегося к пищевой продукции нового вида. Государственное регулирование использования пищевой продукции нового вида на территории Российской Федерации предусматривает проведение исследований образцов такой пищевой продукции, подтверждающих безопасность для жизни и здоровья человека. В рамках формирования данной программы были проведены комплексные токсикологические, репротоксические, алергологические, а также генотоксикологические исследования, являющиеся неотъемлемой частью системы медико-биологической оценки безопасности новых источников пищи. Апоптоз обеспечивает поддержание гомеостаза за счет элиминации клеток, исчерпавших свой физиологический ресурс, и является эволюционно-консервативным системным процессом, контроль над которым осуществляет сложная иерархическая система внеклеточных и внутриклеточных регуляторов, обеспечивающих адаптацию организма к окружающей среде и поддающихся воздействию целого ряда экзогенных факторов. Поэтому показатели активности апоптоза можно рассматривать как интегральные биомаркеры, чувствительные к воздействиям различной природы.

**Материалы и методы.** Материалом

для исследований служил белковый концентрат, полученный из денуклеинизированной ( $\leq 1,5\%$  нуклеиновых кислот) биомассы метанотрофных бактерий *Methylococcus capsulatus*, представляющей собой мелкодисперсный порошок, с содержанием белка не менее 70% и жира около 12%. Экспериментальные животные были разделены на 2 группы – контрольную, получающую стандартный полусинтетический казеиновый рацион, и опытную, получающую рацион с содержанием *Methylococcus capsulatus* в количестве 15г/100г рацион. Активность апоптоза была изучена в рамках токсикологических исследований на трех поколениях крыс. Исследования провели на клетках печени и тимуса, отобранных у животных на 130-140 день жизни. В данной публикации представлены результаты активности апоптоза у крыс поколения F1. Всего было обследовано 15 тысяч клеток от 28-ми животных (по 7,5 тыс. клеток на группу).

Активность апоптоза в печени определяли методом гель-электрофореза изолированных клеток (Alkaline Comet Assay, OECD 489). Результаты представлены в виде  $M \pm m$ , где  $M$  – выборочное среднее измеренных данных,  $m$  – стандартная ошибка. Данные обрабатывали стандартными статистическими методами.

**Результаты и обсуждение.**

Морфологические исследования пе-

чени и тимуса продемонстрировали отсутствие патологических изменений этих органов. Гистологическое строение печени без особенностей, дольки сформированы правильно, гепатоциты с четкими контурами, равномерно окрашенной цитоплазмой, формируют балки долек. При окраске пикрофуксином по Ван Гизону в тканях печени не обнаружено развитие соединительной ткани. Гистологическое строение тимуса соответствует норме, корковое и мозговое вещество хорошо различимы. Возрастная инволюция тимуса отсутствует. Массы печени контрольной и опытной групп составляли: абсолютная – 12,44±0,28 и 13,25±0,32 г, относительная 2,612±0,062 и 2,808±0,093 г/100 г; тимуса – 0,533±0,029 и 0,569±0,023 г, и 0,116±0,006 и 0,120±0,005 г/100 г, соответственно. Массы печени и тимуса не имели достоверных различий между группами.

Индекс апоптоза в клетках печени крыс контрольной и опытной групп составлял 1,301±0,064 и 1,069±0,133, в клетках тимуса – 1,247±0,119 и 1,831±0,480,

соответственно, статистически значимые различия между группами не выявлены. Полученные значения не выходили за границы физиологических колебаний индекса апоптоза, характерных для крыс данного возраста: для печени 0,60-1,75, тимуса 0,40-1,70.

**Заключение.** Результаты эксперимента по изучению влияния рациона с агравированным содержанием биомассы метанотрофных бактерий *Methylococcus capsulatus* на активность апоптоза в органах крыс поколения F1 свидетельствует об отсутствии различий между животными контрольной и опытной групп. В комплексе с результатами других исследований полученные данные легли в основу обоснования целесообразности продолжения эксперимента на последующих поколениях.

Работа поддержана грантом Российского научного фонда 20-76-10014.

**Благодарности.** Автор признателен сотрудникам Лаборатории оценки безопасности биотехнологий и новых источников пищи за участие в проведение данных исследований.

## ТОКСИКОЛОГО-ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА НАНОЧАСТИЦ НИКЕЛЯ ПРИ ИХ ВВЕДЕНИИ В ЖЕЛУДОЧНО-КИШЕЧНЫЙ ТРАКТ КРЫС

Шипелин В.А.\* , Шумакова А.А., Соколов И.Е., Колобанов А.И  
ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии», Москва, РФ  
\*e-mail: v.shipelin@yandex.ru

**Н**аночастицы (НЧ) никеля (Ni) находят своё применение в фармацевтике, при производстве косметики и пестицидов, а также в ка-

честве технологических вспомогательных средств – катализаторов в масло-жировой промышленности. Ежегодное производство НЧ Ni только в США со-

ставило 20 тонн в 2019 году, что создаст потенциальные риски для здоровья ввиду высокой токсичности, возможной канцерогенности и аллергенности Ni и его соединений для человека. Несмотря на это, недостаточно изученными являются возможные последствия перорального поступления остаточных количеств Ni-содержащих катализаторов в пищевых продуктах, а также в случае их загрязнения НЧ Ni из других вышеупомянутых источников. В доступной литературе практически отсутствуют данные о пероральной токсичности НЧ металлического Ni. Кроме того, степень, в которой размер частиц влияет на токсичность Ni-содержащих наноматериалов, недостаточно изучена. Целью исследования являлось изучение острой и подострой пероральной токсичности НЧ Ni для крыс.

#### **Материалы и методы.**

Мы использовали два препарата НЧ металлического Ni (НЧ Ni 1 и НЧ Ni 2) со средним диаметром сферических частиц 53,7 и 70,9 нм по данным электронной микроскопии. В исследовании острой токсичности оба вида НЧ Ni вводили самцам и самкам крыс линии Вистар в возрасте 8 недель в однократной дозе 2000 мг/кг массы тела (м.т.) через желудочный зонд. В подостром эксперименте крысы-самцы в возрасте 7 недель (на начало эксперимента) получали в течение 92 дней НЧ Ni 1 и НЧ Ni 2, а также “традиционную” растворимую форму соли Ni (основной карбонат Ni) в расчётных дозах 0,1, 1 и 10 мг/кг м.т. в составе потребляемого рациона. На протяжении эксперимента у животных оценивали динамику массы тела, состояние кратковременной и долговременной памяти, показатели локомоторной активности и тревожно-подобные функции. По окончании эксперимента у животных оценивали интегральные, гематологические и биохимические показатели.

#### **Результаты и обсуждение.**

По результатам определения острой токсичности НЧ Ni 1 доза 2000 мг/кг превышала LD100 для самцов и была близка к LD90 для самок. Для НЧ Ni 2 расчетная величина LD50 у самцов и самок составила порядка 1600 мг/кг м.т. По своей пероральной токсичности эти наноматериалы могут быть отнесены согласно ГОСТ 32419 к 4 классу опасности или являться, в случае НЧ Ni 1, даже более опасными. В субхроническом исследовании НЧ Ni 1 достоверно снижали массу тела животных только при дозе 1 мг/кг м.т.; влияли на относительную массу селезенки при дозе 0,1 мг/кг м.т., головного мозга - при дозе 1,0 мг/кг м.т., тимуса - при дозе 10 мг/кг м.т.; двигательная активность животных снижалась при дозах 0,1 и 10 мг/кг м.т. Таким образом, для НЧ Ni 1, в тех случаях, когда можно было проследить монотонную зависимость доза-ответ, LOEL (наиболее низкий наблюдаемый уровень эффекта) можно было бы установить в дозе 10 мг/кг м.т./сут. при 92 дневном пероральном поступлении. Однако, для некоторых показателей, где такая монотонная зависимость могла отсутствовать, наблюдались значительные токсические эффекты даже при дозе 0,1 мг/кг м.т. В случае НЧ Ni 2, начиная с дозы 0,1 мг/кг м.т., регистрировались изменения относительных масс печени, тимуса и головного мозга; двигательная активность снижалась, начиная с дозы 0,1 мг/кг м.т. Другие эффекты, включая количество базофилов и показателей системы тромбоцитов, наблюдались при дозе 1 мг/кг м.т. или выше.

#### **Заключение.**

Таким образом, НЧ металлического Ni при пероральном введении крысам характеризуются наличием признаков как острой, так и субхронической токсичности. Острая токсичность была выше для препарата НЧ Ni 1 с меньшим средним размером частиц по сравнению с более крупными НЧ Ni 2. По значению LD50 НЧ

Ni 2 могут быть отнесены к веществам IV класса опасности, в то время как класс опасности НЧ Ni 1, как предполагается, еще выше. Большинство токсических эффектов, проявляемых наночастицами Ni, отсутствовали для растворимой соли этого элемента в сопоставимых дозах, что указывает на наличие нанотоксичности металлического Ni. На основе анализа изученных показателей, для которых можно было получить четкую зависимость “доза-эффект”, уровень LOEL НЧ Ni 1 был установлен на уровне 10 мг/кг м.т. Однако некоторые эффекты этих НЧ были замечены даже при дозе 0,1 мг/кг м.т., но не были подтверждены при более высоких дозах. Основными целями воздействия этих НЧ являлись нервная и иммунная системы. НЧ Ni 2 продемонстрировали признаки воздействия при дозе 0,1 мг/кг м.т. и выше, поэтому их LOEL был установлен на уровне менее 0,1 мг/кг м.т., а критическими системами являлись также головной мозг и иммунная система. Отсутствовали признаки влияния обоих типов НЧ Ni на апоптоз гепатоцитов. Для дальнейшего уточнения токсикологических характеристик и механизмов перорального воздействия металлических НЧ Ni, включая их влияние на различные биологические процессы, планируется провести исследования с использованием более широкого набора специфических биохимических, иммунологических, транскриптомных и микробиомных параметров.

#### **Финансирование.**

Работа выполнена за счет субсидии на выполнение работ в рамках Программы фундаментальных научных исследований (проект Министерства науки и высшего образования Российской Федерации № 0410-2022-0003).

#### **Благодарности. 3**

а помощь в организации и проведении исследования на всех его этапах авторы выражают своё почтение и благодар-

ность: академику РАН, д.м.н., проф. Никитюку Д.Б., чл.-корр. РАН, д.м.н., проф. Хотимченко С.А. и д.б.н. Гмошинскому И.В. Авторы благодарят Г.Н. Иванову, Т.Б. Бургасову, к.б.н. Т.Ю. Демину и к.б.н. Э.В. Леонтьеву за помощь в приготовлении рационов для крыс, к.м.н. Э.Н. Трушину и к.м.н. О.К. Мустафину - за результаты определения гематологических показателей и апоптоза, к.б.н. А.Г. Масютина - за результаты ТЭМ препаратов НЧ Ni.

# IN VIVO МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИММУНОМОДУЛЯТОРОВ В УСЛОВИЯХ ИММУНИЗАЦИИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ АНТИКОРОНАВИРУСНОЙ ВАКЦИНОЙ

Шипелин В.А.<sup>1,\*</sup>, Бервинова А.В.<sup>2</sup>, Замятина А.В.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии», Москва, РФ

<sup>2</sup>ФИБХ РАН, Пущино, Московская область, РФ

\*e-mail: v.shipelin@yandex.ru

Глобальная пандемия COVID-19, вызванная распространением коронавируса SARS-CoV-2, обострила проблему оптимального поддержания иммунной системы человека для повышения его устойчивости к вирусной инфекции. Эффективность вакцинации, как важнейшего фактора иммунопрофилактики, определяется как качеством применяемой вакцины, так и состоянием иммунной системы вакцинируемого. Не вызывает сомнений значимость обеспечения оптимального пищевого статуса, отвечающего потребностям организма человека не только в макро- и микро-нутриентах, но и в минорных биологически активных веществах (БАВ) пищи, обладающих иммуномодулирующими свойствами, необходимыми для поддержания гуморального и клеточного звеньев иммунной системы. Доклиническая оценка влияния выбранного алиментарного воздействия на эффективность антикоронавирусной вакцинации несомненно представляют интерес для раздела клинической нутрициологии, изучающего влияние питания на состояние клеточного и гуморального звеньев иммунной системы у млекопитающих. Надежность получаемых при этом ре-

зультатов и их значимость для обоснованного перехода к клиническим испытаниям в значительной степени зависят от выбора и разработки соответствующих *in vivo* моделей и спектра определяемых показателей. В цели настоящей работы входила разработка и воспроизведение на крысах линии Sprague Dawley (SD) модели для оценки ряда физиолого-биохимических показателей и состояния иммунной системы этих лабораторных грызунов в условиях модельной иммунизации экспериментальной противокоронавирусной вакциной совместно с исследованием влияния вакцинации на иммуногенные свойства белка антигена - гемоцианина моллюска-замочной скважины *Megathura crenulata* (KLH).

**Материалы и методы.** Исследования на животных проведены в соответствии с действующими международными биоэтическими правилами (протокол этической комиссии ИБХ РАН № 875/22) на базе Испытательного центра ЛБИ ИБХ РАН, имеющего аккредитацию AAALAC. В первом 35-дневном эксперименте на крысах линии SD обоих полов исследовали параметры иммунитета при иммунизации экспериментальной вакциной против коронавирусной болезни,

вызываемой вирусом SARS-CoV-2. Для изучения способности экспериментальной вакцины индуцировать выработку антител при двукратной иммунизации, препарат вводили животным опытных групп внутримышечно на 1-й и 21-й дни исследования; животным контрольных групп по аналогичной схеме проводили инъекции физиологического раствора. Во втором исследовании помимо вакцинации или инъекции физиологического раствора по указанной ранее схеме дополнительно всем животным проводили подкожную иммунизацию KLH в дозе 250 мкг/животное на 21-й день исследования после инъекций тестируемых препаратов. В ходе прижизненной фазы обоих исследований у животных регистрировали клинические признаки возможной интоксикации, еженедельно контролировали массу тела. Всех животных подвергали эвтаназии на 35-й день исследования. В первом исследовании у крыс отбирали кровь для изучения биохимических (общий белок, альбумины, глобулины, ГГТ, АЛТ, мочевины, С-реактивный белок и ревматоидный фактор) и классических гематологических показателей, а также показателей гуморального и клеточного иммунитета: уровней иммуноглобулинов к SARS-CoV-2 (индекс позитивности), субпопуляций лимфоцитов CD45RA+, KLRB1+, CD3+CD4+, CD3+CD8+ и CD8+. Во втором исследовании на 28-й и на 35-й день эксперимента у животных отбирали кровь для определения уровней специфических IgM и IgG к KLH.

**Результаты и обсуждение.** На протяжении двух экспериментов клинических признаков отклонения здоровья животных не наблюдалось, прирост массы тела был характерен для данной возрастной категории. Введение KLH на фоне двукратной иммунизации вакциной не повлияло на прирост массы тела животных. По результатам лабораторных исследо-

ваний в первом эксперименте у самцов крыс, получивших вакцину, по сравнению с контрольной группой отсутствовали изменения в биохимических показателях и наблюдались незначительные изменения в гематологических показателях, такие как анизоцитоз эритроцитов, относительный моноцитоз на 13,4%, увеличение на 7,8% среднего объема тромбоцитов и на 14,6% тромбокрита, свидетельствующие об активации тромбоцитопоэза; в группах самок крыс достоверные отличия по всем изученным показателям отсутствовали. Введение противокоронавирусной вакцины не оказало специфического действия на субпопуляционный состав лимфоцитов в крови крыс SD. Иммунизация тестируемой вакциной способствовала выработке антител, выраженной индексом позитивности, который составил  $19,4 \pm 3,4$  у самцов и  $18,4 \pm 8,2$  у самок, тогда как у интактных животных (отрицательный контроль) данный показатель составил  $0,51 \pm 0,10$  и  $0,46 \pm 8,11$ . Референсное значение индекса позитивности составляет  $\leq 1,0$ , характеризуя, таким образом, верхнее значение отрицательной нормы (отсутствия) антител к вирусу. Во втором эксперименте иммунизация экспериментальной вакциной не повлияла на выработку IgM и IgG к KLH у крыс обоих полов; уровни антител не отличались от концентраций в контрольных группах, проиммунизированных только KLH.

**Заключение.** Проведенные исследования продемонстрировали позитивный профиль безопасности противокоронавирусной вакцины по изученным показателям. Двукратная иммунизация экспериментальной вакциной не оказывала влияния на показатели клеточного иммунитета на фоне значимой выработки антител к SARS-CoV-2 независимо от пола животных. Введение вакцины не повлияло на потенциальную способность KLH вызывать специфический

устойчивый гуморальный иммунный ответ. Использование схемы иммунизации экспериментальной вакциной как в совместном сценарии с антигеном KLH, так и по отдельности с применением панели изученных показателей по разработанному временному графику, находит своё применение в качестве *in vivo* модели, результирующее действие на которую, может быть оценено в проспективном исследовании изменений маркерных показателей, длительности сохранения гуморального ответа и иммуногенной способности вакцины, а также, антигена – как второй реперной точки анализа изменений. Благодаря минимальной перекрестной реактивности KLH, его использование в модели для доклинических испытаний повышает точность иммуногенного отклика, снижая, таким

образом, вероятность влияния на ответ других внешних антигенов, способных, определенным образом, путем эпитоппной интерференции исказить результаты оценки эффективности гуморального ответа. Разработанная модель может найти своё применение в исследованиях адъювантов или в доклинических испытаниях эффективности профилактических схем приема пероральных БАВ-иммуномодуляторов.

**Финансирование.** Работа выполнена в рамках гранта РФФ № 22-16-00006.

**Благодарности.** За помощь в организации и проведении исследования, а также обсуждении его результатов авторы выражают своё почтение и благодарность: академику РАН, д.м.н., проф. Д.Б. Никитюку, д.б.н., проф. В.К. Мазо и д.б.н., проф. А.Н. Мурашеву.

## ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ НАНОЧАСТИЦ НИКЕЛЯ НА ЭЛЕМЕНТНЫЙ ГОМЕОСТАЗ ОРГАНИЗМА КРЫС ПРИ ПЕРОРАЛЬНОМ ПОСТУПЛЕНИИ

Шумакова А.А.<sup>1</sup>, Колобанов А.И.<sup>1</sup>, Соколов И.Е.<sup>1</sup>, Маисая К.З.<sup>1</sup>, Шипелин В.А.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии», Москва, РФ

<sup>2</sup>Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова, Москва, Россия

Автор для корреспонденции: Шумакова А.А. E-mail: [antonina\\_sh@list.ru](mailto:antonina_sh@list.ru)

**П**роблемы обеспечения безопасности наноматериалов (НМ), оценки и снижения создаваемых ими рисков для здоровья человека и окружающей среды по-прежнему являются актуальными. Ввиду того, что НМ обладают уникальными физико-химическими свойствами по сравнению с веществами «традиционной» степени дисперсности, крайне важно проводить всестороннее изучение их воздействия на физиоло-

гические и биохимические процессы. Одним из перспективных направлений в этой области является изучение влияния искусственных НМ на элементный гомеостаз в организме. Наночастицы никеля (НЧ Ni) входят в состав пестицидов, косметической продукции, бытовых электронных устройств, химических источников тока и таким образом представляют значительный интерес в части изучения влияния на организм человека,

в том числе на элементный гомеостаз. Цель исследования состояла в изучении влияния перорально вводимых НЧ Ni на бионакопление в органах эссенциальных и токсичных микроэлементов.

**Материалы и методы.** Модельный 92-суточный эксперимент *in vivo* проведен с использованием 80 крыс-самцов линии Вистар исходной массой тела  $180 \pm 10$  г. После недельного карантина животные были разделены случайным образом на 10 групп по 8 особей в каждой. Первая (контрольная) группа крыс получала полусинтетический сбалансированный рацион AIN-93M (ПСР) и питьевую воду, полученную способом обратного осмоса, *ad libitum*. Группы со 2-й по 4-ю получали в составе ПСР Ni в форме карбоната никеля NiCO<sub>3</sub> в расчетных дозах 0.1; 1.0 и 10 мг/кг м.т. (в пересчете на Ni); группы с 5-й по 7-ю получали в составе ПСР наночастицы никеля 20 нм (Ni НЧ1; размер по данным производителя) в дозах, эквивалентным группам со 2-й по 4-ю (в пересчете на Ni); группы с 8-й по 10-ю – получали наночастицы никеля 40 нм (Ni НЧ2; размер по данным производителя) в аналогичных дозах. При необходимости количество добавляемых препаратов Ni корректировалось с целью сохранения суточных доз. На 93-и сутки животных выводили из эксперимента путем декапитации под эфирной анестезией. Органы (печень, почки, селезенка, головной мозг, семенники) отбирали для последующего определения в них элементов (Ca, Fe, Cu, Mn, Co, Se, Zn, Cr, Al, Cd, As, Pb, Ni, Ba, Sr, V, Ag, B, Ga, Rb) методом масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой.

**Результаты и обсуждение.** В данной работе представлена о обсуждена часть полученных результатов, а именно – определение содержания Ni и других элементов в образцах Ni НЧ1 и Ni НЧ2, а также оценка накопления в печени, почках и селезенке животных Ni и неко-

торых токсичных и эссенциальных элементов

По результатам элементного анализа препаратов NiНЧ1 и NiНЧ2 содержание Ni составило  $343\ 000,00 \pm 68\ 000,00$  мкг/г и  $833\ 000,00 \pm 166\ 000,00$  мкг/г соответственно. Содержание В было в целом сопоставимо с его содержанием в составе рациона (для NiНЧ1 составило  $3\ 600,00 \pm 700$  мкг/г, для NiНЧ2 -  $190 \pm 38$ ). Содержание таких элементов, как Fe, Mn, Cu, Se, Cr, V и Zn было пренебрежимо мало по сравнению с уровнями их поступления в составе рациона, в то время как Al, Ba, Be, Ga, Cd, Co, As, Rb, Pb, Ag, Sr, Tl, Cs и лантаниды целенаправленно в состав солевой смеси не водились и поступали только как примеси к компонентам рациона. Полученные результаты свидетельствуют о накоплении в печени крыс, получавших Ni в любой форме, Pb. Одновременно с этим в ткани печени крыс, получавших Ni НЧ, отмечалось увеличение содержания Ca. Другие обнаруженные эффекты в печени: накопление Co при высоких дозах NiCO<sub>3</sub> и NiНЧ1, V - при средней дозе NiНЧ1, Al – во всех дозах NiCO<sub>3</sub>. В почках крыс, получавших NiCO<sub>3</sub> в высокой дозе и Ni НЧ2 в низкой, также отмечено возрастание содержания Pb. В селезенке при средней и высокой дозе NiНЧ1 повышалось содержание As и B. Обнаруженный эффект возможно связан с высоким содержанием В в препаратах НЧ. Содержание Pb в селезенке было повышено при высокой дозе NiCO<sub>3</sub> и при низкой дозе Ni НЧ1, в то время, как при введении крысам NiНЧ2 накопление Pb в селезенке, напротив, снижалось. Повышенное содержание V отмечалось в селезенке крыс, получавших NiНЧ2 только в низкой дозе.

#### **Заключение.**

Как показало проведенное исследование, перорально вводимые НЧ Ni способны оказывать различные влияния на микроэлементный гомеостаз, наиболее

значимые из которых: увеличение накопления Pb в печени и селезенке при отсутствии накопления самих изучаемых НЧ в указанных органах. Целый ряд влияний, оказываемых НЧ Ni на накопление катионов металлов (таких как Ba<sup>2+</sup>, Sr<sup>2+</sup>, Mn<sup>2+</sup>), отсутствовали при введении животным эквивалентной дозы растворимой соли Ni. Данные воздействия должны учитываться при токсиколого-гигиенической оценке безопасности НМ и оценке рисков для здоровья человека и окружающей среды, в том числе в условиях сочетанной контаминации продукции солями тяжелых металлов, в частности, свинцом.

**Благодарность.** Авторы благодарят члена-корреспондента РАН, д.м.н., профессора Хотимченко С.А. и д.б.н. Гмошинского И.В. за концепцию исследования и помощь на всех этапах работы.

#### **Источник финансирования**

Работа проведена за счет средств субсидии на выполнение государственного задания в рамках Программы фундаментальных научных исследований (тема Минобрнауки России № 0529-2019-0057).

## **ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА МОНТЕ-КАРЛО ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПОСТУПЛЕНИЯ РАЗЛИЧНЫХ НУТРИЕТОВ НА ПРИМЕРЕ МЯСНЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ**

Щербаков Г.Д.\*

1 ФГБУН «ФИЦ Питания и биотехнологии»

Москва, Российская Федерация

2 ФБУЗ «Федеральный центр гигиены и эпидемиологии»

Роспотребнадзора, Москва, Российская Федерация

\*[sherbakovgrigory@gmail.com](mailto:sherbakovgrigory@gmail.com)

**О**ценка состояния здоровья населения неразрывно связана с оценкой состояния питания населения. С точки зрения качества и безопасности пищевых продуктов важным является не только выявление не соответствующих обязательным требованиям продуктов, но и получение корректных количественных оценок экспозиции теми или иными веществами или оценка потенциального поступления тех или иных нутриентов. При этом получение достоверных популяционных оценок является достаточно затруднительным процессом в связи с тем, что невозмож-

но оценить потребление конкретных видов пищевых продуктов. Одновременно с этим использование средних величин для подобных оценок часто не учитывает высокую вариабельность данных, связанную с наличием различных подгрупп продуктов. Одним из подходов, возможных к применению в данной ситуации, является применение метода Монте-Карло для имитации различных факторов и их уровней, влияющих на итоговую эпидемиологическую оценку.

**Материалы и методы.** Сведения об ассортименте сосисок, сарделек, шпикачек и вареных колбас, а также их хи-

мическом составе получены в рамках исследований, выполненных в рамках федерального проекта «Укрепление общественного здоровья» национального проекта «Демография» в 2020-2021 годах. Демографические показатели использованы из официальных статистических сборников Федеральной службы государственной статистики.

Алгоритм и соответствующие вычисления реализованы на языке R версии 4.1.2, в среде разработки RStudio.

**Результаты и обсуждение.** В результате предобработки данных с целью получения корректных сведений о химическом составе изучаемых продуктов было выявлено, что при кластеризации методом k-средних по показателям содержания натрия и жира, отсутствует разница в виде полуфабриката. В результате моделирования был получен возможный ассортимент мясных изделий указанного ранее типа в 5000 торговых точек. Для каждой подобной точки были смоделированы потребители данных продуктов. Было получено 5683418 сочетаний «человек – торговая точка – продукт из данной торговой точки». По результатам кластеризации было выделено 5 потенциальных групп потребителей: в трех наибольших кластерах с килограммом мясных изделий потенциально поступало от 3,8 до 4,4 суточных потребностей (далее – СП) в натрии и от 1,5 до 2,3 СП в жире, для остальных двух кластерах в среднем было 1,7 СП в жире, а также 0,7 и 2,1 соответственно с натрии. При кластеризации же самих торговых точек было выделено 4 кластера по аналогичным показателям, относительно продуктов из представленного ассортимента. При этом различная широта ассортимента между торговыми точками, находящимися в сельских населенных пунктах и городах влияла как на величины средних внутри групп, так и на долевое соотношение этих групп в общей структуре.

Наиболее многочисленными для обоих видов населенных пунктов при этом являлись такие торговые точки, в среднем в которых, при выборе потребителем любого продукта из ассортимента, будет достаточно 250 г для достижения верхней границы СП в натрии и 40% СП в жире.

**Заключение.** Результаты моделирования продемонстрировали потенциально высокие уровни потребления жира и натрия с мясными изделиями, что может приводить к различным заболеваниям населения. Учитывая, что сведения о содержании соли не являются обязательными для вынесения на этикетку, то и контроль над её содержанием в рационе не может быть осуществлен потребителем.

Предложенный алгоритм имеет потенциал расширения в части увеличения количества рассматриваемых факторов, например антропометрических параметров, для выявления особо уязвимых категорий граждан с целью разработки рекомендаций по корректировке рационов и выбору определенных продуктов питания.

**Благодарности.** Автор выражает благодарность в содействии при выполнении работ заведующему лабораторией химии пищевых продуктов ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии» Бессонову Владимиру Владимировичу.

# ОБОГАЩЕНИЕ ДРОЖЖЕЙ *SACCHAROMYCES CEREVISIAE* – КАК ОДИН ИЗ ПУТЕЙ УСТРАНЕНИЯ МИКРОНУТРИЕНТНОЙ НЕДОСТАТОЧНОСТИ В ПИТАНИИ

Юраскина Т.В.\*, Соколова Е.Н., Фурсова Н.А., Серба Е.М.

ВНИИПБТ, Москва, Россия

\*E-mail: tatyavladyluraskina@gmail.com

**В** настоящее время глобально существует проблема дефицита макро- и микронутриентов в пищевых паттернах населения. Профилактика недостаточности потребления нутриентов наиболее перспективное направление в области сокращения алиментарно-зависимых заболеваний. Хлебопекарные дрожжи *Saccharomyces cerevisiae* являются широко используемым и экономически выгодным видом микроорганизмов для пищевой промышленности. Они признаны безопасными для человека – имеют статус «Generally Recognized as Safe» (GRAS). Имея способность к синтезу эссенциальных микронутриентов таких как витамины группы В, эргостерин, а также являясь источником белка, дрожжи обладают высокими адаптационными возможностями, что делает перспективным их использование для получения целевых ингредиентов с заданными составом и свойствами. По своей природе дрожжи могут быть носителями микроэлементов, что даёт предположительно позитивный исход при попытке обогащения. В соответствии с вышесказанным одним из перспективных путей элиминации микронутриентной недостаточности в питании населения могут выступать обогащённые микроэлементами хлебопекарные дрожжи.

## Материалы и методы.

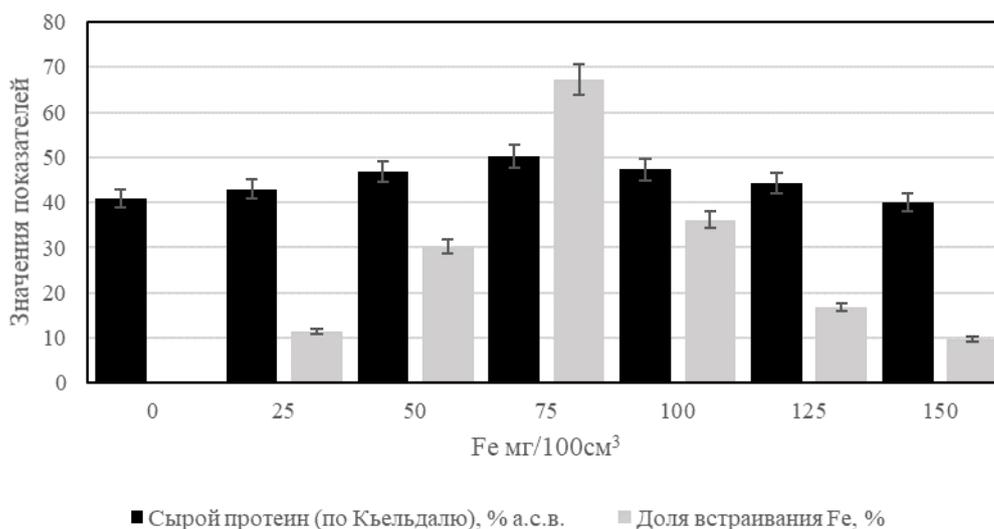
Объектом исследования стал ранее подобранный штамм хлебопекарных дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* Y-501 из коллекции ВНИИПБТ. Цель исследования состояла в изучении возможности получения обогащённых дрожжей для создания новых пищевых ингредиентов. Согласно ГОСТ Р 57221-2016 исследовали количественное содержание сырого протеина (метод Кьельдаля) на установке Vapodest (Gerhardt, Германия). Содержание железа определяли спектрофотометрическим методом с использованием раствора сульфосалициловой кислоты при длине волны  $\lambda=425$  нм.

## Результаты и обсуждение.

Первым этапом исследования стало культивирование дрожжей на питательных средах с добавлением неорганического источника микроэлемента железа в виде хлорида ( $\text{FeCl}_3 \times 6\text{H}_2\text{O}$ ) в различных концентрациях.

Результаты показали, что внесение микронутриента в количестве до 75 мг Fe/100 см<sup>3</sup> приводило к увеличению сырого протеина максимально на  $24,0 \pm 1,2\%$ , что говорит об отсутствии негативного отклика при попытке обогащения дрожжей (Рис. 1).

При введении в состав питательной среды этого же количества железа, процент встраивания составил  $67 \pm 3,4\%$ , что позволило получить вариант, покрыва-



**Рисунок 1** - Количественные характеристики обогащённых хлоридом железа хлебопекарных дрожжей *Saccharomyces cerevisiae*

ющий физиологическую потребность в микроэлементе в полной мере в расчёте на 1 г биомассы дрожжей.

**Заключение.** Хлебопекарные дрожжи *Saccharomyces cerevisiae* являются перспективным источником пищевых ингредиентов для профилактики алиментарно-зависимых заболеваний. Получение ингредиентов на основе данных микроорганизмов экономически выгодно, а конечный продукт является безопасным, натуральным и нетоксичным. Результаты исследования показали воз-

можность обогащения клеток дрожжей в достаточной степени для покрытия суточной физиологической потребности в железе, как самостоятельная добавка, так и при введении в пищевые матрицы.

**Благодарности.** Автор выражает благодарность Соколовой Е.Н., Фурсовой Н.А., Сербе Е.М. за их опыт и поддержку во всех аспектах исследования и за помощь в написании рукописи.



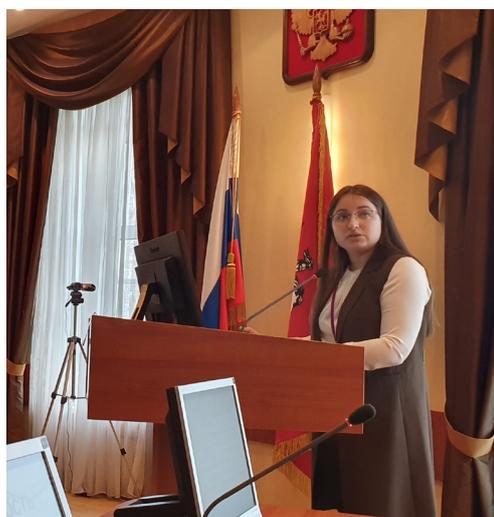
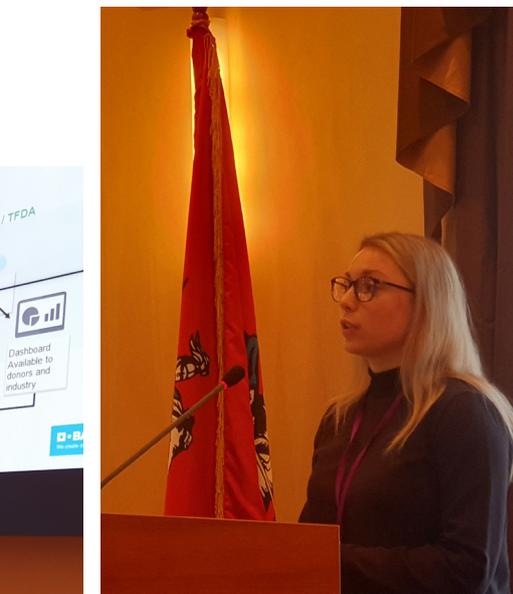
# ПРИГЛАШЕНИЕ К УЧАСТИЮ В VI ШКОЛЕ МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ

Основы здорового питания и пути профилактики алиментарно-зависимых заболеваний

**У**важаемые коллеги! Приглашаем вас принять участие в VI Школе молодых ученых "Основы здорового питания и пути профилактики алиментарно-зависимых заболеваний", которая состоится в **ноябре 2023 года**. Традиционно школа будет посвящена наиболее актуальным вопросам науки о питании и будет затрагивать широкий спектр вопросов от фундаментальных основ пищевых технологий до различных аспектов высокотехнологичной медицинской помощи.



Фрагменты истории школы молодых ученых в  
фотографиях



ПРИ ФИНАНСОВОЙ ПОДДЕРЖКЕ



Российский  
научный  
фонд

ПРОЕКТ № 19-76-30014





ISBN 978-5-9909049-8-9



9 785990 904989