

ОБЗОР

УДК 664.644.5:579.676

БИОЛОГИЧЕСКАЯ ЦЕННОСТЬ ФЕРМЕНТИРОВАННЫХ ПРОДУКТОВ**Саубенова М.Г., Олейникова Е.А., Амангелды А.А.***Товарищество с ограниченной ответственностью «Научно-производственный центр микробиологии и вирусологии», Алматы, e-mail: elena.olejnikova@mail.ru*

Ферментированные продукты в настоящее время переживают повторное открытие, что обусловлено новыми достоверными данными об их пользе для здоровья. Современные исследования в области разработки кисломолочных продуктов направлены на повышение биодоступности компонентов молока, а также использование бактериальных компонентов закваски, повышающих полезные для здоровья свойства. Постоянно выявляются новые функциональные свойства молочнокислых бактерий. Особый интерес представляет тот факт, что употребление функциональных кисломолочных продуктов может помочь снизить медикаментозную нагрузку при ряде заболеваний и снизить побочные эффекты применения лекарственных препаратов. Показано, что употребление в пищу активных пробиотиков, содержащихся в ферментированных пищевых продуктах, значительно улучшает баланс кишечной проницаемости и барьерную функцию и отражается на всех аспектах здоровья человека, включая ментальное здоровье. Большой практический интерес представляет потенциал модуляции оси микробиом – кишечник – мозг, а затем и восстановление психического здоровья посредством использования функциональных продуктов питания. Возникает необходимость дополнительных фундаментальных исследований специфики штаммов, связанных как со способностью к трансформации исходного сырья для получения того или иного ферментированного продукта, так и с их выживанием в организме хозяина и взаимодействием с ним.

Ключевые слова: ферментация, функциональные продукты, кисломолочные продукты, пробиотики, пребиотики

BIOLOGICAL VALUE OF FERMENTED FOODS**Saubenova M.G., Oleynikova E.A., Amangeldy A.A.***LLP «Scientific Production Center of Microbiology and Virology», Almaty,
e-mail: elena.olejnikova@mail.ru*

Fermented foods are currently undergoing re-discovery due to new reliable data on their health benefits. Modern research in the development of fermented milk products are aimed at improving the bioavailability of milk components, as well as the use of bacterial starter components that increase the health benefits. Constantly, new functional properties of lactic acid bacteria are being identified. Of particular interest is the fact that the use of functional fermented milk products can help to reduce the drug load in a number of diseases and reduce the side effects of the use of medicines. It has been shown that the consumption of active probiotics contained in fermented foods significantly improves the balance of intestinal permeability and barrier function and affects all aspects of human health, including mental welfare. The potential for modulating the microbiome-intestine-brain axis and then restoring mental health through the use of functional foods is of great practical interest. There is a need for additional fundamental research the specificity of the strains associated both with the ability to transform the starting material to obtain one or another fermented product, and with their survival in the host organism and interaction with it.

Keywords: fermentation, functional foods, dairy products, probiotics, prebiotics

Ферментированные продукты, такие как кисломолочные продукты, вино, пиво, квашеная капуста, бобовые, злаки, другие растительные продукты, а также мясо и рыба, были одними из первых обработанных пищевых продуктов, потребляемых человеком. Первоначально они были оценены за повышение срока годности и безопасности. Большим их преимуществом оказалось также изменение текстуры продукта, а главное, улучшение его органолептических показателей. С развитием научных знаний оказалось, что потребление ферментированных продуктов связано с многочисленными преимуществами для здоровья, обусловленными биохимическими изменениями компонентов пищи и повышением их пищевой и биологической ценности, а также введе-

нием жизнеспособных микроорганизмов, имеющих потенциал пробиотических. Контролируемый рост микроорганизмов в них позволяет проводить ферментацию в нужном направлении, варьируя и усиливая искомые свойства. В результате множества комбинаций пищевых микроорганизмов получают тысячи различных видов продуктов и напитков, характерных для разных культур в мире.

Процессы брожения классифицируют по основным метаболитам и продуцирующим их микроорганизмам: молочная кислота (молчнокислые бактерии), уксусная кислота (уксуснокислые бактерии), этиловый спирт и углекислый газ (дрожжи), пропионовая кислота (пропионовокислые бактерии), в отдельных случаях – аммиак

и жирные кислоты (бациллы, плесени). Последние используются в основном как для осахаривания или протеолиза крахмала, так и в качестве вторичной микробиоты после первичной ферментации. Ферментацию описывают также по основным пищевым субстратам – молочные продукты, овощи, бобовые, злаки, виноград, фрукты или ягоды, а также мясо и рыба.

Одним из наиболее сбалансированных и полезных продуктов питания является молоко, что обусловлено наличием в нем белка, биологически активных пептидов, конъюгированной линолевой кислоты, омега-3 полиненасыщенных жирных кислот, витамина D, селена и кальция. Они играют ключевую роль в физиологической активности организма человека и действуют путем проявления антимикробной активности, противовоспалительной, противоопухолевой, антиоксидантной, гипохолестеринемической и иммунной стимуляции. Антиоксидантные свойства молока обеспечивают сохранность и безопасность полученных из него продуктов. Вместе с тем вопрос использования молока в питании взрослого населения во многом остается спорным и отмечается тенденция снижения его потребления во многих странах, что способствует возникновению необходимости более детального изучения этой проблемы.

Проведение исследований влияния молочных продуктов на сердечно-сосудистую систему и связи их с ишемической болезнью сердца, гипертонией, инсультами, метаболическим синдромом и диабетом 2 типа, показало, что их потребление демонстрирует либо благоприятные, либо нейтральные результаты [1–3].

Современные исследования в области разработки кисломолочных продуктов направлены на повышение биодоступности компонентов молока, а также использование бактериальных компонентов закваски, повышающих полезные для здоровья свойства. Это положило основу для создания так называемых дизайнерских молочных продуктов, содержащих меньше лактозы, больше белка, модифицированный уровень жирных кислот и желаемые аминокислотные профили, что может быть использовано для предотвращения и лечения некоторых хронических заболеваний [4]. Потребление молочных продуктов, обогащенных жирными кислотами, может снизить концентрацию триацилглицерола, а обогащение их еще и фитостеролами приводит к снижению уровня вредной фракции холестерина, что связывают со снижением кардиометаболического риска [5]. Оценка и обобщение научных данных о влиянии потребления

молочных продуктов на здоровье и профилактику различных хронических заболеваний показали, что они могут снизить слабость и риск саркопении, а также уменьшить риск перелома позвоночника. Получены доказательства обратной связи между потреблением молочных продуктов и ишемической болезнью сердца и инфарктом миокарда. Кроме того, потребление молочных продуктов, особенно с низким содержанием жира, связано не только с более низким риском развития диабета 2 типа, но также с более низким риском развития колоректального рака и рака мочевого пузыря [6].

Пищевая и биологическая ценность молока еще больше повышается при его ферментации. Потребительский рынок функциональных продуктов в настоящее время более чем наполовину представлен молочнокислыми продуктами, антагонистическая активность заквасок у которых предотвращает дисбактериоз и интоксикацию организма. Бактериальные закваски, используемые при их приготовлении, фактически являются уникальными пробиотиками, адаптированными к пищеварительному тракту человека [7, 8]. В настоящее время постоянно выявляются новые функциональные свойства молочнокислых бактерий: противогрибковые [9–11], способность накапливать антиоксиданты [12], пептиды [13, 14], фибринолитическая активность [15], а также ряд других, способствующих поддержанию здорового состояния организма [16].

Оздоровительное действие молочнокислых продуктов позволяет нормализовать микрофлору желудочно-кишечного тракта человека с одновременным положительным влиянием на состояние его иммунного статуса.

Пищевые продукты, полученные путем брожения, благодаря наличию в них органических кислот, этанола и бактериоцинов, имеют меньший риск загрязнения. Микробные метаболиты способствуют также появлению новых органолептических показателей, отсутствующих у исходного сырья, и зачастую молочнокислые продукты содержат пробиотические культуры микроорганизмов.

В руководствах по питанию в ряде развитых стран, за редкими исключениями, не делается акцент на полезность использования ферментированных продуктов, и они не включены в категорию полезных, что отражает недооценку выгоды от процесса ферментации. Неоспоримую пользу от употребления йогурта связывают лишь с высоким уровнем кальция улучшенным усвоением лактозы [17].

Ферментированные продукты в настоящее время переживают повторное открытие, что обусловлено новыми достоверными данными об их пользе для здоровья. И если кисломолочные продукты, пиво и вино были предметом интенсивных исследований, ферментированные пищевые продукты на растительной основе, даже при их широком потреблении (квашеная капуста, соленые огурцы, кимчи, чайный гриб, или комбуча), получили меньше научного внимания. Кимчи – популярный гарнир в Корее, представляющий собой продукт кислой ферментации молочнокислыми бактериями, является из них наиболее изученным, и его потребление ассоциируется с многочисленными преимуществами для здоровья, включая профилактику рака и ожирения, снижение уровня холестерина и укрепление иммунной системы [18]. При употреблении пациентами с преддиабетом кимчи способствует снижению резистентности к инсулину и повышению на 33% толерантности к глюкозе [19]. У кимчи, как и у других маринованных овощей, зарегистрированы антигипертонические свойства и благоприятное влияние на лечение ожирения. Чайный гриб, или комбуча, также является популярным безалкогольным ферментированным напитком. В его приготовлении участвуют все микроорганизмы, характерные для известных ферментированных продуктов: молочнокислые бактерии, уксуснокислые бактерии, грибы и дрожжи. [20]. Широкое разнообразие ферментированных продуктов питания отмечается в африканских странах, что свидетельствует о преимуществах, которые они получили на протяжении многих поколений [21].

Ферментированные продукты питания в течение тысячелетий получали путем самопроизвольного сбраживания, тогда как сегодня многие из них изготавливаются с использованием стартовых заквасок, и процесс их производства стал автоматизированным, более воспроизводимым и надежным. В разных странах и на разных континентах традиционно потреблялись различные виды сброженных продуктов, но благодаря процессам глобализации их популярность растет и потребление расширяется. Особый интерес при этом представляет тот факт, что их потребление может помочь снизить медикаментозную нагрузку при ряде заболеваний. Так предполагается, что побочные эффекты, вызванные препаратами, используемыми при лечении сердечно-сосудистых заболеваний, могут быть снижены частичной заменой ферментированными продуктами, как известно, обеспечивающими преимущества для управ-

ления некоторыми сердечно-сосудистыми факторами риска [22] и даже потенциально улучшающими процесс выздоровления после инфаркта [23]. Их потребление позволяет снизить побочные эффекты применения лекарственных препаратов, в особенности антибиотиков, при лечении ряда заболеваний [24, 25]. Прием молочнокислых бактерий может помочь снизить даже колонизацию верхних дыхательных путей патогенными микроорганизмами [26].

В последние годы все больше отмечается перспективность исследования пищевой ценности и функциональности молочнокислых бактерий для выявления потенциальной пользы для здоровья потребителей [27–29].

Растет осведомленность населения о пользе ферментированных продуктов, таких их свойствах, как противовоспалительное, противоопухолевое, антиоксидантное, улучшение когнитивной функции и здоровья желудочно-кишечного тракта, а также снижение метаболических нарушений. Поскольку диабет является одной из основных угроз для здоровья человека, большое внимание уделяется разработке дополнительных и альтернативных лекарственных средств на основе ферментированных продуктов для улучшения стратегии лечения гипергликемии [30].

Ферментированные продукты питания и напитки обычно определяются как продукты, произведенные микроорганизмами и ферментативными превращениями основных и второстепенных пищевых компонентов. В дополнение к общепризнанным благоприятным последствиям питания для здоровья пищеварительной системы (а именно их значение для баланса кишечной микробиоты), в настоящее время получены убедительные доказательства воздействия ферментированных продуктов питания и напитков (например, йогурта, соленых огурцов, хлеба, кефира, пива, вина) на общее состояние здоровья и функций мозга. Показано, что употребление в пищу активных пробиотиков, содержащихся в ферментированных пищевых продуктах, значительно улучшает баланс кишечной проницаемости и барьерную функцию и отражается на всех аспектах здоровья человека [31].

Процесс микробной ферментации с использованием функциональных микроорганизмов (пробиотиков) превращает пищевые субстраты в более питательные и функционально богатые продукты (пребиотики), которые стимулируют размножение полезных бактерий в кишечнике, и накопление биоактивных компонентов (биоактивных веществ). Эти функциональные ингредиенты обладают способностью модифицировать кишеч-

ную микробиоту, влиять на транслокацию эндотоксинов и последующую иммунную активацию. Функциональные компоненты, присутствующие в ферментированных продуктах, обладают теоретическим потенциалом воздействия на биологические механизмы, лежащие в основе проявления депрессии и тревоги. Доклинические исследования указывают на преимущества ферментированных пищевых продуктов в ослаблении процессов нарушения функций кишечника, вызывающих депрессию и тревогу у животных. Исследования значимости ферментированной пищи для лечения или предотвращения этих состояний у людей недостаточны и имеют значительные ограничения. Однако установлено, что и у людей психические расстройства, включая депрессию и тревогу, часто сочетаются с проблемами кишечника, что указывает на двунаправленную связь между психическим здоровьем и кишечной функцией. Потенциал модуляции оси микробиом – кишечник – мозг, а затем и восстановление психического здоровья посредством использования функциональных продуктов питания, представляет большой практический интерес [32].

Взаимосвязи между микроорганизмами, обитающими в кишечнике (желудочно-кишечная микробиота) и здоровьем человека уделяется все большее внимание. Появление оси микробиота – кишечник – мозг для описания сложных связей и взаимоотношений между желудочно-кишечной микробиотой и хозяином отражает основное влияние, которое микробная среда может оказывать на здоровье мозга и расстройства центральной нервной системы. Двунаправленная связь между ними происходит через пути вегетативной, нейроэндокринной, кишечной и иммунной систем. Потенциальные нейробиологические механизмы, посредством которых сбои в этой сети могут влиять на здоровье и болезни, включают в себя активацию гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой оси и измененную активность нейротрансмиттерной и иммунной систем.

Интерес к изучению микроорганизмов, населяющих желудочно-кишечный тракт, и их влияние на здоровье и физиологию хозяина, в последние годы резко возрос [33]. Накопленные данные свидетельствуют о том, что измененная связь между микробиотой кишечника и системами организма может способствовать таким патологиям как ожирение, сахарный диабет, воспалительные и аутоиммунные заболевания, а также психоневрологические расстройства, включая аутизм, беспокойство и серьезные

депрессивные нарушения. Концептуальное развитие оси микробиом – кишечник – мозг облегчило понимание сложных и двунаправленных сетей между желудочно-кишечной микробиотой и их хозяином, выделив потенциальные механизмы, посредством которых эта среда влияет на физиологию центральной нервной системы.

Описаны экспериментальные и клинические данные, касающиеся средств терапевтической манипуляции с микробиотой кишечника как нового варианта лечения психического здоровья, а также выявлены и обсуждены важные отдельные вопросы этой проблемы [34].

Диабет является одной из основных угроз для здоровья человека. Показано [29], что решающую роль в функциональных свойствах ферментированных продуктов играют методы ферментации и активные микробы, участвующие в них. Сообщается о нескольких исследованиях *in vitro* и *in vivo* в отношении свойств ферментированных продуктов, способствующих укреплению здоровья (противовоспалительные, противоопухолевые, антиоксидантные свойства, улучшение когнитивной функции и здоровья желудочно-кишечного тракта, а также снижение наличия метаболических нарушений). Ведутся работы в области разработки дополнительных и альтернативных лекарственных средств улучшения стратегии лечения гипергликемии.

Показано, что здоровый рацион питания, включающий высокое потребление молочных продуктов и особенно йогурта, может защищать от диабета второго типа пожилых людей с высоким сердечно-сосудистым риском [35, 36]. Ферментированные продукты рекомендуются к употреблению лицами с непереносимостью лактозы и пациентами, страдающими атеросклерозом [37]. Показаны возможные преимущества для здоровья ферментированных пищевых продуктов и напитков, включающие профилактику сердечно-сосудистых заболеваний, рака, заболеваний печени, желудочно-кишечного тракта и воспалительных заболеваний кишечника, гипертонии, тромбоза, остеопороза, аллергических реакций и диабета. Кроме того, эффекты ферментированных продуктов включают увеличение синтеза питательных веществ, сокращение ожирения, повышение иммунитета и снижение непереносимости лактозы, а также обладают антивозрастными и терапевтическими свойствами [38].

У ферментированных продуктов все чаще отмечаются свойства, далеко выходящие за пределы сохранности и улучшения органолептических показателей, а польза

от их потребления значительно больше, чем сумма воздействия их отдельных микробных, питательных или биологически активных компонентов. Это вызывает интерес к особенностям микроорганизмов, осуществляющих ферментацию, и их метаболитов, попадающих в желудочно-кишечный тракт через продукты питания и напитки. Возникает необходимость дополнительных фундаментальных исследований специфики штаммов, связанных как со способностью к трансформации исходного сырья для получения того или иного ферментированного продукта, так и с их выживанием в организме хозяина и взаимодействием с ним. Исследуются различные типы микробных взаимодействий и описывается роль различных регулирующих их физических, химических, биологических и генетических факторов [39].

Исследования в странах, имеющих свою историю производства ферментированных пищевых продуктов, касаются свойств штаммов, участвующих в ферментации [40]. Было показано, что штамм *Lactobacillus plantarum*, выделенный из обычной индийской ферментированной пищи, ингибирует рост ряда пищевых патогенов [41]. Пробиотические йогурты и кисломолочные продукты, приготовленные с использованием *L. casei/acidophilus*, проявляют более высокий антиоксидантный потенциал, чем обычные йогурты и молоко, поскольку протеолиз, осуществляемый ими, высвобождает антиоксидантные пептиды, которые могут участвовать в заявленных защитных эффектах молочных продуктов против некоторых хронических заболеваний [42]. При проведении скрининга молочнокислых бактерий, включая виды, обычно используемые в качестве молочных заквасок, на способность продуцировать новые мощные ингибирующие антигипертензивные пептиды во время ферментации молока, было показано, что наиболее активными в этом плане оказались *L. casei* ATCC 7469 и культура чайного гриба (72-часовая) [43]. В качестве вспомогательной культуры для производства бифункционального йогурта может быть использован *L. casei* PRA205, обогащающий его биоактивными пептидами и жизнеспособными клетками, которые приносят пользу для здоровья хозяина в качестве пробиотиков [44, 45].

Вышесказанное открывает широкие возможности для производства функциональных ферментированных продуктов, которые могут быть использованы как диетические при тех или иных заболеваниях человека, так и в отдельных случаях даже заменяющие медикаментозное вмешательство.

Список литературы

1. Drouin-Chartier J.P., Brassard D., Tessier-Grenier M., Côté J.A., Labonté M.É., Desroches S., Couture P., Lamarche B. Systematic review of the association between dairy product consumption and risk of cardiovascular-related clinical outcomes. *Advances in Nutrition*. 2016. Vol. 7(6). P. 1026–1040. DOI: 10.3945/an.115.011403.
2. Díaz-López A., Bulló M., Martínez-González M.A., Corella D., Estruch R., Fitó M., Gómez-Gracia E., Fiol M., García de la Corte F.J., Ros E., Babio N., Serra-Majem L., Pintó X., Muñoz M.A., Francés F., Buil-Cosiales P., Salas-Salvadó J. Dairy product consumption and risk of type 2 diabetes in an elderly Spanish Mediterranean population at high cardiovascular risk. *European Journal of Nutrition*. 2016. Vol. 55(1). P. 349–360. DOI: 10.1007/s00394-015-0855-8.
3. Yu E., Hu F.B. Dairy Products, dairy fatty acids, and the prevention of cardiometabolic disease: a review of recent evidence. *Current Atherosclerosis Report*. 2018. Vol. 20(5). 24. DOI: 10.1007/s11883-018-0724-z.
4. Khan I.T., Bule M., Ullah R., Nadeem M., Asif S., Niaz K. The antioxidant components of milk and their role in processing, ripening, and storage: functional food. *Veterinary World*. 2019. Vol. 12(1). P. 12–33. DOI: 10.14202/vetworld.2019.12-33.
5. Soto-Méndez M.J., Rangel-Huerta O.D., Ruiz-López M.D., Martínez de Victoria E., Anguita-Ruiz A., Gil A. Role of functional fortified dairy products in cardiometabolic health: a systematic review and meta-analyses of randomized clinical trials. *Advances in Nutrition*. 2019. Vol. 10(suppl_2). P. S251–S271. DOI: 10.1093/advances/nmz001.
6. Gil Á., Ortega R.M. Introduction and executive summary of the supplement, role of milk and dairy products in health and prevention of noncommunicable chronic diseases: a series of systematic reviews. *Advances in Nutrition*. 2019. Vol. 10(suppl_2). P. S67–S73. DOI: 10.1093/advances/nmz020.
7. Hill C., Guarner F., Reid G., Gibson G.R., Merstein D.J., Pot B., Morelli L., Canani R.B., Flint H.J., Salminen S., Calder P.C., Sanders M.E. Expert consensus document: the international scientific association for probiotics and prebiotics consensus statement on the scope and appropriate use of the term probiotic. *Nature Reviews Gastroenterology and Hepatology*. 2014. Vol. 11. P. 506–514. DOI: 10.1038/nrgastro.2014.66.
8. Kechagia M., Basoulis D., Konstantopoulou S., Dimitriadi D., Gyftopoulou K., Skarmoutsou N., Fakiri E.M. Health benefits of probiotics: a review. *ISRN Nutrition*. 2013. 481651. [Electronic resource]. URL: <https://www.hindawi.com/journals/isrn/2013/481651/> (date of access: 27.06.2019).
9. Sharma A., Srivastava S. Anti-Candida activity of two-peptide bacteriocins, plantaricins (Pln E/F and J/K) and their mode of action. *Fungal Biology*. 2014. Vol. 118(2). P. 264–275. DOI: 10.1016/j.funbio.2013.12.006.
10. Belguesmia Y., Rabesona H., Mounier J., Pawtowski A., Le Blay G., Barbier G., Haertle T., Chobert J.-M. Characterization of antifungal organic acids produced by *Lactobacillus harbinensis* K.V9.3.1Np immobilized in gellan-xanthan beads during batch fermentation. *Food Control*. 2014. Vol. 36. P. 205–211. DOI: 10.1016/j.foodcont.2013.08.028.
11. Peyer L.C., Axel C., Lynch K.M., Zannini E., Jacob F., Arendt E.K. Inhibition of *Fusarium culmorum* by carbonxylic acid released from lactic acid bacteria in a barley malt substrate. *Food Control*. 2016. Vol. 69. P. 227–236. DOI: 10.1016/j.foodcont.2016.05.010.
12. Perna A., Intaglietta I., Simonetti A., Gambacorta E. Effect of genetic type and casein halotype on antioxidant activity of yogurts during storage. *Journal of Dairy Science*. 2013. Vol. 96. P. 1–7. DOI: 10.3168/jds.2012-5859.
13. De Mejia E. G., Dia V. P. The role of nutraceutical proteins and peptides in apoptosis, angiogenesis, and metastasis of cancer cells. *Cancer Metastasis Reviews*. 2010. Vol. 29. P. 511–528. DOI: 10.1007/s10555-010-9241-4.
14. Hernández-Ledesma B., Del Mar Contreras M., Recio I. Antihypertensive peptides: production, bioavailability and incor-

- poration into foods, *Advances in Colloid and Interface Science*. 2011. Vol. 165(1). P. 23–35. DOI: 10.1016/j.cis.2010.11.001.
15. Kotb E. Fibrinolytic bacterial enzymes with thrombolytic activity. In: *Fibrinolytic Bacterial Enzymes with Thrombolytic Activity*. Heidelberg, Dordrecht, London, New York. Springer, 2012. P. 1–74.
16. Tamang J.P., Shin D.-H.Jung., S.-J., Chae S.-W. Functional properties of microorganisms in fermented foods. *Frontiers in Microbiology* | www.frontiersin.org 10 April 2016. Vol. 7. Article 578. [Electronic resource]. URL: https://doi.org/10.3389/fmicb.2016.00578 (date of access: 27.06.2019).
17. EFSA (European Food Safety Authority): Scientific Opinion on the substantiation of health claims related to live yoghurt cultures and improved lactose digestion (ID 1143, 2976) pursuant to Article 13 (1) of Regulation (EC) No. 1924/2006. *EFSA Journal*. 2010. Vol. 8 (10). [Electronic resource]. URL: https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.2903/j.efsa.2010.1763 (date of access: 27.06.2019).
18. Park K.Y., Jeong J.K., Lee Y.E., Daily J.W. Health benefits of kimchi (Korean fermented vegetables) as a probiotic food. *Journal of Medicinal Food*. 2014. Vol. 17. P. 6–20. DOI: 10.1089/jmf.2013.3083.
19. An S.Y., Lee M.S., Jeon J.Y., Ha E.S., Kim T.H., Yoon J.Y., Ok C.O., Lee H.K., Hwang W.S., Choe S.J., Han S.J., Kim H.J., Lee K.W. Beneficial effects of fresh and fermented kimchi in prediabetic individuals. *Annals of Nutrition and Metabolism*. 2013. Vol. 63. P. 111–119. DOI: 10.1159/000353583.
20. *Advances in Food and Nutrition Research: Volume 87*. 2019. Elsevier Science Publishing Co Inc. 458 p.
21. Franz C.M., Huch M., Mathara J.M., Abriouel H., Benomar N., Reid G., Galvez A., Holzapfel W.H. African fermented foods and probiotics. *International Journal of Food Microbiology*. 2014. Vol. 190. P. 84–96. DOI: 10.1016/j.ijfoodmicro.2014.08.033.
22. Plana N., Nicolle C., Ferre R., Camps J., Cos R., Viloria J., Masana L., DANACOL Group Plant sterol-enriched fermented milk enhances the attainment of LDL-cholesterol goal in hypercholesterolemic subjects. *European Journal of Nutrition*. 2008. Vol. 47. P. 32–39. DOI: 10.1007/s00394-007-0693-4.
23. Gan X.T., Ettinger G., Huang C.X., Burton J.P., Haist J.V., Rajapurohitam V., Sidaway J.E., Martin G., Gloor G.B., Swann J.R., Reid G., Karmazyn M. Probiotic administration attenuates myocardial hypertrophy and heart failure after myocardial infarction in the rat. *Circulation. Heart Failure*. 2014. Vol. 7. P. 491–499. DOI: 10.1161/CIRCHEARTFAILURE.113.000978.
24. Beausoleil M., Fortier N., Guénette S., L'ecuyer A., Savoie M., Franco M., Lachaine J., Weiss K. Effect of a fermented milk combining *Lactobacillus acidophilus* C11285 and *Lactobacillus casei* in the prevention of antibiotic-associated diarrhea: A randomized, double-blind, placebo-controlled trial. *Canadian Journal of Gastroenterology*. 2007. Vol. 21. P. 732–736.
25. Wenus C., Goll R., Loken E.B., Biong A.S., Halvorsen D.S., Florholmen J. Prevention of antibiotic-associated diarrhea by a fermented probiotic milk drink. *European Journal of Clinical Nutrition*. 2008. Vol. 62. P. 299–301. DOI: 10.1038/sj.ejcn.1602718.
26. Glück U., Gebbers J.O. Ingested probiotics reduce nasal colonization with pathogenic bacteria (*Staphylococcus aureus*, *Streptococcus pneumoniae*, and beta-hemolytic streptococci) *The American Journal of Clinical Nutrition*. 2003. Vol. 77. P. 517–520.
27. Chilton S.N., Burton J.P., Reid G. Inclusion of fermented foods in food guides around the world. *Nutrients*. 2015. Vol. 7(1). P. 390–404. DOI: 10.3390/nu7010390.
28. Baschali A., Tsakalidou E., Kyriacou A., Karavasiloglou N. Traditional low-alcoholic and non-alcoholic fermented beverages consumed in European countries: a neglected food group. *Nutrition Research Reviews*. 2017. Vol. 30 (1). P. 1–24. DOI: 10.1017/S0954422416000202.
29. Marco M.L., Heeney D., Binda S., Cifelli C.J., Cotter P.D., Foligné B., Gänzle M., Kort R., Pasin G., Pihlanto A., Smid E.J. Health benefits of fermented foods: microbiota and beyond. *Current Opinion in Biotechnology*. 2017. Vol. 44. P. 94–102. DOI: 10.1016/j.copbio.2016.11.010.
30. Sivamaruthi B.S., Kesika P., Prasanth M.I., Chaiyasut C. A Mini Review on Antidiabetic Properties of Fermented Foods. *Nutrients*. 2018. Vol. 10(12). 1973. DOI: 10.3390/nu10121973.
31. Bell V., Ferrão J., Pimentel L., Pintado M., Fernandes T. One Health, Fermented Foods, and Gut Microbiota. *Foods*. 2018. Vol. 7(12). E195. DOI: 10.3390/foods7120195.
32. Aslam H., Green J., Jacka F.N., Collier F., Berk M., Pasco J., Dawson S.L. Fermented foods, the gut and mental health: a mechanistic overview with implications for depression and anxiety. *Nutritional Neuroscience*. 2018. Vol. 11. P. 1–13. DOI: 10.1080/1028415X.2018.1544332.
33. Rieder R., Wisniewski P.J., Alderman B.L., Campbell S.C. Microbes and mental health: A review. *Brain, Behavior, and Immunity*. 2017. Vol. 66. P. 9–17. DOI: 10.1016/j.bbi.2017.01.016.
34. Bruce-Keller A.J., Salbaum J.M., Berthoud H.R. Harnessing Gut Microbes for Mental Health: Getting From Here to There. *Biological Psychiatry*. 2018. Vol. 83(3). P. 214–223. DOI: 10.1016/j.biopsych.2017.08.014.
35. Guasch-Ferré M., Becerra-Tomás N., Ruiz-Canela M., Corella D., Schröder H., Estruch R., Ros E., Arós F., Gómez-Gracia E., Fiol M., Serra-Majem L., Lapetra J., Basora J., Martín-Calvo N., Portoles O., Fitó M., Hu F.B., Forga L., Salas-Salvadó J. Total and subtypes of dietary fat intake and risk of type 2 diabetes mellitus in the Prevención con Dieta Mediterránea (PREDIMED) study. *The American Journal of Clinical Nutrition*. 2017. Vol. 105(3). P. 723–735. DOI: 10.3945/ajcn.116.142034.
36. Díaz-López A., Bulló M., Martínez-González M.A., Corella D., Estruch R., Fitó M., Gómez-Gracia E., Fiol M., García de la Corte F.J., Ros E., Babio N., Serra-Majem L., Pintó X., Muñoz M.A., Francés F., Buil-Cosiales P., Salas-Salvadó J. Dairy product consumption and risk of type 2 diabetes in an elderly Spanish Mediterranean population at high cardiovascular risk. *European Journal of Nutrition*. 2016. Vol. 55(1). P. 349–360. DOI: 10.1007/s00394-015-0855-8.
37. Shiby V.K., Mishra H.N. Fermented milks and milk products as functional foods—a review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2013. Vol. 53(5). P. 482–496. DOI: 10.1080/10408398.2010.547398.
38. Thapa N., Tamang J.P. Functionality and therapeutic values of fermented foods In: *Health Benefits of Fermented Foods*. In: *Health Benefits of Fermented Foods and Beverages*. 2015. CRC Press. New York. P. 111–168. DOI: 10.1201/b18279-3.
39. Tshikantwa T.S., Ullah M.W., He F., Yang G. Current Trends and Potential Applications of Microbial Interactions for Human Welfare. *Frontiers in Microbiology*. 2018. Vol. 9. 1156. DOI: 10.3389/fmicb.2018.01156.
40. Gupta A., Tiwari S.K. Probiotic potential of *Lactobacillus plantarum* LD1 isolated from batter of Dosa, a South Indian fermented food. *Probiotics and Antimicrobial Proteins*. 2014. Vol. 6. P. 73–81. DOI: 10.1007/s12602-014-9158-2.
41. Rabie M.A., Elsaidy S., el-Badawy A.A., Siliha H., Malcata F.X. Biogenic amine contents in selected Egyptian fermented foods as determined by ion-exchange chromatography. *Journal of Food Protection*. 2011. Vol. 74. P. 681–685. DOI: 10.4315/0362-028X.JFP-10-257.
42. Fardet A., Rock E. In vitro and in vivo antioxidant potential of milks, yoghurts, fermented milks and cheeses: a narrative review of evidence. *Nutrition Research Reviews*. 2018. Vol. 31(1). P. 52–70. DOI: 10.1017/S0954422417000191.
43. Elkhtab E., El-Alfy M., Shenana M., Mohamed A., Yousef A.E. New potentially antihypertensive peptides liberated in milk during fermentation with selected lactic acid bacteria and kombucha cultures. *Journal of Dairy Science*. 2017. Vol. 100(12). P. 9508–9520. DOI: 10.3168/jds.2017-13150.
44. Rutella G.S., Tagliacuzzi D., Solieri L. Survival and bioactivities of selected probiotic lactobacilli in yogurt fermentation and cold storage: New insights for developing a bi-functional dairy food. *Food Microbiology*. 2016. Vol. 60. P. 54–61. DOI: 10.1016/j.fm.2016.06.017.
45. Solieri L., Rutella G.S., Tagliacuzzi D. Impact of non-starter lactobacilli on release of peptides with angiotensin-converting enzyme inhibitory and antioxidant activities during bovine milk fermentation. *Food Microbiology*. 2015. Vol. 51. P. 108–116. DOI: 10.1016/j.fm.2015.05.012.