

УДК 579.62

Возможность использования микроорганизмов для поддержания здоровья, профилактики и лечения заболеваний

Кубрикова Ю.В., Оруджова А.Н., Соколовская Л.Н., Хаустова С.Ю., Олсуфьева А.В.

Московский финансово-промышленный университет «Синергия»

Аннотация

Обзор посвящен изучению свойств пробиотических микроорганизмов, выделенных из кисломолочных продуктов фермерских хозяйств, их роли в профилактике развития аллергий. Приведены современные данные, экспериментально подтверждающие положительную профилактическую роль пробиотиков. Показана роль адгезии пробиотических микроорганизмов с эпителием кишечника и значение в ингибировании активности ряда патогенных микроорганизмов. Для поиска статей были использованы базы данных Web of Science и Elibrary с 2013 по 2023 годы.

Ключевые слова: ПРОБИОТИКИ, МИКРОБИОТА, АЛЛЕРГИЯ, LACTOBACILLUS, МИКРООРГАНИЗМЫ

Введение

Масштабы частоты встречаемости пищевых аллергий за последние годы в странах Европы, Азии и США рассматриваются как глобальная проблема. По прогнозам ученых, к 2025 году половина населения Европы будет поражена различными аллергическими заболеваниями [1]. Проблема пищевой аллергии привлекает ученых со всего мира к изучению фактов, которые могут косвенно или прямо повлиять на повышение аллергической десенсибилизации.

Однако, до сих пор, условия формирования аллергических реакций остаются неизвестными. Одна из ведущих теорий, объясняющих природу аллергических заболеваний, была предложена в 1989 году Strachan [2] как гипотеза гигиены. Согласно

этой гипотезе, аллергические заболевания реже наблюдаются у детей из многодетных семей, где организм подвергается большей микробной нагрузке. С уменьшением размера семьи, переходом к западному образу жизни и улучшению гигиены, аллергии встречаются чаще.

Распространенность аллергий, вероятно, связана с частым использованием антибиотиков, изменением пищевого рациона и миграцией населения из сельских районов в городские, что в итоге привело к сокращению контактов с микромиром - бактериями, вирусами и паразитами. Вследствие этого наша иммунная система в поисках чужих антигенов начала воспринимать в качестве «злобных агентов» частицы пищи и пыльцу.

В последние годы было проведено большое число исследований, посвященных изучению влияния микроорганизмов на развитие патологических состояний, включая аллергию. Более 100 лет назад выдающийся лауреат Нобелевской премии Илья Мечников провел исследования, доказавшие, что добавление в пищевые продукты бактерий, вырабатывающих молочную кислоту, позитивно влияет на течение заболеваний органов пищеварения и дыхания [3].

Эффект фермы

Многочисленные недавние исследования подтверждают, что формирование микробиома кишечника зависит от состава пищи и ее воздействия на наш организм. Особенно важное влияние на микробиому оказывают микроорганизмы, содержащиеся в молочных продуктах и те, которые прошли через желудочно-кишечный тракт животных.

По данным исследований Ценд-Аюуш Ч. и Ганиной В.И. [4] молочные продукты, полученные от фермерских хозяйств, обладают высокой пробиотической активностью и содержат богатый микробный пейзаж. Большинство выделенных микроорганизмов относятся к таксономическим группам: *Lactobacillus (L.) delbrueckii ssp. bulgaricus*, *Lactobacillus helveticus*, *Lactobacillus fermentum* и *Streptococcus thermophilus* (табл. 1) [4].

Выделенные штаммы являются толерантными к желчным солям и обладают сильной толерантностью к желудочному соку. Они также являются гетероферментативными, то есть могут ферментировать углеводы с образованием нескольких конечных продуктов брожения и могут применяться в производстве кисломолочных продуктов.

Таблица 1. Видовая характеристика штаммов, выделенных из фермерских молочных продуктов

Наименование штамма	Количество
<i>Lactobacillus delbrueckii</i> spp. <i>bulgaricus</i>	155
<i>Lactobacillus helveticus</i>	115
<i>Lactobacillus fermentum</i>	78
<i>Streptococcus thermophilus</i>	43
<i>Lactobacillus rhamnosus</i>	40
<i>Enterococcus durans</i>	17
<i>Weissella confusa</i>	16
<i>Lactococcus lactis</i> ssp. <i>lactis</i>	20
<i>Lactobacillus buchneri</i>	7
<i>Lactobacillus kefir</i>	10
<i>Lactobacillus paracasei</i> spp. <i>torelans</i>	6
<i>Lactobacillus paracasei</i> spp. <i>paracasei</i>	4
<i>Lactobacillus pentosus</i>	12

Возможность использования микроорганизмов для поддержания здоровья, профилактики и лечения заболеваний широко обсуждается в научных кругах. Известно, что штаммы *Lactobacillus rhamnosus* и *Lactobacillus paracasei* хорошо переносят низкие значения pH и желчные кислоты, что позволяет им преодолевать кислотный барьер желудочно-кишечного тракта. Штаммы *Lactobacillus rhamnosus* *Lactobacillus paracasei* способны образовывать биопленку и обладают повышенной адгезией к эпителиальным клеткам и муцинам. Формирование биопленки возможно в условиях, включающих низкую pH, высокую осмолярность, присутствие желчных кислот, а также длинноцепочечные сахараиды. Оба штамма обладают ингибирующими свойствами в отношении отдельных потенциально вредных микроорганизмов, особенно в отношении *Candida albicans*.

Штаммы *Lactobacillus* — это группа бактерий, которая известна своими полезными свойствами для здоровья человека. Они являются одним из типов молочнокислых бактерий и содержатся в таких продуктах, как йогурт, кефир и квас. Одно из преимуществ *Lactobacillus* заключается в их антимикробной активности, которая может помочь в борьбе с различными бактериальными инфекциями. *Salmonella typhimurium*, например, является бактерией, которая может вызывать пищевое отравление у людей. Исследования показали, что *Lactobacillus rhamnosus* может эффективно снижать численность *Salmonella typhimurium*. В ходе эксперимента, проведенного в лаборатории,

было выявлено, что после 24-часового совместного культивирования численность *Salmonella typhimurium* уменьшилась вдвое.

Таким образом, использование штаммов *Lactobacillus* может представлять собой перспективный подход к борьбе с некоторыми бактериальными инфекциями, особенно теми, которые вызываются *Salmonella typhimurium*. Однако, перед тем как использовать данные бактерии в качестве терапии, необходимо провести дополнительные исследования и клинические испытания, чтобы получить более точные результаты и установить эффективность данного метода на практике. Виды *Lactobacillus paracasei* и *Streptococcus thermophilus* являются повсеместными симбионтами, обнаруживаемыми в желудочно-кишечном тракте, мочеполовой системе и полости рта. *Streptococcus thermophilus* способен повышать вирулентность потенциально вредных представителей микробиоты, таких как *Candida albicans*. В ходе проведения серии экспериментов было подтверждено, что *Lactobacillus paracasei* продуцирует молекулы с противомикробными и поверхностно-активными свойствами, которые подавляют рост и развитие *Streptococcus spp.* *Lactobacillus*, а также ингибирует гемолитическую активность *Streptococcus pyogenes* и прикрепление его к эпителиальным клеткам [5].

Lactococcus lactis относящиеся к семейству Streptococaceae были впервые выделены из сырого коровьего молока и сегодня широко используются для приготовления сыров и других кисломолочных продуктов.

Штаммы *Lactococcus lactis*, являющиеся основным компонентом заквасочных культур обладают рядом интересных биохимических характеристик. Кроме известных полезных свойств, таких как толерантность к кислотам и щелочам, адгезия к слизистой оболочке и эпителиальным поверхностям, антимикробная активность в отношении патогенных бактерий и активность гидролазы солей желчи, *Lactococcus lactis* в процессе ферментации способны производить ферменты, витамины конъюгированную лимонную кислоту, экзополисахариды [6] и нейроактивные соединения, включая ГАМК, серотонин, дофамин и ацетилхолин [7]. Недавно предложенный термин «психобиотики», используемый для характеристики штаммов способных продуцировать нейроактивные вещества, такие как ГАМК, которые рассматриваются как биоактивный компонент улучшающий сон, уменьшающий беспокойство и депрессию, способствующий росту мышц и регуляции кровяного давления [8]. В эксперименте на взрослых самцах крыс

было показано, что введение пробиотиков приводило к снижению концентрации норадреналина и как следствие к снижению стресса [7].

Антибактериальной активностью также обладают *Lactobacillus delbrueckii* spp. *Bulgaricus*. В многочисленных исследованиях показано, что *Lactobacillus delbrueckii* способна ингибировать адгезию *E.Coli*. Антибактериальная активность в основном связана выработкой молочной кислоты, продуцируемой *Lactobacillus delbrueckii* spp. *Bulgaricus*. *E.Coli* способна эффективно связываться с клетками эпителия кишечника. Как показали многочисленные исследования [9] при одновременном добавлении двух бактерий (конкурентное ингибирование), показатели прилипания *E.Coli* снижались, а показатели адгезии *L. delbrueckii* увеличивались. Адгезированные *L. delbrueckii* вытесняли *E.Coli*, что может быть использовано в лечении и предупреждении желудочно-кишечных инфекций.

Lactobacillus helveticus обладает рядом свойств, способствующих укреплению здоровья. Его широко используют при изготовлении молочнокислых продуктов, в частности сыров. *Lactobacillus helveticus* обладает потенциалом продуцировать биоактивные пептиды или бактериоцины и оказывать симбиотический эффект в сочетании с пребиотиками в ферментированных молочных продуктах [10]. *Lactobacillus helveticus* обладает потенциалом продуцировать пептиды, способные ингибировать активность ангиотензинпревращающего фермента, демонстрируя терапевтическую активность этого вида использования ферментированных молочных продуктов [11].

Штаммы *Lactobacillus helveticus* — это грамположительные, анаэробные бактерии, которые часто используются в промышленных процессах производства молочных продуктов. Они также являются одними из наиболее изученных пробиотических бактерий и известны своими положительными эффектами на здоровье человека. Выделенный из вагинального тракта здоровых взрослых женщин в Индии штамм МТСС 5463 обладает значительной антимикробной активностью, что делает его потенциально полезным для борьбы с патогенными бактериями и другими возбудителями инфекций. Это свойство может быть особенно полезно для профилактики и лечения инфекций мочевых путей. Кроме того, штамм МТСС 5463 также проявил гипохолестеринемический эффект у людей. Это означает, что он может помочь снизить уровень холестерина в крови, что в свою очередь может снизить риск развития сердечно-сосудистых заболеваний. Штамм МТСС 5463 также показал положительные иммуномодулирующие эффекты на модели

цыпляют. Это свойство может быть полезным для поддержки иммунной системы человека и устранения симптомов, ассоциированных с различными видами аллергий и воспалительных заболеваний. В целом, эти характеристики делают штамм *Lactobacillus helveticus* MTCC 5463 легко доступным полезным пробиотиком, который может помочь улучшить здоровье и поддерживать иммунную систему [12]. Высокой антимикробной активностью обладает штамм BGRA 43, выделенный из кишечника здорового человека, особенно в отношении *Yersinia enterocolitica*, *Shigella sonnei*, *Shigella flexneri* и *Streptococcus pneumonia* [13]. Важно, что штамм BGRA 43 воплощает многие полезные свойства *L. helveticus*, такие как протеолитическая активность в отношении козеина и β -лактоглобулины, способность выделять биоактивные пептиды в кислом молоке, модулировать выработку противовоспалительных цитокинов IL-6 и TNF- α и выживать в условиях патологии желудочно-кишечного тракта [9].

Lactobacillus fermentum широко известный пробиотик, содержащийся в различных ферментированных продуктах. *L. fermentum* можно выделить из всего желудочно-кишечного и вагинального тракта здорового человека и желудочно-кишечного тракта животных, относящихся к родам *Bos* и *Bubalus*. Также обнаруживается в ферментирующихся овощах и сточных водах. Штаммы *L. fermentum* обладают антагонистическими свойствами по отношению к различным патогенным бактериям и грибам таким как *Staphylococcus aureus*, *Candida albicans*, *Helicobacter pylori*, *Campylobacter jejuni*. Бактериостатическую активность можно объяснить выработкой органических кислот молочной, уксусной и антимикробных пептидов [14]. Недавние исследования подтвердили, что *L. fermentum* взаимодействует с макрофагами, дендритными клетками и участвует в регуляции воспалительных цитокинов [15]. В исследованиях на животных сообщалось об усиленной регуляции иммунных клеток и иммунных факторов. Несмотря на все вышеизложенное, по сравнению с другими пробиотическими лактобациллами, такими как *Lactobacillus rhamnosus*, исследование *L. fermentum* все еще находится в стадии развития [15].

Род бактерий *Weissella*, включающий виды *Weissella confusa* и *Weissella cibaria* повсеместно распространены в природе, существуют в качестве симменсалов в желудочно-кишечном тракте позвоночных животных, в ферментированных продуктах и сточных водах [9]. *W. confusa* и *W. cibaria* в последнее время стали объектом обширных исследований, эти бактерии обладают огромными пробиотическим и антимикробным

свойствами. *W. cibaria* способна существенно укреплять иммунную систему хозяина с ослабленным иммунитетом. *W. confusa* снижает экспрессию гена INOS ответственного за регуляцию выработки оксида азота, противовоспалительного медиатора, вырабатываемого из L- аргинина [16]. *W. confusa* также метаболизирует и использует аргинин для собственного роста, следовательно еще больше снижает уровень оксида азота в организме [17]. Используя модельную систему на личинках рыбок данио было продемонстрировано что экзополисахарид, продуцируемый *W. confusa*, может уменьшать воспаление, вызванное токсином, полученным из *E.coli* [16].

Было показано, что штамм WIKIM 28 *W. cibaria* может успешно применяться в лечении атопического дерматита и кожных аллергий [18]. Пероральное введение *W. cibaria* WIKIM28 привело уменьшению симптомов дерматита у мышей. У исследуемой группы животных наблюдалось повышенное соотношение дифференцированных CD4⁺CD25⁺Foxp3⁺ регуляторных Т-клеток (Tregs) наряду с соответствующим увеличением IL-10 в поликлональных мезинхимальных лимфоцитах, что связано с подавленным иммунным ответом. Эти результаты указывают на то, что *W. cibaria* WIKIM 28 способна изменить воспалительные реакции за счет воздействия между селезенкой и лимфатической системой [19].

Антимикробный потенциал *Weissella* определяется тем, что род продуцирует экзополисахариды, способные ингибировать рост и адгезию *S.aureus*, *B.cereus*, *E.coli*, *S.enterica* и *S. typhi* [20]. *Weissella* вырабатывают уникальный бактериоцин- вайселлицин, впервые описанный С. Шрионнуалом, проявляющий антимикробную активность в отношении ряда грамположительных бактерий [21].

Безопасность видов *W. confusa* и *W. cibaria* всегда была спорным вопросом из-за способности вызывать оппортунистические инфекции у пациентов с сопутствующими заболеваниями. В ряде исследований показано, что в некоторых случаях ведущую роль в развитии сепсиса, эндокардита, послеоперационного остеомиелита принадлежит *Weissella* [22, 23]. Все зарегистрированные случаи были успешно вылечены различными противобактериальными препаратами. Несмотря на предполагаемый оппортунистический эффект, продолжают изучаться уникальные противомикробные и противовоспалительные свойства *Weissella*.

На численность и количественный состав влияют прежде всего факторы питания. Проведено исследование Jing L и соавторов направленное на изучение влияния

пробиотиков и фитобиотиков и их комбинация в качестве кормовых добавок, задаваемых неонатальным телятам на показатели здоровья, продуктивность и метаболический статус телят. Опытная группа телят имела более высокую массу тела по сравнению с контрольной группой. Кроме того, у телят опытной группы было меньшее количество паразитических ооцист/кист, процент инфицированных *Cryptosporidium* телят был ниже. У опытных телят было более высокое количество лактобактерий и простейших по сравнению с группой животных не получающей пищевой добавки [4, 21]. Введение в рацион пробиотиков и фитобиотиков способно модулировать кишечную микробиоту, что приводит к укреплению здоровья животного и улучшению качества мяса и молока.

Многочисленные исследования подтверждают, что пробиотики могут оказывать положительное влияние на микробиом млекопитающих. Например, пробиотики могут помочь в регуляции обмена веществ и снижении уровня холестерина в крови. Они также могут улучшить состояние иммунной системы, что приводит к уменьшению риска развития инфекционных заболеваний. Пробиотики также могут помочь в лечении некоторых заболеваний, связанных с изменением микробиома. Например, пробиотики могут помочь в лечении острой диареи и запоров, а также в облегчении симптомов пищевой непереносимости. Вместе с тем необходимо заметить, что эффекты пробиотиков могут быть достигнуты только при правильном их использовании и соблюдении рекомендуемых дозировок. Кроме того, на сегодняшний день не все эффекты пробиотиков достаточно изучены, и требуют дальнейшего анализа [22].

Кишечный микробиом при аллергических заболеваниях

Растущее число клинических испытаний и экспериментов на животных показали, что пробиотические бактерии являются перспективными средствами профилактики аллергии. Было показано, что *Lactobacillus rhamnosus* LOCK 900, *Lactobacillus rhamnosus* LOCK 909, *Lactobacillus casei* LOCK 919 распознаются через рецептор TLR2 и рецепторы белка, содержащего NOD2 и стимулируют дендритные клетки вырабатывать цитокины. Экспериментальная линия мышей, колонизированная смесью трех штаммов *Lactobacillus*, показала более высокую устойчивость к аллергенам и значительно более низкие уровни аллергоспецифичных Ig E, Ig G1 и Ig G2 и повышенный общий уровень Ig A в сыворотке крови и кишечной слизи. Спленциты и клетки брыжеечной лимфатической ткани, колонизированные смесью *Lactobacillus*, стимулировали значительное усиление

регуляции TGF- β после добавления аллергена. Колонизация улучшила эпителиальный барьер кишечника и снизила аллергическую сенсibilизацию к аллергенам по сравнению со стерильными животными [22].

Таким образом, смесь *Lactobacillus* демонстрирует потенциал для использования в профилактике повышенной проницаемости кишечника возникновения аллергий у людей.

В исследовании Lundelin K. *Lactobacillus rhamnosus* вводили детям, родители или первые родственники которых, в анамнезе имели атопический дерматит, аллергический ринит или астму. В результате двухлетнего использования данного штамма частота возникновения атопического дерматита снизилась в половину. Другой группе младенцев, страдающих атопической экземой, вводили добавку *Lactobacillus paracasei* в течение полугода, по окончании которого было отмечено снижение тяжести течения атопической экземы [23].

Исследования показали, что снижение количества бифидобактерий и лактобактерий в 1–2 месяцах увеличивало вероятность возникновения аллергии к 5 годам [23].

Высокая встречаемость аллергии, наблюдаемая в последние десятилетия, может быть следствием раннего дисбактериоза кишечника, причина которого в том, что формирующаяся микробиота в первые месяцы жизни очень чувствительна к таким факторам, как тип вскармливания, характер родов (кесарево сечение или вагинальные роды), рацион питания ребенка и контакты с животными [24]. В своем исследовании Cukrowska В. и др. пришли к выводу, что грудное вскармливание и вагинальные роды положительно влияют на формирование биома ребенка. У младенцев, рожденных естественным путем и получающих грудное молоко в кишечнике преобладают виды *Bifidobacterium* и *Lactobacillus*, в то время как у детей, получающих искусственное питание, в кишечнике доминируют бактероиды, стафилококки, клостридии и энтеробактерии, а виды *Bifidobacterium* и *Lactobacillus* представлены в меньшем количестве. В человеческом грудном молоке содержится огромное количество биологически активных компонентов, оказывающих влияние на формирование кишечной микробиоты [25]. Уникальность молока объясняется нахождением в нем олигосахаридов человеческого молока, являющихся природными пребиотиками и служащими селективным субстратом для видов *Bifidobacterium* и *Lactobacillus*. Поэтому, очевидно,

что у детей, получающих грудное молоко, количество этих бактерий превалирует над остальной микробиотой [26].

Было замечено, что смесь штаммов *Lactobacillus* подавляет проаллергический профиль цитокинов Th2 и стимулирует выработку цитокинов Th1 и TGF- β фактора, ответственного за развитие иммунной толерантности [26].

Пробиотические бактерии обладают адгезивной способностью, прикрепляясь к клеткам кишечника и формируя биологическую пленку. Вместе со слизистым эпителием кишечника она формирует кишечный барьер, отвечающий за избирательную проницаемость. При нормальном функционировании в кровоток проникают только полезные для организма частицы пищи и вещества, а потенциально опасные вещества задерживаются на поверхности. Незрелый кишечный барьер, измененный цитокиновый профиль Th-2 (Т-хелперных клеток 2-го типа), вероятно, служит основной причиной аллергии [27].

Выводы

Пробиотические микроорганизмы, выделенные из кисломолочных продуктов фермерских хозяйств, имеют множество полезных свойств для организма человека и животных. Они являются живыми микроорганизмами, которые способны выживать в нашем кишечнике и оказывать положительное влияние на здоровье. Одним из главных свойств пробиотиков является поддержание баланса микрофлоры в кишечнике. Это помогает укреплять иммунную систему и защищать организм от различных инфекционных заболеваний. Кроме того, пробиотики способствуют улучшению пищеварения и усвоению питательных веществ. Еще одно важное свойство пробиотиков – это их роль в профилактике развития аллергий. Последние исследования показывают, что употребление продуктов с пробиотическими микроорганизмами может снижать риск развития аллергических реакций. Это связано с тем, что пробиотики улучшают состояние кишечной микрофлоры, что в свою очередь приводит к снижению уровня интенсивности воспалительной реакции в организме. Тем не менее, необходимо учитывать, что пробиотические микроорганизмы имеют специфические свойства и не все из них одинаково эффективны для всех людей. Поэтому, чтобы использовать пробиотики с максимальной пользой для здоровья, необходимо проводить индивидуальный подход и выбирать соответствующие продукты.

Важно отметить, что вопросы о том, какие именно пробиотики эффективны, и в каких дозах их следует употреблять, до конца не изучены. Дальнейшее исследование микроорганизмов, выделенных из кисломолочных продуктов фермерских хозяйств, поможет уточнить их свойства и эффективность в профилактике различных заболеваний.

Список использованных источников:

1. Айтбаев К.А. и др. АЛЛЕРГИЯ В ФОКУСЕ – КИШЕЧНАЯ МИКРОБИОТА // The Scientific Heritage. – 2021.- № 65–2. – С. 41–47.
2. Giraffa G. Lactobacillus helveticus: важность для питания и здоровья // Рубежи микробиологии. – 2014. – Т. 5. – С. 338. DOI: [10.3389/fmicb.2014.00338](https://doi.org/10.3389/fmicb.2014.00338)
3. Sundararaman A., Ray M., Ravindra P.V., Halami P.M. Role of probiotics to combat viral infections with emphasis on COVID-19. Appl Microbiol Biotechnol. 2020;104(19):8089–8104. DOI: [10.1007/s00253-020-10832-4](https://doi.org/10.1007/s00253-020-10832-4).
4. Ценд-Аюуш Ч., Галина В.И. Пробиотические свойства молочнокислых бактерий, выделенных из национальных молочных продуктов Монголии // Техника и технология пищевых производств. - 2013. - №.1 (28).- С. 58А-64.
5. Archambault L., Koshy-Chenthittayil S., Thompson A., Dongari-Bagtzoglou A., Understanding Lactobacillus paracasei and Streptococcus oralis Biofilm Interactions through Agent-Based Modeling. ASM Journals. - Vol. 8. - No. 2. DOI: [10.1128/mSphere.00875-21](https://doi.org/10.1128/mSphere.00875-21)
6. Linares, D.M.; Gómez, C.; Renes, E.; Fresno, J.M.; Tornadijo, M.E.; Ross, R.P.; Stanton, C. Lactic Acid Bacteria and Bifidobacteria with Potential to Design Natural Biofunctional Health-Promoting Dairy Foods. Front. Microbiol. 201, 8, 846. DOI:[10.3389/fmicb.2017.00846](https://doi.org/10.3389/fmicb.2017.00846)
7. Tillmann S, Awwad HM, Eskelund AR, Treccani G, Geisel J, Wegener G, Obeid R. Probiotics Affect One-Carbon Metabolites and Catecholamines in a Genetic Rat Model of Depression. Mol Nutr Food Res. 2018 Apr;62(7):e1701070. DOI: [10.1002/mnfr.201701070](https://doi.org/10.1002/mnfr.201701070).
8. Mileriene J, Aksomaitiene J, Kondrotiene K, Asledottir T, Vegarud GE, Serniene L, Malakauskas M. Whole-Genome Sequence of Lactococcus lactis Subsp. lactis LL16 Confirms Safety, Probiotic Potential, and Reveals Functional Traits. Microorganisms. 2023 Apr 15;11(4):1034. DOI: [10.3390/microorganisms11041034](https://doi.org/10.3390/microorganisms11041034).
9. Абеди Д. и др. Антибактериальные эффекты и противодействие прилипанию Lactobacillus delbrueckii subsp bulgaricus In vitro к Escherichia coli // Исследования в области фармацевтических наук. – 2013. – Т. 8. – №. 4. – С. 260.
10. Кремонеци П., Чесса С. и Кастильони Б. (2013). Последовательность генома и анализ Lactobacillus helveticus. Фронт. Микробиол. 3:435. DOI: [10.3389/fmicb.2012.00435](https://doi.org/10.3389/fmicb.2012.00435)

11. Страхинич И., Лозо Дж., Терзич-Видоевич А., Фира Д., Койич М., Голич Н. и др. (2013). Технологический и пробиотический потенциал BGRA43, природного изолята *Lactobacillus helveticus*. Фронт. Микробиол. 4:2. DOI: [10.3389/fmicb.2013.00002](https://doi.org/10.3389/fmicb.2013.00002)

12. Гарсия А. и др. Характеристика *Lactobacillus fermentum* UCO-979C, пробиотического штамма с мощной активностью против *Helicobacter pylori* // Электронный журнал биотехнологии.- 2017.- Т.25.- С.75-83. DOI: [10.1016/j.ejbt.2016.11.008](https://doi.org/10.1016/j.ejbt.2016.11.008)

13. Чжао Й. et al. *Lactobacillus fermentum* и его потенциальные иммуномодулирующие свойства // Журнал функциональных продуктов питания. – 2019. – Т. 56. – С. 21–32.

14. Абриуэль Х., Лерма Л.Л., Муньос М.Д.С.С., Монторо Б.П., Кабиш Дж., Пишнер Р., Чо Г.-С., Неве Х., Фаско В., Франц С.М.А.Р. и др. Противоречивая природа рода *Weissella*: технологические и функциональные аспекты в сравнении с патогенным потенциалом на основе анализа всего генома для их применения в пищевой промышленности и здравоохранении. Микробиология. - 2015. - 6. - 1197. DOI: [10.3389/fmicb.2015.01197](https://doi.org/10.3389/fmicb.2015.01197).

15. Дей Д.К., Кан С.С. *Weissella confusa* DD_A7 предварительная обработка личинок рыбок данио улучшает воспалительную реакцию против *Escherichia coli* O157:H7. Microbiol. Res. 2020, 237, 126489. DOI: [10.1016/j.micres.2020.126489](https://doi.org/10.1016/j.micres.2020.126489).

16. Lim SK, Kwon MS, Lee J, Oh YJ, Jang JY, Lee JH, Park HW, Nam YD, Seo MJ, Roh SW, Choi HJ. *Weissella cibaria* WIKIM28 ameliorates atopic dermatitis-like skin lesions by inducing tolerogenic dendritic cells and regulatory T cells in BALB/c mice. Sci Rep. 2017 Jan 9;7:40040. DOI: [10.1038/srep40040](https://doi.org/10.1038/srep40040).

17. Кибар Х., Арслан Ю.Е., Джейлан А., Карака Б., Халисцелик О., Киран Ф. Экзополисахарид, полученный из *Weissella cibaria* EIR/P2: новая альтернатива обычным биоматериалам, направленным на регенерацию пародонта. Int. J. Biol. Макромол. 2020, 165, 2900–2908.

18. Ахмед С., Сингх С., Сингх В., Робертс К., Заиди А., Родригес-Паласиос А. Род *Weissella*: поддающиеся клиническому лечению бактерии с антимикробным / пробиотическим действием на воспаление и рак // Микроорганизмы. – 2022. – с. 10. – №. 12. – С. 2427. DOI: [10.3390/микроорганизмы_10122427](https://doi.org/10.3390/микроорганизмы_10122427)

19. Чиаито Р.А., Авар Г., Алкозах М., Чиаито М.А., Эль-Маджзуб И. Менингит, вызванный *Weissella Confusa*. Am. J. Emerg. Med. - 2020, 38, 1298.e1–1298.e3

20. Сюн Л., Ни Х., Ниу Л., Чжоу Ю., Ван К., Халик А., Лю К., Цзэн Ю., Шу Г., Пан К. и др. Выделение и предварительный скрининг штамма *Weissella confusa* от Гигантской панды (*Ailuropoda melanoleuca*). Пробиотики противомикробные. Белки, 2018. - 11. - С. 535–544.

21. Jing L, Zhang R, Liu Y, Zhu W, Mao S. Intravenous lipopolysaccharide challenge alters ruminal bacterial microbiota and disrupts ruminal metabolism in dairy cattle. Br J Nutr. 2014;112 (2):170-182. DOI: [10.1017/S000711451400066X](https://doi.org/10.1017/S000711451400066X)

22. Попова Г.М., Нуржанов Б.С., Дускаев Г.К. О возможностях использования фитобиотических добавок в рационах сельскохозяйственных животных // Животноводство и кормопроизводство. – 2023. – Т. 106. – №. 2. – С. 152–175.

23. Козакова Х., Гучкова Л., Сруткова Д., Czarnowska E., Розиак И., Худкович Т., Шабусова И., Германова П., Zakostelska Z., Aleksandrak-Piekarczyk T., Koryszewska-Baginska A., Тласкалова-Хогенова Е. Колонизация мышей без микробов смесью трех штаммов лактобацилл улучшает целостность слизистой оболочки кишечника и уменьшает аллергическую сенсibilизацию // Клеточная и молекулярная иммунология. – 2016. – Т. 13. – №. 2. – С. 251–262. DOI: [10.1038/cmi.2015.09](https://doi.org/10.1038/cmi.2015.09).

24. Lundelin K., Poussa T., Salminen S. Long-term safety and efficacy of perinatal probiotic intervention // Pediatr. Allergy Immunol. 2017, vol. 28, p. 170–175. DOI: [10.1111/pai.12675](https://doi.org/10.1111/pai.12675)

25. Cukrowska B., Bierła J., Zakrzewska M., Klukowski M., Maciorkowska E. The relationship between the infant gut microbiota and allergy. The role of Bifidobacterium breve and prebiotic oligosaccharides in the activation of anti-allergic mechanisms in early life // Nutrients. – 2020. – Т. 12. - №. 4. – С. 946. DOI: [10.3390/nu12040946](https://doi.org/10.3390/nu12040946)

26. Кукровска Б. и др. Эффективность пробиотических штаммов Lactobacillus rhamnosus и Lactobacillus casei у детей с атопическим дерматитом и аллергией на белок коровьего молока: многоцентровое рандомизированное двойное слепое плацебо-контролируемое исследование // Питательные вещества. – 2021. – Т. 13. – №. 4. – С. 1169. DOI: [10.3390/nu13041169](https://doi.org/10.3390/nu13041169).

27. Дей Д.К., Хан И., Кан С.С. Профилирование антибактериальной чувствительности Weissella confusa DD_A7 к ESBL-позитивной кишечной палочке с множественной лекарственной устойчивостью. Микроб. Патог. 2018, 128, 119–130. DOI: [10.1016/j.micpath.2018.12.048](https://doi.org/10.1016/j.micpath.2018.12.048).

Цитирование:

Кубрикова Ю.В., Оруджова А.Н., Соколовская Л.Н., Хаустова С.Ю., Олсуфьева А.В. Возможность использования микроорганизмов для поддержания здоровья, профилактики и лечения заболеваний [Электрон. ресурс] // АгроЭкоИнфо: Электронный научно-производственный журнал. – 2023. – № 5. – Режим доступа: http://agroecoinfo.ru/STATYI/2023/5/st_518.pdf. DOI: <https://doi.org/10.51419/202135518>.