

Потенциал молочнокислых бактерий-пробиотиков с перспективой их использования в сыроделии*

Анна Сергеевна Фролова, аспирант, младший научный сотрудник

E-mail: frolova.anna.s@mail.ru

Дарья Юрьевна Чекушкина, аспирант, лаборант-исследователь

E-mail: chekushkina02@mail.ru

Анна Ивановна Лосева, д-р техн. наук, научный сотрудник

E-mail: losevaa@mail.ru

Ольга Александровна Неверова, д-р техн. наук, научный сотрудник

Александра Васильевна Заушинцена, д-р биол. наук, профессор

Тимофей Альбертович Ларичев, д-р хим. наук, профессор

Владимир Петрович Юстратов, д-р хим. наук, профессор

Кемеровский государственный университет, г. Кемерово

Заквасочные культуры молочнокислых бактерий играют ключевую роль в производстве сыров, определяя органолептические характеристики, микробиологическую безопасность и сроки хранения продукции. В современных условиях, характеризующихся ограничением импорта биотехнологических препаратов, особое значение приобретает поиск и использование отечественных штаммов, обладающих не только заквасочными, но и пробиотическими свойствами. Это открывает перспективы создания функциональных продуктов, сочетающих традиционные характеристики сыров с дополнительной пользой для здоровья потребителей. Цель работы – оценка потенциала ряда молочнокислых бактерий (*Enterococcus faecium*, *Lactobacillus acidophilus*, *L. plantarum*, *Weissella thailandensis*) с перспективой их дальнейшего использования в качестве заквасочной культуры. Наибольшую антимикробную активность против *Escherichia coli* проявили *L. plantarum* (B-11264) и *W. thailandensis* (B-10412), *E. faecium* (B-4054) и *L. acidophilus* (B-2585), которые обладали кислотобразующей активностью, способствуя снижению pH молока. При этом их устойчивость к повышенным концентрациям NaCl носила штамм-специфичный характер: содержание 2–4 % соли в объеме питательной среды не ингибировало рост микроорганизмов, а содержание 6,5 % соли приводило к подавлению накопления биомассы у всех исследованных микроорганизмов. Исследование биосовместимости показало отсутствие антагонизма между отобранными штаммами, что подтверждает возможность их совместного использования в консорциумах. Целесообразным является проведение оценки комплексного воздействия штаммов *E. faecium* (B-4054), *L. acidophilus* (B-2585) и *L. plantarum* (B-11264), обладающих выраженным ферментативным потенциалом и стабильным ростом в экспериментальных условиях. Предположительно, использование консорциумов является перспективным для разработки отечественных заквасочных культур с пробиотическими свойствами. В дальнейшем требуется изучение биопотенциала консорциумов, содержащих различное соотношение выбранных штаммов, для оптимизации технологических процессов в сыроделии.

Ключевые слова: молочнокислые бактерии, активность кислотообразования, антибиотикоустойчивость, антимикробная активность, кишечная палочка, заквасочная микрофлора, метаболиты

Для цитирования: Потенциал молочнокислых бактерий-пробиотиков с перспективой их использования в сыроделии / А. С. Фролова, Д. Ю. Чекушкина, А. И. Лосева [и др.] // Сыроделие и маслоделие. 2025. № 4. С. 70–76. <https://doi.org/10.21603/2073-4018-2025-4-35>

Введение

Заквасочные культуры играют важную роль в процессе производства сыров, определяя не только текстуру и вкус конечного продукта, но и его безопасность и срок хранения. Российский рынок заквасочных культур характеризуется преобладанием зарубежных производителей, предлагающих широкий ассортимент штаммов различных микроорганизмов [1]. Усиление курса на импортозамещение актуализировало разработку и создание отечественных заквасок в пищевой промышленности, в частности в сыроделии [2–4]. Развитие собственного производства

заквасочных культур снизит зависимость отечественного рынка от зарубежных поставок, позволит расширить ассортимент высококачественной и безопасной продукции [5].

В качестве заквасочных культур традиционно используют микроорганизмы, ферментирующие молоко. Однако, в целях профилактики здорового состояния организма интерес вызывает использование в качестве заквасок штаммов-пробиотиков, проявляющих ферментирующую активность. Пробиотики представляют собой

* Работа выполнена в рамках государственного задания (проект FZSR-2024-0008) с использованием оборудования ЦКП «Инструментальные методы анализа в области прикладной биотехнологии» на базе КемГУ.

живые непатогенные микроорганизмы, применение которых направлено на поддержание и восстановление микробиологического равновесия в желудочно-кишечном тракте. В их состав могут входить дрожжи *Saccharomyces boulardii* или молочнокислые бактерии, в частности представители родов *Lactobacillus* и *Bifidobacterium*. Основными пищевыми источниками пробиотиков служат молоко и продукты его ферментации [6]. Кандидатами в пробиотические штаммы с ферментированной активностью являются роды *Enterococcus*, *Lactobacillus*, *Weissella* и т. д.

Enterococcus faecium – пробиотический штамм, который используется в качестве закваски для сыра. Данный штамм обладает устойчивостью к низким температурам, высокой кислотности, обеспечивая тем самым стабильность ферментации и сохранение жизнеспособности в процессе производства и хранения сыра. Также *E. faecium* продуцирует метаболиты, такие как диацетил, и низкомолекулярные жирные кислоты, которые участвуют в формировании вкуса и аромата сыров [7]. *Lactobacillus acidophilus* – пробиотический штамм, обладающий высокой способностью к ферментации лактозы с образованием молочной кислоты, т. е. способствует снижение рН и ингибирированию роста патогенной микрофлоры [8]. *L. acidophilus* может использоваться как самостоятельная закваска, так и в составе комплексных заквасочных культур для производства различных видов сыров. *L. plantarum* – хорошо изученный безопасный для человека пробиотический штамм, протеолитическая и липолитическая активность которого может влиять на формирование органолептических свойств и текстуру сыров [9]. Перспективно использование в качестве закваски микроорганизмов рода *Weissella*, проявляющих пробиотический потенциал и обладающих устойчивостью к условно-патогенным штаммам, широко использующимся в различных отраслях производства [10].

Использование выше представленных штаммов с пробиотическими свойствами позволит обеспечить профилактику здорового состояния организма человека и придать дополнительную функциональную ценность сырной продукции. Цель данной работы заключалась в оценке потенциала ряда молочнокислых бактерий-пробиотиков с перспективой их дальнейшего использования в качестве заквасочной культуры.

Объекты и методы исследования

Исследования осуществлялись с использованием оборудования ЦКП «Инструментальные методы анализа в области прикладной биотехнологии» ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет» (г. Кемерово). Объектами исследования являлись штаммы, приобретенные в ВКПМ ФГБУ «ГосНИИ генетики и селекции промышленных микроорганизмов НИЦ "Курчатовский институт"» (Россия):

- *Enterococcus faecium* JDC 86 (B-4054);
- *Lactobacillus acidophilus* 13 (B-2585);
- *Lactobacillus plantarum* B (B-11264);
- *Weissella thailandensis* A12 (B-10412);
- *Lactobacillus plantarum* 47/7 (B-3242) – контроль (по данным паспорта, используется в качестве закваски при приготовлении сыров).

Для культивирования использовались питательные среды – Бифидум-Среда для B-4054, B-2585, B-11264, среда MRS для B-10412, B-3242. Питательные среды приобретены во ФГУН «Государственный научный центр прикладной микробиологии и биотехнологии» (п. Оболенск, Россия). Параметры культивирования, применяемые в данной работе, взяты из паспортов штаммов, предоставленных ВКПМ.

Для восстановления жизнеспособности лиофилизированных культур осуществляли два пересева микроорганизмов на питательные среды с инкубацией при стандартных параметрах. В исследованиях использовали 3–4 пассажи штаммов. Активированные штаммы окрашивали по Граму [11] и микроскопировали с помощью прямого микроскопа AxioScope A1 (Carl Zeiss AG, Германия).

Устойчивость к антибиотикам определяли с помощью диско-диффузионного метода по методике, описанной в МУ 2.3.2.2789-10 «Методические указания по санитарно-эпидемиологической оценке безопасности и функционального потенциала пробиотических микроорганизмов, используемых для производства пищевых продуктов». В исследовании использовали диски с антибиотиками – азитромицином (АРН, 15 мкг), цефалексином (CXN, 30 мкг), гентамицином (HLG, 120 мкг), стрептомицином (HLS, 300 мг), тетрациклином (TET, 30 мкг) (Научно-исследовательский центр фармакотерапия, Россия). В качестве отрицательного

контроля использовали диски, пропитанные дистиллированной водой.

Антимикробную активность по отношению к *Escherichia coli* B-6645 (штамм приобретен в ВКПМ) определяли по методике, описанной в ОФС. 1.2.4.0010.18 «Определение antimикробной активности антибиотиков методом диффузии в агар». В качестве отрицательного контроля использовали диски, пропитанные дистиллированной водой, в качестве положительного контроля – антибиотик доксициклин (DOX, 30 мкг) (Bio-Rad, Франция).

Устойчивость к соли NaCl (2, 4 и 6,5 % от объема питательной среды) определяли по методике, описанной в ОФС.1.7.2.0012.15 «Производственные пробиотические штаммы и штаммы для контроля пробиотиков». Суспензией штамма (5 % от объема питательной среды, мутностью 0,5 McF) засевали жидкую питательную среду, содержащую различное количество NaCl (ООО «АО РЕАХИМ», Россия). Культивирование осуществляли в течение 24 ч на оптимальной для каждого штамма питательной среде и при оптимальных параметрах культивирования. По истечении времени культивирования культуральную жидкость интенсивно перемешивали 10-12 раз с помощью пипетки объемом 10 мл. Отбирали 3 мл для оценки оптической плотности. Оптическую плотность образцов определяли на спектрофотометре Shimadzu UV-1800 (Shimadzu Corporation, Япония) при 600 нм. Оптическую плотность образцов сравнивали относительно питательных сред, содержащих соответствующее количество соли.

Активность кислотообразования (T , $^{\circ}\text{T}$) определяли по формуле, приведенной ниже, и методике, описанной в ОФС.1.7.2.0009.15 «Определение специфической активности пробиотиков».

$$T = A \times K \times 10$$

где A – количество 0,1 М раствора гидроксида натрия, пошедшего на титрование 10 мл исследуемого образца, мл; K – поправка к титру 0,1 М раствора натрия гидроксида (1,03); 10 – объем исследуемого образца, пошедшего на титрование, мл.

В качестве контроля использовали пробы молока, без внесения штаммов, которые выдерживались

при аналогичных для проб со штаммами параметрах, времени и температуре. В исследуемых образцах молока после сквашивания оценивали pH с помощью pH-метра Seven Compact (Mettler Toledo, США).

Биосовместимость штаммов по отношению друг к другу осуществлялась методом перпендикулярных штрихов, описанным в ОФС.1.7.2.0009.15.

Результаты и их обсуждение

Результаты микроскопирования активированных штаммов представлены на рисунке 1.

Все исследуемые штаммы являлись грамположительными микроорганизмами, что соответствовало особенностям их рода и паспортам штаммов.

Результаты исследования устойчивости штаммов к действию ряда антибиотиков отражены в таблице 1.

Штаммы чувствительны к действию APH, HLG (диаметр зоны задержки роста более 21 мм). Штамм B-2585 проявлял промежуточную устойчивость (диаметр зоны задержки роста – от 11 до 20 мм включительно), а штамм B-4054 был устойчив к CXN. B-3242 проявлял промежуточную устойчивость, а B-4054 был устойчив к действию HLS. B-10412 и B-3242

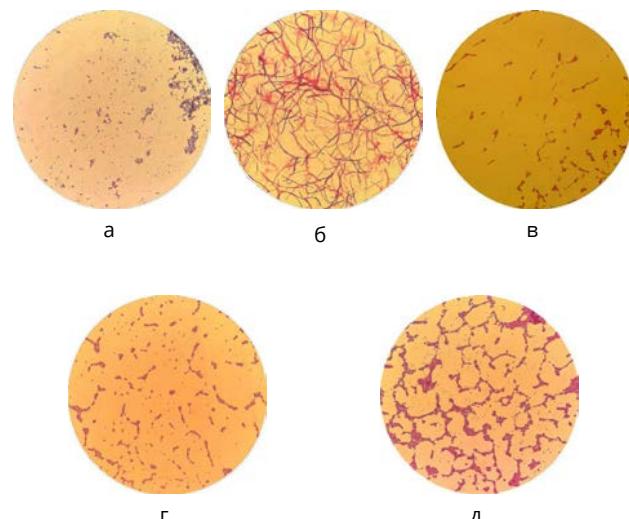


Рисунок 1. Микроорганизмы, используемые в работе, окрашенные по Граму (при увеличении $\times 100$): а) B-4054; б) B-2585; в) B-11264; г) B-10412; д) B-3242

были чувствительны, B-2585 и B-11264 проявляли промежуточную устойчивость, а B-4054 был устойчив к действию ТЕТ.

Отсутствие устойчивости у пробиотиков считается положительным явлением, поскольку это снижает вероятность передачи мобильных генов резистентности в микробиоме человека и пищевой цепи [12]. Однако данная чувствительность делает их уязвимыми к остаткам антибиотиков в молоке [13], что приводит к снижению жизнеспособности культур и нарушению процессов ферментации при производстве молочных продуктов [14].

Результаты оценки **антибиотической активности** по отношению к *E. coli* B-6645 представлены в таблице 2.

В ходе исследования установлено, что отрицательный контроль (вода) не обладал антибиотической активностью, что подтверждается минимальным диаметром зоны ингибиции – 8,0 мм, соответствующим диаметру лунки. Положительным контролем выступал доксциклин (DOX, 30 мкг). Он проявил антибиотическую активность с диаметром зоны ингибиции 10,0 мм, что служит подтверждением чувствительности штамма *E. coli* B-6645 к антибиотику. Наибольшую антибиотическую

активность продемонстрировали образцы B-11264 и B-10412, зона ингибирования увеличилась в 1,45 и 1,28 раза соответственно по сравнению с антибиотиком. Штаммы B-4054, B-2585 и B-3242 не проявили антибиотическую активность в отношении *E. coli* B-6645.

Некоторые штаммы способны производить бактериоцины – пептиды, обладающие антибиотической активностью [15]. Так, *Weissella hellenica*, изолированная из колбасы, продуцирует бактериоцин, который обладает широким спектром антибиотической активности и подавляет некоторые грамотрицательные патогены, например *Pseudomonas aeruginosa*, *Aeromonas hydrophila*, *Salmonella typhimurium* и *E. coli*, и грам-положительные бактерии, такие как *Listeria monocytogenes* и *Staphylococcus aureus* [16]. Штамм *L. plantarum* B (B-11264) эффективно подавляет рост штамма *E. coli* B-6645, что подтверждается результатами данного исследования и совпадает с данными других исследователей. Так, пробиотический штамм *L. plantarum* ATCC 8014 также проявляет выраженное ингибирующее действие на штамм *E. coli* ATCC 25922, особенно при длительной совместной инкубации в течение 72 ч [17]. Стоит отметить, что отсутствие антибиотической активности у штаммов B-4054, B-2585 и B-3242 указывает, что не все штаммы, даже

Таблица 1. Устойчивость объектов исследования к ряду антибиотиков

Образец	APH, 15 мкг	CXN, 30 мкг	HLG, 120 мкг	HLS, 300 мг	TET, 30 мг	Вода
B-4054	22,0 ± 1,0	9,6 ± 0,5	21,7 ± 0,6	10,2 ± 1,0	10,9 ± 0,6	0,0 ± 0,0
B-2585	30,2 ± 2,0	17,2 ± 1,1	23,0 ± 1,0	28,2 ± 4,0	18,5 ± 4,1	0,0 ± 0,0
B-11264	28,0 ± 1,0	29,0 ± 1,0	23,0 ± 1,7	21,8 ± 1,0	20,3 ± 1,5	0,0 ± 0,0
B-10412	26,4 ± 3,4	49,3 ± 3,0	29,2 ± 5,0	36,3 ± 3,6	33,6 ± 5,1	0,0 ± 0,0
B-3242	38,7 ± 5,0	65,0 ± 5,0	43,6 ± 2,1	15,1 ± 1,0	23,4 ± 1,5	0,0 ± 0,0

Примечание: результаты представлены как $M \pm m$ (среднее значение ± стандартное отклонение).

Таблица 2. Антибиотическая активность по отношению к *E. coli* B-6645

Образец	Антибиотическая активность (с учетом диаметра лунки 8,0 мм), мм						
	DOX, 30 мкг	Вода	B-4054	B-2585	B-11264	B-10412	B-3242
<i>E. coli</i> B-6645	10,0 ± 0,8	8,0 ± 0,3	8,0 ± 0,5	8,0 ± 0,3	14,5 ± 0,6	12,8 ± 0,4	8,0 ± 0,2

Примечание: результаты представлены как $M \pm m$ (среднее значение ± стандартное отклонение).

внутри одного рода, обладают одинаковым потенциалом для подавления *E. coli*, что важно учитывать при подборе культур для разработки эффективных заквасок и производства сыров.

Результаты исследования по определению устойчивости объектов исследования к повышенным содержаниям соли представлены в таблице 3.

Установлено, что добавление в питательную среду 2 % NaCl подавляло рост B-2585, не влияя на другие объекты исследования. Добавление в питательную среду 4 % NaCl подавляло рост B-2585, B-11264 и B-3242. Добавление в питательную среду 6,5 % NaCl подавляло рост всех исследуемых штаммов. Способность штаммов сохранять прирост биомассы в условиях действия NaCl различной концентрации позволяет использовать их в изготовлении сыров различной посолки.

Современные исследования подтверждают то, что молочнокислые бактерии проявляют устойчивость к повышенным содержаниям солей. Одни штаммы сохраняют рост при 3–4 % NaCl, другие выдерживают 5–7 % или более [18]. Различная устойчивость штаммов к действию соли объясняется осмотическим стрессом, дегидратацией клетки и повреждением мембран, активностью транспортных систем и стресс-регуляторных генов [19].

Активность кислотообразования является обязательным показателем при использовании штаммов в целях сквашивания продукции в условиях промышленного производства. Результаты по оценке сквашивающей способности и кислотообразования объектов исследования (штаммов и контрольных образцов) представлены в таблице 4.

Таблица 3. Антимикробная активность по отношению к *E. coli* B-6645

Образец	Оптическая плотность (600 нм)			
	Контроль (-)	NaCl 2,0 %	NaCl 4,0 %	NaCl 6,5 %
B-4054	1,560 ± 0,003	1,639 ± 0,017	1,437 ± 0,001	0,227 ± 0,018
B-2585	2,268 ± 0,007	1,218 ± 0,309	0,299 ± 0,147	0,140 ± 0,001
B-11264	1,228 ± 0,003	1,129 ± 0,015	0,501 ± 0,005	0,072 ± 0,004
B-10412	1,271 ± 0,140	1,244 ± 0,031	1,186 ± 0,074	0,883 ± 0,018
B-3242	1,063 ± 0,017	1,053 ± 0,032	0,824 ± 0,029	0,551 ± 0,030

Примечание: результаты представлены как $M \pm m$ (среднее значение ± стандартное отклонение).

Таблица 4. Оценка способности штаммов к сквашиванию молока и кислотообразованию

Образец	Наличие сгустка	Титруемая кислотность, °Т	pH
B-4054	+	151,80 ± 12,73	4,54 ± 0,16
B-2585	+	223,20 ± 62,51	3,55 ± 0,01
B-11264	+	87,90 ± 9,05	5,49 ± 0,05
B-10412	-	37,35 ± 1,06	6,64 ± 0,04
B-3242 (контроль)	-	29,00 ± 5,80	6,70 ± 0,01
Молоко (30 °C)	-	25,55 ± 1,34	6,71 ± 0,01
Молоко (37 °C)	-	25,47 ± 0,20	6,65 ± 0,06
Молоко (40 °C)	-	25,45 ± 0,21	6,65 ± 0,06

Примечание: «+» – наличие сгустка; «-» – отсутствие сгустка; результаты в таблице представлены как $M \pm m$ (среднее значение ± стандартное отклонение).

Установлено, что наибольшая титруемая кислотность и наименьший pH при культивировании характерны для B-4054 и B-2585. У штамма B-4054 значение титруемой кислотности выше в 6 раз, а значение pH – в 1,46 раза ниже по сравнению с образцом молока (37 °C). У штамма B-2585 значение титруемой кислотности выше в 8,8 раза, значение – pH в 1,9 раз ниже по сравнению с образцом молока (37 °C). Контрольный штамм B-3242, несмотря на паспортные данные, не сквашивал молоко. Значения титруемой кислотности и pH были схожи с пробами образца молока (30 °C).

С учетом полученных результатов для дальнейших исследований были отобраны штаммы B-4054, B-2585 и B-11264, продемонстрировавшие наиболее выраженную кислотобразующую активность и стабильный рост в условиях эксперимента. Выбор обусловлен высоким ферментативным потенциалом культур (эффективное снижение pH и повышение кислотности), что позволяет применять их в молочной промышленности. В целях создания консорциумов на основе данных штаммов была оценена их биосовместимость друг по отношению к другу, результаты представлены в таблице 5.

Метод перпендикулярных штрихов показал отсутствие ингибирующего действия исследуемых штаммов друг по отношению к другу, что свидетельствует об их биосовместимости и возможности совместного использования в составе заквасочных консорциумов.

Таблица 5. Оценка способности штаммов к сквашиванию молока и кислотообразованию

Образец	B-4054	B-2585	B-11264
B-4054	✗	+	+
B-2585	+	✗	+
B-11264	+	+	✗

Выводы

В результате проделанной работы был изучен биопотенциал штаммов с пробиотической активностью – *Enterococcus faecium* JDC 86 (B-4054), *Lactobacillus acidophilus* 13 (B-2585), *L. plantarum* B (B-11264), *Weissella thailandensis* A12 (B-10412), *L. plantarum* 47/7 (B-3242) – с целью их дальнейшего промышленного применения в сыротделении. Установлено, что три штамма – *E. faecium* (B-4054) и *L. acidophilus* (B-2585) и *L. plantarum* (B-11264) – проявляли наибольшую способность к ферментации молока, способности сохранения прироста биомассы в условиях избыточного содержания NaCl, биосовместимость друг по отношению к другу. Следовательно, целесообразно проведение дальнейших исследований биоактивности консорциумов на основе данных штаммов и их пригодность в получении сыров, например мягких и твердых. ■

Поступила в редакцию: 31.08.2025

Принята в печать: 15.10.2025

Lactic Acid Bacteria in Cheese Production

Anna S. Frolova, Daria Yu. Chekushkina, Anna I. Loseva, Olga A. Neverova, Alexandra V. Zaushintsena, Timofey A. Larichev, Vladimir P. Yustratov
Kemerovo State University, Kemerovo

Starter cultures of lactic acid bacteria define the sensory profile of cheese, as well as its microbiological safety and shelf life. Under the current import restrictions, Russia needs efficient domestic starter strains with probiotic properties. Research in this sphere opens up prospects for new functional cheeses that combine conventional sensory properties with health benefits. The authors tested *Enterococcus faecium*, *Lactobacillus acidophilus*, *L. plantarum*, and *Weissella thailandensis* for starter culture potential. The highest antimicrobial activity against *Escherichia coli* belonged to *L. plantarum* (B-11264) and *W. thailandensis* (B-10412). *E. faecium* (B-4054) and *L. acidophilus* (B-2585) demonstrated strong acid-forming effects, which contributed to a decrease in pH. Their resistance to high NaCl concentrations was strain-specific: while 2–4% NaCl inhibited some cultures, 6.5% NaCl was able to inhibit them all. The biocompatibility test revealed no antagonism between the strains, which confirmed good consortia prospects. Strains B-4054, B-2585, and B-11264 demonstrated a reliable enzymatic potential and steady growth under the experimental conditions. In the future, they may provide a strategic alternative to imported probiotic starters. Research prospects involve optimization of cheese production technology by using these strains in microbial consortia.

Keywords: lactic acid bacteria, acid-forming activity, antibiotic resistance, antimicrobial activity, *Escherichia coli*, starter microflora, metabolites

Список литературы

1. **Бородин, К. Г.** Среднесрочный прогноз развития российского рынка сыра / К. Г. Бородин // Никоновские чтения. 2019. № 24. С. 199–202. <https://elibrary.ru/yokdtm>
2. **Prosekov, A. Y.** Antioxidant and antimicrobial activity of bacteriocin-producing strains of lactic acid bacteria isolated from the human gastrointestinal tract / A. Y. Prosekov [et al.] // Progress in nutrition. 2017. Vol. 19(1). P 67–80. <https://doi.org/10.23751/pn.v19i1.5147>
3. **Zimina, M. I.** Determination of the intensity of bacteriocin production by strains of lactic acid bacteria and their effectiveness. / M. I. Zimina [et al.] // Foods and Raw Materials. 2017. Vol. 5(1). P. 108–117. <https://doi.org/10.21179/2308-4057-2017-1-108-117>
4. **Мартиросян, В. В.** Разработка режимов приготовления концентрированной молочнокислой закваски для мультизерновых хлебобулочных изделий / В. В. Мартиросян [и др.] // Пищевая промышленность. 2024. № 7. С. 86–89. <https://doi.org/10.52653/PPI.2024.7.7.020>; <https://elibrary.ru/egrdrv>
5. **Казанцева, Е. Г.** Рынки микроингредиентов и их влияние на устойчивость продовольственных систем / Е. Г. Казанцева, И. И. Лямин // Техника и технология пищевых производств. 2023. Т. 53, № 1. С. 202–216. <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2023-1-2424>; <https://elibrary.ru/hocfyj>
6. **Веснина, А. Д.** Получение пробиотического консорциума на основе выделенных из коровьего молока штаммов / А. Д. Веснина [и др.] // Молочнохозяйственный вестник. 2021. № 2. С. 107–122. https://doi.org/10.52231/2225-4269_2021_2_107; <https://elibrary.ru/uxajjk>
7. **Суходолец, В. В.** Молочнокислые энтерококки *Enterococcus faecium* и *Enterococcus durans*: разнообразие в последовательностях нуклеотидов в генах 16S rPHK / В. В. Суходолец [и др.] // Микробиология. 2005. Т. 74, № 6. С. 810–815. <https://elibrary.ru/hsjjwj>
8. **Anjum, N.** *Lactobacillus acidophilus*: characterization of the species and application in food production / N. Anjum [et al.] // Critical reviews in food science and nutrition. 2014. Vol. 54(9). P. 1241–1251. <https://doi.org/10.1080/10408398.2011.621169>
9. **Seddik, H. A.** *Lactobacillus plantarum* and its probiotic and food potentialities / H. A. Seddik [et al.] // Probiotics and antimicrobial proteins. 2017. Vol. 9(2). P. 111–122. <https://doi.org/10.1007/s12602-017-9264-z>
10. **Ahmed, S.** The Weissella genus: Clinically treatable bacteria with antimicrobial/probiotic effects on inflammation and cancer / S. Ahmed [et al.] // Microorganisms. 2022. Vol. 10(12). 2427. <https://doi.org/10.3390/microorganisms10122427>
11. **Froböse, N. J.** Gram staining: A comparison of two automated systems and manual staining / N. J. Froböse [et al.] // Journal of Clinical Microbiology. 2020. Vol. 58(12). e01914-20. <https://doi.org/10.1128/JCM.01914-20>
12. **Duche, R. T.** Antibiotic resistance in potential probiotic lactic acid bacteria of fermented foods and human origin from Nigeria / R. T. Duche [et al.] // BMC Microbiology. 2023. Vol. 23. 142. <https://doi.org/10.1186/s12866-023-02883-0>
13. **Чаплыгина, О. С.** Методы оценки остаточного количества антибиотиков группы амфениколы в молоке и молочной продукции / О. С. Чаплыгина, А. Ю. Просеков, А. Д. Веснина // Техника и технология пищевых производств. 2022. Т. 52, № 1. С. 79–88. <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2022-1-79-88>; <https://elibrary.ru/johifz>
14. **Navrátilova, P.** Effect of Cephalosporin Antibiotics on the Activity of Yoghurt Cultures / P. Navrátilova [et al.] // Foods. 2022. Vol. 11. 2751. <https://doi.org/10.3390/foods11182751>
15. **Babich, O. O.** Structure and properties of antimicrobial peptides produced by antagonist microorganisms isolated from Siberian natural objects / O. O. Babich [et al.] // Foods and Raw Materials. 2022. Vol. 10(1). P. 27–39. <https://doi.org/10.21603/2308-4057-2022-1-27-39>
16. **Teixeira, G. G.** The Weissella genus in the food industry: A review / C. G. Teixeira [et al.] // Research, Society and Development. 2021. Vol. 10(5). e8310514557. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i5.14557>
17. **Mitrea, L.** Inhibitory potential of *Lactobacillus plantarum* on *Escherichia coli* / L. Mitrea [et al.] // Bulletin of University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca. 2017. Vol. 74(2). P. 99–101. <https://doi.org/10.15835/buasvmcn-fst:0031>
18. **Khushboo.** Characterization and selection of probiotic lactic acid bacteria from different dietary sources for development of functional foods / Khushboo, A. Karnwal, T. Malik // Frontiers in Microbiology. 2023. Vol. 14. 1170725. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2023.1170725>
19. **Naamala, J.** Effect of NaCl stress on exoproteome profiles of *Bacillus amyloliquefaciens* EB2003A and *Lactobacillus helveticus* EL2006H / J. Naamala, S. Subramanian, L.A. Msimbira, D. L. Smith // Frontiers in Microbiology. 2023. Vol. 14. 1206152. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2023.1206152>



Источник изображения: freepik.com