

# Изучение антагонистических свойств пробиотических бактерий, выделенных в Узбекистане

З.О.Шарипова<sup>1</sup>, Л.И.Абдульмянова<sup>2</sup>, Н.Т.Ёдгорова<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Ташкентский НИИ вакцин и сывороток, Ташкент, Республика Узбекистан;

<sup>2</sup>Институт микробиологии Академии наук, Ташкент, Республика Узбекистан;

<sup>3</sup>Ташкентская медицинская академия, Ташкент, Республика Узбекистан

Все большее количество научных исследований микробиоты кишечника подтверждают ее центральную роль в здоровье человека и развитии патологических состояний. Бифидо- и лактобактерии, являющиеся основой микробиоты и относящиеся к классу пробиотических микроорганизмов, несомненно важны для поддержания симбиотических отношений между организмом человека и кишечными микроорганизмами. Наиболее важным свойством пробиотических бактерий является обеспечение колонизационной резистентности – способности защищать стенки кишечника от проникновения патогенных бактерий и токсинов различного происхождения во внутреннюю среду. В комплексе этих механизмов не последнюю роль играет антагонистическая активность пробиотических культур.

В этой связи была изучена антагонистическая активность 11 штаммов местных лакто- и бифидобактерий, выделенных из фекалий новорожденных и материнского молока, по отношению к клиническим штаммам патогенных и условно-патогенных микроорганизмов. Штаммы *Bifidobacterium lactis*, *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus bulgaricus*, *Lactobacillus zeae*, *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus paracasei*, *Lactobacillus rhamnosus* проявили наивысшую антагонистическую активность по отношению ко всем референс-штаммам патогенных и условно-патогенных микроорганизмов. Наиболее чувствительными бактериями по антагонистической активности к лакто- и бифидобактериям оказались микроорганизмы рода *Staphylococcus aureus*, *Proteus mirabilis* и *Candida albicans*.

**Ключевые слова:** микробиоценоз кишечника, иммунитет, пробиотики, бифидобактерии, лактобактерии, энтеробактерии, антагонистическая активность

**Для цитирования:** Шарипова З.О., Абдульмянова Л.И., Ёдгорова Н.Т. Изучение антагонистических свойств пробиотических бактерий, выделенных в Узбекистане. Бактериология. 2024; 9(3): 92–96. DOI: 10.20953/2500-1027-2024-3-92-96

## Study of the antagonistic properties of newly isolated local strains of probiotic bacteria in Uzbekistan

Z.O.Sharipova<sup>1</sup>, L.I.Abdulmyanova<sup>2</sup>, N.T.Yodgorova<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Tashkent Research Institute of Vaccines and Serums, Tashkent, Republic of Uzbekistan;

<sup>2</sup>Institute of Microbiology of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan Tashkent, Republic of Uzbekistan;

<sup>3</sup>Tashkent Medical Academy, Tashkent, Republic of Uzbekistan

An increasing number of scientific studies of the intestinal microbiota confirm its central role in human health and the development of pathological conditions. Bifidobacteria and lactobacilli, being the basis of the microbiota and belonging to the class of probiotic microorganisms, are undoubtedly important for maintaining the symbiotic relationship between the human body and intestinal microorganisms. The most important property of probiotic bacteria is the provision of colonization resistance – the ability to protect the intestinal walls from the penetration of pathogenic bacteria and toxins of various origins into the internal environment. In the complex of these mechanisms, the antagonistic activity of probiotic cultures plays an important role.

In this regard, the antagonistic activity of eleven strains of local lacto- and bifidobacteria isolated from the feces of newborns and mother's milk was studied in relation to clinical strains of pathogenic and opportunistic microorganisms. Strains of *Bifidobacterium lactis*, *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus bulgaricus*, *Lactobacillus zeae*, *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus paracasei*, *Lactobacillus rhamnosus* showed the highest antagonistic activity against all reference strains of pathogenic and opportunistic microorganisms. The most sensitive bacteria in terms of antagonistic activity to lacto- and bifidobacteria were microorganisms of the genus *Staphylococcus aureus*, *Proteus mirabilis* and *Candida albicans*.

**Key words:** intestinal microbiota, immunity, probiotics, bifidobacterium, lactobacillus, enterobacteria, antagonistic activity

**For citation:** Sharipova Z.O., Abdulmyanova L.I., Yodgorova N.T. Study of the antagonistic properties of newly isolated local strains of probiotic bacteria in Uzbekistan. Bacteriology. 2024; 9(3): 92–96. (In Russian). DOI: 10.20953/2500-1027-2024-3-92-96

### Для корреспонденции:

Шарипова Зиёда Олимжон кизи, PhD докторант по специальности «Микробиология и вирусология» Ташкентского НИИ вакцин и сывороток  
Адрес: 100084, Республика Узбекистан, Ташкент, ул. Чингиза Айтматова, 37  
Статья поступила 13.05.2024, принята к печати 30.09.2024

### For correspondence:

Ziyoda O. Sharipova, PhD doctoral candidate in specialization "Microbiology and virology", Tashkent Research Institute of Vaccines and Serums  
Address: 37 Chingiz Aitmatov str., Tashkent, 100084, Republic of Uzbekistan  
The article was received 13.05.2024, accepted for publication 30.09.2024

**Ж**елудочно-кишечный тракт (ЖКТ) человека содержит  $>10^{14}$  клеток микроорганизмов, относящихся к более чем 1000 видов бактерий. Основное разнообразие видов находится в толстой кишке. У новорожденных в первые дни ЖКТ стерилен, колонизация его происходит на 3–4-е сутки. Тип кишечной колонизации, состав и количество кишечных микробов различны. Например, у новорожденных они зависят от способа родоразрешения (естественное или кесарево сечение), вида вскармливания (грудным молоком или искусственное вскармливание), географического положения уровня социально-экономического развития страны (развивающаяся или развитая) и т.д. [1], у взрослого человека – от возраста, физиологического состояния отделов ЖКТ, питания, режима питания и многих других подобных факторов. По оценкам специалистов, общая масса кишечной флоры у взрослых может достигать 1,5 кг. Доминирующее место в общей микробиологической популяции ЖКТ занимают две крупные группы бактерий: бифидобактерии и бактероиды, составляющие 90–95% от общего числа (иногда и больше). Бифидо- и лактобактерии, относящиеся к классу классических пробиотических микроорганизмов, играют важную роль в поддержании симбиотических отношений между организмом человека и кишечными микроорганизмами [2].

На протяжении всей жизни на макроорганизм действует целый комплекс внешних вредных факторов, негативно влияющих на нормальное функционирование основных систем его жизнедеятельности: экология, стресс, бесконтрольное применение антибиотиков. Вследствие этого постоянно возникают вопросы о способах конструирования и восстановления оптимальной микрофлоры организма хозяина. С этой целью в медицинскую практику охраны здоровья все больше внедряются бактериальные препараты, в большинстве случаев пробиотики на основе бифидо- и лактосодержащих бактерий – представителей облигатной и факультативной микрофлоры хозяина [3].

Все изученные к настоящему времени виды бифидобактерий (*B. bifidum*, *B. longum*, *B. adolescentis*, *B. infantis* и *B. breve*) проявляют сильный антагонистический эффект в отношении патогенных и условно-патогенных возбу-

лей, таких как *Klebsiella pneumoniae*, *Citrobacter freundii*, *Bacillus subtilis*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Candida albicans*, *Proteus mirabilis*, *Proteus vulgaris*, *Shigella sonnei*, *Shigella flexneri*. Наибольшее ингибирующее действие показано на *S. aureus* и *Sh. sonnei*, вызывающих пищевые отравления преимущественно молочными продуктами. Результат антагонистического действия может проявляться в виде замедления, остановки или гибели исследуемой патогенной культуры. Антагонистическую активность бифидобактерий изучают как в отдельных штаммах, так и в комплексной форме. Показано, что увеличение видов используемых пробиотических культур приводит к усилению антагонистического эффекта в отношении возбудителей кишечных инфекций [2].

Другим важным пробиотическим компонентом микробиоты кишечника являются лактобациллы. Их положительные функции отмечаются в участии созревания иммунной системы организма, а также включают в себя конкуренцию и антагонизм по отношению к условно-патогенным микроорганизмам [4]. Лактосодержащие пробиотики назначаются при заболеваниях проксимальных отделов ЖКТ в связи с недостаточностью лактобактерий в этих отделах при их патологии. Применение лактосодержащих пробиотиков показано как при хронических гастроэнтерологических заболеваниях, так и при острых инфекционных гастроэнтеритах [5].

Наиболее важным свойством пробиотических бактерий является обеспечение колонизационной резистентности – способности защищать стенки кишечника от проникновения во внутреннюю стенку организма как патогенных бактерий, так и токсинов и токсических продуктов различного происхождения. В комплексе механизмов колонизационной резистентности важную роль играет антагонистическая активность пробиотических культур [5].

В этой связи целью данной работы было изучить антагонистическую активность 11 местных штаммов лакто- и бифидобактерий по отношению к клиническим штаммам патогенных и условно-патогенных микроорганизмов. Штаммы *Bifidobacterium lactis*, *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus bulgaricus*, *Lactobacillus zeae*, *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus paracasei*, *Lactobacillus rhamnosus* проявили наивысшую ан-

Таблица. Антагонистическая активность пробиотических культур  
 Table. Antagonistic activity of probiotic cultures

№	Штаммы микроорганизмов / Strains of microorganisms	Диаметр зоны задержки роста тест-культур, мм / Diameter of growth inhibition zone of test cultures, mm					
		<i>E. coli</i> n = 3	<i>S. enteritidis</i> n = 3	<i>P. mirabilis</i> n = 3	<i>S. aeruginosa</i> n = 3	<i>C. albicans</i> n = 3	<i>S. aureus</i> n = 3
1	<i>Bifidobacterium bifidum</i>	0	0	0	0	10 ± 0,6	15 ± 1
2	<i>Bifidobacterium lactis</i>	14 ± 0,6	12 ± 0,6	20 ± 0,4	16 ± 0,4	18 ± 1	20 ± 0,4
3	<i>Lactobacillus plantarum</i>	20 ± 0,6	19 ± 0,4	25 ± 0,4	19 ± 0,6	20 ± 0,4	22 ± 0,4
4	<i>Lactobacillus bulgaricus</i>	20 ± 1	15 ± 0,4	25 ± 0,6	18 ± 0,4	21 ± 0,8	22 ± 1
5	<i>Lactobacillus zeae</i>	20 ± 0,4	15 ± 0,6	25 ± 0,4	18 ± 0,4	21 ± 0,6	22 ± 0,4
6	<i>Lactobacillus casei</i>	21 ± 0,6	16 ± 0,4	25 ± 0,4	16 ± 0,4	20 ± 1	21 ± 1,3
7	<i>Lactobacillus paracasei</i>	0	11 ± 0,4	25 ± 0,4	16 ± 0,6	20 ± 0,4	25 ± 0,4
8	<i>Lactobacillus fermentum</i>	21 ± 0,8	11 ± 0,4	25 ± 0,4	0	20 ± 1	25 ± 0,6
9	<i>Lactobacillus rhamnosus</i>	12 ± 0,4	11 ± 0,4	25 ± 0,4	18 ± 0,4	0	25 ± 0,4
10	<i>Lactobacillus gallinarum</i>	15 ± 0,6	11 ± 0,4	25 ± 0,6	0	0	25 ± 0,4
11	<i>Enterococcus faecium</i>	0	0	20 ± 0,3	0	0	25 ± 0,4



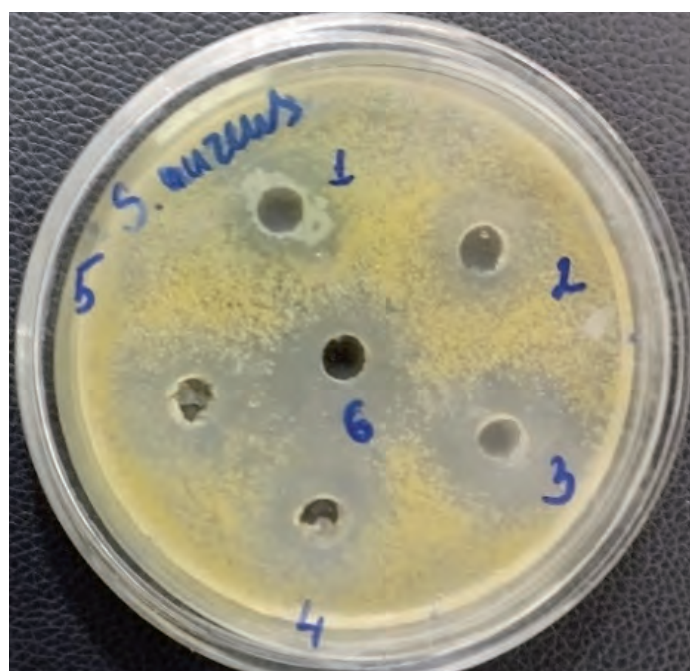
A) *Salmonella enteritidis*



B) *Proteus mirabilis*



C) *Pseudomonas aeruginosa*



D) *Staphylococcus aureus*

Рисунок. Антибактериальная активность пробиотических штаммов в отношении тест-культур: 1 – *B. bifidum*, 2 – *B. lactis*, 3 – *L. plantarum*, 4 – *L. bulgaricus*, 5 – *L. zaeae*, 6 – *L. casei* (A – *S. enteritidis*, B – *P. mirabilis*, C – *P. aeruginosa*, D – *S. aureus*).

Figure. Antibacterial activity of probiotic strains against test cultures: 1 – *B. bifidum*, 2 – *B. lactis*, 3 – *L. plantarum*, 4 – *L. bulgaricus*, 5 – *L. zaeae*, 6 – *L. casei* (A – *S. enteritidis*, B – *P. mirabilis*, C – *P. aeruginosa*, D – *S. aureus*).

тагонистическую активность по отношению к исследуемым референс-штаммам патогенных и условно-патогенных микроорганизмов.

### Материалы и методы

Материалом для исследования служили штаммы лакто- и бифидобактерий, выделенные из фекалий новорожденных и материнского молока. В ходе исследований использовались классические микробиологические и молекулярно-генетиче-

ские методы. Выделенные штаммы были идентифицированы с использованием генов 16S rRNA в сотрудничестве с «Микробиологической лабораторией» компании по производству пробиотиков BioMed Industry и лабораторией Ташкентской медицинской академии «Центр биомедицинских исследований».

Для исследования были отобраны штаммы *B. bifidum*, *B. lactis*, *L. plantarum*, *L. bulgaricus*, *L. zaeae*, *L. casei*, *L. paracasei*, *Lactobacillus fermentum*, *L. rhamnosus*, *Lactobacillus gallinarum*, *Enterococcus faecium*. Антагонистическую

активность штаммов определяли диффузионно-луночным методом. В качестве тест-культур использовали *E. coli*, *S. aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *P. mirabilis*, *Salmonella enteritidis*, *C. albicans*.

Пробиотические штаммы культивировали в бульоне Bifidum с 0,1%-м агаром и бульонной среде MSR в течение 24 ч. (HiMedia, производства Индия). Для тестирования пробиотических штаммов использовали мясопептонный агар (HiMedia, производство Индия) для бактерий. Чашки Петри с питательной средой инокулировали суточной суспензией тест-культуры в физиологическом растворе в концентрации  $1 \cdot 10^6$ , высушивали, в агаре вырезали лунки диаметром 5 мм и закапывали по 300 мкл исследуемых культур. Затем чашки инкубировали при температуре 37°C в течение 24–48 ч. Полученные результаты учитывали путем измерения ингибирующих диаметров зоны роста тест-культуры вокруг лунок в мм.

Исследования проводили в трех чашках Петри с мясопептонным агаром. Полученные результаты обрабатывали методом вариационной статистики Фишера-Студента с определением стандартного отклонения и средней арифметической ошибки ( $M \pm m$ ), критерия значимости различий ( $t$ ). Статистическую обработку проводили на персональном компьютере с использованием программы Excel 2016.

### Результаты исследования и их обсуждение

В ходе изучения антагонистических свойств пробиотических штаммов установлено, что все отобранные штаммы проявляют различную антагонистическую активность в отношении тест-культур (таблица). Наивысшую активность по отношению ко всем взятым в эксперимент референс-штаммам патогенных и условно-патогенных микроорганизмов проявили: *B. lactis*, *L. plantarum*, *L. bulgaricus*, *L. zeae*, *L. casei*, *L. paracasei*, *L. rhamnosus*. При этом штаммы *S. aureus*, *C. albicans* и *P. mirabilis* проявили высокую чувствительность к тестируемым пробиотическим штаммам.

Исследованные условно-патогенные и патогенные микроорганизмы в основном вызывают у человека кишечные инфекции, диарею, внутрибольничные инфекции и оппортунистические заболевания. В частности, если учесть, что бактериями, вызывающими кишечные инфекции, являются *E. coli*, *P. mirabilis* и *S. enteritidis*, то пробиотический штамм, подавляющий *E. coli* с диаметром зоны  $21 \pm 0,6$  мм – это *L. casei*,  $21 \pm 0,8$  мм – *L. fermentum*, а с зоной лизиса  $20 \pm 1,0$  мм и  $20 \pm 0,4$  мм – штаммы *L. bulgaricus*, *L. zeae* соответственно.

Рост культуры *P. mirabilis*, вызывающей пищевое отравление, подавляли практически все штаммы пробиотиков. *L. bulgaricus* и *L. gallinarum* ингибировали рост на  $25 \pm 0,6$  мм, а *L. plantarum*, *L. zeae*, *L. fermentum*, *L. casei*, *L. rhamnosus*, *L. paracasei* – на  $25 \pm 0,4$  мм (рисунок).

С наименьшей активностью ингибировали рост тест-штаммов культуры *B. lactis* ( $20 \pm 0,4$  мм) и *E. faecium* (до  $20 \pm 0,3$  мм).

*L. plantarum* проявила антагонистическую активность в отношении возбудителя *S. enteritidis*, вызывающего сальмонеллез кишечника у детей раннего возраста и взрослых, останавливая его рост до  $19 \pm 0,4$  мм.

Патогенные штаммы *S. aureus* и *P. aeruginosa* относятся к группе внутрибольничных инфекций и также вызывают

кишечные инфекционные заболевания. Установлено, что все отобранные штаммы пробиотиков проявляют антагонистическую активность в отношении золотистого стафилококка. В частности, *L. fermentum*, *L. paracasei*, *L. rhamnosus*, *L. gallinarum* и *E. faecium* подавляли зону роста возбудителя на  $25 \pm 0,4$  мм. Было подтверждено, что *L. bulgaricus*, *L. plantarum*, *L. zeae* и *L. casei* являются активными штаммами с диаметром зоны подавления роста  $22 \pm 1,0$ ;  $22 \pm 0,4$ ;  $22 \pm 0,4$  и  $21 \pm 1,3$  мм соответственно.

В отношении *C. albicans*, условно-патогенной бактерии, вызывающей оппортунистические и кандидозные инфекционные заболевания, высокая антагонистическая активность в основном соответствовала вкладу лактобактерий. Установлено, что *L. bulgaricus*, *L. zeae* показали высокую активность против данного патогена, ингибируя рост на  $21 \pm 0,8$  мм и  $21 \pm 0,6$  мм, *B. lactis*, *L. plantarum*, *L. casei*, *L. paracasei* и *L. fermentum* одинаково ингибировали рост *C. albicans*. У *B. bifidum* зона подавления роста составила  $15 \pm 0,1$  мм.

### Заключение

Согласно данным, полученных в ходе проведенного нами эксперимента, установлено, что исследуемые пробиотические штаммы демонстрируют высокую антагонистическую активность к различным патогенным и условно-патогенным микроорганизмам. На основании полученных результатов можно сказать, что целенаправленное использование пробиотических микроорганизмов против патогенных инфекций может быть высокоэффективным. Так, применение различных комбинаций исследованных штаммов лакто- и бифидобактерий может оказывать эффективное воздействие на *P. mirabilis*, вызывающий пищевые токсикоинфекции. Таргетное использование штамма *L. plantarum* при сальмонеллезной инфекции может обеспечивать высокое антагонистическое действие в отношении возбудителя. При кишечных инфекциях, вызванных *S. aureus*, все вышеперечисленные штаммы пробиотиков могут быть использованы в качестве антагонистических препаратов. Штаммы лактобактерий *L. plantarum*, *L. bulgaricus*, *L. zeae*, *L. casei*, *L. paracasei* и *L. fermentum* могут быть рекомендованы для лечения кандидоза.

Таким образом, выделенные из фекалий новорожденных и материнского молока местные пробиотические штаммы лакто- и бифидобактерий обладают высокой антагонистической активностью и имеют перспективу использования в качестве компонента биотерапевтических препаратов для комплексной профилактики и терапии заболеваний ЖКТ бактериальной этиологии.

### Информация о финансировании

Работа выполнена в рамках бюджетного финансирования.

### Financial support

The work was carried out within the framework of budgetary financing.

### Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

### Conflict of interests

The authors declare that there is no conflict of interest.

### Литература

1. Шарипова ЗО, Умаров БР, Зияев ЯС. Общая характеристика пробиотиков. Новые перспективы создания пробиотиков в современной медицине. Фармация, иммунитет и вакцина. 2022;1:3-26.
2. Шарипова ЗО, Умаров БР, Зияев ЯС. Морфологическая, физиологическая и биотехнологическая характеристика бифидобактерий. Медицина и инновации. 2022;3(7):120-143.
3. Каннер ЕВ, Заплатников АЛ, Каннер ИД, Фарбер ИМ. Пробиотики и противомикробная резистентность: современные представления и новые терапевтические возможности. РМЖ. Мать и дитя. 2023;6(2):184-191. DOI: 10.32364/2618-8430-2023-6-2-184-191
4. Живодерова АИ, Самойленко ВС. Оценка *in vitro* пробиотических свойств и бактериоциногенного потенциала штаммов микроорганизмов *L. acidophilus* 13, *E. faecium* K-50 и их композиции. Международный вестник ветеринарии. 2023;4:78-86.
5. Хакбердиева ГЭ, Касимова ШШ. Эффективность применения лактобактерина при дисбактериозе у детей. Актуальные проблемы современной фармакотерапии. 2023;1(1):58-62.

### References

1. Sharipova ZO, Umarov BR, Ziyayev YaS. General characteristics of probiotics, new prospects for the creation of probiotics in modern medicine. Journal of Pharmacy, Immunity and Vaccine. 2022;1:3-26. (In Russian).

2. Sharipova ZO, Umarov BR, Ziyayev YaS. Morphological, physiological and biotechnological characteristics of bifidobacterial. Journal of Medicine and Innovation. 2022;3(7):120-143. (In Russian).
3. Kanner EV, Zaplatnikov AL, Kanner ID, Farber IM. Probiotics and anti-infective resistance: modern concepts and new therapeutic possibilities. Russian Journal of Woman and Child Health. 2023;6(2):184-191. DOI: 10.32364/2618-8430-2023-6-2-184-191 (In Russian).
4. Zhivoderova AI, Samoylenko VS. *In vitro* evaluation of probiotic properties and bacteriocinogenic potential of strains of microorganisms *L. acidophilus* 13, *E. faecium* K-50 and their compositions. International Journal of Veterinary Medicine. 2023;4:78-86. (In Russian).
5. Khakberdieva GE, Kasimova ShSh. Efficiency of using lactobacterin in dysbacteriosis in children. Actual problems of modern pharmacotherapy. 2023;1 (1):58-62. (In Russian).

### Информация о соавторах:

Абдильмянова Лилия Ильясовна, доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории биохимии и биотехнологии физиологически активных соединений Института микробиологии Академии наук Республики Узбекистан

Ёдгорова Нодира Тургунбаевна, кандидат медицинских наук, доцент кафедры микробиологии, вирусологии и иммунологии Ташкентской медицинской академии Республики Узбекистан

### Information about co-authors:

Lilia I. Abdulmyanova, PhD, DSc (Biological Sciences), Leading Researcher, Institute of Microbiology of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan

Nodira T. Yodgorova, PhD, MD, Associate Professor of the Department of microbiology, virology and immunology, Tashkent Medical Academy of the Republic of Uzbekistan

## НОВОСТИ НАУКИ

### Пищевые бактерии могут выживать в условиях приготовления пищи

Ученые из Института Квадрама и Агентства по безопасности здравоохранения Великобритании обнаружили, что популяции бактерий остаются стабильными на производственных площадках, несмотря на усилия по очистке на предприятиях по производству готовых к употреблению продуктов питания.

*Listeria monocytogenes* – это пищевая бактерия, вызывающая заболевание, называемое листериозом.

Безопасность продуктов питания имеет первостепенное значение в пищевой промышленности. Однако даже при наличии хорошо реализованных стратегий дезинфекции помещений и контроля микробных рисков такие микробы, как листерия, могут иногда нарушать барьеры безопасности пищевых продуктов и перекрестно загрязнять продукты питания. Это особенно опасно в готовых к употреблению продуктах, где потребители не будут убивать бактерии, вызывающие загрязнение, нагревая пищу перед употреблением.

Исследования показали, что популяции бактерий, которые сосуществуют с *L. monocytogenes*, были стабильны с течением времени и адаптировались к условиям на заводе, включая контроль безопасности пищевых продуктов. Поэтому, возможно, потребуется разработать новые стратегии для изменения всей популяции бактерий, чтобы эффективно устранить патоген.

Популяции очень стабильны, и очистка не меняет состав – она не позволяет одной бактерии разрастаться над другой. После очистки количество бактерий уменьшается, а бактериальная нагрузка снижается, что делает перекрестное загрязнение менее вероятным.

Была заметная разница между различными зонами производства при разных температурах; это говорит о том, что популяции бактерий в высокой степени адаптированы к различным средам. Это также предполагает наличие устоявшихся популяций.

Это новое исследование важно для понимания различных сообществ микробов в различных средах на предприятиях по производству готовой к употреблению пищи. Исследователи надеются, что понимание того, как листерия выживает в этих средах, может дать информацию для более точного лабораторного тестирования методов очистки.

«Scientists further our understanding of how a foodborne bacteria can survive in food preparation environments. Microbiology Society». Available at: <https://microbiologysociety.org/news/press-releases/scientists-further-our-understanding-of-how-a-foodborne-bacteria-can-survive-in-food-preparation-environments.html>