
Научная статья/Research Article

УДК 664.3

DOI: 10.36718/1819-4036-2023-1-160-170

Софья Владимировна Овсянкина^{1✉}, Полина Александровна Аболенцева²,
Сергей Витальевич Хижняк³, Елена Николаевна Олейникова⁴

^{1,2,3,4}Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия

¹sofi-kras@mail.ru

²polina18.ti@gmail.com

³skhizhnyak@yandex.ru

⁴ovn@kgau.ru

ВОЗМОЖНЫЕ ПУТИ МИКРОБНОЙ КОНТАМИНАЦИИ МАСЛОЖИРОВОЙ ПРОДУКЦИИ, ПРЕДСТАВЛЕННОЙ В ТОРГОВЫХ СЕТЯХ КРАСНОЯРСКА

Цель исследования – выявление возможных путей микробной контаминации масложировой продукции в торговых сетях Красноярска на основе анализа таксономического состава микроорганизмов-контаминантов. В ходе анализа образцов маргарина и растительного масла выявлены бактерии, относящиеся к семействам *Micrococcaceae*, *Staphylococcaceae*, *Microbacteriaceae*, *Bacillaceae* и *Paenibacillaceae*. В одном образце маргарина обнаружены колиформные бактерии в количестве, превышающем нормативы более чем в 125 раз; в остальных образцах масложировой продукции колиформные бактерии не выявлены. На основе культурально-морфологических свойств и MALDI-TOF масс-спектрометрии в образцах маргарина идентифицированы *Bacillus atrophaeus* Nakamura 1989, *Curtobacterium flaccumfaciens* (Hedges 1922) Collins and Jones 1984, *Kocuria varians* (Migula 1900) Stackebrandt et al. 1995, *Paenibacillus* sp., *Staphylococcus pasteurii* Chesneau et al. 1993 и *Staphylococcus epidermidis* (Winslow & Winslow 1908) Evans 1916. В образцах растительного масла идентифицированы *Bacillus atrophaeus*, *Bacillus megaterium* de Bary 1884, *Bacillus pumilus* Meyer and Gottheil 1901 (Approved Lists 1980), *Micrococcus luteus* (Schroeter 1872) Cohn 1872 emend. Wieser et al. 2002. Экологические особенности выделенных видов бактерий позволяют предположить, что микробная контаминация проанализированных образцов растительного масла обусловлена заносом почвенных бактерий из воздуха. Микробная контаминация проанализированных образцов маргарина обусловлена как заносом бактерий из воздуха, так и несоблюдением персоналом санитарно-гигиенических требований. Этот вывод сделан на основе того, что микроорганизмы-контаминанты маргарина представлены как почвенными, так и ассоциированными с человеком видами бактерий. Микроорганизмы-контаминанты растительного масла представлены только почвенными бактериями.

Ключевые слова: растительное масло, маргарин, микробная контаминация, *Micrococcaceae*, *Staphylococcaceae*, *Microbacteriaceae*, *Bacillaceae*, *Paenibacillaceae*

Для цитирования: Возможные пути микробной контаминации масложировой продукции, представленной в торговых сетях Красноярска / С.В. Овсянкина [и др.] // Вестник КрасГАУ. 2023. № 1. С. 160–170. DOI: 10.36718/1819-4036-2023-1-160-170.

Благодарности: работа выполнена при финансовой поддержке Министерства сельского хозяйства Российской Федерации в рамках темы «Изучение потенциальных контаминантов в пищевой масложировой продукции».

Sofia Vladimirovna Ovsyankina¹✉, Polina Alexandrovna Abolentseva²,

Sergey Vitalievich Khizhnyak³, Elena Nikolaevna Oleinikova⁴

^{1,2,3,4}Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia

¹sofi-kras@mail.ru

²polina18.ti@gmail.com

³skhizhnyak@yandex.ru

⁴ovn@kgau.ru

POSSIBLE WAYS OF MICROBIAL CONTAMINATION OF OIL AND FAT PRODUCTS PRESENTED IN KRASNOYARSK TRADE CHAINS

The purpose of the study is to identify possible ways of microbial contamination of oil and fat products in retail chains in Krasnoyarsk based on the analysis of the taxonomic composition of contaminant microorganisms. During the analysis of samples of margarine and vegetable oil, bacteria belonging to the families Micrococcaceae, Staphylococcaceae, Microbacteriaceae, Bacillaceae and Paenibacillaceae were identified. In one sample of margarine, coliform bacteria were found in an amount exceeding the standards by more than 125 times; in other samples of oil and fat products, coliform bacteria were not detected. Based on cultural-morphological properties and MALDI-TOF mass spectrometry in margarine samples, Bacillus atrophaeus Nakamura 1989, Curtobacterium flaccumfaciens (Hedges 1922) Collins and Jones 1984, Kocuria varians (Migula 1900) Stackebrandt et al. 1995, Paenibacillus sp., Staphylococcus pasteurii Chesneau et al. 1993 and Staphylococcus epidermidis (Winslow & Winslow 1908) Evans 1916 were identified. Bacillus atrophaeus, Bacillus megaterium de Bary 1884, Bacillus pumilus Meyer and Gottheil 1901 (Approved Lists 1980), Micrococcus luteus (Schroeter 1872) Cohn 1872 emend were identified in vegetable oil samples. Wieser et al. 2002. The ecological features of the isolated bacterial species suggest that the microbial contamination of the analyzed samples of vegetable oil is due to the introduction of soil bacteria from the air. Microbial contamination of the analyzed samples of margarine is due to both the introduction of bacteria from the air and non-compliance with sanitary and hygienic requirements by personnel. This conclusion was made on the basis that margarine contaminating microorganisms are represented by both soil and human-associated bacterial species. Microorganisms-contaminants of vegetable oil are represented only by soil bacteria.

Keywords: vegetable oil, margarine, microbial contamination, Micrococcaceae, Staphylococcaceae, Microbacteriaceae, Bacillaceae, Paenibacillaceae

For citation: Possible ways of microbial contamination of oil and fat products presented in Krasnoyarsk trade chains / S.V. Ovsyankina [et al.] // Bulliten KrasSAU. 2023;(1): 160–170. (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2023-1-160-170.

Acknowledgments: the work has been supported by the Ministry of Agriculture of the Russian Federation within the framework of the topic "Study of potential contaminants in food oil and fat products".

Введение. Под микробной контаминацией пищевых продуктов понимают проникновение в продукты микроорганизмов и/или их метаболитов, представляющих потенциальную угрозу здоровью человека либо приводящих к ускоренной порче продуктов. Микробная контаминация может происходить на всех стадиях производства пищевой продукции – от заготовки сырья до доставки готового продукта потребителю [1, 2]. Данное исследование посвящено изучению возможных путей контаминации масложировой продукции, представленной в торговых сетях Красноярска.

Цель исследований – определение наиболее вероятных путей попадания в масложировую продукцию микроорганизмов-контаминантов на основе анализа их таксономического состава.

Задачи: выделение наиболее распространенных микроорганизмов-контаминантов в образцах масложировой продукции и идентификация этих микроорганизмов на основе их культурально-морфологических свойств и MALDI-TOF масс-спектрометрии; определение наиболее вероятных путей попадания в продукцию на основе их экологических особенностей.

Объекты и методы. Объектами исследования служили образцы растительных масел (подсолнечное, рыжиковое и пальмовое) и маргарина от разных производителей, приобретенные в торговых сетях г. Красноярска. Микробиологический анализ проводили высевом из образцов на поверхность агаризованной питательной среды стандартными микробиологическими методами, предназначенными для определения количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ) и для определения бактерий группы кишечной палочки (БГКП).

Идентификацию выделенных микроорганизмов проводили по сочетанию их культурально-морфологических свойств и результатов MALDI-TOF масс-спектрометрии [3, 4]. Микрофотосъемку выполняли с помощью usb-камеры DCM-130E. Выводы о возможных путях проникновения выявленных микроорганизмов в анализируемую продукцию делали на основе экологических особенностей микроорганизма.

Результаты и их обсуждение. Бактерии группы кишечной палочки в исследованных об-

разцах выявлены не были, за исключением маргарина «Марьин Двор», в котором численность БГКП составила 12,5 тыс. КОЕ/г, что более чем в 125 раз превышает нормативы, утвержденные постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 14 ноября 2001 г. № 36 (СанПиН 2.3.2.1078-01) и ТР ТС 024/2011 «Технический регламент на масложировую продукцию», утвержденным Комиссией Таможенного союза от 09.12.2011 г. № 883.

Бактериальная компонента мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов была представлена аспорогенными грамположительными бактериями, относящимися к семействам *Micrococcaceae*, *Staphylococcaceae*, *Microbacteriaceae*, а также грамположительными спорообразующими бактериями, относящимися к семействам *Bacillaceae* и *Paenibacillaceae*.

В целом биологическое разнообразие бактерий, выделенных из маргарина, существенно превышало биоразнообразие бактерий, выделенных из растительных масел (рис. 1).

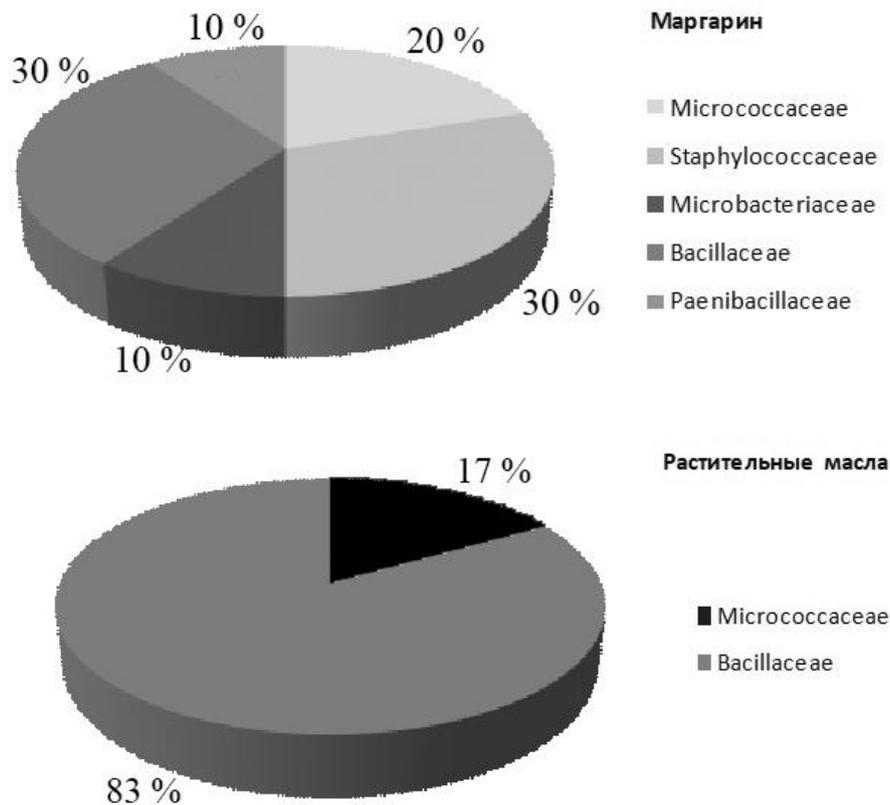


Рис. 1. Биологическое разнообразие бактерий, выделенных из маргарина и растительных масел

Ниже представлен список выявленных видов.

Вид *Kocuria varians* (Migula 1900) Stackebrandt et al. 1995, ранее известный как *Micrococcus varians* Migula 1900, относится к роду *Kocuria*, семейству *Micrococcaceae*, порядку *Micrococcales*, классу *Actinomycetia* [5]. Бактерии представляют собой грамположительные кокки, одиночные, в парах, тетрадах и более крупных скоплениях (рис. 2). Обнаружены в молоке, мя-

се, на коже, а также в окружающей среде (почва, песчаные пляжи). Отмечены случаи инфекции у человека (инфекция глаз, абсцесс мозга). Нами обнаружен в том же образце маргарина «Марьин Двор», в котором выявлена высокая численность БГКП. В этой связи наиболее вероятным путем попадания данных бактерий в продукцию является нарушение санитарно-гигиенических требований.

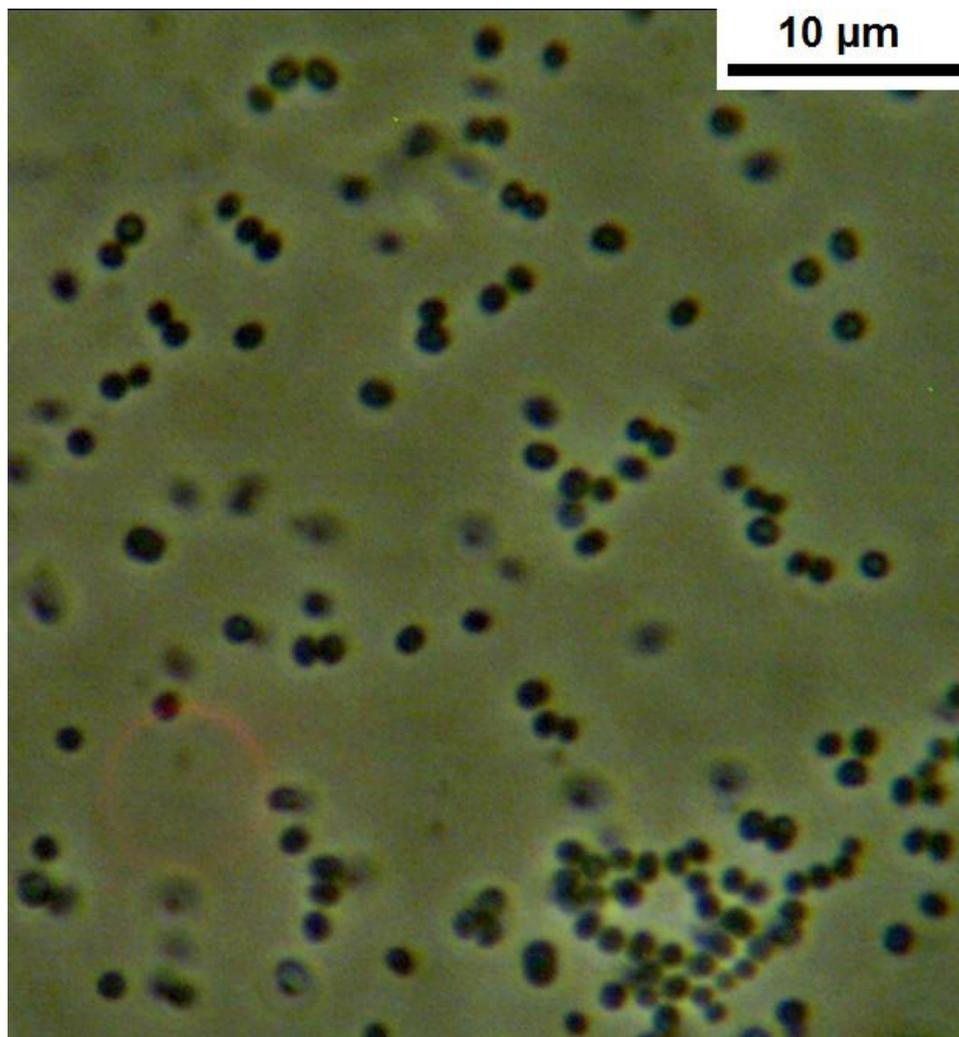


Рис. 2. *Kocuria varians*, выделенные из маргарина (длина масштабной полоски 10 мкм)

Вид *Micrococcus luteus* (Schroeter 1872) Cohn 1872 emend. Wieser et al. 2002 относится к роду *Micrococcus*, семейству *Micrococcaceae*, порядку *Micrococcales*, классу *Actinomycetia*. Бактерии представляют собой грамположительные кокки, преимущественно в тетрадах (рис. 3). Вид широко распространен в окружающей среде, выделяется из почвы, воды и воздуха, входит в состав нормальной микрофлоры кожи млекопи-

тающих. Способен длительное время сохранять жизнеспособность в экстремальных олиготрофных условиях. Так, в работе [6] авторы выделили *M. luteus* из образца янтаря возрастом 120 млн лет. В данном исследовании *M. luteus* обнаружен в подсолнечном масле. Исходя из широкой распространенности данного вида в окружающей среде, можно предположить, что он попал в продукцию из воздуха.

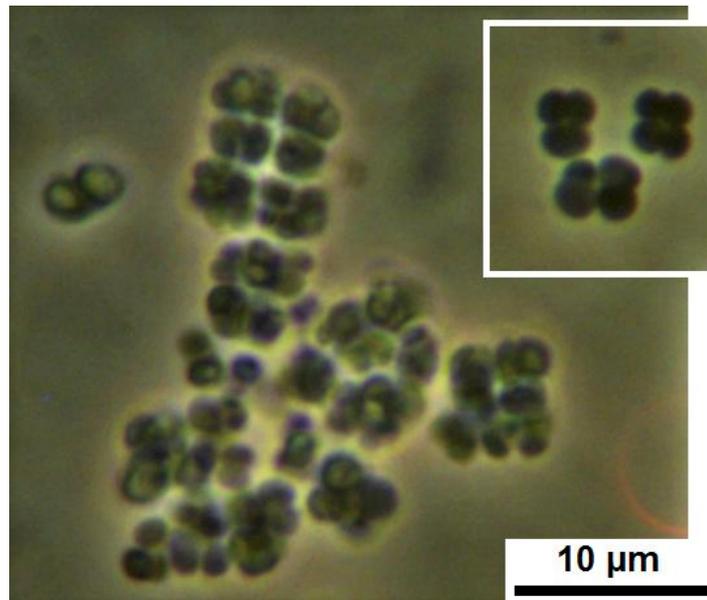


Рис. 3. *Micrococcus luteus*, выделенные из подсолнечного масла (длина масштабной полоски 10 мкм)

Вид *Staphylococcus epidermidis* (Winslow & Winslow 1908) Evans 1916 относится к роду *Staphylococcus*, семейству *Staphylococcaceae*, порядку *Bacillales*, классу *Bacilli*. Бактерии представляют собой грамположительные кокки, одиночные, в парах, тетрадах и более крупных скоплениях (рис. 4). Является компонентом нормальной микрофлоры кожи, и, реже, слизистой оболочки человека. В некоторых случаях данный вид способен вызывать инфекцию у людей с ослабленным иммунитетом [7]. В данном исследовании представители *S. epidermidis* выделены из образцов маргарина. Исходя из экологических особенностей данного микроорганизма, можно предположить, что его источником явилась кожа рук персонала.

Вид *Staphylococcus pasteurii* Chesneau et al. 1993 относится к роду *Staphylococcus*, семейству *Staphylococcaceae*, порядку *Bacillales*, классу *Bacilli*. Бактерии представляют собой грамположительные кокки, одиночные, в парах, тетрадах и более крупных скоплениях (см. рис. 4). Выделен в отдельный вид из близкородственного *Staphylococcus wamari* на основе анализа ДНК (Chesneau, 1993). Как и *S. epidermidis*, является компонентом нормальной микрофлоры человека, однако в некоторых случаях способен вызывать инфекцию у людей с ослабленным иммунитетом [8]. В данном исследовании представители *S. pasteurii* выделены из тех же образцов маргарина, из которых выделен *S. epidermidis*. Исходя из экологических особенностей данного

микроорганизма, можно предположить, что его источником явилась кожа рук персонала.

Вид *Curtobacterium flaccumfaciens* (Hedges 1922) Collins and Jones 1984 относится к роду *Curtobacterium*, семейству *Microbacteriaceae*, порядку *Micrococcales*, классу *Actinomycetia*. Бактерии представляют собой подвижные грамположительные палочки, переменной длины, прямые и изогнутые (рис. 5). Являются возбудителями болезней растений семейства *Fabaceae* [9]. В данном исследовании *C. flaccumfaciens* выделены из маргарина. С учетом экологии данного микроорганизма следует предположить его попадание в продукцию из воздуха.

Спорообразующие бактерии были представлены двумя родами – *Bacillus* и *Paenibacillus*.

Вид *Bacillus megaterium* de Bary 1884 относится к роду *Bacillus*, семейству *Bacillaceae*, порядку *Bacillales*, классу *Bacilli*. Характерной особенностью данных бактерий является экстремально крупный для бактерий размер клеток (рис. 6). Данный вид является типичным представителем почвенных микробных сообществ и широко используется в биотехнологических процессах, включая сельскохозяйственную биотехнологию [10, 11]. Сведений о потенциальной опасности данного вида для человека не обнаружено. В данном исследовании *B. megaterium* выделены из образцов рыжикового масла. Наиболее вероятный путь попадания данного микроорганизма в продукцию – из воздуха.

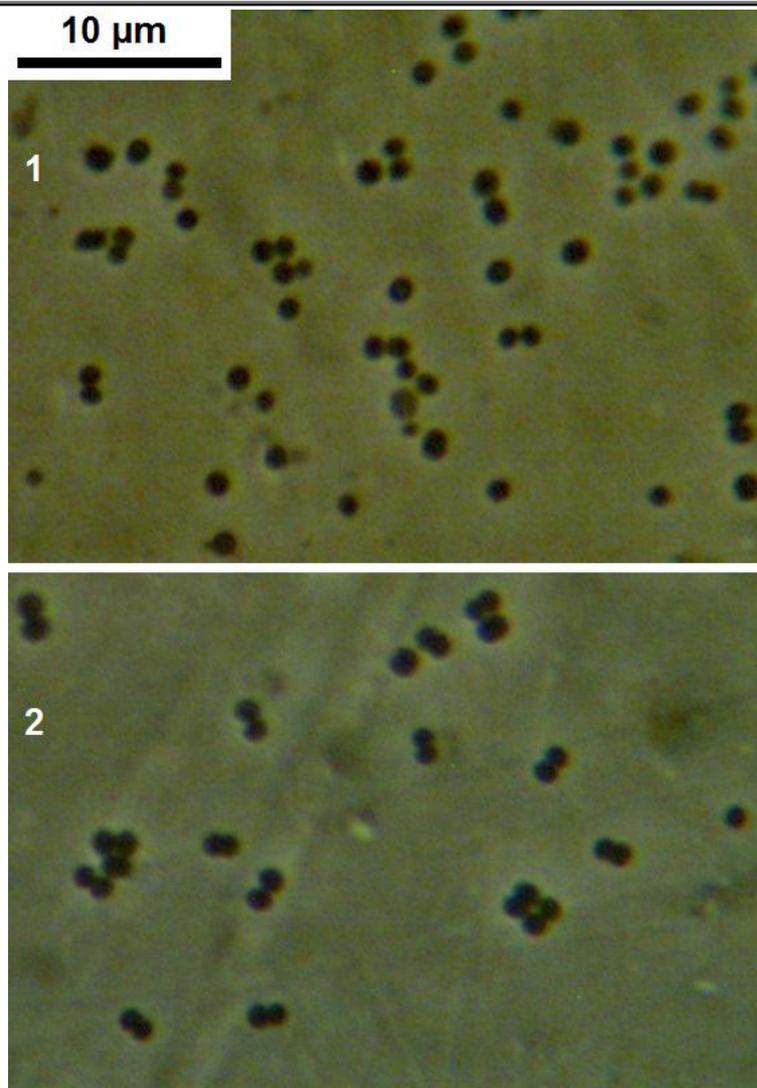


Рис. 4. Представители р. *Staphylococcus*, выделенные из маргарина:
1 – *S. Epidermidis*; 2 – *S. pasteurii* (длина масштабной полоски 10 мкм)

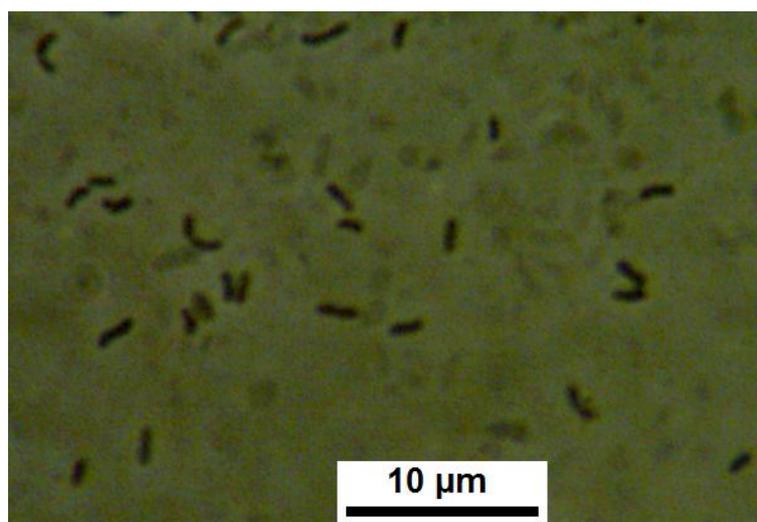


Рис. 5. *Curtobacterium flaccumfaciens*, выделенные из маргарина
(длина масштабной полоски 10 мкм)

Вид *Bacillus atrophaeus* Nakamura 1989 (рис. 7) относится к роду *Bacillus*, семейству Bacillaceae, порядку Bacillales, классу Bacilli. Ранее относился

к одной из разновидностей вида *Bacillus subtilis* (*B. subtilis* var. *niger*), однако в 1989 г. выделен в самостоятельный вид [12].

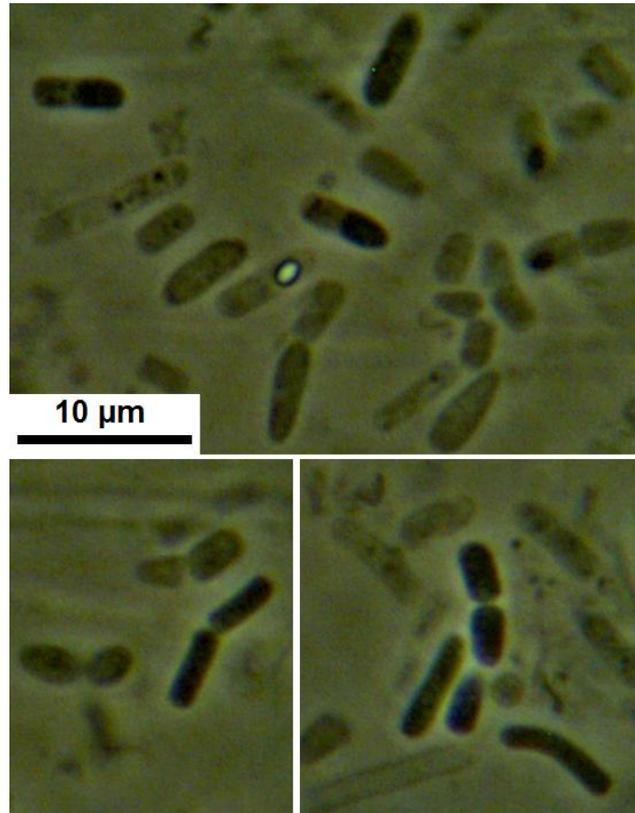


Рис. 6. *Bacillus megaterium*, выделенные из рыжикового масла (длина масштабной полоски 10 мкм)

B. atrophaeus является обитателем почвы и ризосферы, имеет потенциал в качестве биологического средства защиты растений от болезней [13]. Сведений о потенциальной опасности данного вида для человека не обнаружено.

В данном исследовании *B. atrophaeus* выделены из образцов пальмового и рыжикового масла, а также маргарина. Наиболее вероятный путь попадания данного микроорганизма в продукцию – из воздуха.

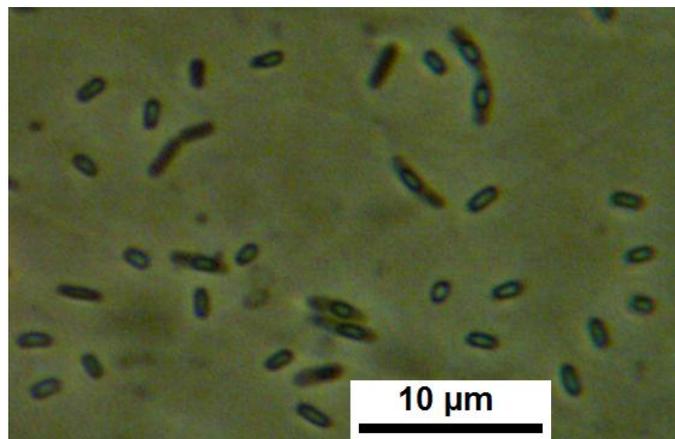


Рис. 7. *Bacillus atrophaeus*, выделенные из пальмового масла (спорулирующая культура) (длина масштабной полоски 10 мкм)

Вид *Bacillus pumilus* Meyer and Gottheil 1901 (Approved Lists 1980) (рис. 8) относится к роду *Bacillus*, семейству *Vacillaceae*, порядку *Bacillales*, классу *Bacilli*. Является представителем почвенных бактерий, некоторые разновидности способны вызывать болезни древесных растений [14, 15]. В данном исследовании *B. pumilus* выделены из образцов рыжикового масла. Наиболее вероятный путь попадания данного микроорганизма в продукцию – из воздуха.

Род *Paenibacillus* был представлен одним изолятом (рис. 9), выделенным из маргарина. Род объединяет ряд видов бактерий, ранее относившихся к р. *Bacillus* [16]. Места обитания – почва, ризосфера, некоторые виды являются фитопатогенами или оппортунистическими возбудителями заболеваний у человека [17]. В данном исследовании изолят *Paenibacillus* sp. выделен из маргарина, вероятный путь попадания в продукцию – из воздуха.

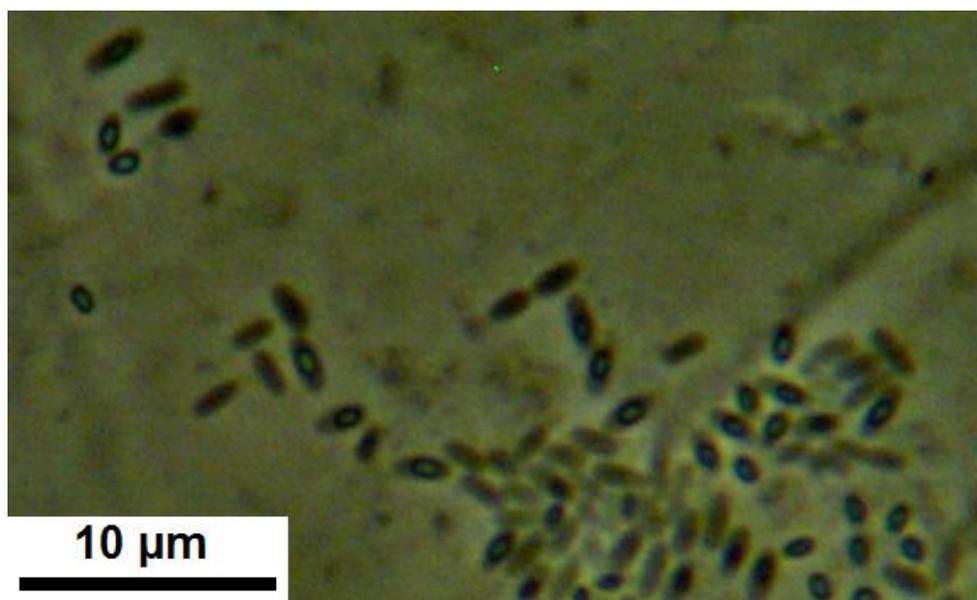


Рис. 8. *Bacillus pumilus*, выделенные из рыжикового масла (спорулирующая культура)
(длина масштабной полоски 10 мкм)

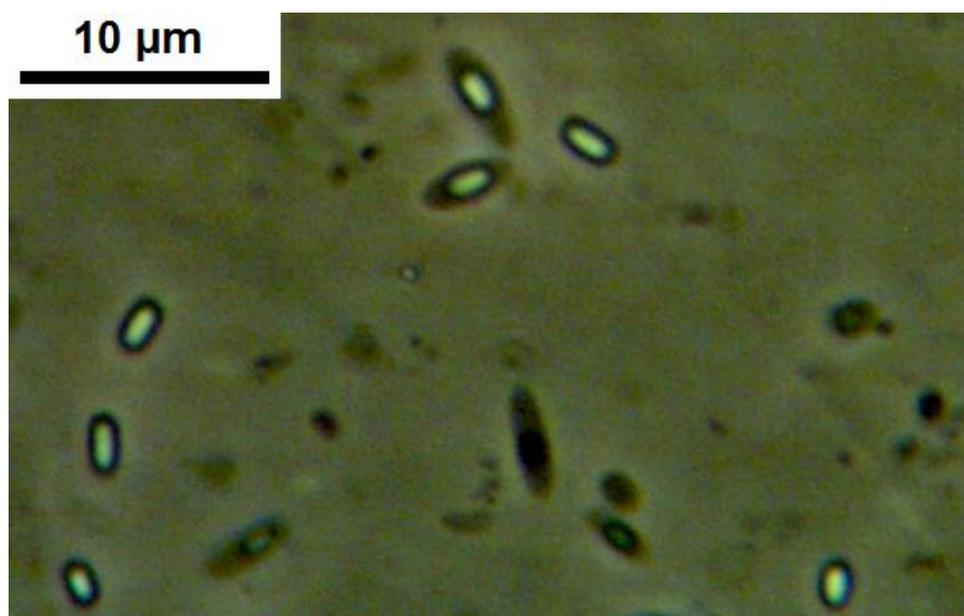


Рис. 9. *Paenibacillus* sp., выделенные из маргарина (спорулирующая культура)
(длина масштабной полоски 10 мкм)

Заключение

1. В ходе микробиологического анализа представленных в торговых сетях Красноярска образцов маргарина и растительных масел выделены представители семейств *Micrococcaceae*, *Staphylococcaceae*, *Microbacteriaceae*, *Bacillaceae* и *Paenibacillaceae* и в одном случае бактерии группы кишечной палочки (семейство *Enterobacteriaceae*).

2. Экологические особенности выделенных видов бактерий позволяют предположить, что микробная контаминация проанализированных образцов растительного масла обусловлена заносом почвенных бактерий из воздуха; микробная контаминация проанализированных образцов маргарина обусловлена как заносом бактерий из воздуха, так и несоблюдением персоналом санитарно-гигиенических требований.

Список источников

1. Grumezescu A., Holban A.M. Microbial Contamination and Food Degradation, Volume 10 in the Handbook of Food Bioengineering series // Academic Press. 2017. P. 514.
2. Grumezescu A., Holban A.M. Food Safety and Preservation: Modern Biological Approaches to Improving Consumer Health // Elsevier Science. 2018. P. 696.
3. Баранцевич Е.П., Баранцевич Н.Е. Применение MALDI-TOF масс-спектрометрии в клинической микробиологии // Трансляционная медицина. 2014. № 3. С. 23–28. DOI: 10.18705/2311-4495-2014-0-3-23-28.
4. Припутневич Т.В., Мелкумян А.Р. Масс-спектрометрия – новое слово в клинической микробиологии // Клиническая лабораторная диагностика. 2016. Т. 61, № 12. С. 842–848. DOI: 10.18821/0869-2084-2016-61-12-842-848.
5. Taxonomic dissection of the genus *Micrococcus*: *Kocuria* gen. nov., *Nesterenkonia* gen. nov., *Kytococcus* gen. nov., *Dermacoccus* gen. nov., and *Micrococcus* Cohn 1872 gen. emend / E. Stackebrandt [et al.] // Int. J. Syst. Bacteriol. 1995. 45. P. 682–692.
6. *Micrococcus luteus* – Survival in Amber / C.L. Greenblatt [et al.] // Microbial Ecology. 2004. 48 (1). P. 120–127. DOI: 10.1007/s00248-003-2016-5.
7. Levinson W. Review of Medical Microbiology and Immunology. 2010. P. 94–99.
8. *Staphylococcus pasteurii* sp. nov., isolated from human, animal, and food specimens / O. Chesneau [et al.] // Int J Syst Bacteriol. 1993. 43. P. 237–244.
9. Harveson R. M., Schwartz H. F., Mazzucchi U. Bacterial diseases of dry edible beans in the Central High Plains // Plant Health Prog. 2007. № 8. P. 35. DOI: 10.1094/PHP-2007-0125-01-DG.
10. *Bacillus megaterium* – from simple soil bacterium to industrial protein production host / P.S. Vary [et al.] // Appl Microbiol Biotechnol. 2007. 76(5). P. 957–67. DOI: 10.1007/s00253-007-1089-3.
11. Сульдина Е.В., Феоктистова Н.А., Богданов И.И. Выделение новых штаммов бактерий *Bacillus megaterium* и изучение их биологических свойств // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2020. № 3 (51). С. 60–67.
12. Nakamura L.K. Taxonomic Relationship of Black-pigmented *Bacillus subtilis* Strains and a Proposal for *Bacillus atrophaeus* sp. nov. // International Journal of Systematic Bacteriology. 1989. 39(3). P. 295–300. DOI: 10.1099/00207713-39-3-295
13. Почвенные микробные сообщества как источник штаммов для биологической защиты сои от фузариоза в Приенисейской Сибири / С.А. Родовиков [и др.] // Вестник Нижневартовского государственного университета. 2020. № 2. С. 4–11.
14. *Bacillus pumilus* – a new phytopathogen of Scots pine / V.A. Kovaleva [et al.] // J. For. Sci. 2015. № 61. P. 131–137.
15. Current Classification of the *Bacillus pumilus* Group Species, the Rubber-Pathogenic Bacteria Causing Trunk Bulges Disease in Malaysia as Assessed by MLSA and Multi rep-PCR Approaches / A.A. Husni [et al.] // Plant Pathol J. 2021 37(3). P. 243–257. DOI: 10.5423/PPJ.OA.02.2021.0017.
16. Ash C., Priest F.G., Collins M.D. Molecular identification of rRNA group 3 bacilli (Ash, Farrow, Wallbanks and Collins) using a PCR

- probe test. Proposal for the creation of a new genus *Paenibacillus* // *Antonie Van Leeuwenhoek*. 1993. № 64. P. 253–260.
17. Grady E.N., MacDonald J., Liu L. Current knowledge and perspectives of *Paenibacillus*: a review // *Microb Cell Factories*. 2016. № 203. DOI: 10.1186/s12934-016-0603-7.
- References**
1. Grumezescu A., Holban A.M. Microbial Contamination and Food Degradation, Volume 10 in the Handbook of Food Bioengineering series // Academic Press. 2017. P. 514.
 2. Grumezescu A., Holban A.M. Food Safety and Preservation: Modern Biological Approaches to Improving Consumer Health // Elsevier Science. 2018. P. 696.
 3. Barancevich E.P., Barancevich N.E. Primenie MALDI-TOF mass-spektrometrii v klinicheskoy mikrobiologii // *Translyacionnaya medicina*. 2014. № 3. S. 23–28. DOI: 10.18705/2311-4495-2014-0-3-23-28.
 4. Priputnevich T.V., Melkumyan A.R. Mass-spektrometriya – novoe slovo v klinicheskoy mikrobiologii // *Klinicheskaya laboratornaya diagnostika*. 2016. T. 61, № 12. S. 842–848. DOI: 10.18821/0869-2084-2016-61-12-842-848.
 5. Taxonomic dissection of the genus *Micrococcus*: *Kocuria* gen. nov., *Nesterenkonia* gen. nov., *Kytococcus* gen. nov., *Dermacoccus* gen. nov., and *Micrococcus* Cohn 1872 gen. emend / E. Stackebrandt [et al.] // *Int. J. Syst. Bacteriol.* 1995. 45. P. 682–692.
 6. *Micrococcus luteus* – Survival in Amber / C.L. Greenblatt [et al.] // *Microbial Ecology*. 2004. 48 (1). P. 120–127. DOI: 10.1007/s00248-003-2016-5.
 7. Levinson W. Review of Medical Microbiology and Immunology. 2010. P. 94–99.
 8. *Staphylococcus pasteurii* sp. nov., isolated from human, animal, and food specimens / O. Chesneau [et al.] // *Int J Syst Bacteriol.* 1993. 43. P. 237–244.
 9. Harveson R. M., Schwartz H. F., Mazzucchi U. Bacterial diseases of dry edible beans in the Central High Plains // *Plant Health Prog.* 2007. № 8. P. 35. DOI: 10.1094/PHP-2007-0125-01-DG.
 10. *Bacillus megaterium* - from simple soil bacterium to industrial protein production host / P.S. Vary [et al.] // *Appl Microbiol Biotechnol.* 2007. 76(5). P. 957–67. DOI: 10.1007/s00253-007-1089-3.
 11. Sul'dina E.V., Feoktistova N.A., Bogdanov I.I. Vydelenie novyh shtammov bakterij *Bacillus megaterium* i izuchenie ih biologicheskikh svoystv // *Vestnik Ul'yanovskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii*. 2020. № 3 (51). S. 60–67.
 12. Nakamura L.K. Taxonomic Relationship of Black-pigmented *Bacillus subtilis* Strains and a Proposal for *Bacillus atrophaeus* sp. nov. // *International Journal of Systematic Bacteriology*. 1989. 39(3). P. 295-300. DOI: 10.1099/00207713-39-3-295
 13. Pochvennye mikrobnye soobshchestva kak istochnik shtammov dlya biologicheskoy zaschity soi ot fuzarioza v Prienisejskoj Sibiri / S.A. Rodovikov [i dr.] // *Vestnik Nizhnevartovskogo gosudarstvennogo universiteta*. 2020. № 2. S. 4–11.
 14. *Bacillus pumilus* – a new phytopathogen of Scots pine / V.A. Kovaleva [et al.] // *J. For. Sci.* 2015. № 61. P. 131–137.
 15. Current Classification of the *Bacillus pumilus* Group Species, the Rubber-Pathogenic Bacteria Causing Trunk Bulges Disease in Malaysia as Assessed by MLSA and Multi rep-PCR Approaches / A.A. Husni [et al.] // *Plant Pathol J.* 2021 37(3). P. 243–257. DOI: 10.5423/PPJ.OA.02.2021.0017.
 16. Ash C., Priest F.G., Collins M.D. Molecular identification of rRNA group 3 bacilli (Ash, Farrow, Wallbanks and Collins) using a PCR probe test. Proposal for the creation of a new genus *Paenibacillus* // *Antonie Van Leeuwenhoek*. 1993. № 64. P. 253–260.
 17. Grady E.N., MacDonald J., Liu L. Current knowledge and perspectives of *Paenibacillus*: a review // *Microb Cell Factories*. 2016. № 203. DOI: 10.1186/s12934-016-0603-7.

Статья принята к публикации 11.11.2022 / The article accepted for publication 11.11.2022.

Информация об авторах:

Софья Владимировна Овсянкина¹, заведующая межкафедральной научно-инновационной лабораторией сельскохозяйственной и экологической биотехнологии ИАЭТ, кандидат биологических наук

Полина Александровна Аболентцева², научный сотрудник лаборатории селекции и оригинального семеноводства

Сергей Витальевич Хижняк³, профессор кафедры экологии и природопользования, доктор биологических наук, доцент

Елена Николаевна Олейникова⁴, главный специалист управления науки и инноваций

Information about the authors:

Sofia Vladimirovna Ovsyankina¹, Head of the Interdepartmental Scientific and Innovation Laboratory of Agricultural and Environmental Biotechnology of the IAET, Candidate of Biological Sciences

Polina Alexandrovna Abolentseva², Researcher, Laboratory of Breeding and Original Seed Production

Sergey Vitalievich Khizhnyak³, Professor at the Department of Ecology and Nature Management, Doctor of Biological Sciences, Associate Professor

Elena Nikolaevna Oleinikova⁴, Chief Specialist of Science and Innovation Department

