ВИДОВОЙ СОСТАВ МИКРООРГАНИЗМОВ ПОРЯДКА *ENTEROBACTERALES*, ВЫДЕЛЕННЫХ ИЗ КОРМОВ

УДК 579.62: 579.678
Научная статья
DOI 10.69539/2413-287X-2025-07-4-244

АННА АЛЕКСАНДРОВНА КРЕМЛЕВА[1,2],
соискатель, научный сотрудник
E-mail: viktoriya1409@yandex.ru

АНДРЕЙ ВЛАДИМИРОВИЧ КАПУСТИН[1],
доктор биологических наук,
заместитель директора
E-mail: kapustin_andrei@mail.ru

[1]ФГБНУ «Федеральный научный центр – Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной ветеринарии имени К. И. Скрябина и Я. Р. Коваленко Российской академии наук» (ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН)
109428, Российская Федерация, г. Москва, Рязанский проспект, дом 24, корпус 1

[2]Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный центр охраны здоровья животных» (ФГБУ «ВНИИЗЖ»)
111622, Российская Федерация, г. Москва, Оранжерейная улица дом 23, строение 2

Поступила в редакцию:
16.06.2025

Одобрена после рецензирования:
01.07.2025

Принята в публикацию:
02.07.2025

Резюме. *В статье приведены данные по видовому составу микроорганизмов порядка Enterobacterales в кормах животного и растительного происхождения, в комбикормах и кормах для непродуктивных животных. Микрофлора растительных кормов представлена широким бактериальным спектром контаминантов. Большинство кормов было контаминировано одновременно несколькими патогенами (Escherichia coli и Salmonella spp.).*

Ключевые слова: *Enterobacterales, энтеробактерии, корм, микробиологические индикаторы.*

SPECIES COMPOSITION OF MICROORGANISMS OF THE ORDER *ENTEROBACTERALES* ISOLATED FROM FEEDS

UDC 579.62: 579.678
Research article
DOI 10.69539/2413-287X-2025-07-4-244

ANNA A. KREMLEVA[1,2],
Applicant, Research fellow
E-mail: viktoriya1409@yandex.ru

ANDREY V. KAPUSTIN[1],
Doctor of Biological Sciences,
Deputy Director
E-mail: kapustin_andrei@mail.ru

[1]Federal Scientific Centre – All-Russian Research Institute of Experimental Veterinary Medicine named after K. I. Skryabin and Y. R. Kovalenko RAS
109428, Russian Federation, Moscow, Ryasansky Prospect, 24, building 1

[2]Federal State Budgetary Institution «Federal Center for Animal Health Protection» (FSBI «VNIIZZH»)
111622, Russian Federation, Moscow, Orangereynaya Street, 23, building 2

Received by editor office:
06.16.2025

Approved in revised:
07.01.2025

Accepted for publication:
07.02.2025

Abstract. *The article presents data on the species composition of microorganisms of the order Enterobacterales in animal and vegetable feed, compound feed and feed for unproductive animals. The microflora of plant feeds is represented by a wide bacterial spectrum of contaminants. Most feeds were contaminated simultaneously with several pathogens (Escherichia coli and Salmonella spp.).*

Key words: *Enterobacterales, enterobacteria, feed, microbiological indicators.*

ВВЕДЕНИЕ

Корма для сельскохозяйственных животных находятся в начале пищевой цепочки в модели «от поля до прилавка», в связи с чем исследования на присутствие патогенных микроорганизмов являются одним из важных шагов по контролю безопасности продовольственного сырья [1, 2]. В кормах как для продуктивных, так и для непродуктивных животных в качестве контаминантов зачастую выступают *Escherichia coli*, *Salmonella* spp., *Yersinia enterocolitica*, *Proteus* spp. Особую опасность представляют энтеропатогенные бактерии — возбудители пищевых токсикоинфекций: бактерии рода *Salmonella*, патогенные виды родов *Escherichia* и *Yersinia* [5]. В санитарной микробиологии европейских стран микроорганизмы семейства *Enterobacteriaceae* определены в качестве санитарно-показательных микроорганизмов [4]. Обнаружение энтеробактерий в кормах свидетельствует о технологических нарушениях в процессе их производства или хранения и может быть причиной желудочно-кишечных заболеваний животных, снижения их продуктивности, контаминации продукции животноводства.

Цель исследований: оценка контаминации кормов разного вида бактериями порядка *Enterobacterales*.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объект исследования — корма для непродуктивных животных (полнорационные сухие и влажные, лакомства, функциональные и диетические корма), корма животного и растительного происхождения, комбикорма, сырье для производства комбикормов.

Видовую идентификацию бактерий порядка *Enterobacterales* выполняли методом MALDI-TOF. Подробная ферментативная характеристика выделенных изолятов энтеробактерий получена с использованием коммерческих тест-систем API® 20 E и ENTEROtest 24N и питательных сред для биохимической идентификации.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В период с 2021 по 2023 г. на базе Испытательной Центральной научно-методической ветеринарной лаборатории ФГБУ «ВНИИЗЖ» с целью выделения и идентификации энтеробактерий были проведены исследования 2636 проб кормов, в том числе 1277 проб в 2021 г., 745 в 2022 г. и 590 в 2023 г. Всего выделено 539 бактерий порядка *Enterobacterales*, изучены их фенотипические, биохимические и биологические свойства, проведено типирование выделенных изолятов *Salmonella* spp.

В структурном составе бактерий порядка *Enterobacterales*, выделенных из кормов разного вида, преобладали бактерии рода *Escherichia* (от 3,4% до 39,3%). Далее по инцидентности выделяемости они распределились так: род *Salmonella* — 0,2–19,7%; род *Proteus* — 0,1–6,8%; род *Enterobacter* — 1,9–6,4%; род *Klebsiella* — 0,8–4,3%; род *Citrobacter* — 0,5–4,0%.

Семейство *Enterobacteriaceae* было представлено бактериями родов *Escherichia* (*E. coli*, *E. hermanii*), *Klebsiella*, *Salmonella*, *Enterobacter*, *Citrobacter*, *Lelliottia*, *Leclercia*, *Kasakonia*, *Cronobacter*, *Rahnella*; семейство *Morganellaceae* — бактериями родов *Proteus*, *Providencia*; семейство *Yersiniaceae* — бактериями родов *Yersinia* и *Serratia*; семейство *Erwiniaceae* — бактериями родов *Erwinia*, *Pantoeae*; семейство *Hafniaceae* — бактериями рода *Hafnia*.

В результате комплексных бактериологических исследований 132 образцов кормов животного происхождения (мясокостная и рыбная мука, свиная сухая сыворотка, мясные и рыбные корма для пушных зверей, пищевые отходы животного происхождения) в наибольшем количестве выделены бактерии родов *Escherichia* (39,3%), *Salmonella* (19,7%), *Proteus* (6,8%) и *Enterobacter* (3,8%), в наименьшем — *Yersinia*, *Hafnia*, *Citrobacter* и *Klebsiella* (рис. 1). Изоляты *Yersinia enterocolitica* не обладали патогенным потенциалом.

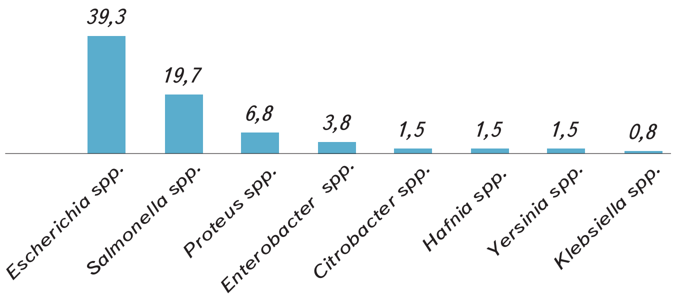

Рис. 1. Родовые группы бактерий порядка Enterobacterales, выделенные из кормов животного происхождения (2021–2023 гг.)

Видовой состав бактерий порядка *Enterobacterales* был представлен микрооранизмами: *Citrobacter freundii*, *Citrobacter braakii*, *Enterobacter cloacae*, *Hafnia alvei*, *Enterobacter xiangfangensis*, *Escherichia coli*, *Salmonella* spp., *Yersinia enterocolitica*, *Proteus vulgaris*, *Klebsiella pneumoniae*. Большинство кормов было контаминировано одновременно несколькими патогенами: например, *Escherichia coli* и *Salmonella* spp., а также *Yersinia enterocolitica* и *Escherichia coli*.

Изучена контаминация кормов для непродуктивных животных бактериями порядка *Enterobacterales* (рис. 2).

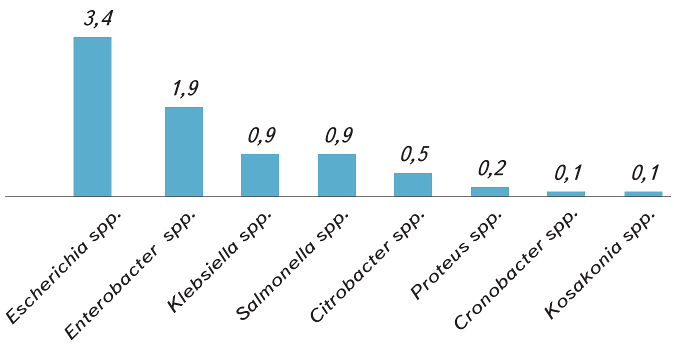

Рис. 2. Родовые группы бактерий порядка Enterobacterales, выделенные из кормов для непродуктивных животных (2021–2023 гг.)

Литература

1. *Базарбаев, С. Б.* Ветеринарно-санитарный и лабораторный контроль безопасности продуктов животного происхождения и кормов на территории Московской области: автореф. дис. канд. вет. наук. — М. — 2016. — 26 с.
2. *Белоусов, В. И.* Лабораторный контроль кормов, комбикормов и компонентов для их производства в Российской Федерации / В. И. Белоусов // Материалы юбил. научно-практ. конф., посвящ. 90-летию комбикормовой промышленности. — Воронеж. — 2018. — С. 34–43.
3. *Кремлева, А. А.* Анализ распространенности бактерий рода *Salmonella* в кормах на территории Российской Федерации (2014–2020 гг.) // Бактериология. — 2021. — № 3. — С. 42–43.

По результатам исследования 1077 образцов кормов для непродуктивных животных (полнорационные сухие и влажные, функциональные и диетические, лакомства) выделены следующие виды бактерий порядка *Enterobacterales: Klebsiella pneumoniae*, *Cronobacter* spp., *Enterobacter cloacae*, *Escherichia coli*, *Escherichia hermanii*, *Citrobacter sedlakii*, *Salmonella* spp., *Citrobacter koseri*, *Kosakonia cowanii*. В наибольшем количестве были выделены бактерии родов *Escherichia* (3,4%) и *Enterobacter* (1,9%), в наименьшем — *Klebsiella*, *Salmonella*, *Proteus*, *Citrobacter*, *Cronobacter*, *Kosakonia*.

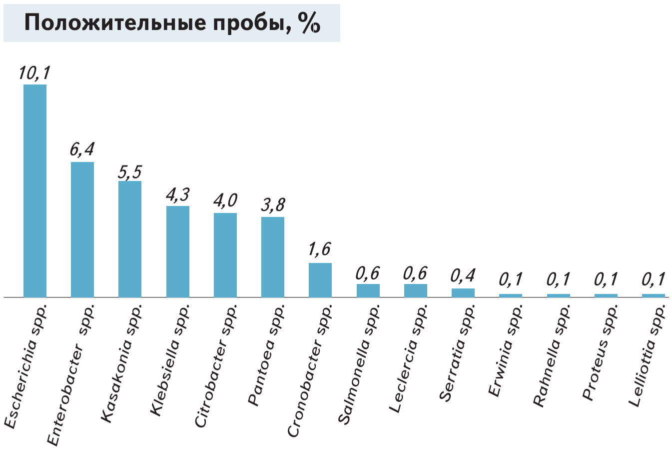

Рис. 3. Родовые группы бактерий порядка Enterobacterales, выделенные из кормов растительного происхождения (2021–2023 гг.)

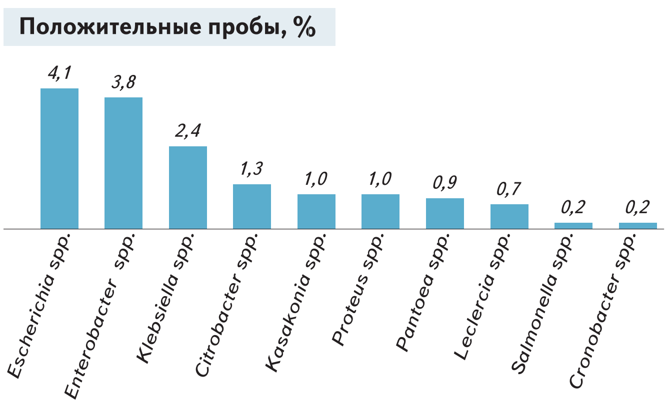

Рис. 4. Родовые группы бактерий порядка Enterobacterales, выделенные из комбикормов и сырья для их производства (2021–2023 гг.)

На исследование поступило 690 проб растительных кормов: сена, сенажа, силоса, соломы, травяной муки, зерна кукурузы, ячменя, овса, проса, сорго, пшеницы, семян бобовых). Их микрофлора представлена широким бактериальным спектром контаминантов (рис. 3): *Klebsiella oxytoca*, *Klebsiella pneumoniae*, *Escherichia coli*, *Escherichia hermanii*, *Kosakonia cowanii*, *Enterobacter xiangfangensis*, *Enterobacter cloacae*, *Enterobacter bugandensis*, *Enterobacter cancerogenus*, *Enterobacter ludwigi*, *Citrobacter freundii*, *Citrobacter braaki*, *Lelliottia amnigema*, *Pantoea agglomerans*, *Pantoea ananatis*, *Cronobacter* spp., *Leclercia adecarboxylata*, *Serratia* spp., *Rahnella aquatilis*. При проведении комплексного бактериологического исследования данных кормов в наибольшем количестве были выделены бактерии родов *Escherichia* (10,1%), *Enterobacter* (6,4%), *Kosakonia* (5,5%), *Klebsiella* (4,3%) и *Citrobacter* (4,0%), менее 1% — *Salmonella*, *Proteus*, *Leclercia*, *Serratia*, *Rahnella* и *Lelliottia*. Среди выделенных энтеробактерий обнаружены бактерии видов *Erwinia* (0,1%) и *Pantoea* (3,8%), которые потенциально могут быть отнесены к фитопатогенным [5].

В период с 2021 по 2023 г. было проведено испытание 321 образца комбикормовой продукции: полнорационные комбикорма, комбикорма-концентраты, белково-витаминные добавки, белково-витаминно-минеральные концентраты, премиксы. Также исследован 141 образец сырья для производства комбикормов: дрожжи кормовые, концентрат соевый белковый, метионин кормовой, жмых рапсовый, шроты, соя, белковый концентрат, мука травяная. На рисунке 4 показано, что в наибольшем количестве выделены бактерии родов *Escherichia* (4,1%), *Enterobacter* (3,8%) и *Klebsiella* (2,4%), в наименьшем — *Citrobacter*, *Kosakonia*, *Proteus*, *Pantoea*, *Leclercia*, *Salmonella* и *Cronobacter*. Видовой состав бактерий порядка *Enterobacterales*, выделенных из комбикормов и сырья для их производства, представлен следующими микроорганизмами: *Kosakonia cowanii*, *Escherichia coli*, *Citrobacter sedlakii*, *Citrobacter braaki*, *Klebsiella variicola*, *Leclercia adecarboxylata*, *Enterobacter cloacae*, *Enterobacter cancerogenus*, *Pantoea agglomerans*, *Klebsiella oxytoca* и *Proteus mirabilis*.

При обобщении результатов проведенных исследований установлено что в кормах в большей степени выявлены сальмонеллы и патогенные эшерихии. Бактериями рода *Salmonella* в большей степени контаминированы корма животного происхождения (19,7%),

4. *Ефимочкина, Н. Р.* Наиболее значимые виды микроорганизмов в отдельных группах пищевых продуктов / Н. Р. Ефимочкина, С. А. Шевелева, И. М. Нитяга [и др.] // Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии. — 2019. — № 4 (32). — С. 417–427.
5. *Евсеев, В. В.* Эпифитная микрофлора зерновых агроэкосистем : монография / В. В. Евсеев // Курган. Тип. ДАММИ. — 2006. — 120 с. — ISBN 5-89506-033-1.
6. ГОСТ Р 55453-2022 Корма для непродуктивных животных. Общие технические условия. Дата введения 2022-07-01
7. Правила бактериологического исследования кормов, 1975 г.

в меньшей степени — корма для непродуктивных животных (0,9%), корма растительного происхождения (0,6%), комбикорма (0,2%). Большинство кормов были контаминированы одновременно несколькими патогенами: например, *Escherichia coli* и *Salmonella* spp. Несмотря на высокую контаминацию кормов разного вида бактериями *Escherichia coli* (3,4—39,4%), лишь 8,3% выделенных изолятов обладали патогенным потенциалом.

ВЫВОД

Микробиологический анализ санитарного состояния кормов позволяет провести оценку безопасности сырья и кормов на различных этапах производственной цепи. Оценка показала, что в структурном составе бактерий порядка *Enterobacterales*, выделенных из кормов разного вида, преобладали бактерии рода *Escherichia* (3,4—39,3%). Далее по инцидентности выделяемости бактерии распределились так: род *Salmonella* (0,2—19,7%), род *Proteus* (0,1—6,8%), род *Enterobacter* (1,9—6,4%), род *Klebsiella* (0,8—4,3%), род *Citrobacter* (0,5—4,0%). Несмотря на высокую контаминацию кормов разного вида бактериями *Escherichia coli*, лишь 8,3% выделенных изолятов обладали патогенным потенциалом. Среди выделенных энтеробактерий обнаружены бактерии *Erwinia* (0,1%) и *Pantoea* (3,8%), которые потенциально могут быть отнесены к фитопатогенным.

Учитывая результаты проведенных исследований, необходимо отметить, что корма для животных являются резервуаром патогенных бактерий (сальмонелл, патогенных эшерихий и т.д.), откуда они могут распространяться по звеньям технологической цепи, вплоть до конечного потребителя. ■