

# Биопленкообразующие бактерии и контроль гигиены на поверхностях помещений и оборудования птицеперерабатывающих предприятий

Гулнара Наримановна Касымбекова, Лусеген Саркисович Хошафян, Владислав Вячеславович Шульгин, Светлана Глебовна Дорофеева

ГК ВИК

**Аннотация:** Существует значительный объем информации о биологических пленках, которые продуцируют микроорганизмы, однако в настоящем обзоре основное внимание уделяется биопленкообразующим микроорганизмам на птицеперерабатывающих предприятиях, важность которых в контаминации мяса птицы изучена менее хорошо. Обсуждаются основные представители биопленкообразующих микроорганизмов и рассматривается их роль в распространении пищевых инфекции среди людей. Особое внимание уделено *Salmonella spp.* и *Campylobacter spp.*, т.к. данные бактерии являются причинами бактериального гастроэнтерита у людей во всем мире. В обзор включена основная информация о постоянном присутствии популяции бактерий на биотических и абиотических поверхностях убойного цеха в состоянии биопленок; показано, что биопленка представляет серьезное препятствие для очистки и устойчива к чистящим и дезинфицирующим средствам. Представлена информация о методах контроля биопленкообразующих микроорганизмов для снижения заражения мясных продуктов. Последние достижения включают использование метода полногеномного секвенирования пищевых патогенов. Подобные исследования показывают значимость гигиены и санитарии для снижения количества биопленкообразующих бактерий, поскольку эффективная программа гигиены имеет первостепенное значение для получения безопасной продукции с длительным сроком хранения.

**Ключевые слова:** пищевая биобезопасность, пищевые патогены, биопленкообразующие бактерии, контаминация мяса птицы, санитария птицеперерабатывающих предприятий, методы контроля контаминации пищевых продуктов.

**Для цитирования:** Касымбекова, Г.Н. Биопленкообразующие бактерии и контроль гигиены на поверхностях помещений и оборудования птицеперерабатывающих предприятий / Г.Н. Касымбекова, Л.С. Хошафян, В.В. Шульгин, С.Г. Дорофеева // Птицеводство. – 2024. – №2. – С. 00-00.  
**doi:** 10.33845/0033-3239-2024-73-2-00-00

На сегодняшний день одним из важнейших является вопрос биобезопасности пищевых продуктов. Для обеспечения качества продукции в пищевых производствах согласно требованиям НАССР решающим фактором является поддержание стандартных гигиенических условий и контроль любых опасностей, связанных с биобезопасностью пищевых продуктов.

Основные стратегии санитарной биобезопасности на птицеперерабатывающих предприятиях должны быть направлены на предотвращение загрязнения и инактивацию

патогенов пищевого происхождения. Современные технологии стандартной санитарии убойного цеха включают физические, химические и биологические стратегии для снижения бактериального загрязнения в целом и присутствия патогенов в частности. Хорошая гигиена процесса убоя цыплят-бройлеров имеет первостепенное значение для получения биобезопасной продукции с длительным сроком хранения.

Главной задачей при убое бройлеров является минимизация загрязнения мяса за счет соблюдения

надлежащей гигиены процесса. На сегодняшний день стандартный убой бройлеров – это высокотехнологичный процесс, предполагающий минимальный ручной труд, поэтому однородность тушек важна для того, чтобы машины работали по назначению и сводили к минимуму загрязнение мяса, главным образом, патогенами, которые колонизируют кишечник птицы.

Начальная бактериальная нагрузка в кишечнике и на поверхности кожи живых бройлеров, поступающих на убой, в основном,





определяется бактериальной средой на птицефабрике. Предотвращение появления патогенов на птицефабрике является огромной проблемой. Убойные цеха могут минимизировать бактериальную обсемененность мяса птицы за счет хорошей гигиенической программы, анализа опасностей и критических контрольных точек (НАССР), а также различных мер по снижению загрязнения поверхности тушек [1].

Множество исследований показали, что *Salmonella spp.*, *Campylobacter spp.*, *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes* и патогенные штаммы *Escherichia coli* являются основными инфекциями, передающимися с мясом птицы [2,3].

На сегодняшний день мясо бройлеров как источник заболевания человека, в основном, связано с инфекциями *Salmonella spp.* и *Campylobacter spp.* (EFSA/ECDC, 2021). Данные инфекции являются наиболее распространенными причинами бактериального гастроэнтерита в Европейском Союзе (ЕС) [1,4]. Для мониторинга и микробиологической оценки мяса птицы птицефабрики проводят бактериологические исследования в соответствии с критериями НАССР.

Согласно техническому регламенту стран Евразийского экономического союза (ЕАЭС), безопасность мяса птицы и гигиена на птицеперерабатывающих предприятиях оцениваются по количественным показателям мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ), бактерий группы кишечной палочки (БГКП), а также отсутствию патогенных бактерий *Salmonella spp.*, *Listeria monocytogenes* в 25 г мяса птицы (ТР ЕАЭС 051/2021).

Согласно законодательству ЕС, гигиена на птицеперераба-

тывающих заводах оценивается по отсутствию *Campylobacter spp.* и *Salmonella spp.* на охлажденных тушках бройлеров. *E. coli* и *Enterobacteriaceae spp.* широко используются в качестве индикаторов фекального загрязнения тушек бройлеров. Использование тест-бактерий, таких как *E. coli* и *Enterobacteriaceae spp.*, в качестве индикаторов гигиены процесса на европейских заводах по убою обсуждалось и предлагалось Европейским агентством по безопасности пищевых продуктов (EFSA, 2012), но это еще не реализовано, и пока в качестве индикаторов используются *Campylobacter spp.* и *Salmonella spp.*

В настоящее время в странах ЕС и во всем мире основной причиной гастроэнтерита человека является *Campylobacter spp.* [1]. По последним данным, в ЕС зарегистрировано около 250 тыс. случаев кампилобактериоза [5]. В США ежегодно регистрируется 40 тыс. случаев бактериального гастроэнтерита человека. По оценкам, расходы на диагностику кампилобактериоза в США составляют более 2181 млн. долларов в год [6].

В странах СНГ кампилобактериоз остается малоизученной инфекцией, поэтому его регистрация невысока; так, в России частота регистрации составила 1,9-3,4 случаев на 100 тыс. населения в год [7].

Что касается сальмонеллезной контаминации, то количество контаминированных сальмонеллами тушек кур, поступающих в оборот в США, варьирует в среднем от 8,7 до 20,0% [8]. В ЕС, в среднем, 8,0-15,7% тушек кур контаминированы *Salmonella spp.* и 75,8% – *Campylobacter spp.*

Птицеперерабатывающие заводы (убойные цеха) с внедрением гигиенических программ пытаются повысить биобезопасность мяса

птицы в отношении кампилобактерий, сальмонелл, листерий и снизить передачу патогенов из перьев и кишечника в тушку. На показатели гигиены убойных цехов влияют многие факторы (настройка и конструкция оборудования, техническое обслуживание, вода, воздух, обучение персонала), в том числе образование биопленки [9].

По результатам многих исследований доказано, что популяции бактерий существуют на биотических и абиотических поверхностях, в основном, в состоянии биологических пленок [10-12].

Понимание условий, способствующих прикреплению бактерий к поверхностям и образованию биопленки, дает важную информацию для успешной разработки планов санитарии на птицеперерабатывающих предприятиях. Феномен прикрепления бактерий к поверхностям, таким как металл, резина и пластик, представляет собой серьезное препятствие для очистки и санитарной обработки поверхностей [11-13].

Бактериальные клетки прикрепляются к поверхностям путем продуцирования внеклеточных фибрилл, которые образуют сложную матрицу, способствующую прикреплению и последующему росту большего количества бактерий, а также привлекают другие микробы и остатки [14]. Окончательный композит представляет собой биопленку, устойчивую к чистящим и дезинфицирующим средствам, и ее чрезвычайно трудно удалить [15].

Для мясоперерабатывающей отрасли биопленки представляют опасность в связи с тем, что мясо, как органический источник, содержит большое количество питательных веществ и является хорошей средой для размножения большинства патогенных



микроорганизмов. На птицеперерабатывающих предприятиях в качестве биопленкообразующих патогенных микроорганизмов нужно рассматривать бактерий родов *Campylobacter spp.* и *Salmonella spp.*, а также *Listeria monocytogenes*.

Выше были изложены факты о том, что *Campylobacter spp.* являются одной из основных причин гастроэнтерита людей во многих странах и, в основном, передаются при употреблении мяса птицы. В условиях технологического процесса переработки мяса *Campylobacter spp.* должны выдерживать множество стрессов и вырабатывать специфические механизмы для выживания, такие как биопленки. Первым шагом формирования биопленки является прикрепление бактерий к поверхности, где важную роль играет сок куриного мяса. Показано, что куриный сок способствует образованию биопленки *Campylobacter spp.* на абиотической поверхности и может поддерживать передачу *Campylobacter spp.* по пищевой цепочке; больше половины кампилобактерий, выделенных из продуктов переработки птицы, обладали свойством образовывать биопленки [16].

Результаты исследователей разных стран свидетельствуют о высокой циркуляции биопленкообразующих штаммов *Campylobacter spp.* в условиях птицеперерабатывающих предприятий. Такие штаммы обнаруживаются практически на всех производственных объектах переработки мяса птицы (столы, полы, поверхности оборудования и т.д.).

Ежегодно на глобальном уровне регистрируются повторные вспышки листериоза, особенно связанные с мясными продуктами глубокой переработки, готовыми к употреблению. Наиболее частый сценарий, приводивший к вспыш-

кам заболеваний пищевого происхождения – это перекрестное заражение мясных деликатесов после термической обработки во время нарезки и упаковки в модифицированной атмосфере. Причиной такого перекрестного заражения продуктов переработки является предшествующее занесение листерий на мясоперерабатывающие предприятия и последующая колонизация производственной среды, связанная с образованием биопленок, устойчивых к санитарным обработкам, регулярно проводимых на предприятиях. Методом полногеномного секвенирования (WGS) были изучены пути перекрестной контаминации мясных продуктов патогенными листериями. В результате исследования 240 проб в 53 из них был получен положительный результат. Бактерий рода *Listeria* присутствовали на всех участках убоя и переработки (линия убоя, холодильные камеры, обвалка, разделка, цех упаковки в условиях модифицированной газовой среде (МГС), коридоры, зона отгрузки). Выявленные на птицеперерабатывающих предприятиях (участок упаковки МГС, холодильная камера и зона отгрузки) 8 изолятов были идентифицированы как *Listeria monocytogenes*; также было доказано их перемещение с линии убоя. Кроме того, все изученные изоляты обладали способностью к биопленкообразованию [17].

Таким образом, попадание *Listeria monocytogenes*, обладающей способностью к биопленкообразованию, в начало производственной цепочки переработки мяса приводит к контаминации всей цепочки.

Бактерии рода *Salmonella spp.* являются основными микроорганизмами, ответственными за болезни пищевого происхождения во всем мире. *Salmonella spp.*

способны сохраняться по всей цепочке производства и поставок мяса птицы благодаря своей способности образовывать биопленки. Сообщалось, что более 40 изолятов *Salmonella spp.* были выделены с объектов птицеперерабатывающих предприятий, домашней птицы и окружающей среды и идентифицированы как *Salmonella typhimurium* и *Salmonella enteritidis*; большинство изолятов обладали биопленкообразующими свойствами [18].

В ряде исследований была определена генетическая взаимосвязь между биопленкообразованием и антибиотикорезистентностью у *Salmonella spp.*; установлено, что с большей долей вероятности биопленки образуют микроорганизмы, обладающие устойчивостью к антибиотикам [19].

На сегодняшний день во всем мире проблеме биопленкообразования уделяется особое внимание. Однако в странах СНГ вопросы, связанные с биопленками и их ролью в контаминации продуктов переработки птицы патогенными бактериями, остаются мало изученными.

Контроль образования биопленки зависит от санитарной программы и конструкции оборудования, правильного выбора и использования моющих и дезинфицирующих средств в сочетании с подходящими методами физической очистки [20].

В настоящее время для диагностики контаминации продуктов животноводства пищевыми патогенами чаще используют традиционный метод – выделение и идентификация чистых культур. Однако биопленкообразующие бактерии растут на сложных питательных средах, анализ требует высокой квалификации персонала. Все это приводит к недооценке истинной картины распространенности пищевых патогенов в структуре био-



логических пленок и заражении продуктов питания.

Внедрение ПЦР-диагностики для контроля пищевых патогенов (*Campylobacter spp.*, *Salmonella spp.*, *Listeria monocytogenes*) на птицеперерабатывающих предприятиях может упростить и повысить эффективность мониторинга гигиены мяса, а также даст важную информацию для успешной разработки планов санитарии (правильный подбор дезинфицирующих средств).

Ряд исследователей считают более перспективным использование метода полногеномного секвенирования для контроля биопленкообразующих патогенов пищевых продуктов. За рубежом метод полногеномного секвенирования достаточно хорошо освоен для определенных бактерий, таких как *Listeria monocytogenes*, *Salmonella spp.*, ставших причиной вспышек гастроэнтеритов у людей [21, 22].

В настоящее время в странах СНГ достаточно широко используется АТФ-люминометр SystemSURE Plus, разработанный компанией Higiена для оценки уровня гигиены различных поверхностей и установления источника микробного загрязнения, в том числе и биопленкообразующими микроорганизмами (*Salmonella spp.*, *Listeria monocytogenes*, *E. coli*).

Санитарно-гигиенические мероприятия, проводимые на мясоперерабатывающих предприятиях, являются неотъемлемой частью мер по контролю пищевых патогенов. Санитарная обработка объ-

единяет в себе несколько направлений и в, частности, организацию и проведение ежедневной мойки и профилактической дезинфекции технологического оборудования и поверхностей убойного цеха. Все эти гигиенические процедуры направлены, прежде всего, на прерывание путей передачи и предотвращение образования биопленок пищевых патогенов, поэтому обеспечение эффективности санитарных обработок и оценка их качества чрезвычайно важны.

Традиционные микробиологические методы оценки контроля эффективности и качества санитарных обработок являются объективным способом изучения общего санитарного состояния пищевых предприятий и позволяют выделить бактерии путем культивирования на питательных средах, провести типизацию выделенных штаммов. Однако не все пищевые предприятия имеют хорошо оснащенные бактериологические лаборатории, что затрудняет проведение подобных тестов, которые, к тому же, характеризуются относительно высокой стоимостью и затратами времени.

В настоящее время одним из современных методов экспресс-контроля загрязненности предприятий пищевой промышленности, в том числе убойного цеха, является применение АТФ-люминометров. АТФ (аденозинтрифосфат) является энергетической молекулой, обеспечивающий метаболизм клеток, в том числе микроорганизмов, а также обнаруживается в различных суб-

стратах, включая биологические жидкости (кровь, сок куриного мяса и другие органические остатки).

Принцип действия АТФ-люминометра основан на реакции биолюминесценции (свечения). Под влиянием фермента люциферазы происходит ферментативное окисление особого пептида люциферина, данная реакция характеризуется излучением фотонов в видимом спектральном диапазоне. Фотоны, испускаемые при биолюминесценции, улавливаются датчиком прибора, а общее количество АТФ, как микробного, так и немикробного происхождения, оценивается в относительных световых единицах (RLU, relative light units), позволяющих количественно определить степень биологического загрязнения оборудования, инвентаря и различных поверхностей [23, 24].

Люминометры широко используются в европейских странах, Японии и США для контроля санитарной чистоты в медицинских учреждениях, в пищевой промышленности и на предприятиях общественного питания. В странах СНГ они нашли активное применение на предприятиях мясной промышленности, что стало особенно актуальным в связи с внедрением принципов НАССР.

В настоящее время принцип работы АТФ-люминометра детально изучен и описан, что делает возможным его широкое использование для мониторинга биологической чистоты (органическое загрязнение, биопленка) и контроля качества дезинфекции.

### Литература / References

1. Nastasijevic, I. The European Union control strategy for *Campylobacter spp.* in the broiler meat chain / I. Nastasijevic, F. Proscia, M. Boskovic, M. Glisic, B. Blagojevic, S. Sorgentone, A. Kirbis, M. Ferri // J. Food Saf. - 2020. - V. 40. - No 5. - P. e12819. doi: 10.1111/jfs.12819
2. Bolder, N.M. Decontamination of meat and poultry carcasses / N.M. Bolder Trends Food Sci. Technol. - 1997. - V. 8. - No 7. - P. 221-227. doi: 10.1016/S0924-2244(97)01040-6
3. Dinçer, A.H. Decontamination techniques of pathogen bacteria in meat and poultry / A.H. Dinçer, T. Baysal // Crit. Rev. Microbiol. - 2004. - V. 30. - No 3. - P. 197-204. doi: 10.1080/10408410490468803





4. Hutchison M.L. Quantitative determination of *Campylobacter* on broilers along 22 United Kingdom processing lines to identify potential process control points and cross-contamination from colonized to uncolonized flocks / M.L. Hutchison, D. Harrison, M.A. Tchorzewska, S. Gonzalez-Bodi, R.H. Madden, J.E.L. Corry, V.M. Allen // J. Food Protect. - 2022. - V. 85. - No. 12. - P. 1696-1707. doi: 10.4315/JFP-22-204
5. European Food Safety Authority and European Centre for Disease Prevention and Control. The European Union One Health 2018 Zoonoses Report // EFSA J. - 2019. - V. 17. - No 12. - P. e05926. doi: 10.2903/j.efsa.2019.5926
6. Hoffman, S. USDA Economic Research Centre cost estimates of foodborne illnesses / S. Hoffman [Эл. ресурс]. URL: <https://www.ers.usda.gov/dataproducts/cost-estimates-of-foodborne-illnesses/>. Accessed Aug 6, 2022.
7. Молчанова, О.В. Клинико-эпидемиологическая характеристика кампилобактериоза у детей / О.В. Молчанова, О.Б. Ковалев, А.А. Новокшенов, Е.В. Новосад, А.Л. Россина, О.В. Шамшева // Педиатрия. - 2017. - Т. 96. - №6. - С. 53-56. doi: 10.24110/0031-403X-2017-96-6-53-56
8. Berrang, M.E. *Campylobacter*, *Salmonella*, and *Escherichia coli* on broiler carcasses subjected to a high pH scald and low pH postpick chlorine dip / M.E. Berrang, W.R. Windham, R.J. Meinersmann // Poult. Sci. - 2011. - V. 90. - No 4. - P. 869-900. doi: 10.3382/ps.2010-00900
9. Çetinkaya, N. Sanitation control of some equipments used in poultry slaughterhouse line / N. Çetinkaya, G. Kürşad Incilı, A. Arslan // Turkish Bull. Hyg. Exp. Biol. - 2020. - V. 77. - No 3. - P. 301-310. doi: 10.5505/TurkHijyen.2020.93275
10. Taylor, G.F. Survival of Gram-negative bacteria on plastic compounded with hexachlorophene / G.F. Taylor // Appl. Microbiol. - 1970. - V. 19. - No 1. - P. 131-133. doi: 10.1128/am.19.1.131-133.1970
11. Wirtanen, G. Effect of growth phase of foodborne biofilms on their resistance to a chlorine sanitizer, Pt. II / G. Wirtanen, T. Mattila-Sandholm // Lebensm. Wiss. Technol. - 1992. - V. 25. - No 1. - P. 50-54.
12. Arnold, J.W. Development of biofilms during poultry processing / J.W. Arnold // Poult. Avian Biol. Rev. - 1998. - V. 9. - No 1. - P.1-9.
13. Тутельян, А.В. Образование биологических пленок микроорганизмов на пищевых производствах / А.В. Тутельян, Ю.К. Юшина, О.В. Соколова, Д.С. Батаева, А.Д. Фесюн, А.В. Датий // Вопр. питания. - 2019. - Т. 88. - №3. - С. 32-43. doi: 10.24411/0042-8833-2019-10027
14. Arnold, J.W. Cell surface properties correlated with cohesion in *Myxococcus xanthus* / J.W. Arnold, L.J. Shimkets // J. Bacteriol. - 1988. - V. 170. - No 12. - P. 5771-5777. doi: 10.1128/jb.170.12.5771-5777.1988
15. Zottola, E.A. Microbial attachment and biofilm formation: a new problem for the food industry? / E.A. Zottola // Food Technol. - 1994. - V. 48. - P.107-114.
16. Brown, H.L. Chicken juice enhances surface attachment and biofilm formation of *Campylobacter jejuni* / H.L. Brown, M. Reuter, L.J. Salt, K.L. Cross, R.P. Betts, A.H.M. van Vliet // Appl. Environ. Microbiol. - 2014. - V. 80. - No 22. - P. 7053-7060. doi: 10.1128/AEM.02614-14
17. Nastasijevic, I. Tracking of *Listeria monocytogenes* in meat establishment using Whole Genome Sequencing as a food safety management tool: a proof of concept / I. Nastasijevic, D. Milanov, B. Velebit, V. Djordjevic, B. Laticevic // Intl. J. Food Microbiol. - 2017. - V. 257. - No 18. - P. 157-164. doi: 10.1016/j.ijfoodmicro.2017.06.015
18. Nair, A. Biofilm formation and genetic diversity of *Salmonella* isolates recovered from clinical, food, poultry and environmental sources / A. Nair, D.B. Ranwool, S. Doijad, K. Poharkar, V. Mohan, S.B. Barbuddhe, R. Kolhe, N.V. Kurkure, A. Kumar, S.V.S. Malik, T. Balasaravanan // Infect. Genet. Evol. - 2015. - V. 36. - P. 424-433. doi: 10.1016/j.meegid.2015.08.012
19. Chuah, L.-O. Genetic relatedness, antimicrobial resistance and biofilm formation of *Salmonella* isolated from naturally contaminated poultry and their processing environment in northern Malaysia / L.-O. Chuah, A.-K. Shamila Syuhada, I. Mohamad Suhaimi, T. Farah Hanim, G. Rusul // Food Res. Intl. - 2018. - V. 105. - P. 743-751. doi: 10.1016/j.foodres.2017.11.066
20. Kumar, C.G. Significance of microbial biofilms in food industry: a review / C.G. Kumar, S.K. Anand // Intl. J. Food Microbiol. - 1998. - V. 42. - No 1-2. - P. 9-27. doi: 10.1016/s0168-1605(98)00060-9
21. Frey, K.G. Next-generation sequencing for pathogen detection and identification / K.G. Frey, K.A. Bishop-Lilly // Method. Microbiol. - 2015. - V. 42. - Chpt. 15. - P. 525-554. doi: 10.1016/bs.mim.2015.06.004
22. Tang, S. Efficacy of different antimicrobials on inhibition of *Listeria monocytogenes* growth in laboratory medium and on cold-smoked salmon / S. Tang, M.J. Stasiewicz, M. Wiedmann, K.J. Boor, T.M. Bergholz // Intl. J. Food Microbiol. - 2013. - V. 3. - No 1. - P. 265-275. doi: 10.1016/j.ijfoodmicro.2013.05.018
23. Дубель, Е.В. О применении АТФ-люминометров в медицинских организациях / Е.В. Дубель // Журнал гл. врача. - 2018. - №3. - С. 40-46.

24. Саперкин, Н.В. Мониторинг качества уборок в медицинских организациях с помощью люминометра / Н.В. Саперкин, А.С. Благодравова, Р.Ф. Чанышева // Ремедиум Приволжье. - 2017. - №1. - С. 38-41.

#### Сведения об авторах:

**Касымбекова Г.Н.:** ведущий ветеринарный врач – консультант дивизиона птицеводства; kasymbekova@tdvic.ru. **Хошафян Л.С.:** зам. директора департамента птицеводства. **Шульгин В.В.:** зам. директора департамента продвижения птицеводства; shulgin@tdvic.ru. **Дорофеева С.Г.:** кандидат ветеринарных наук, зам. ген. директора по ветеринарии; dorofeeva@vicgroup.ru.

Статья поступила в редакцию 30.11.2023; одобрена после рецензирования 22.12.2023; принята к публикации 26.01.2024.

#### Review article

### Biofilm-Forming Bacteria and Hygienic Control of Contamination of Surfaces of Premises and Equipment at Poultry Processing Enterprises



Gulnara N. Kasymbekova, Lusegen S. Khoshafyan, Vladislav V. Shulgin, Svetlana G. Dorofeeva

VIC Group

**Abstract.** A lot of knowledge is presently available on the biofilms produced by microorganisms; however, in the review presented the emphasis on the biofilm-forming bacteria which can be found at poultry processing enterprises is made which role in the contamination of poultry meat is still understudied. The most abundant biofilm-forming bacterial species and their role in the emergence of alimentary (foodborne) infections in human are presented, especially *Salmonella* spp. and *Campylobacter* spp. since the species of these genera are the most common causative agents of bacterial gastroenteritis in human worldwide. The biofilms which are constantly present on the biotic and/or abiotic surfaces at the slaughterhouses are resistant to many cleaning and disinfecting preparations and therefore can be considered as the serious obstacle for the procedures of the sanitation. Methods of control of biofilm-forming species aimed at the reduction of the contamination of meat products are reviewed. The latest advances in this field include genome-wide sequencing (GWS) of alimentary pathogens. The significance of hygienic and sanitary control of these pathogens at the poultry processing enterprises is stressed as the primary tool for biosafe production and elongation of shelf lives of the resulting products.

**Keywords:** food biosecurity, alimentary pathogens, biofilm-forming bacteria, contamination of poultry meat, sanitary condition of poultry processing enterprises, methods of control of food contamination.

**For Citation:** Kasymbekova G.N., Khoshafyan L.S., Shulgin V.V., Dorofeeva S.G. (2024) Biofilm-forming bacteria and hygienic control of contamination of surfaces of premises and equipment at poultry processing enterprises. *Ptitsevodstvo*, 73(2): 00-00. (in Russ.)

**doi:** 10.33845/0033-3239-2024-73-2-00-00

(For references see above)

#### Authors:

**Kasymbekova G.N.:** Lead Veterinarian Consultant of Division of Poultry Production; kasymbekova@tdvic.ru. **Khoshafyan L.S.:** Deputy Director of Dept. of Poultry Production. **Shulgin V.V.:** Deputy Director of Dept. of Promotion of Poultry Production; shulgin@tdvic.ru. **Dorofeeva S.G.:** Cand. of Vet. Sci., Deputy General Director for Veterinary; dorofeeva@vicgroup.ru.

Submitted 30.11.2023; revised 22.12.2023; accepted 26.01.2024.

© Касымбекова Г.Н., Хошафян Л.С., Шульгин В.В., Дорофеева С.Г., 2024