

УДК 579.672

**А. Э. Эльхедми, Х. М. Элькаиб, В. Н. Леонтьев**  
Белорусский государственный технологический университет  
**ХАРАКТЕРИСТИКА БАКТЕРИЙ РОДА *PSEUDOMONAS*,  
ВЫДЕЛЕННЫХ ИЗ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ**

Из продуктов питания (молока, мяса, домашней птицы и рыбы), подвергшихся порче, были выделены 22 штамма бактерий рода *Pseudomonas*. Изучены их морфологические и физиолого-биохимические характеристики, позволившие идентифицировать девять штаммов. Шесть штаммов являются представителями *P. fluorescens*, а три штамма – *P. aeruginosa*.

В основу тестов по идентификации выделенных штаммов положены такие свойства бактерий, как отношение к молекулярному кислороду, образование специфических пигментов, каталазная активность, рост при различной температуре, восстановление нитратов и нитритов, гидролиз крахмала, а также морфология клеток.

Результатом работы явилось создание коллекции бактерий *P. fluorescens* и *P. aeruginosa*, которая послужит основой для изучения и разработки средств защиты пищевых продуктов от порчи.

**Ключевые слова:** пищевые продукты, микробиологическая порча, штаммы бактерий, *Pseudomonas fluorescens*, *Pseudomonas aeruginosa*, пиовердин, пиоцианин.

**A. E. Elhedmi, H. M. Elkaib, V. N. Leontiev**  
Belarusian State Technological University

**CHARACTERISTICS OF BACTERIA OF THE GENUS *PSEUDOMONAS*,  
ISOLATED FROM FOODS**

Twenty two strains of bacteria of the genus *Pseudomonas* were isolated from contaminated food (milk, meat, poultry and fish). Their morphological and physiology-biochemical characteristics which allowed to identify nine strains are studied. Six strains are members of *P. fluorescens*, and three strains – *P. aeruginosa*.

The isolated bacteria identification tests were based on such properties as their dependence on molecular oxygen, ability to form specific pigments, catalase activity, ability to grow at different temperatures, nitrates and nitrites reduction, hydrolysis of starch, as well as morphology of cells.

The result of this investigation was the creation of collection of bacteria *P. fluorescens* and *P. aeruginosa* which would be the base for study and design of food-protection agents from spoilage.

**Key words:** foods, microbiological spoilage, bacterial strains, *Pseudomonas fluorescens*, *Pseudomonas aeruginosa*, pyoverdin, pyocyanin.

**Введение.** Микробиологическая порча является основным видом потерь продовольствия в мире. В связи с этим идентификация микроорганизмов и поиск путей предотвращения порчи – актуальные задачи современной микробиологии [1].

Порчу белоксодержащих продуктов могут вызывать бактерии родов *Escherichia*, *Proteus*, *Clostridium*, *Achromobacter*, *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Lactobacterium*, *Micobacterium*, дрожжи родов *Candida*, *Debaryomyces*, *Mycoderma*, *Rhodotorula*, мицелиальные грибы родов *Penicillium*, *Aspergillus*, *Rhizopus*, *Thamnidium*, *Cladosporium* [2].

Бактерии *Pseudomonas fluorescens* и *Pseudomonas aeruginosa* играют ключевую роль в порче мяса убойных животных и птицы, яиц, молока и рыбы [3].

При типировании бактерий рода *Pseudomonas* применяют такие тесты, как окисление-ферментация, оксидазная активность, подвижность и др.

Цель данной работы – выделение из испорченных белоксодержащих продуктов бактерий

рода *Pseudomonas*, их идентификация и создание коллекции, которая послужит основой для изучения и разработки средств защиты пищевых продуктов от порчи.

**Основная часть.** В качестве объектов исследования были использованы молоко, мясо, домашняя птица и рыба, подвергшиеся порче.

Навеску измельченного исследуемого материала 20 г помещали в коническую колбу емкостью 100 мл, приливали 5 мл стерильного физиологического раствора (ФР). Инкубировали при 30°C 3 сут. Из полученной накопительной культуры осуществляли высев на плотную селективную синтетическую питательную среду ММ9 для выделения бактерий рода *Pseudomonas* [4]. В качестве селективных факторов использовали способность микроорганизмов к росту в присутствии триптофана – единственного источника углерода и энергии, а также в присутствии кислорода. Образовавшиеся колонии пересеивали на дифференциально-диагностическую

среду Блеск для исключения патогенных псевдомонад, которые формировали колонии с металлическим блеском. Непатогенные бактерии рода *Pseudomonas* идентифицировали по морфологическим и физиолого-биохимическим признакам.

Для определения отношения бактерий к молекулярному кислороду использовали среду Хью – Лейфсона [5].

Дифференциацию бактерий *P. fluorescens* и *P. aeruginosa* проводили на среде Кинга В по образованию пигментов пиовердина и пиоцианина соответственно [6].

Каталазную активность бактерий наблюдали по образованию пузырьков газа в присутствии перекиси водорода [7].

Морфологические особенности клеток бактерий определяли с помощью общепринятых методов [8].

Отнесение бактерий к роду *Pseudomonas* осуществляли по способности восстанавливать нитраты и нитриты, а также гидролизовать крахмал [7].

Принадлежность бактерий *Pseudomonas* к видам *fluorescens* и *aeruginosa* определяли по способности роста при оптимальных значениях температуры [9].

Схема выделения и идентификации бактерий рода *Pseudomonas*, вызывающих порчу белоксодержащих продуктов, представлена на рисунке.

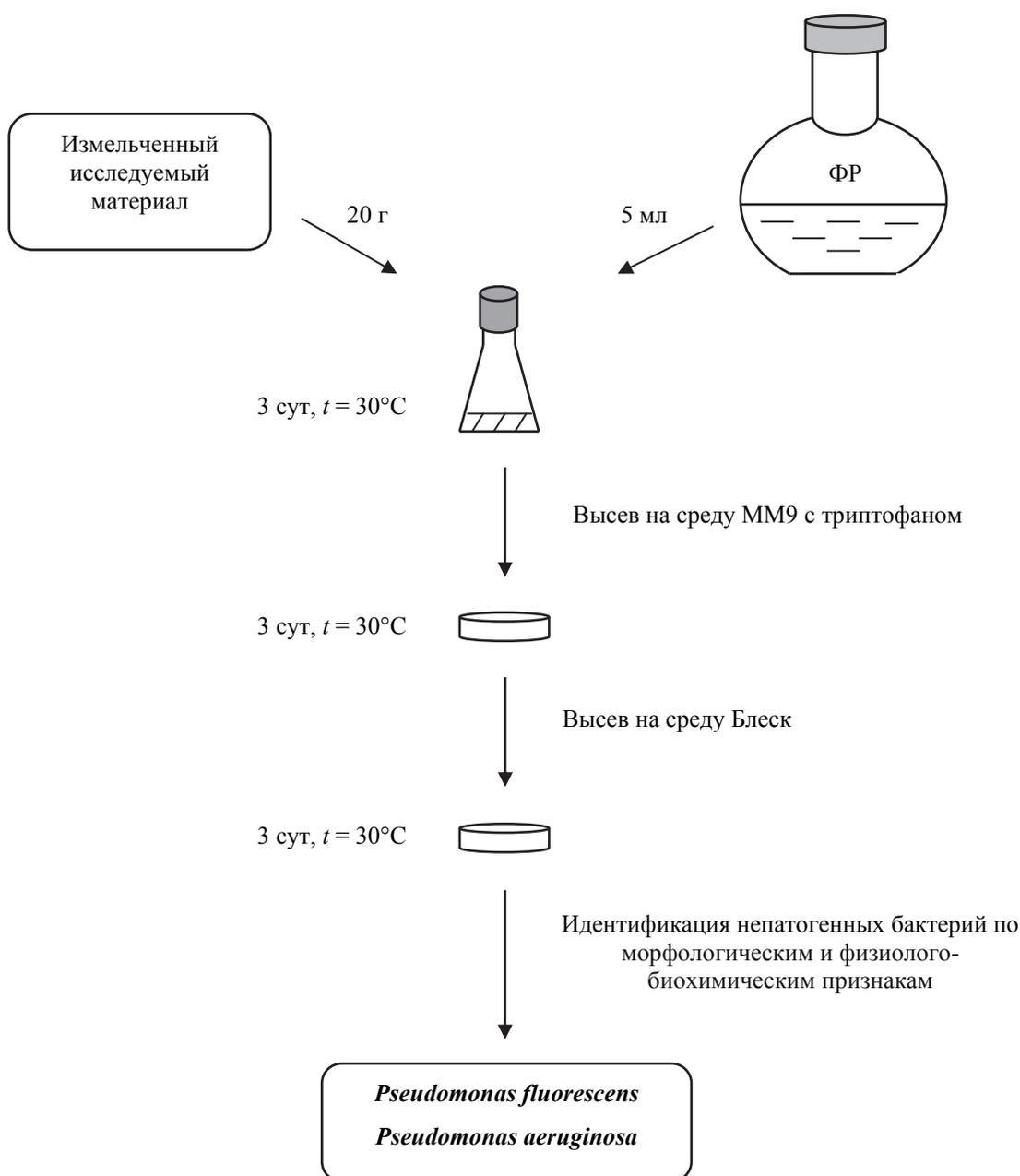


Схема выделения и идентификации бактерий рода *Pseudomonas*, вызывающих порчу белоксодержащих продуктов

В результате скрининга из образцов молока, говяжьего фарша, рыбы (каrp, толстолобик и свежемороженая скумбрия), куриных грудок и крыльев, подвергшихся порче, были отобраны 22 штамма бактерий рода *Pseudomonas*, идентификацию которых проводили по источнику [10].

Характеристика некоторых выделенных штаммов бактерий представлена в таблице.

Как видно из таблицы, девять штаммов, относящихся к роду *Pseudomonas*, являются аэробами (окисляют глюкозу до глюконовой кислоты), образуют специфические пигменты, представляют собой грамотрицательные палочки, обладают каталазной активностью, восстанавливают нитраты и нитриты, не гидролизуют крахмал.

Большинство изолятов бактерий *P. fluorescens* образовывали бесцветные или желтоватые, выпуклые, гладкие, блестящие колонии. Характерной особенностью колоний являлась внешняя микроструктура, которая имела сетчатое или ячеистое строение. Клетки окрашивали среду в зеленовато-желтый цвет за счет продуцирования пигментов – пиовердина и флуоресцеина.

Бактерии *P. aeruginosa* образовывали бесцветные или желтоватые плоские колонии. Клетки окрашивали среду в сине-зеленый цвет за счет продуцирования пигмента – пиоцианина.

Бактерии *P. fluorescens* росли при температуре 4°C, а бактерии *P. aeruginosa* – при температуре 41°C.

**Характеристика некоторых выделенных штаммов бактерий по морфологическим и физиолого-биохимическим признакам**

Штамм	Отношение к кислороду		Пигменты	Окраска по Граму	Форма клеток	Каталаза	Рост		Восстановление нитратов и нитритов	Гидролиз крахмала
	Аэр	Анаэр					4°C	41°C		
Gi-1	К	–	+	–	Па	+	+	–	+	–
Mi-1	К	–	+	–	Па	+	+	–	+	–
Fi-1	К	К	–	+	Ко	+	+	+	–	+
Fi-2	К	КГ	–	+	Ко	+	+	+	–	+
Me-1	К	К	+	–	Па	+	+	–	–	+
Mi-2	К	–	+	–	Па	+	+	–	+	–
Gi-2	К	–	+	–	Па	+	+	–	+	–
Fi-3	К	–	+	+	Ко	+	+	–	–	–
Fi-4	–	КГ	–	+	Ко	+	–	–	–	+
Me-2	К	–	+	–	Па	+	–	+	+	–
Fi-5	К	К	–	+	Ко	–	+	–	–	+
Fi-6	–	–	–	–	Ко	+	–	–	–	–
Fi-7	К	–	+	–	Па	+	–	+	+	–
Gi-4	–	–	–	+	Ко	+	+	–	–	+
Gi-5	К	–	+	–	Па	+	–	+	+	–
Me-3	К	–	+	–	Па	+	+	–	+	–
Fi-8	–	–	–	+	Ко	+	–	–	–	+
Gi-6	–	–	–	–	Ко	+	+	–	–	–
Me-4	К	–	+	–	Па	+	+	–	+	–
Gi-7	–	–	–	+	Ко	+	–	–	–	+
Gi-8	–	–	–	+	Ко	+	–	–	–	+
Gi-9	К	–	–	–	Па	+	+	+	–	–

*Примечание.* Gi (gills) – жабры;  
Mi (milk) – молоко;  
Fi (fish) – рыба;  
Me (meat) – мясо;  
Аэр – аэробные бактерии;

Анаэр – анаэробные бактерии;  
К – образование глюконовой кислоты;  
Г – образование газа;  
Па – палочки;  
Ко – кокки.

Проведенные исследования показали, что штаммы Gi-1, Mi-1, Mi-2, Gi-2, Me-3, Me-4 принадлежат к виду *fluorescens*, а штаммы Me-2, Fi-7, Gi-5 – к виду *aeruginosa*.

**Заключение.** В ходе экспериментальной работы выделены 22 штамма бактерий рода *Pseudomonas*, вызывающих порчу белоксодержащих пищевых продуктов, установлены их морфологические и физиолого-биохимические характеристики, на основании которых иденти-

фицированы девять штаммов. Образование специфических пигментов и способность к росту при разных температурах позволили установить принадлежность бактерий рода *Pseudomonas* к видам *fluorescens* и *aeruginosa*.

Создана коллекция штаммов бактерий *P. fluorescens* и *P. aeruginosa*, которая в ходе дальнейших исследований послужит основой для изучения и разработки средств защиты продуктов питания от порчи.

### Литература

1. Леонтьев В. Н., Элькаиб Х. М., Эльхедми А. Э. Порча пищевых продуктов: виды, причины и способы предотвращения // Труды БГУ. 2013. Т. 8, ч. 1. С. 125–130.
2. Жарикова Г. Г. Микробиология продовольственных товаров. Санитария и гигиена. М.: АСАДЕМА, 2005. 297 с.
3. Джей Дж. М., Лесснер М. Дж., Гольден Д. А. Современная пищевая микробиология / пер. с англ. Е. А. Барановой [и др.]. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. 886 с.
4. Меджидов М. М. Справочник по микробиологическим питательным средам. М.: Медицина, 2003. 208 с.
5. Воробьев А. А., Кривошеин Ю. С., Быков А. С. Основы микробиологии, вирусологии и иммунологии. М.: Мастерство, 2001. 224 с.
6. Леванова Г. Ф., Парфенова О. В., Кашников С. Ю. Молекулярно-биологические способы идентификации и дифференциации бактерий. М.: АСАДЕМИА, 1995. 158 с.
7. Смирнов В. В., Киприанова Е. А. Бактерии рода *Pseudomonas*. Киев: Наукова думка, 1990. 264 с.
8. Герхардт Ф. Методы общей бактериологии: в 3 т. / пер. с англ. под ред. Е. Н. Кондратьевой, Л. В. Калакуцкого. М.: Мир, 1983. Т. 1. 536 с.
9. Franzetti L., Scarpellini M. Characterisation of *Pseudomonas* spp. isolated from foods. *Annals of Microbiology*, 2007. Vol. 57. No. 1. P. 39–47.
10. Хоулт Дж. Определитель бактерий Берджи: в 2 т. / пер. с англ. под ред. Г. А. Заварзина. М.: Мир, 1997. Т. 1. 432 с. Т. 2. 368 с.

### References

1. Leont'yev V. N., El'kaib Kh. M., El'khedmi A. E. Spoilage of foodstuff: types, causes and ways of prevention. *Trudy BGU* [Proceedings of BSU], 2013, vol. 8, part 1, pp. 125–130 (in Russian).
2. Zharikova G. G. *Mikrobiologiya prodovol'stvennykh tovarov. Sanitariya i gigiyena* [Microbiology of food products. Sanitation and hygiene]. Moscow, АСАДЕМА Publ., 2005. 297 p.
3. Jay J. M., Loessner M. J., Golden D. A. *Modern food microbiology*. New York, Springer, 2005. 790 p. (Russ. ed.: Dzhey Dzh. M., Lessner M. Dzh., Gol'den D. A. *Sovremennaya pishchevaya mikrobiologiya*. Moscow, BINOM. Laboratoriya znaniy Publ., 2012. 886 p.).
4. Medzhidov M. M. *Spravochnik po mikrobiologicheskim pitatel'nyim sredam* [Handbook of microbiological culture media]. Moscow, Meditsina Publ., 2003. 208 p.
5. Vorob'ev A. A., Krivoshein Yu. S., Bykov A. S. *Osnovy mikrobiologii, virusologii i immunologii* [Fundamentals of microbiology, virology and immunology]. Moscow, Masterstvo Publ., 2001. 224 p.
6. Levanova G. F., Parfenova O. V., Kashnikov S. Yu. *Molekulyarno-biologicheskiye sposoby identifikatsii i differentsiatsii bakteriy* [Molecular biological methods for identification and differentiation of bacteria]. Moscow, АСАДЕМИА Publ., 1995. 158 p.
7. Smirnov V. V., Kiprianova Ye. A. *Bakterii roda Pseudomonas* [Bacteria of the genus *Pseudomonas*]. Kiev, Naukova dumka Publ., 1990. 264 p.
8. Gerhardt P. *Manual of methods for general bacteriology*. Washington, D.C., American Society for Microbiology, 1981. 525 p. (Russ. ed.: Gerhardt F. *Metody obshchey bakteriologii*. Moscow, Mir Publ., 1983. 536 p.).
9. Franzetti L., Scarpellini M. Characterisation of *Pseudomonas* spp. isolated from foods. *Annals of Microbiology*, 2007, vol. 57, no. 1, pp. 39–47.

10. Holt J. *Bergey's manual of determinative bacteriology*. Baltimore, Williams & Wilkins, 1994. 787 p. (Russ. ed.: Khoul't Dzh. G. *Opredeletel' bakteriy Berdzhii*: v 2 t. Moscow, Mir Publ., 1997. Vol. 1. 432 p. Vol. 2. 368 p.).

#### Информация об авторах

**Эльхедми Абдулхалик Эльфурджани** – аспирант кафедры биотехнологии и биоэкологии. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: abdu0909@yahoo.com

**Элькаиб Хоссам Мохамед** – аспирант кафедры биотехнологии и биоэкологии. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: хусам83@mail.ru

**Леонтьев Виктор Николаевич** – кандидат химических наук, доцент, заведующий кафедрой биотехнологии и биоэкологии. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: leontiev@belstu.by

#### Information about the authors

**Elhedmi Abdulkhalek Elfurdjani** – graduate student, Department of Biotechnology and Bioecology. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: abdu0909@yahoo.com

**Elkaib Hossam Mohamed** – graduate student, Department of Biotechnology and Bioecology. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: хусам83@mail.ru

**Leontiev Viktor Nikolaevich** – Ph. D. Chemistry, associate professor, Head of the Department of Biotechnology and Bioecology. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: leontiev@belstu.by

*Поступила 20.02.2015*