

основывающийся на изучении частоты потребления отдельных видов пищевой продукции, сопоставленной с размером употребляемых порций [1].

При этом вклад отдельных видов пищевых продуктов в общее поступление зависит как от уровня их фактического содержания, так и структуры потреблений. Для целей оценки алиментарной экспозиции стандартная анкета частотного метода потребовала адаптации в части включения пищевых продуктов, являющихся основными источниками обсуждаемых соединений.

В основу изменений был положен анализ видов пищевой продукции, потенциально содержащей обсуждаемые группы соединений. Таковыми для нитратов являются овощи, картофель и сыр. Нитриты в пищевой продукции в основном присутствуют в виде пищевых добавок, в значительной степени – в колбасных изделиях. Нитрозамины формируют значимые уровни контаминации в копченой продукции, а также пиве.

Анализ проведенных исследований [2] позволил сделать вывод о релевантности использования частотного метода для целей оценки экспозиции азотсодержащими соединениями. Указанное основывается на данных, свидетельствующих, что отдельные виды пищевых продуктов, содержащие нитраты, нитриты и НА (например, колбасные изделия, копченая продукция, пиво, отдельные виды овощей) не являются рационаобразующими и, как правило, употребляются спорадически. Частотный метод, охватывающий рассмотрение 30-дневного рациона питания индивидуумов, позволяет учесть дискретный характер потребления целевых видов продукции и нивелировать неопределенности, характерных для иных методов изучения питания, например – метода 24-часового потребления.

Результаты, полученные с использованием адаптированной анкеты, будут применяться для оценки уровней алиментарной экспозиции азотсодержащими соединениями, в том числе с учетом их последующей трансформации, и оценки риска указанных соединений при поступлении с пищей для здоровья населения.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Инструкция по применению № 017-1211. Изучение фактического питания на основе метода анализа частоты потребления пищевых продуктов : утв. М-вом здравоохранения Респ. Беларусь 15.12.11 : по состоянию на 23 мая 2017 г. – Минск : Респ. науч.-практ. центр гигиены, 2011. – 21 с.

2. N-Nitroso Compounds: Assessing Agreement between Food Frequency Questionnaires and 7-day Food Records / J. E. Stoff [et al.] // J. Am Diet Assoc. – 2009. – Vol. 109 (7). – P. 1179–1183.

## АНТИБИОТИКОРЕЗИСТЕНТНОСТЬ СПОРООБРАЗУЮЩИХ БАКТЕРИЙ BACILLUS CEREUS

### ANTIBIOTIC RESISTANCE OF SPORE-FORMING BACTERIA BACILLUS CEREUS

***М. А. Томанова<sup>1</sup>, Е. Р. Грицкевич<sup>1</sup>, Н. М. Томанова<sup>2</sup>  
M. Tamanava<sup>1</sup>, E. Gritskevitch<sup>1</sup>, N. Tamanava<sup>2</sup>***

*<sup>1</sup>Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ,  
г. Минск, Республика Беларусь*

*<sup>2</sup>Белорусский государственный медицинский университет,  
г. Минск, Республика Беларусь  
margo.e.com@mail.ru*

*<sup>1</sup>Belarusian State University, ISEI BSU, Minsk, Republic of Belarus*

*<sup>2</sup>Belarusian State Medical University, Minsk, Republic of Belarus*

В настоящее время широко используются антибиотики не только как средство лечения, но и в сельском хозяйстве. Эти препараты оказывают лечебное действие, а также благоприятно влияют на рост животных. Однако в применении фармакологических препаратов существует и негативный фактор. Одним из способов удобрения почв является внесение в них органических субстратов животного происхождения, которые могут содержать остаточные количества антибиотиков. Вследствие этого различные микроорганизмы могут приобретать антибиотикорезистентность, в том числе и патогенные. В дальнейшем это может негативно сказаться на применении антибиотиков в качестве одного из средств лечения человека.

Currently, antibiotics are widely used for the medical treatment, and also used in agriculture. These drugs have a therapeutic effect, and favorably influence on the growth of animals. However, there is a negative factor in the use of pharmacological drugs. One way to fertilize soils is to add organic substrates of animal origin to them, which may contain residual amounts of antibiotics. As a result, various microorganisms can acquire antibiotic resistance, including pathogenic ones. In the future, this can adversely affect the use of antibiotics as one of the means of treating a person.

**Ключевые слова:** антибиотики, резистентность, сельское хозяйство, почва, *Bacillus cereus*, токсикоинфекции.

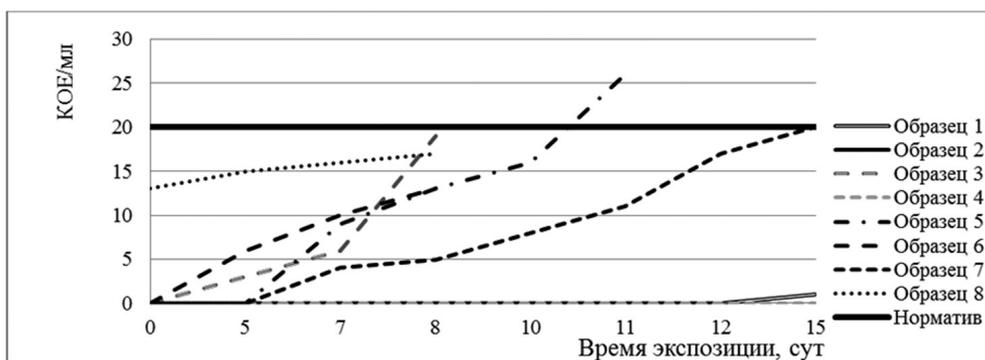
**Keywords:** antibiotics, resistance, agriculture, soil, *Bacillus cereus*, toxicoinfections.

*Bacillus cereus* – грамположительные факультативно-аэробные бактерии, широко распространенная в природе. Основное место ее обитания – почва. Из почвы бактерии попадают в воздух и водоемы, на пищевые продукты. При употреблении вместе с пищей большого количества живых микробных клеток *Bacillus cereus* могут возникать тяжелые пищевые токсикоинфекции, сопровождающиеся рвотой, диареей, а также системными и местными гнойными инфекциями, в том числе молниеносным сепсисом, менингитом, абсцессом мозга, эндофтальмитом, пневмонией и т. д. [1].

Анализ резистентности спорообразующих бактерий *Bacillus cereus* к различным антибиотикам широкого и узкого спектра действия позволит изучить пороги чувствительности данного микроорганизма к антибактериальным препаратам и позволит снизить возможность возникновения пищевых токсикоинфекций.

В ходе исследования в районе сельскохозяйственных угодий поселка Негорелое Дзержинского р-на Минской обл. были взяты образцы почв. Бактерии *Bacillus cereus* были выделены согласно современной методике [1]. Исследование проводилось с помощью серии посевов данной культуры на мясо-пептонный агар с определением резистентности диско-диффузным методом, используя стандартные диски, пропитанные антибиотиками в стандартных концентрациях. Чувствительность данных микроорганизмов к антибиотикам определяли в мм диаметра зон задержки роста (рис. 1А, Б). Чувствительными считали штаммы с зоной задержки роста – (11–20) мм; высокочувствительными – более 22 мм; малочувствительными – (6–10) мм; резистентными – (0–5) мм [3].

Как правило, в животноводстве широко используются антибиотики пенициллинового ряда. Однако могут применяться и другие различные антибиотики широкого спектра действия. Попадание в почву органических субстратов животного происхождения, которые могут содержать остаточные количества антибиотиков, может влиять на состав почвенной микрофлоры и ее резистентность к антибактериальным препаратам. Нами было показано, что выделенные из почв сельскохозяйственных угодий бактерии *Bacillus cereus* чувствительны к – гентамицину, ванкомицину, фуразолидону, рокситромицину, эритромицину, доксициклину, левомицетину, тетрациклину, стрептомицину; высокочувствительны к ципрофлоксацину; малочувствительны к карбенициллину; резистентны к – амоксициллину, ампициллину, цефотаксиму и цефалотину. Первые три препарата, в которых выделенные бактерии *Bacillus cereus* оказались резистентными, являются антибиотиками широкого спектра действия, а цефалотин должен был действовать в отношении грамположительных бактерий, в частности подавлять рост бактерии рода *Bacillus*. Однако полученные данные говорят о том, что бактерии *Bacillus cereus*, выделенные в данной сельскохозяйственной местности, приобрели антибиотикорезистентность. Полученные результаты могли быть следствием профилактической обработки сельскохозяйственных животных такими антибиотиками, как амоксициллин, ампициллин, цефотаксим и цефалотин, с последующим попаданием последних в почву с органическим субстратом [2]. В дальнейшем резистентность *Bacillus cereus* к антибиотикам широкого и узкого спектра действия может быть напрямую связана с затруднениями в лечении пищевых токсикоинфекций и сопутствующих заболеваний, вызванных этим микроорганизмом.



А

Б

Рисунок – Анализ чувствительности бактерий *Bacillus cereus* (А, Б) к антибиотикам узкого и широкого спектра действия с помощью диско-диффузного метода

Устойчивость бактерий к антибиотикам, по данным ВОЗ, во всем мире постоянно увеличивается, что затрудняет лечение инфекций, вызванных популяциями патогенных штаммов. Неправильное и чрезмерное применение антибиотиков, в том числе и в сельском хозяйстве, приводит к увеличению темпов развития резистентной микрофлоры.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Васильев, Д. А. Идентификация бактерий *Vacillus cereus* на основе их фенотипической характеристики / Д. А. Васильев, Н. А. Феоктистова, А. В. Алешкин [и др.]. – Ульяновск: ООО «Колор-Принт», 2013. – 98 с.
2. Биргер, М. О. Справочник по микробиологическим и вирусологическим методам обследования. Определение чувствительности микроорганизмов к антибиотикам / М. О. Биргер. – М.: Медицина, 1982. – С. 180–189.
3. Дзержинская, И. С. Методы выделения, исследования и определения антибиотической активности микроорганизмов, обладающих антагонистическими свойствами / И. С. Дзержинская. – Астрахань, 2005. – 76 с.

## СОВМЕСТНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФЛУДИОКСОНИЛА И ФЛУКСАПИРОКСАДА В ВОЗДУХЕ РАБОЧЕЙ ЗОНЫ И АТМОСФЕРЫ МЕТОДОМ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНОЙ ЖИДКОСТНОЙ ХРОМАТОГРАФИИ

### JOINT DETERMINATION OF FLUDIOXONYL AND FLUXAPIROXAD IN THE AIR OF THE WORKING AREA AND ATMOSPHERE BY THE METHOD OF HIGH-EFFICIENT LIQUID CHROMATOGRAPHY

**М. С. Турко, П. А. Хурсин**  
**M. Turko, P. Khursin**

*Научно-практический центр гигиены,  
г. Минск, Республика Беларусь  
iwl@mail.ru*

*Scientific Practical Centre of Hygiene, Minsk, Republic of Belarus*

Флуксапироксад и флудиоксонил – фунгициды широкого спектра действия, которые уничтожают или предупреждают развитие спор или мицелия патогенных грибов, а также бактерий, которые являются возбудителями тех или иных болезней растений. Для разработки методики были определены условия отбора проб воздуха рабочей зоны и атмосферы, пробоподготовки образцов, установлены оптимальные параметры хроматографирования. Чувствительность метода составила 0,1 мг/м<sup>3</sup> при отборе 5 дм<sup>3</sup> воздуха. Диапазон определяемых концентраций флудиоксонила – 0,5 – 2,0 мг/м<sup>3</sup> и флуксапироксада – 0,4 – 2,0 мг/м<sup>3</sup>.

Fluxapiroxad and fludioxonil are wide-spectrum fungicides that destroy or prevent the development of spores or mycelia of pathogenic fungi, as well as bacteria that are the causative agents of various plant diseases. To develop the methodology, conditions for sampling air in the working zone and atmosphere, sample preparation of samples were determined, and optimal chromatographic parameters were established. The sensitivity of the method was 0.1 mg / m<sup>3</sup> when sampling 5 dm<sup>3</sup> of air. The range of detectable concentrations of fludioxonil is 0,5 – 2,0 mg / m<sup>3</sup> and fluoxaproxide 0,4 – 2,0 mg / m<sup>3</sup>.

*Ключевые слова:* флудиоксонил, флуксапироксад, высокоэффективная жидкостная хроматография, воздух рабочей зоны.

*Keywords:* fludioxonil, fluxapiroxad, high-performance liquid chromatography, air of the working area.

Интенсивная химизация сельского хозяйства во всем мире приводит к тому, что ежегодно в биосферу планеты – среду для обитания всего живого, включая человека, поступает большое количество различных химических веществ, в том числе и пестицидов. В большинстве случаев атмосферный воздух является первым звеном, в которое попадают пестициды при их применении, а также при испарении с поверхности растений, почвы, водоема. С атмосферными потоками аэрозоли, содержащие пестициды, могут переноситься на значительные расстояния.

Флудиоксонил, флуксапироксад можно применять как самостоятельные пестициды, так и в комбинациях. Для ускорения времени проведения анализа, снижения стоимости анализа представляет интерес отбор и анализ образцов для одновременного определения нескольких действующих веществ.

Возможность одновременного определения нескольких веществ зависит от времени их выхода при хроматографировании, что, в свою очередь, определяется их строением и химическими свойствами.

Для выполнения исследований использовали высокоэффективный жидкостный хроматограф «Agilent 1260» с диодно-матричным детектором, оснащенный хроматографической колонкой Nupersil BDS C18 длиной 150 мм, диаметром 4,6 мм.

Для исследования нами были подобраны следующие условия хроматографирования:

- подвижная фаза для ВЭЖХ: смесь ацетонитрил – вода, в соотношении 60:40;
- скорость потока подвижной фазы: 0,7 см<sup>3</sup>/мин;