

# Использование радиационной стерилизации в производстве готовых к применению питательных сред

А.П.Шепелин, И.И.Марчихина, О.В.Полосенко, Л.П.Шолохова

ФБУН «Государственный научный центр прикладной микробиологии и биотехнологии» Роспотребнадзора, Оболенск, Московская область, Российская Федерация

Создание в России промышленного производства готовых к использованию питательных сред стандартного качества является весьма актуальной задачей. В ходе работы найдены пути решения: с одной стороны – обеспечение надежного бактерицидного действия на микрофлору, контаминирующую продукцию при стерилизующей дозе облучения, с другой – необходимость сохранения потребительских качеств продукции и ее упаковки.

Изучена возможность радиационной стерилизации готовых к применению питательных сред в упаковке и транспортной таре, экспериментально установлена минимальная эффективная стерилизующая доза облучения с сохранением биологических показателей питательных сред, доказана стерильность препаратов в течение срока годности.

**Ключевые слова:** радиационная стерилизация, питательные среды: среда КМАФАнМ, агар Сабуро, контаминация

**Для цитирования:** Шепелин А.П., Марчихина И.И., Полосенко О.В., Шолохова Л.П. Использование радиационной стерилизации в производстве готовых к применению питательных сред. Бактериология. 2021; 6(2): 27–31. DOI: 10.20953/2500-1027-2021-2-27-31

## Application of radiation sterilization in the production of ready-to-use nutrient media

A.P.Shepelin, I.I.Marchikhina, O.V.Polosenko, L.P.Sholokhova

State Research Center for Applied Microbiology and Biotechnology, Rosпотребнадзор, Obolensk, Moscow Region, Russian Federation

The setting up a production of standard quality ready-to-use nutrient media in Russia is urgent. During the research, ways of solution were found. They imply ensuring a reliable bactericidal effect on the microflora contaminating products at a sterilizing radiation dose on one hand and preserving the consumer quality of the products and their packaging on the other.

The possibility of radiation sterilization of packed ready-to-use nutrient media and those in shipping containers was studied. The minimum effective sterilizing radiation dose allowing the maintenance of biological parameters of the nutrient media was experimentally determined and their sterility within their shelf life was confirmed.

**Key words:** radiation sterilization, nutrient media: KMAFAnM medium, Sabouraud agar, contamination

**For citation:** Shepelin A.P., Marchikhina I.I., Polosenko O.V., Sholokhova L.P. Application of radiation sterilization in the production of ready-to-use nutrient media. Bacteriology. 2021; 6(2): 27–31. (In Russian). DOI: 10.20953/2500-1027-2021-2-27-31

**В** России насчитывается порядка 2000 медицинских учреждений с микробиологическими лабораториями, которые проводят более 200 млн микробиологических исследований с использованием питательных сред.

Бактериологические лаборатории страны широко применяют коммерческие сухие питательные среды, зарегистрированные в установленном порядке и обеспечивающие качество проводимых исследований в санитарной и клинической микробиологии, а также при проведении научных исследований.

В развитых странах с высоким уровнем медицинского обслуживания переходят на использование готовых к применению сред, изготовленных в промышленных условиях, на стандартном специально разработанном оборудовании. Контроль качества готовых сред в данном случае производится силами предприятия-изготовителя, что позволяет, в числе прочих преимуществ, минимизировать рутинную валидацию партий производимых вручную сред [1].

В России имеет место лишь небольшое промышленное производство готовых к применению питательных сред, и в

### Для корреспонденции:

Шепелин Анатолий Прокопьевич, доктор биологических наук, заместитель директора ФБУН «Государственный научный центр прикладной микробиологии и биотехнологии» Роспотребнадзора

Адрес: 142279, Московская обл., г.о. Серпухов, р.п. Оболенск, Территория «Квартал А», 24, ФБУН ГНЦ ПМБ

Телефон: (4967) 36-0020

E-mail: shepelin@obolensk.org

Статья поступила 20.08.2021 г., принята к печати 30.08.2021 г.

### For correspondence:

Anatoly P. Shepelin, PhD, DSc (Biology Sciences), Deputy Director, State Research Center for Applied Microbiology and Biotechnology, Rosпотребнадзор

Address: SRCAMB, Bld. 24, Territory «Kvartal A», Obolensk, Serpukhov, 142279, Russian Federation

Phone: (4967) 36-0020

E-mail: shepelin@obolensk.org

The article was received 20.08.2021, accepted for publication 30.08.2021

связи с этим в страну поставляются импортные. Однако поставка готовых питательных сред из-за рубежа имеет недостатки, связанные с высокой стоимостью сред, длительной транспортировкой их в Россию и сложностью организации регулярных поставок.

Проблема создания в России промышленного производства готовых к использованию питательных сред стандартного качества является весьма актуальной.

Создание такого производства позволяет решать следующие задачи:

- обеспечение стандартного постоянного качества, гарантирующего единообразие методов диагностики и необходимое качество медицинского обслуживания населения;
- значительное расширение ассортимента готовых питательных сред на российском рынке;
- возможность усовершенствовать технологические карты лабораторий, избавляя лабораторный персонал от необходимости проведения длительного подготовительного этапа, предшествующего непосредственному бактериологическому исследованию;
- возможность импортозамещения российскими питательными средами, рецептура и номенклатура которых максимально адаптированы под российского потребителя.

В связи с этим в современной России, стремящейся к созданию высокотехнологичных микробиологических лабораторий, растет спрос на стерильные готовые питательные среды в пробирках, чашках Петри и контактных чашках Родека.

Появление в нашей стране в середине 1950х гг. экспериментальных радиационных установок создало условия для развертывания исследовательских работ по использованию ионизирующих излучений для радиационной стерилизации (РС) медицинской продукции. В 1960х гг. были определены области возможного применения радиационного метода стерилизации [2].

С началом ввода в эксплуатацию облучающих установок на основе радионуклидных источников и ускорителей электронов в промышленном производстве медицинских изделий широкое применение получила РС, основанная на радиационной обработке ионизирующим излучением. Стерилизующим агентом при РС является проникающее  $\gamma$ - или  $\beta$ - (электроны высоких энергий, получаемые в ускорителях) излучение. Наиболее широко используется  $\gamma$ -излучающий изотоп кобальта-60, реже – изотоп цезия-137, в связи с его низким уровнем энергии; источники, генерирующие  $\beta$ -излучение, используются реже, так как оно обладает гораздо меньшей проникающей способностью [3–5].

При правильном проведении РС является безопасным и надежным промышленным процессом.

Имеются данные о применении РС  $\gamma$ -облучением сухих питательных сред Эйкмана в индивидуальной упаковке для контроля водоисточников. Применение таких готовых расфасованных сред позволяет получать быстрые и надежные результаты в стационарных и передвижных лабораториях [6].

РС, ставшая одним из основных методов стерилизации термочувствительных медицинских изделий, обладает рядом технологических преимуществ. Основными достоинствами этого метода являются: высокая степень инактивации микроорганизмов; возможность стерилизации в боль-

ших объемах; автоматизация процесса; стерилизация изделий в любой герметичной упаковке и товарной таре, успешная борьба со спорными формами микроорганизмов.

Перед облучением медицинских изделий разрабатывается инструкция по РС с указанием нормы, обеспечивающей качество и безопасность изделий: минимальное допустимое значение поглощенной дозы ионизирующего излучения (стерилизующая доза), обеспечивающее требуемый уровень стерильности при установленном предельном значении инициальной контаминации продукции, и максимальное допустимое значение поглощенной дозы, при которой отсутствует токсичность и сохраняются все функциональные свойства изделия в течение установленного срока годности изделия [3–5, 7–10].

**Цель исследования** – изучение возможностей РС, выбор дозы излучения для инактивации возможных микроорганизмов в среде, на упаковке и транспортной таре, разработка инструкции по РС питательных сред для предотвращения их возможной контаминации с поверхности упаковки и транспортной тары с целью сохранения биологических показателей и стерильности на протяжении гарантированного срока годности препаратов.

## Материалы и методы

В работе использовались: питательная среда для выращивания дрожжевых и плесневых грибов (агар Сабуро), питательная среда для определения количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (среда КМАФАнМ), разлитые в чашки Петри и готовые к применению, транспортная среда Эймса (производства ФБУН ГНЦ ПМБ). Эксперименты по применению радиационной обработки испытуемых питательных сред были проведены на электронном ускорителе на производственной площадке ООО «Теклеор» (Калужская область).

Испытуемые среды подвергали радиационной обработке потоком ускоренных электронов с получением следующих поглощенных доз: 10, 13 и 15 кГр. В качестве контрольных служили питательные среды агар Сабуро и КМАФАнМ, не подвергавшиеся дополнительной стерилизации. Качество испытуемых питательных сред оценивали по физико-химическим и биологическим показателям на соответствие требованиям, заложенным в нормативной документации (НД) на каждый из препаратов.

Для биологического контроля питательных сред были использованы тест-штаммы микроорганизмов из Государственной коллекции патогенных микроорганизмов и клеточных культур «ГКПМ-Оболенск» – *Bacillus cereus* NCTC 8035 (ATCC 10702), *Staphylococcus aureus* 6538-P (FDA 209-P), *Enterobacter cloacae* ГИСК А-186, *Candida albicans* NCTC 885-653.

## Результаты и обсуждение

Эффективность радиационной обработки зависит от общей поглощенной дозы излучения. Ускоренные электроны и  $\gamma$ -излучение не различаются по своей антимикробной активности, стерилизующие дозы для обработанных питательных сред для них одинаковы – 25 кГр [8]. Для различных

Таблица. Соответствие качества контрольных питательных сред требованиям НД				
Испытуемые питательные среды	Используемые поглощенные дозы потока ускоренных электронов, кГр			Без дополнительной стерилизации
	10	13	15	
Агар Сабуро, готовый к применению	Соответствует требованиям ТУ 20.59.52-259-78095326-2017 (пост тест-штаммов <i>C. albicans</i> NCTC 885-653, <i>S. aureus</i> ATCC 6538-P (FDA 209-P), <i>E. cloacae</i> ГИСК А-186 типичен)	Соответствует требованиям ТУ 20.59.52-259-78095326-2017 (пост тест-штаммов <i>C. albicans</i> NCTC 885-653, <i>S. aureus</i> ATCC 6538-P (FDA 209-P), <i>E. cloacae</i> ГИСК А-186 типичен)	Соответствует требованиям ТУ 20.59.52-259-78095326-2017 (пост тест-штаммов <i>C. albicans</i> NCTC 885-653, <i>S. aureus</i> ATCC 6538-P (FDA 209-P), <i>E. cloacae</i> ГИСК А-186 типичен)	Соответствует требованиям ТУ 20.59.52-259-78095326-2017 (пост тест-штаммов <i>C. albicans</i> NCTC 885-653, <i>S. aureus</i> ATCC 6538-P (FDA 209-P), <i>E. cloacae</i> ГИСК А-186 типичен)
Среда КМАФАНМ, готовая к применению	Соответствует требованиям ТУ 20.59.52-260-78095326-2017 (пост тест-штаммов <i>B. cereus</i> NCTC 8035 (ATCC 10702), <i>S. aureus</i> ATCC 6538-P (FDA 209-P), <i>E. cloacae</i> ГИСК А-186 типичен)	Не соответствует требованиям ТУ 20.59.52-260-78095326-2017, колонии <i>E. cloacae</i> ГИСК А-186 крупные, слизистые, расплывчатые	Не соответствует требованиям ТУ 20.59.52-260-78095326-2017, колонии <i>E. cloacae</i> ГИСК А-186 крупные, слизистые, расплывчатые	Соответствует требованиям ТУ 20.59.52-260-78095326-2017 (пост тест-штаммов <i>B. cereus</i> NCTC 8035 (ATCC 10702), <i>S. aureus</i> ATCC 6538-P (FDA 209-P), <i>E. cloacae</i> ГИСК А-186 типичен)

видов продукции и различных производств были установлены величины стерилизующих доз, находившиеся в диапазоне от 10 до 30 кГр и обеспечивающие отсутствие нестерильных единиц продукции в партии [2]. Продукция в упаковках или открытых контейнерах подается в камеру, где проходит обработку пучком электронов, длительность обработки составляет несколько минут при сохранении температурного режима. В результате поглощения энергии электронов происходит нехимическая антимикробная обработка, снижение микробной обсемененности, следовательно, увеличение сроков хранения.

Первый механизм – «прямой» – отвечает, по разным подсчетам, за 60–70% воздействия. Ускоренные электроны врезаются в ДНК бактериальной клетки. Поврежденная клетка перестает делиться, доживает свой цикл и погибает.

Второй механизм – окисление внутри продукта – отвечает за оставшиеся 30–40% работы. Свободные радикалы, активные и короткоживущие, «атакуют и добивают» ключевые компоненты клетки. Микроорганизмы погибают как внутри продукта, так и по всей поверхности упаковки.

Была проведена серия экспериментов для определения оптимальной дозы потока ускоренных электронов с последующим контролем стерильности испытуемых препаратов и транспортной упаковки, а также определения специфической активности питательных сред: агара Сабуро и среды КМАФАНМ. Для этого испытуемые питательные среды, разлитые в чашки Петри и упакованные, подвергали радиационной обработке потоком ускоренных электронов при следующих дозах: 10, 13 и 15 кГр, затем оценивали качество испытуемых питательных сред по физико-химическим и биологическим показателям на соответствие требованиям, заложенным в НД на каждый из препаратов в сравнении с контрольными питательными средами, не подвергавшимися дополнительной стерилизации. Результаты представлены в таблице.

Таким образом, экспериментально установлено, что поглощенные дозы потока ускоренных электронов в 13 и 15 кГр отрицательно сказываются на качестве питательных сред: на среде КМАФАНМ рост тест-штамма *E. cloacae* ГИСК А-186 через 18–24 ч инкубации при температуре  $37 \pm 1^\circ\text{C}$  наблюдался в виде крупных, слизистых, расплывчатых колоний, что не соответствует требованиям, заложенным в ТУ на данный препарат и предъявляемым к средам аналогичного назначения.

С целью определения эффективности стерилизации готовых к применению питательных сред в транспортной упаковке потоком ускоренных электронов проведена серия экспериментов с использованием транспортной среды Эймса. Для этого были взяты смывы с рук и спецодежды сотрудников, работающих на автоматической средоварке Masterclave 528 или Masterclave 09 и автоматическом модуле для розлива сред Petriswiss PS900 или APS320, и помещены в пробирки с транспортной средой Эймса. Также были произведены смывы с внутренних поверхностей полиэтиленовых пакетов и картонных коробок (транспортной упаковки питательных сред, готовых к применению). Пробирки были подвергнуты стерилизации потоком ускоренных электронов с дозами 10, 13 и 15 кГр. Затем из каждой пробирки был произведен высев на питательную среду КМАФАНМ, питательную среду агар Сабуро для подсчета общего числа выросших бактерий и грибов при анализе микробной загрязненности объектов. Результаты эффективности РС учитывали после инкубации высева в стандартных условиях. Контролем служила питательная среда Эймса с посевами, не прошедшая стерилизацию потоком ускоренных электронов.

В результате проведенных исследований показана эффективность минимальной для стерилизации питательных сред поглощенной дозы облучения 10 кГр. Все пробирки со смывами после радиационной обработки не содержали жизнеспособных микроорганизмов, в то время как после высева из контрольных пробирок со средой Эймса наблюдался бактериальный рост.

В результате проведенных исследований доказана эффективность радиационной обработки питательных сред, определена оптимальная стерилизующая доза облучения (10 кГр), при которой сохраняются физико-химические и биологические свойства питательных сред. Следовательно, для обеспечения стерильности питательных сред, готовых к применению, в индивидуальной, групповой и транспортной упаковке может быть рекомендована радиационная стерилизация.

## Выводы

Экспериментально установлена оптимальная стерилизующая доза облучения в 10 кГр потока ускоренных электронов для готовых к применению питательных сред в транс-

портной упаковке, не оказывающая отрицательного воздействия на их качество, минимизирующая контаминацию извне и дающая 100%-ю гарантию стерильности с сохранением их качества по ростовым и физико-химическим показателям в течение срока годности.

#### Информация о финансировании

*Работа выполнена в рамках отраслевой программы Роспотребнадзора.*

#### Financial support

*The work was carried out within the framework of the sectorial program of Rosпотребнадзор.*

#### Конфликт интересов

*Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.*

#### Conflict of interests

*The authors declare that there is no conflict of interest.*

#### Литература

- ГОСТ ISO 11133-2016. Микробиология пищевых продуктов, кормов для животных и воды. Приготовление, производство, хранение и определение рабочих характеристик питательных сред: межгосударственный стандарт: издание официальное: введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию метрологии от 7 ноября 2016 г. №1605-ст: дата введения 2017-07-01. Подготовлен ОАО «Всероссийский научно-исследовательский институт сертификации». М.: Стандартинформ; 2016, 95 с.
- Гордеев АЮ, и др. Освоение в стране радиационного метода стерилизации продукции медицинского назначения. Сборник статей, посвященных 70-летию Федерального государственного бюджетного учреждения «Государственный научный центр Российской Федерации Федеральный медицинский биофизический центр имени А.И.Бурназяна» (1946–2016 гг.). Под общей редакцией Ильина ЛА, Уйба ВВ, Самойлова АС. М.: ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России; 2016, с. 285-292.
- Калашников ВВ, Гордеев АВ, Павлов ЕП, Бушманов АЮ. Разработка и применение метода радиационной стерилизации в Федеральном медицинском биофизическом центре им. А.И.Бурназяна. Саратовский научно-медицинский журнал. 2014;10(4):844-9.
- Калашников ВВ, Павлов ЕП, Самойленко ИИ, Бушманов АЮ, Корсунский ВН. Качество радиационной стерилизации изделий медицинского назначения. Медицинская радиология и радиационная безопасность. 2012;57(4):40-45.
- Драбкин ЮА, и др. Оптимизация режима радиационной стерилизации медицинской продукции в современных условиях. Вопросы атомной науки и техники. Серия: Техническая физика и автоматизация. 2004;58:132-134.
- Полосенко ОВ. Разработка питательных сред для индикации санитарно-показательных микроорганизмов. Диссертация на соискание ученой степени кандидата биологических наук. Государственный научный центр прикладной микробиологии и биотехнологии. Оболенск, 2009, 141 с.
- ГОСТ ISO 11137-1-2011. Стерилизация медицинской продукции. Радиационная стерилизация. Часть 1. Требования к разработке, валидации и текущему контролю процесса стерилизации медицинских изделий. Межгосударственный стандарт. Издание официальное. Введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию метрологии от 13 декабря 2011 г. №1279-ст: введен впервые: дата введения 2013-01-01. Подготовлен ФГУП Всероссийский научно-исследовательский институт стандартизации и сертификации в машиностроении. М.: Стандартинформ; 2013, 30 с.
- ГОСТ ISO 11737-1-2012. Стерилизация медицинских изделий. Микробиологические методы. Часть 1. Оценка популяции микроорганизмов

на продукции. Межгосударственный стандарт. Введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию метрологии от 19 декабря 2012 г. №1922-ст. Дата введения 2015-01-01. Подготовлен ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт стандартизации и сертификации в машиностроении». М.: Стандартинформ; 2014, 41 с.

- ГОСТ ISO 11137-2-2011. Стерилизация медицинской продукции. Радиационная стерилизация. Часть 2. Установление стерилизующей дозы. Межгосударственный стандарт. Издание официальное. Введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию метрологии от 13 декабря 2011 г. №1279-ст. Дата введения 2013-01-01. Подготовлен ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт стандартизации и сертификации в машиностроении». М.: Стандартинформ; 2013, 145 с.
- ГОСТ ISO 11737-2-2011. Стерилизация медицинских изделий. Микробиологические методы. Часть 2. Испытания на стерильность, проводимые при валидации процессов стерилизации. Межгосударственный стандарт. Издание официальное. Введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию метрологии от 13 декабря 2011 г. №1277. Дата введения 2013-01-01. Подготовлен ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт стандартизации и сертификации в машиностроении». М.: Стандартинформ; 2013, 19 с.

#### References

- GOST ISO 11133-2016. Microbiology of food, animal feed, and water. Preparation, production, storage and performance testing of culture media: interstate standard: official edition: put into effect by the Order of the Federal Agency for Technical Regulation of Metrology No 1605-st dated November 7, 2016: date of introduction 2017-07-01. Prepared by JSC All-Russian Research Institute of Certification. Moscow: Standardinform, 2016, 95 p. (In Russian).
- Gordeev AYU, et al. Development of Radiation Sterilization Method for Medical Products in the Country. Proceedings dedicated to the 70<sup>th</sup> anniversary of the Federal State Budgetary Institution "A.I.Burnazyan State Research Center of the Russian Federation Federal Medical Biophysical Center" (1946-2016). Edited by Ilyin LA, Uiba VV, Samoilov AS. Moscow, 2016, pp. 285-292. (In Russian).
- Kalashnikov VV, Gordeev AV, Pavlov EP, Bushmanov AYU. Development and application of radiation sterilization method in A.I.Burnazyan Federal Medical and Biophysical Centre. Saratov Journal of Medical Scientific Research. 2014;10(4):844-9. (In Russian).
- Kalashnikov VV, Pavlov EP, Samoylenko II, Bushmanov AYU, Korsunsky VN. The quality of radiation sterilization of medical products. Medical Radiology And Radiation Safety. 2012;57(4):40-45. (In Russian).
- Drabkin YuA, et al. Optimization of the radiation sterilization regimen of medical products in modern conditions. Voprosy atomnoj nauki i tekhniki. Seriya: Tekhnicheskaya fizika i avtomatizaciya. 2004;58:132-134. (In Russian).
- Polosenko OV. Development of nutrient media for the indication of sanitary-indicative microorganisms. Dissertation for PhD (Biol) degree. State Research Center for Applied Microbiology and Biotechnology. Obolensk, 2009, 141 p. (In Russian).
- GOST ISO 11137-1-2011. Sterilization of medical products. Radiation sterilization. Part 1. Requirements for the development, validation and current control of the sterilization process of medical devices: interstate standard. Official publication. Put into effect by Order of the Federal Agency for Technical Regulation of Metrology No 1279-st of December 13, 2011. Introduced for the first time: date of introduction 2013-01-01. Prepared by the Federal State Unitary Enterprise All-Russian Research Institute for Standardization and Certification in Mechanical Engineering. Moscow: Standardinform, 2013, 30 p. (In Russian).
- GOST ISO 11737-1-2012. Sterilization of medical devices. Microbiological methods. Part 1. Estimation of population of microorganisms on product. Official

publication. Put into effect by Order of the Federal Agency for Technical Regulation of Metrology dated December 19, 2012 No 1922-st. Date of introduction 2015-01-01. Prepared by the Federal State Unitary Enterprise All-Russian Research Institute for Standardization and Certification in Mechanical Engineering. Moscow: Standardinform; 20146 41 p. (In Russian).

9. GOST ISO 11137-2-2011. Sterilization of health care products. Radiation. Part 2. Establishing the sterilization dose. Official publication. Put into effect by Order of the Federal Agency for Technical Regulation of Metrology dated December 13, 2011 No 1279-st. Date of introduction 2013-01-01. Prepared by the Federal State Unitary Enterprise All-Russian Research Institute for Standardization and Certification in Mechanical Engineering. Moscow: Standardinform; 2013, 145 p. (In Russian).
10. GOST ISO 11737-2-2011. Sterilization of medical devices. Microbiological methods. Part 2. Tests of sterility performed in the validation of a sterilization process. Interstate standard. Official publication. Put into effect by Order of the Federal Agency for Technical Regulation of Metrology No 1277 of December 13, 2011. Date of introduction 2013-01-01. Prepared by the Federal State Unitary Enterprise All-Russian Research Institute for Standardization and Certification in Mechanical Engineering. Moscow: Standardinform; 2013, 19 p. (In Russian).

#### Информация об авторах:

Марчихина Ирина Ивановна, заведующая лабораторией микробиологических и физико-химических методов анализа НПО ПС ФБУН «Государственный научный центр прикладной микробиологии и биотехнологии» Роспотребнадзора  
Адрес: 142279, г.о. Серпухов, р.п. Оболенск, Территория «Квартал А», 24, ФБУН ГНЦ ПМБ  
Телефон: (4967) 36-0020  
E-mail: marchikhina@obolensk.org

Полосенко Ольга Вадимовна, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник сектора микробиологических исследований ФБУН «Государственный научный центр прикладной микробиологии и биотехнологии» Роспотребнадзора  
Адрес: 142279, г.о. Серпухов, р.п. Оболенск, Территория «Квартал А», 24, ФБУН ГНЦ ПМБ  
Телефон: (4967) 36-0003  
E-mail: polosenko@obolensk.org

Шолохова Любовь Петровна, заведующая сектором подготовки тест-штаммов НПО ПС ФБУН «Государственный научный центр прикладной микробиологии и биотехнологии» Роспотребнадзора  
Адрес: 142279, Московская область, Серпуховский р-н, п. Оболенск, ФБУН ГНЦ ПМБ  
Телефон: (4967) 36-0017  
E-mail: sholohovalp@obolensk.org

#### Information about authors:

Irina I. Marchikhina, Head of the Laboratory of Microbiological and Physico-Chemical Methods of Analysis, State Research Center for Applied Microbiology and Biotechnology, Rosпотребнадзор  
Address: SRCAMB, Bld. 24, Territory «Kvartal A», Obolensk, Serpukhov, 142279, Russian Federation  
Phone: (4967) 36-0020  
E-mail: marchikhina@obolensk.org

Olga V. Polosenko, PhD (Biology Sciences), Leading researcher of the Microbiological Research Department, State Research Center for Applied Microbiology and Biotechnology, Rosпотребнадзор  
Address: SRCAMB, Bld. 24, Territory «Kvartal A», Obolensk, Serpukhov, 142279, Russian Federation  
Phone: (4967) 36-0003  
E-mail: polosenko@obolensk.org

Lyubov P. Sholokhova, Head of the Test Strain Preparation Sector, State Research Center for Applied Microbiology and Biotechnology, Rosпотребнадзор  
Address: SRCAMB, Bld. 24, Territory «Kvartal A», Obolensk, Serpukhov, 142279, Russian Federation  
Phone: (4967) 36-0020  
E-mail: sholohovalp@obolensk.org

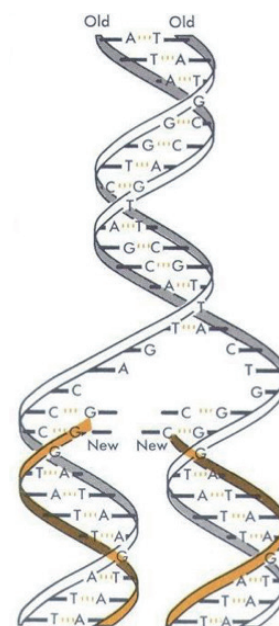
## НОВОСТИ НАУКИ

### Бактериальную ДНК можно читать вперед или назад: исследование

Транскрипция инициируется на промоторах, участках ДНК, распознаваемых ДНК-зависимой РНК-полимеразой. Ранее мы идентифицировали горизонтально приобретенные промоторы *Escherichia coli*, направление транскрипции которых было неясным. В настоящем исследовании мы показываем, что более половины этих промоторов являются двунаправленными и управляют дивергентной транскрипцией. Используя подходы в масштабе генома, мы демонстрируем, что 19% всех сайтов начала транскрипции, обнаруженных в *E. coli*, связаны с двунаправленным промотором. Двунаправленные промоторы одинаково распространены у различных бактерий и архей и обладают внутренней симметрией: специфические основания, необходимые для инициации транскрипции, взаимно совмещены на противоположных цепях ДНК. Двунаправленные промоторы обеспечивают совместную регуляцию дивергентных генов и обогащены как в межгенных, так и в горизонтально приобретенных областях. Дивергентная транскрипция сохраняется у бактерий, архей и эукариот, но лежащие в основе механизмы двунаправленности различны.

Хотя текущее исследование сосредоточено в основном на бактериях, исследователи предполагают, что симметрия указателя, вероятно, будет обнаружена и у людей, животных и других организмов. Следующим шагом исследования будет изучение явления в дрожжевых клетках, которые больше напоминают клетки человека.

Понимание того, как считываются гены, является фундаментальным для многих областей биотехнологии. Многие лекарства, например, зависят от способности контролировать процесс считывания генов, поэтому важно полностью понимать, как работают эти сигналы и как мы можем использовать эти знания для улучшения здравоохранения.



Warman EA, Forrest D, Guest T, et al.

Widespread divergent transcription from bacterial and archaeal promoters is a consequence of DNA-sequence symmetry. *Nat Microbiol.* 2021;6:746-756. <https://doi.org/10.1038/s41564-021-00898-9>