



Серия «Биология. Экология»
2025. Т. 54. С. 92–98
Онлайн-доступ к журналу:
<http://izvestiablo.isu.ru/ru>

ИЗВЕСТИЯ
Иркутского
государственного
университета

Краткое сообщение

УДК 608.2

<https://doi.org/10.26516/2073-3372.2025.54.92>

Разработка и оценка эффективности устройства для фильтрации питательных сред

С. В. Лукьянова, В. Ю. Миклошевич, Н. Г. Gefan, В. С. Косилко,
В. И. Кузнецов*

*Иркутский научно-исследовательский противочумный институт Сибири и Дальнего Востока
Роспотребнадзора, г. Иркутск, Россия
E-mail: svetalukyan@mail.ru*

Аннотация. Представлено краткое описание оригинального устройства для фильтрации агаровых питательных сред, которое может быть использовано непосредственно в аппарате для приготовления микробиологических питательных сред и последующего стерильного розлива в чашки Петри с использованием разливочного модуля. Обсуждаются результаты сравнения качества сред, приготовленных традиционным способом и с использованием предлагаемого устройства. Предлагаемое устройство позволяет выполнить осветление питательной среды за счёт задержки частиц твёрдой фазы, сокращает время работы и обеспечивает более безопасные условия работы для персонала.

Ключевые слова: культивирование микроорганизмов, питательная среда, фильтрация.

Для цитирования: Разработка и оценка эффективности устройства для фильтрации питательных сред / С. В. Лукьянова, В. Ю. Миклошевич, Н. Г. Gefan, В. С. Косилко, В. И. Кузнецов // Известия Иркутского государственного университета. Серия Биология. Экология. 2025. Т. 54. С. 92–98. <https://doi.org/10.26516/2073-3372.2025.54.92>

Short communication

Development and Evaluation of the Efficiency of a Device for Filtration of Nutrient Media

S. V. Lukyanova, V. Yu. Mikloshevich, N. G. Gefan, V. S. Kosilko,
V. I. Kuznetsov*

*Irkutsk Research Anti-Plague Institute of Siberia and Far East by Rospotrebnadzor, Irkutsk,
Russian Federation*

Abstract. Ready-made nutrient media are used in microbiology for isolation, cultivation of microorganisms, their storage and transportation, as well as for studying cultural, biochemical, antigenic properties, phagolizability and sensitivity to antibiotics. Practically all nutrient media of domestic production need to be filtered before the sterilization stage, according to the manufacturer's instructions. The design features of the apparatus for the preparation of microbiological nutrient media, combined with a filling module, exclude the filtration stage and require additional equipment with an external filtering device. A device for filtration of agar nutrient media has been developed and tested, which can be used directly in the apparatus for the preparation of microbiological nutrient media and

© Лукьянова С. В., Миклошевич В. Ю., Gefan Н. Г., Косилко В. С., Кузнецов В. И., 2025

*Полные сведения об авторах см. на последней странице статьи.

For complete information about the authors, see the last page of the article.

subsequent sterile filling into Petri dishes using a filling module. The filter housing is installed inside the device for preparing nutrient media, equipped with a lid with a lock, hygroscopic white cotton wool is used as the filter material. Filtration is carried out by means of external pressure from the supply side of the filtered liquid. The proposed device makes it possible to clarify the nutrient medium by delaying solid phase particles, reduces operating time and provides safer working conditions for personnel.

Keywords: cultivation of microorganisms, nutrient medium, filtration.

For citation: Lukyanova S.V., Miklosheich V.Yu., Gefan N.G., Kosilko V.S., Kuznetsov V.I. Development and Evaluation of the Efficiency of a Device for Filtration of Nutrient Media. *The Bulletin of Irkutsk State University. Series Biology. Ecology*, 2025, vol. 54, pp. 92-98. <https://doi.org/10.26516/2073-3372.2025.54.92> (in Russian)

Готовые питательные среды (ПС) применяются в микробиологии для выделения, культивирования микроорганизмов, их хранения и транспортировки, а также для изучения культуральных, биохимических, антигенных свойств, фаголизабельности и чувствительности к антибиотикам [Дятлов, Кутырев, Храмов, 2012]. Несмотря на то что коммерческие питательные среды, выпускаемые зарубежными производителями, широко применяются в лабораторной диагностике, существует необходимость перехода на отечественные ПС и связанное с их производством лабораторное оборудование с целью выполнения постановления Правительства РФ № 102 от 5 февраля 2015 г. «Об ограничениях и условиях допуска отдельных видов медицинских изделий, происходящих из иностранных государств, для целей осуществления закупок для обеспечения государственных и муниципальных нужд» в рамках генеральной линии на замещение зарубежных технологий российскими разработками [Состояние ... , 2015].

Практически все ПС отечественного производства нуждаются, согласно инструкции производителя, в фильтрации перед этапом стерилизации. В настоящее время применяется метод варки сред в ёмкости с последующей фильтрацией через ватно-марлевый фильтр в воронке и стерилизацией в паровом стерилизаторе, что является время- и трудозатратным процессом. Воронку и вату необходимо предварительно нагреть горячей дистиллированной водой. Воронку и сосуд, в который будет поступать отфильтрованный агар, рекомендуется закрывать крышкой [Дятлов, Кутырев, Храмов, 2012].

Агаровые среды сложно фильтровать из-за того, что их застывание происходит достаточно быстро. Фильтрация горячей питательной среды – процесс трудоёмкий и небезопасный, температура розлива ПС в чашки Петри должна быть выше 50 °С.

Конструктивные особенности аппарата для приготовления микробиологических питательных сред, совмещённого с разливочным модулем, исключают этап фильтрации и требуют дополнительного оснащения внешним фильтрующим устройством.

Существуют различные устройства для фильтрования жидкостей, которые используются в микробиологии и промышленности¹. Применяют филь-

¹ А. с. № SU 1473805 А1. Фильтровальная установка : № 4739124 : заявл. 21.07.1987 : опубл. 23.04.1989 / Ю. Г. Слепцов, В. И. Денисов ; А. с. № SU 1762965 А1. Фильтр для очистки жидкости : № 4287712 : заявл. 21.09.1989 : опубл. 23.09.1992 / Н. А. Сафонов, В. Ф. Недошвин ; Пат. № RU 2171128 С1. Рос. Федера-

тры предварительной очистки (предстерилизующие) с диаметром пор от 0,45 до 5,00 мкм из различных материалов: полипропилен, нейлон, полиэфирсульфон (PES), политетрафторэтилен (PTFE), стекловолокно², которые позволяют удалять нерастворившиеся твёрдые частицы. Известны примеры использования фильтрующих стеклокристаллических материалов [Михеенко, 2011], а также многоразовых фильтрующих капсул, которые подключаются снаружи от аппарата для приготовления микробиологических питательных сред. Их возможно применять только для жидких ПС, поскольку агар в капсуле застывает [Внедрение ... , 2017].

В связи с этим актуальной задачей является разработка устройства, позволяющего качественно фильтровать плотные питательные среды, упростить процесс фильтрации и, сделав его более эффективным и безопасным, сократить время получения готовой питательной среды.

В научно-производственном отделе института (ГНЦ прикладной микробиологии и биотехнологии Роспотребнадзора, Россия) в ходе испытаний предлагаемого нами устройства³ готовили ПС для культивирования и выделения холерного вибриона (основа: щелочной агар (ЩА) по ТУ 9385-039-78095326-2008, рН 7,7±0,1) двумя способами: традиционным и с применением предлагаемого устройства. Первый способ, описанный в инструкции производителя, включал варку в ёмкости, фильтрацию через ватно-марлевый фильтр в воронке, розлив во флаконы, стерилизацию в паровом стерилизаторе, ручной розлив питательной среды в чашки Петри. Второй способ предусматривает варку и стерилизацию в компактной автоматической средоварке AGARSTER ECO-MINI (Gemelli, Испания), фильтрацию с помощью предлагаемого устройства и розлив в чашки Петри с помощью автоматического модуля MediaFill (Systec, Германия). Согласно методическим указаниям⁴ определяли прозрачность и цветность раствора, прочность геля, стерильность питательной среды, а также биологические свойства (чувствительность, скорость роста) готовой ПС при культивировании тест-штаммов *Vibrio cholerae cholerae* P-1, *V. cholerae eltor* M-878 и *V. cholerae* non O1 P-9741 (культуры предоставлены отделом «Коллекция патогенных бактерий» Иркутского противочумного института). Подсчитывали среднее значение КОЕ

ция. Устройство для аналитического фильтрования жидкости : № 99126238/12 : заявл. 14.12.1999 : опубл. 27.07.2001 / Е. С. Кузьмин, С. М. Кузьмин ; Пат. № RU 35987 U1. Рос. Федерация. Устройство для вакуумного мембранного фильтрования жидкости : № 2003128767/20 : заявл. 30.09.2003 : опубл. 20.02.2004 / Е. С. Кузьмин, С. М. Кузьмин ; Пат. № RU 2292937 C2. Рос. Федерация. Способ изготовления устройства для фильтрации жидкости и устройство для фильтрации жидкости : № 2004133191/15 : заявл. 15.11.2004 : опубл. 10.02.2007 / Я. В. Вержбицкий, В. В. Голиков, Л. И. Далева, В. В. Моисеев. Бюл. № 4.

² Фильтрация питательных сред // Компания Альфа-Техно : сайт. URL: <https://parker-filter.ru/index.php?id=589> (дата обращения: 09.06.2025)

³ Пат. № RU 227377 U1. Рос. Федерация. Устройство для фильтрации агаровых питательных сред : № 2023123281 : заявл. 25.12.2023 : опубл. 18.07.2024 / В. Ю. Миклошевич, С. В. Лукьянова, В. И. Кузнецов, В. С. Косилко, Н. Г. Гефан. Бюл. № 20.

⁴ Методы контроля бактериологических питательных сред. Методические указания МУК 4.2.2316-08. М. : Роспотребнадзор, 2008. 67 с. ; Контроль диагностических питательных сред по биологическим показателям для возбудителей чумы, холеры, сибирской язвы, туляремии, бруцеллеза, легионеллеза. Методические указания МУ 3.3.2.2124-06 // Бюллетень нормативных и методических документов Госсанэпиднадзора. 2006. Вып. 4 (26). С. 119–143.

при посеве на три чашки Петри. Опыт проводили в трёх повторностях. Работы с культурами выполняли согласно установленным нормативам⁵.

В разработанных ранее фильтровальных устройствах⁶ [Михеенко, 2011] жидкость движется за счёт силы тяжести (самотёком) либо создаваемого вакуумным насосом давления. Для работы предлагаемого нами устройства⁷ использованы конструктивные особенности аппарата для приготовления микробиологических питательных сред, в котором ПС подаётся на розлив под давлением. Технической задачей предлагаемой полезной модели являлась фильтрация плотных питательных сред при оптимальной температуре и их розлив непосредственно после фильтрации.

Корпус устройства, изготовленный из нержавеющей стали AISI 316L, устанавливается внутри аппарата на съёмной панели и крепится к ней гайкой через уплотнительное кольцо. Подача питательной среды происходит через входной патрубок при давлении 110 кПа. Выходной патрубок фильтра находится с наружной стороны аппарата для присоединения разливочного шланга и представляет собой единую с корпусом фильтра конструкцию. Крышка фильтра с уплотнительным кольцом вставляется в корпус и закрепляется прижимной пластиной из некоррозионного материала. Внутри фильтра располагается сетка, предотвращающая попадание фильтрующего материала в отверстие корпуса фильтра.

В качестве фильтрующего материала использована хлопчатобумажная вата (белая гигроскопическая нестерильная, ГОСТ 5556-81). Объём ваты на одну процедуру 50 см³, удельная плотность 50–70 г/дм³. Вата укладывается между сеткой из нержавеющей стали с диаметром отверстий 0,2–0,3 см и фторопластовой (Ф4) крышкой без уплотнения, заполняя весь объём фильтра.

Предлагаемое устройство работает следующим образом: фильтр с ватой устанавливается на съёмной панели аппарата. К выходному патрубку фильтра присоединяется шланг с заглушкой. В аппарат загружаются компоненты питательной среды. Панель закрепляется на аппарате. После завершения процесса приготовления и стерилизации питательной среды понижается давление в камере и температура ПС до 50 °С, к выходному патрубку фильтра подключается соединённый с разливочным модулем шланг, через который разливается ПС. Все этапы процесса проходят в асептических условиях. По окончании работы шланги и корпус фильтра промывают, осуществляют замену фильтрующего элемента, после чего устройство готово к следующему циклу.

В научно-производственном отделе института выполнены испытания устройства и оценка свойств щелочного агара в ПС, приготовленных вышеописанными способами. ЩА в среде, приготовленной первым способом, обладал следующими физико-химическими показателями: прозрачность и цветность раствора – прозрачный, жёлтого цвета; прочность геля – 400 г;

⁵ Санитарно-эпидемиологические требования по профилактике инфекционных болезней. Санитарные правила и нормы СанПиН 3.3686-21. М.: Роспотребнадзор, 2021. 1092 с.

⁶ А. с. № SU 1473805 A1. Фильтровальная установка ...; Пат. № RU 2171128 C1 ...; Пат. № RU 35987 U1.

⁷ Пат. № RU 227377 U1. Рос. Федерация ...

стерильность – 80–85 %. Полученный вторым способом ЩА также был прозрачным, жёлтого цвета; прочность геля – 335 г; стерильность – 100 %.

Результаты изучения биологических свойств (табл.) показали, что ЩА, приготовленный обоими способами, соответствует нормативным требованиям (ТУ 9385-039-78095326-2008, МУ 3.3.2.2124-06).

Таблица

Биологические показатели щелочного агара в питательной среде, приготовленной традиционным способом (способ 1) и с использованием разработанного устройства для фильтрации (способ 2)

Показатели	Тест-штаммы					
	<i>V. cholerae cholerae</i> P-1		<i>V. cholerae eltor</i> M-878		<i>V. cholerae non O1</i> P-9741	
Разведение	10^{-6}	10^{-7}	10^{-6}	10^{-7}	10^{-6}	10^{-7}
Способ 1						
Среднее значение КОЕ	75,9±6,20	8,7±1,42	67±2,87	8,3±1,53	76,2±1,37	8,0±0,89
Морфологические признаки: колонии правильной круглой формы с ровными краями, полупрозрачные, с блестящей поверхностью, диаметром не менее 1,0 мм	Соответствует					
Способ 2						
Среднее значение КОЕ	73,0±4,88	7,8±1,08	68,4±4,37	8,0±0,52	75,9±6,88	6,7±0,35
Морфологические признаки: колонии правильной круглой формы с ровными краями, полупрозрачные, с блестящей поверхностью, диаметром не менее 1,0 мм	Соответствует					

Достоинства второго способа приготовления ПС следующие: фильтр присоединяется непосредственно к разливному модулю (не требуется применение дорогостоящих фильтрующих капсул); совмещается стерилизация фильтра и ПС; обеспечивается необходимый температурный режим ПС и фильтра во время фильтрации. Для приготовления трёх литров среды из ЩА первым способом потребовалось 4 ч, вторым – 1,5 ч.

Полученные нами результаты демонстрируют, что использование разработанного устройства позволяет оптимизировать процесс приготовления и розлива готовой стерильной питательной среды. Конструктивная особенность фильтрующего элемента даёт возможность выполнять фильтрацию непосредственно перед подачей на розлив, задерживая на фильтрующем материале частицы твёрдой фазы и сохраняя стерильность приготовленной плотной питательной среды. Преимущество использования устройства заключается в сокращении времени приготовления, получении прозрачной среды с минимальными потерями в процессе фильтрации, повышении безопасности для персонала. Предложенное технологическое усовершенствование способно ускорить обеспечение потребности диагностических лабораторий в отечественных импортозамещающих питательных средах.

Список литературы

Внедрение методов фильтрации в технологию приготовления питательных сред, используемых в производстве холерной вакцины / К. И. Холматов, М. В. Антонычева, О. А. Волох, А. Д. Белоусов, Н. И. Вахрушина, С. В. Астафьева, Л. Ф. Ливанова, О. В. Громова, Н. И. Белякова // Обеспечение эпидемиологического благополучия: вызовы и решения : материалы XI съезда Всерос. науч.-практ. о-ва эпидемиологов, микробиологов и паразитологов. СПб. : Изд-во НИИ эпидемиологии и микробиологии им. Пастера, 2017. С. 450.

Дятлов И. А., Кутырев В. В., Храмов М. В. Питательные среды для выделения, культивирования и идентификации возбудителей особо опасных инфекций бактериальной природы. М. : ТиРу, 2012. 415 с.

Михеенко Л. А. Новые области применения стеклокристаллических фильтров // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. 2011. № 6 (50), т. 2. С. 29–32.

Состояние и тенденции развития клинической и санитарной микробиологии в Российской Федерации и проблема импортозамещения / И. А. Дятлов, А. Ю. Миронов, А. П. Шепелин, В. А. Алешкин // Клиническая лабораторная диагностика. 2015. Т. 60, № 8. С. 61–64.

References

Holmatov K.I., Antonycheva M.V., Voloh O.A., Belousov A.D., Vahrushina N.I., Astafeva S.V., Livanova L.F., Gromova O.V., Belyakova N.I. Vnedrenie metodov filtratsii v tekhnologiyu prigotovleniya pitatelnykh sred, is-polzuemykh v proizvodstve kholernoii vaksiny [Introduction of filtration methods into the technology of preparation of nutrient media used in the production of cholera vaccine]. *Obespechenie ehpideмиологического благополучия: vyzovy i resheniya* [Ensuring epidemiological well-being: challenges and solutions : Proc. 11th Congr. Allrus. Sci. Soc. Epidemiol., Microbiol. and Parasitol., Moscow, Russia]. St.-Petersb., St.-Petersb. Pasteur Inst. Publ., 2017, p. 450. (in Russian)

Dyatlov I.A., Kutyrev V.V., Khramov M.V. *Pitatelnye sredy dlya vydeleniya, kultivirovaniya i identifikatsii vozбудителей osobo opasnykh infektsii bakterialnoi prirody* [Growth media for the isolation, cultivation, and identification of pathogens of extremely dangerous bacterial infections]. Moscow, TiRu Publ., 2012, 415 p. (in Russian)

Miheenko L.A. Novye oblasti primeneniya steklokristallicheskih filtrov [New applications of glass crystal filters]. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2011, no. 6 (50), vol. 2, pp. 29-32. (in Russian)

Dyatlov I.A., Mironov A.Yu., Shepelin A.P., Aleshkin V.A. Sostoyanie i tendencii razvitiya klinicheskoy i sanitarnoy mikrobiologii v Ros-sijskoj Federacii i problema importozameshcheniya [The state and trends of clinical and sanitary microbiology in the Russian Federation and the problem of import substitution]. *Russian Clinical Laboratory Diagnostics*, 2015, vol. 60, no. 8, pp. 61-64. (in Russian)

Сведения об авторах

Лукьянова Светлана Владимировна

кандидат биологических наук,
научный сотрудник
Иркутский научно-исследовательский
противочумный институт Сибири и
Дальнего Востока Роспотребнадзора
Россия, 664047, г. Иркутск, ул. Трилиссера, 78
e-mail: svetalukyan@mail.ru

Миклошевич Виталий Юрьевич

инженер-технолог
Иркутский научно-исследовательский
противочумный институт Сибири и
Дальнего Востока Роспотребнадзора

Information about the authors

Luk'yanova Svetlana Vladimirovna

Candidate of Sciences (Biology),
Research Scientist
Irkutsk Research Anti-Plague Institute of Siberia
and Far East by Rospotrebnadzor
78, Trilisser st., Irkutsk, 664047,
Russian Federation
e-mail: svetalukyan@mail.ru

Mikloshevich Vitaly Yurievich

Process Engineer
Irkutsk Research Anti-Plague Institute
of Siberia and Far East by Rospotrebnadzor
78, Trilisser st., Irkutsk, 664047,

Россия, 664047, г. Иркутск, ул. Трилисера, 78
e-mail: adm@chumin.irkutsk.ru

Гефан Наталья Геннадьевна
кандидат медицинских наук
старший научный сотрудник
Иркутский научно-исследовательский
противочумный институт Сибири и
Дальнего Востока Роспотребнадзора
Россия, 664047, г. Иркутск, ул. Трилисера, 78
e-mail: adm@chumin.irkutsk.ru

Косилко Варвара Сергеевна
врач-бактериолог
Иркутский научно-исследовательский
противочумный институт Сибири и
Дальнего Востока Роспотребнадзора
Россия, 664047, г. Иркутск, ул. Трилисера, 78
e-mail: adm@chumin.irkutsk.ru

Кузнецов Владимир Ильич
кандидат биологических наук
заведующий лабораторией
Иркутский научно-исследовательский
противочумный институт Сибири и
Дальнего Востока Роспотребнадзора
Россия, 664047, г. Иркутск, ул. Трилисера, 78
e-mail: adm@chumin.irkutsk.ru

Russian Federation
e-mail: adm@chumin.irkutsk.ru

Gefan Natalya Gennadyevna
Candidate of Sciences (Medicine),
Senior Research Scientist
Irkutsk Research Anti-Plague Institute
of Siberia and Far East by Rospotrebnadzor
78, Trilisser st., Irkutsk, 664047,
Russian Federation
e-mail: adm@chumin.irkutsk.ru

Kosilko Varvara Sergeevna
Physician Bacteriologist
Irkutsk Research Anti-Plague Institute
of Siberia and Far East by Rospotrebnadzor
78, Trilisser st., Irkutsk, 664047,
Russian Federation
e-mail: adm@chumin.irkutsk.ru

Kuznetsov Vladimir Ilyich
Candidate of Sciences (Biology),
Head of Laboratory
Irkutsk Research Anti-Plague Institute
of Siberia and Far East by Rospotrebnadzor
78, Trilisser st., Irkutsk, 664047,
Russian Federation
e-mail: adm@chumin.irkutsk.ru

Статья поступила в редакцию **27.08.2025**; одобрена после рецензирования **17.10.2025**; принята к публикации **24.10.2025**
Submitted **August, 27, 2025**; approved after reviewing **October, 17, 2025**; accepted for publication **October, 24, 2025**