

ОРИГИНАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Научная статья

УДК 57.083.134:616-098

1.5.11 Микробиология (медицинские науки)

doi: 10.48612/agmu/2022.17.3.44.52

ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НОВОЙ ХРОМОГЕННОЙ ПИТАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ЕЕ ВНЕДРЕНИЯ В МИКРОБИОЛОГИЧЕСКУЮ ЛАБОРАТОРНУЮ ПРАКТИКУ

* Виктория Геннадьевна Горелова¹, Салидат Магомедовна Омарова¹,
Роза Изитдиновна Исаева¹, Амина Исаагаевна Алиева¹, Марина Ивановна Глухова²,
Раисат Юнусовна Юнусова³, Патимат Садрудиновна Саидова¹, Джамиля Шамильевна Багандова¹

¹ Дагестанский государственный медицинский университет, Махачкала, Россия

² Московский инновационный университет, Москва, Россия

³ Московский научно-исследовательский институт эпидемиологии и микробиологии им. Г.Н. Габричевского, Москва, Россия

Аннотация. На протяжении последних лет во всем мире отмечается рост заболеваний, вызываемых условно-патогенными микроорганизмами. Для их выявления используются различные дифференциально-диагностические питательные среды и микротест-системы, недостатками которых являются продолжительность исследования и значительные материальные затраты. Использование хромогенных питательных сред за рубежом со второй половины XX века позволило решить эту задачу на основе выявления высоко специфических ферментов бактерий, что обеспечило идентификацию возбудителя одновременно с его выделением. **Цель работы:** оценка диагностической эффективности новой хромогенной питательной среды для одноэтапного выделения и идентификации условно-патогенных микроорганизмов и перспективы ее внедрения в микробиологическую лабораторную практику. **Результаты.** В ходе клинических испытаний новой среды определено, что она не уступает импортной хромогенной питательной среде HiCrome™ UTI Agar/Modified («HiMedia Laboratories Pvt. Ltd.», Индия) и превосходит по дифференцирующим свойствам отечественную коммерческую среду Эндо. Разработанная среда защищена патентом Российской Федерации и награждена Золотой медалью Европейского Конкурса изобретений (г. Страсбург, 2014 г.).

Ключевые слова: хромогенные питательные среды; условно патогенные микроорганизмы; экспресс-диагностика.

Для цитирования: Горелова В. Г., Омарова С. М., Исаева Р. И., Алиева А. И., Глухова М. И., Юнусова Р. Ю., Саидова П. С., Багандова Д. Ш. Опыт использования новой хромогенной питательной среды и перспективы ее внедрения в микробиологическую лабораторную практику // Астраханский медицинский журнал. 2022. Т. 17, № 3. С. 44–52. doi: 10.48612/agmu/2022.17.3.44.52.

ORIGINAL INVESTIGATIONS

Original article

EXPERIENCE OF USING A NEW CHROMOGENIC NUTRIENT MEDIUM AND PROSPECTS FOR ITS IMPLEMENTATION IN MICROBIOLOGICAL LABORATORY PRACTICE

* © Горелова В.Г., Омарова С.М., Исаева Р.И., Алиева А.И.,
Глухова М.И., Юнусова Р.Ю., Саидова П.С., Багандова Д.Ш., 2022

Viktoriya G. Gorelova¹, Salidat M. Omarova¹, Roza I. Isaeva¹, Amina I. Alieva¹, Marina I. Glukhova², Raisat Y. Yunusova³, Patimat S. Saidova¹, Dzhamilya Sh. Bagandova¹

¹Dagestan State Medical University, Makhachkala, Russia

²Moscow Innovation University, Moscow, Russia

³Moscow Research Institute of Epidemiology and Microbiology named after G.N. Gabrichevsky, Moscow, Russia

Abstract. Over the past years, there has been an increase in diseases caused by opportunistic microorganisms (OCP) all over the world. To identify them, various differential diagnostic nutrient media and microtest systems are used, the disadvantages of which are the duration of the study and significant material costs. The use of chromogenic nutrient media abroad since the second half of the last century has made it possible to solve this problem based on the identification of highly specific bacterial enzymes, which ensured the identification of the pathogen simultaneously with its isolation. **The aim** of the work was to assess the diagnostic efficiency of a new chromogenic nutrient medium for one-stage isolation and identification of UPM and the prospects for its introduction into microbiological laboratory practice. **Research results.** In the course of clinical trials of the new medium, it was determined that it is not inferior to the imported chromogenic nutrient medium HiCrome™ UTI Agar / Modified (India) and is certainly superior in differentiating properties to the domestic commercial medium Endo. The developed environment is protected by a patent of the Russian Federation and awarded the Gold Medal of the European Competition of Inventions in Strasbourg.

Keywords: chromogenic nutrient media; opportunistic pathogens; express diagnostics

For citation: Gorelova V. G., Omarova S. M., Isaeva R. I., Aliyeva A. I., Glukhova M. I., Yunusova R. Y., Saidova P. S., Bagandova D. Sh. Experience of using a new chromogenic nutrient medium and prospects for its implementation in microbiological laboratory practice. Astrakhan Medical Journal. 2022; 17 (3): 44–52. doi: 10.48612/agmu/2022.17.3.44.52. (In Russ.).

Введение. Инфекционные заболевания и осложнения, обусловленные микроорганизмами, по-прежнему занимают доминирующее положение в патологии человека [1]. На протяжении последних лет во всем мире отмечается рост заболеваний, вызываемых условно-патогенными микроорганизмами (УПМ), в борьбе с которыми широко используются антимикробные препараты (АМП). Хорошо известно дестабилизирующее дисбиотическое влияние на микрофлору АМП, особенно при нерациональном их применении. Появляются устойчивые к АМП штаммы, что создает серьезные трудности при проведении терапии [2].

Одной из основных проблем здравоохранения остаются инфекции, вызываемые бактериями, циркулирующими в больничной среде [3]. УПМ являются причиной инфекционных процессов различной локализации, одной из них являются мочевыводящие пути организма. Инфекции мочевых путей (ИМП), частота которых исключительно высока, относятся к самым распространенным бактериальным заболеваниям после инфекций дыхательной системы. В структуре внутрибольничных инфекций доля ИМП может достигать 40 %. В мире регистрируется более 150 млн случаев в год, что свидетельствует о высокой частоте поражения урогенитального тракта [4]. В России ИМП относятся к числу наиболее распространенных инфекционных заболеваний, составляя 60–70 % от всех заболеваний мочевыводящих путей, и являются одной из ведущих причин инвалидизации и снижения качества жизни.

Более чем в 95 % случаев ИМП бывают вызваны грамотрицательными микроорганизмами из семейства *Enterobacteriaceae* (преимущественно *Escherichia coli*, *Klebsiella spp.*, *Proteus mirabilis*, *Enterobacter*) и другими микроорганизмами (*Enterococcus faecalis*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus*), грибами (преимущественно *Candida albicans*). Примерно у 20 % больных наблюдаются микробные ассоциации, частое сочетание – *E. coli* и энтерококки [5, 6].

Одной из главных причин заболеваемости и смертности онкологических больных, наряду с опухолевыми заболеваниями, являются инфекции, вызываемые УПМ. Наиболее часто у таких пациентов, наряду с раневыми инфекциями и пневмониями, диагностируют ИМП. Спектр возбудителей инфекционных осложнений у онкологических больных включает в себя грамотрицательные, грамположительные аэробные бактерии и грибы в соотношении 55:38:7 процентов [7]. Трудность в этиологической расшифровке оппортунистических инфекций объясняется сходством биохимических свойств УПМ и симптоматики клинической картины заболеваний [8, 9]. Для этих целей применяют большое количество дифференциально-диагностических питательных сред и микротест-систем. Их недостатком является продолжительность исследования и значительные материальные затраты.

Для решения задач ускоренной диагностики и совершенствования лечебного процесса большое значение имеет выбор оптимальных питательных сред для ускоренного выявления возбудителей инфекций [10].

Широкое распространение получили хромогенные питательные среды (ХПС), позволяющие одноэтапно выделять и распознавать колонии целевых микроорганизмов от других представителей сопутствующей микробиоты, для чего в состав среды вводят хромогенные субстраты, играющие роль индикаторов. ХПС имеют преимущества перед традиционными. Во-первых, идентификация возбудителя происходит одновременно с его выделением и не требует постановки дополнительных идентификационных тестов. Во-вторых, требования к селективности ниже, что позволяет идентифицировать на них широкий спектр микроорганизмов, принадлежащих к разным родам и видам. Использование ХПС позволяет сократить продолжительность исследования до 24 ч и снизить трудозатраты. В отличие от традиционных питательных сред, выявляющих физиолого-биохимические свойства микроорганизмов, принцип действия ХПС основан на выявлении высокоспецифических ферментов исследуемых микроорганизмов [11]. При расщеплении хромогенных субстратов видо- или родоспецифическим ферментом микроорганизма в среду выделяется окрашенный продукт (хромофор), придающий соответствующий цвет колонии выросшего микроорганизма. ХПС для одноэтапного выделения и прямой идентификации микроорганизмов различных таксономических групп широко внедряют и используют за рубежом более 50 лет.

В филиале АО НПО «Микроген» НПО «Питательные среды» г. Махачкалы разработаны и апробированы не уступающие зарубежным аналогам ХПС для выявления УПМ (энтеробактерий) [12].

Разработка расширенной линейки отечественных ХПС является актуальной задачей, решение которой будет способствовать значительному ускорению идентификации выделенных микроорганизмов по сравнению с использованием традиционных дифференциально-диагностических сред, позволит избавить практических бактериологов от трудоемких и высокочрезмерных работ.

Цель: оценить диагностическую эффективность новой хромогенной питательной среды для одноэтапного выделения и идентификации условно-патогенных микроорганизмов и перспективы ее внедрения в микробиологическую лабораторную практику.

Материалы и методы исследования. В основу ХПС легли предыдущие разработки отечественных ХПС для одноэтапного выделения и идентификации бактерий группы кишечной палочки, в составе которых использованы 2 хромогенных субстрата фирмы «Sigma-Aldrich» (США) для выявления видоспецифических ферментов бактерий группы кишечной палочки – β -D-галактопиранозид и β -D-глюкуроноид [13]. Для выявления родоспецифического фермента протеев – триптофандезаминазы (ТДА) в состав новой ХПС введен L-триптофан. Для идентификации *Enterococcus faecalis* в ХПС введен салицин и индикатор нейтральный красный, обеспечивающие выявление кислотообразования при расщеплении салицина энтерококком.

В работе использованы референс-штаммы, полученные в ФГБУ «Научный центр экспертизы средств медицинского применения» Минздрава России: *Escherichia coli* ATCC 25922, *Klebsiella pneumoniae* 3534/51, *Enterobacter cloacae* 10005, *Citrobacter freundii* 101/57, *Proteus mirabilis* 3177, *Proteus vulgaris* Hx 19 222, *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Enterococcus faecalis* 775, *Pseudomonas aeruginosa* 68. Посев референс-штаммов осуществлен согласно методическим указаниям по контролю бактериологических питательных сред.

В качестве сред сравнения использована импортная ХПС «HiCrometm UTI Agar/Modified» («HiMedia Laboratories Pvt. Ltd.», Индия) и отечественная коммерческая среда Эндо.

Для идентификации клинических изолятов использован набор «МИКРО-LA-TEST» фирмы «Erba Lachema» (Чехия) (ЭНТЕРОтест 24 Н, СТАФИтест 16 и СТРЕПТОтест 24).

Испытания сред на клиническом материале проведено на базе бактериологической лаборатории Республиканского центра инфекционных болезней и лаборатории клинической микробиологии ООО НПП «Питательные среды» г. Махачкалы.

Объектом исследования стали 624 образца мочи, 190 гинекологических мазков от больных, страдающих неспецифическими воспалительными заболеваниями гениталий, 138 образцов мазков от больных с ЛОР-заболеваниями, 150 образцов мокроты.

Результаты исследования и их обсуждение. Испытание новой ХПС для одноэтапного выделения и идентификации УПМ путем посева референс-штаммов показало следующие результаты, отраженные в таблице 1.

На примере роста референс-штаммов на испытываемых средах показано, что только на новой ХПС, в отличие от среды Эндо и питательного агара, осуществляется рост грамположительных

и граммотрицательных УПМ с одновременной четкой их дифференциацией между собой по окраске колоний (табл. 1). На ХПС колонии *E. coli* вырастают размером $2,0 \pm 0,2$ мм и окрашиваются в синезеленый цвет с желтым преципитатом, так как продуцируют ферменты β -глюкуронидазу и β -галактозидазу, которые расщепляют β -D-глюкуронид и β -D-галактопиранозид с выделением в среду хромофоров, соответственно, синего и желтого цвета. Колонии *E. cloacae* и *C. freundii* вырастают размером $2,0 \pm 0,2$ мм и окрашиваются в желтый цвет, так как продуцируют только фермент β -галактозидазу, расщепляющую хромогенный субстрат – β -D-галактопиранозид с выделением в среду хромофора желтого цвета. Колонии *Klebsiella spp.* окрашиваются в красно-оранжевый цвет с желтым ореолом вокруг колоний, так как одновременно расщепляют салицин и хромогенный субстрат – β -D-галактопиранозид. Колонии *Proteus spp.* окрашиваются в коричневый цвет с коричневым преципитатом вокруг колоний в связи с расщеплением триптофана родоспецифическим ферментом протеев ТДА с выделением в среду продуктов коричневого цвета и вырастают размером $2,5 \pm 0,5$ мм в О-форме. *E. faecalis* вырастает мелкими колониями размером $0,8 \pm 0,2$ мм и окрашивается в ярко-розовый цвет, так как расщепляет салицин с образованием кислых продуктов, понижающих рН среды, вследствие чего в присутствии индикатора нейтрального красного изменяется окраска колоний и среды вокруг них. *S. aureus* вырастает размером $1,8 \pm 0,2$ мм, в виде бесцветных колоний, так как не расщепляет ни один из субстратов. Колонии *P. aeruginosa* не продуцируют вышеперечисленных специфических ферментов и вырастают размером $1,0 \pm 0,2$ мм с характерным серо-зеленым пигментом.

Таблица 1. Биохимические свойства референс-штаммов и их рост на испытываемых средах через 18 ± 2 ч инкубации посевов при $t=37 \pm 1^\circ \text{C}$
 Table 1. Biochemical properties of reference strains and their growth on test media after 18 ± 2 h of incubation at $t=37 \pm 1^\circ \text{C}$

Референс-штаммы	Специфические ферменты				Размер (мм) и форма колоний	Питательные среды, цвет колоний		
	β -галактозидаза	β -глюкуронидаза	ТДА	Салицин		ХПС	Среда Эндо	Питательный агар
<i>Escherichia coli</i> ATCC 25922	+	+	-	-	$2,0 \pm 0,2$, S-форма	Синезеленые с желтым преципитатом	Малиновые	Бесцветные
<i>Klebsiella pneumoniae</i> 3534/51	+	-	-	+	$2,5 \pm 0,2$, S-форма	Оранжевые с желтым преципитатом	Малиновые	Бесцветные
<i>Proteus mirabilis</i> 3177	-	-	+	-	$2,5 \pm 0,5$, О-форма	Коричневые с коричневым преципитатом	Сплошная пленка, «роение»	Сплошная пленка, «роение»
<i>Proteus vulgaris</i> Hx19 222	-	-	+	-	$2,5 \pm 0,5$, О-форма	Коричневые с коричневым преципитатом	Сплошная пленка, «роение»	Сплошная пленка, «роение»
<i>Enterobacter cloacae</i> 10005	+	-	-	-	$2,0 \pm 0,2$, S-форма	Желтые с желтым преципитатом	Малиновые	Бесцветные
<i>Citrobacter freundii</i> 101/57	+	-	-	-	$2,0 \pm 0,2$, S-форма	Желтые с желтым преципитатом	Малиновые	Бесцветные
<i>Enterococcus faecalis</i> 775	-	-	-	+	$0,8 \pm 0,2$, S-форма	Ярко-розовые, мелкие	Нет роста	Бесцветные
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC25923	-	-	-	-	$1,8 \pm 0,2$, S-форма	Бесцветные	Нет роста	Бесцветные
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> 68	-	-	-	-	$1,0 \pm 0,2$, S-форма	Серозеленые, пигмент	Бледно-розовые	Бесцветные

Был отмечен рост референс-штаммов на ХПС: *Proteus vulgaris* Нх 19 222 (коричневые колонии) *Enterobacter cloacae* 10005 (желтые колонии с желтым преципитатом), *Citrobacter freundii* 101/57 (желтые колонии с желтым преципитатом), *Pseudomonas aeruginosa* 68 (колонии с серо-зеленым пигментом), *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 (бесцветные колонии) и *Escherichia coli* ATCC 25922 (колонии сине-зеленые с желтым преципитатом).

Также наблюдался рост референс-штаммов на ХПС: *Enterobacter cloacae* 10005 (желтые колонии с желтым преципитатом), *Enterococcus faecalis* 775 (ярко-розовые колонии), *Proteus vulgaris* Нх 19 222 (коричневые колонии) и *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 (бесцветные колонии).

Для оценки биологических свойств ХПС проведены клинические испытания. Для сравнения использована среда Эндо и хромогенная среда HiCrome™ UTI Agar/Modified. Посев исследуемого материала проводили на 3 среды: ХПС, Эндо, HiCrome™ UTI Agar/Modified (контроль). Одновременно клинический материал высевали на питательный агар (ПА) с целью дальнейшего пересева изолятов на дифференциальные микротест-системы для подтверждения полученных на ХПС данных по идентификации выросшего микроба. Результаты исследования клинического материала от больных с ИМП, мокроты, отделяемого из уха и мазков из зева, представлены в таблицах 2 и 3. Названия культур указаны условно на этапе выделения с последующей идентификацией всех клинических изолятов с помощью наборов МИКРО-LA-TEST.

Таблица 2. Культуральное исследование клинических образцов от больных с ИМП через 18 ± 2 ч инкубации посевов при t = 37 ± 1° C

Table 2. Cultural study of clinical samples from patients with urinary tract infection after 18 ± 2 h of culture incubation at t = 37 ± 1° C

Показатели	ХПС	HiCromeUTI Agar / Modified	Среда Эндо
Количество посевов, абс.	814	814	814
Высеваемость, %, к общему числу посевов	49,6	49,3	49,0
Количество посевов с ростом культуры абс., в том числе:	404	401	399
<i>Escherichia coli</i>	302 (74,75 %), сине-зеленые с желтым преципитатом	302 (75,31 %), красно-фиолетовые	379 (95,0 %), малиновые, нет дифференциации
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	58 (14,35 %), оранжевые с желтым преципитатом	58 (14,46 %), синие, слизистые	
<i>Enterobacter cloacae</i>	21 (5,2 %), желтые с желтым преципитатом	20 (4,98 %), красно-фиолетовые	
<i>Proteus mirabilis</i>	16 (3,96 %), коричневые с коричневым преципитатом	16 (4 %), светло-коричневые	15(3,8 %)чашек с роением
<i>Enterococcus faecalis</i>	7 (1,74 %), ярко-розовые, мелкие	5 (1,25 %), синие, мелкие	Отсутствие роста (рост на ПА– 5 (1,2 %))

Таблица 3. Культуральное исследование мокроты, отделяемого из уха, мазков из зева от больных с ЛОР-заболеваниями через 18 ± 2 ч инкубации посевов при t = 37 ± 1° C

Table 3. Cultural examination of sputum, separated from the ear, swabs from the throat from patients with otorhinolaryngological diseases after 18 ± 2 hours of incubation of crops at t = 37 ± 1° C

Показатели	ХПС	HiCromeUTI Agar / Modified	Среда Эндо
Количество посевов, абс.	288	288	288
Высеваемость, %, к общему числу посевов	48,9	48,6	48,3
Количество посевов с ростом культуры абс., в том числе:	141	140	139
<i>Proteus mirabilis</i>	17 (12,05 %), коричневые с коричневым преципитатом	17 (12,14 %), светло-коричневые	16 (11,5 %) чашек с роением
<i>Escherichia coli</i>	60 (42,55 %), сине-зеленые с желтым преципитатом	60 (42,86 %), красно-фиолетовые	111 (79,9 %), малиновые, нет дифференциации
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	52 (36,88 %), оранжевые с желтым преципитатом	51 (36,43 %), синие, слизистые	
<i>Staphylococcus aureus</i>	12 (8,52 %), бесцветные	12 (8,57 %), бесцветные	Отсутствие роста (рост на ПА)– 12 (8,6 %)

Результаты клинических испытаний показали, что независимо от локализации инфекционного процесса наиболее часто выделяются *E. coli*, *Klebsiella spp.*, *Proteus spp.* Различия в высеваемости УПМ на представленных средах статистически незначимы.

На среде Эндо выделяются только энтеробактерии, без видовой их идентификации, так как все они окрашены одинаково в малиновый цвет. Для их дальнейшей идентификации требуется пересев со среды Эндо на дифференциально-диагностические среды, что удлиняет время идентификации до трех суток. Отсутствие роста микроорганизмов на среде Эндо при наличии их роста на ПА указывает на выделение грамположительных бактерий, что требует дополнительно использовать среды для их идентификации (дифференциально-диагностическая среда для энтерококков, желточно-солевой агар, среды с различными углеводами).

ХПС и HiCrome™ UTI Agar/Modified обеспечивают рост клинически значимых УПМ и четкую визуализацию каждого выделенного микроорганизма по различию цвета выросших колоний. Клинические испытания обеих сред показали, что среда HiCrome™ UTI Agar/Modified немного уступает ХПС по дифференциально-диагностическим свойствам. На импортной среде колонии *E. coli* и *E. cloacae* вырастают одинакового красно-фиолетового цвета и морфологически идентичны. Учитывая 80 % встречаемости *E. coli* у больных с ИМП, при использовании импортной среды возникает необходимость дальнейшей идентификации выросшего микроорганизма, требующей дополнительных затрат. *K. pneumoniae* и *E. faecalis* вырастают одинакового синего цвета, хотя и отличаются по морфологии.

Как и на импортной среде, на ХПС для идентификации некоторых бактерий группы кишечной палочки необходима постановка дополнительных тестов. Если на ХПС клинические изоляты соответствуют цвету колоний тест-штаммов (сине-зеленые, оранжевые, коричневые, ярко-розовые) (табл. 1), то они не требуют дальнейшей дополнительной идентификации. Микроорганизмы, выросшие в виде желтых и бесцветных колоний, необходимо подтверждать с помощью дополнительных идентификационных тестов. *E. cloacae* и *C. freundii* на ХПС вырастают одинаково желтого цвета с желтым преципитатом. *E. cloacae* и *C. freundii* обнаруживаются в разы меньше, чем *E. coli*, *K. pneumoniae*, *Proteus spp.*, *E. faecalis*, которые на ХПС идентифицируются по цвету сразу. Для *E. cloacae* и *C. freundii* используются дополнительные тесты (табл. 4).

Таблица 4. Тесты для идентификации клинически значимых УПМ
Table 4. Tests for the identification of clinically significant opportunistic pathogens

Микроорганизмы	ХПС				Дополнительные среды и тесты						
					Клигlera агар (через 24 ч)			Полужидкий агар (через 24 ч)		Цитратный агар (через 18-24 ч)	Индол (тест) (1-2 мин)
	ТДА	галактопиранозид	глюкуронид	салицин	Лактоза	Глюкоза / газ	H ₂ S	подвижность	пигмент		
<i>Enterobacter cloacae</i>	-	+	-	-	+	+/+	-	+	-	+	-
<i>Citrobacter freundii</i>	-	+	-	-	+	+/+	+	-	-	+	-

Примечание: + – положительны для 90 % или более 90 % изученных штаммов; - - отрицательны для 90 % или более 90 % изученных штаммов

Note: + – positive for 90 % or more than 90 % of the studied strains; - - are negative for 90 % or more 90 % of strains studied

Выросшие на ХПС колонии желтого цвета следует дифференцировать друг от друга по тестам на сероводород и подвижность.

Все клинические изоляты идентифицированы с помощью наборов MIKRO-LA-TEST® фирмы ErbaLachema (ЭНТЕРОтест 24 Н, СТАФИтест 16, СТРЕПТОтест 24), что подтвердило их идентификацию, полученную на ХПС.

Обсуждение. Разработанная новая отечественная ХПС для одноэтапного выделения и идентификации клинически значимых УПМ не уступает по диагностической эффективности известным

зарубежным аналогам. ХПС, как и *HiCromeTMUTI Agar/Modified*, значительно ускоряет получение результатов исследования (через 18 ± 2 ч) по сравнению с традиционными питательными средами (от 3 до 5 суток). Серьезным преимуществом хромогенных сред является отсутствие на них ползучего роста (роения) протей, в то время как на среде Эндо при наличии хотя бы одной колонии протей поверхность чашки покрывается сплошной бледно-розовой пленкой, препятствующей выделению чистой культуры. ХПС удобна в использовании, так как не требует автоклавирования.

Внедрение в производство отечественных ХПС и использование их в клинической микробиологии явилось бы стратегическим преимуществом российского здравоохранения. Для этого имеются объективные предпосылки: промышленность и отраслевая наука обладают необходимым научно-техническим потенциалом для реализации полного цикла разработки и производства микробиологических питательных сред. Иностранные производители питательных сред имеют преимущество перед отечественными, так как они практически не облагаются ввозными таможенными пошлинами (составляют 5 %), российский рынок для них полностью открыт. Остро стоит вопрос государственной поддержки отечественных предприятий, разработчиков, производителей товаров, в частности питательных сред нового поколения [14]. В филиале АО НПО «Микроген» НПО «Питательные среды» г. Махачкалы для внедрения в крупномасштабное производство отечественных ХПС имеется необходимое оборудование, сырьевая база, обученные специалисты, необходимая техническая документация.

Перспектива внедрения и широкое использование в лабораторной диагностике отечественных ХПС будет способствовать ранней диагностике заболеваний, избавит врачей-бактериологов от трудоемких и высокочатратных работ по идентификации возбудителя инфекции. Оптимизация диагностики заболевания и лечения больных приведет в масштабах страны к уменьшению экономических затрат за счет сокращения длительности пребывания пациентов в стационарах. Внедрение в производство разработанных отечественных ХПС позволит в кратчайшие сроки отказаться от использования импортных сред в практике микробиологических лабораторий страны. Реализация политики импортозамещения позволит сократить существующий разрыв между отечественными и зарубежными производителями, освоить новые ниши рынка ХПС, на которых пока доминирует импортная продукция.

Заключение. На хромогенной питательной среде для одноэтапного выделения и идентификации клинически значимых условно-патогенных микроорганизмов получен патент Российской Федерации [15]. Разработка хромогенной питательной среды удостоена Золотой медали в Европейском салоне изобретений «Конкурсе Лепин» (Франция, г. Страсбург). Хромогенная питательная среда не уступает по качеству зарубежным аналогам, а при сравнении со средой *HiCromeTM UTI Agar/Modified* (Индия) по своим дифференциально-диагностическим свойствам ее превосходит. Хромогенная питательная среда удобна и практична в использовании.

Раскрытие информации. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Disclosure. The authors declare that they have no competing interests.

Вклад авторов. Авторы декларируют соответствие своего авторства международным критериям ICMJE. Все авторы в равной степени участвовали в подготовке публикации: разработка концепции статьи, получение и анализ фактических данных, написание и редактирование текста статьи, проверка и утверждение текста статьи.

Authors' contribution. The authors declare the compliance of their authorship according to the international ICMJE criteria. All authors made a substantial contribution to the conception of the work, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the work, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the work.

Источник финансирования. Работа выполнена в рамках частного финансирования НИР «НПО» Микроген».

Funding source. The work was carried out within the framework of private and funding of research work «NPO Microgen».

Список источников

1. Лабинская А. С. Руководство по медицинской микробиологии. Оппортунистические инфекции: возбудители и этиологическая диагностика / под ред. Н. Н. Костюкова. М.: Бином, 2013. Книга 3. Т. 1. 752 с.
2. Рафальский В. В. Антибиотикорезистентность возбудителей неосложненных инфекций мочевых путей в Российской Федерации // Вестник урологии. 2018. Т. 6, № 3. С. 50–56.
3. Бадамшина Г. Г., Зиатдинов В. Б., Исаева Г. Ш., Валеев А. А. Оптимизация методов, рекомендованных для оценки состояния внутрибольничной среды // Медицинский альманах. 2017. № 4 (49). С. 60–62.
4. Сурсякова К. И., Сафьянова Т. В. Некоторые эпидемиологические особенности инфекций мочевыводящих путей (обзор литературы) // Сибирский научный медицинский журнал. 2017. Т. 37, № 6. С. 61–70.

5. Палагин И. С., Сухорукова М. В., Дехнич А. В., Эйдельштейн М. В., Перепанова Т. С., Козлов Р. С., Шипицына Е. В. и др. Антибиотикорезистентность возбудителей внебольничных инфекций мочевых путей в России: результаты многоцентрового исследования «Дармис-2018» // Клиническая микробиология и антимикробная химиотерапия. 2019. Т. 21, № 2. С. 134–146.
6. Филимонова О. Ю., Столярова Л. Г., Сидоренко С. В., Ротт И. М., Лысенко Т. И., Нархова Т. В., Дмитриева В. А., Головенко Г. И., Власова И. В., Сафонова Т. Б., Тараненко Л. А. Видовой состав возбудителей внебольничных инфекций мочевыводящих путей и чувствительность основных уропатогенов к антибактериальным препаратам в Москве 2013 г. // Клиническая лабораторная диагностика. 2015. Т. 60, № 10. С. 58–61.
7. Петухова И. Н., Дмитриева Н. В., Багирова Н. С., Григорьевская З. В., Шильникова И. И., Варлан Г. В., Терещенко И. В. Послеоперационные инфекции у онкологических больных // Злокачественные опухоли. 2016. № 4S1 (21). С. 48–53. doi: 10.18027/2224-5057-2016-4s1-48-53.
8. Покровский В. И. Энтеробактерии: руководство для врачей. М.: Медицина, 1985. 321 с.
9. Сиволодский Е. П. Систематика и идентификация энтеробактерий. СПб.: ФБУН НИИ эпидемиологии и микробиологии имени Пастера, 2011. 21 с.
10. Суханова С. М., Захарова Н. Е. Питательные среды в фармакопейном анализе: применение, действующие требования, вопросы стандартизации // Биопрепараты. Профилактика, диагностика, лечение. 2019. Т. 19, № 3. 136–144.
11. Le Minor L., Hamida F. Avantage de la recherche de la β -galactosidase sur celle de la fermentation du lactose en milieu complexedans le diagnostic bacteriologique, enparticulier des Enterobacteriaceae // Annales de l'Institut Pasteur (Paris). 1962. Vol. 102. P. 267–277.
12. Юнусова Р. Ю. Разработка хромогенных питательных сред для выделения и ускоренной идентификации условно патогенных энтеробактерий: дис. ... канд. биол. наук. Махачкала, 2011. 135 с.
13. Меджидов М. М., Степанова Э. Д., Юнусова Р. Ю., Горелова В. Г., Омарова С. М. Оценка диагностической эффективности алгоритма выделения и ускоренной идентификации УПЭ с использованием отечественных питательных сред // Клиническая лабораторная диагностика. 2012. № 5. С. 51–54.
14. Юнусова Р. Ю., Степанова Э. Д., Горелова В. Г., Комбарова С. Ю., Бичучер А. М., Мартыненко И. Г., Глухова М. И., Алиева Э. Р. Перспективы внедрения в лабораторную практику российского здравоохранения отечественных питательных сред // Лабораторная служба. 2016. Т. 5, № 3. С. 64.
15. Горелова В. Г., Омарова С. М., Юнусова Р. Ю. Пат. 2534342 Рос. Федерация, МПК С12N 1/20 (2006.01); С12Q 1/04 (2006.01); С12Q 1/06 (2006.01). Хромогенная питательная среда для одноэтапного выделения и идентификации возбудителей уроинфекций. Заявитель и патентообладатель ГБОУ ВПО «Дагестанская государственная медицинская академия» Министерства здравоохранения Российской Федерации. № 2013111014/10; заявл. 12.03.2013; опубл. 27.11.2014. Бюл. № 33.

References

1. Labinskaya A. S., Guide to Medical Microbiology. Opportunistic infections: causative agents and etiological diagnosis / eds. Kostyukova N. N. Book 3, Volume 1. Moscow: Binom; 2013. 752. (In Russ.).
2. Rafal'skiy V. V. Antibiotic resistance of causative agents of uncomplicated urinary tract infections in the Russian Federation. Vestnik urologii = Urology Herald. 2018; 6 (3): 50–56. (In Russ.).
3. Badamshina G. G., Ziatdinov V. B., Isaeva G. Sh., Valeev A. A. Optimization of the methods recommended for assessing the state of the nosocomial environment. Meditsinskiy al'manah = Medical Almanac. 2017; (4 (49)): 60–62. (In Russ.).
4. Sursyakova K. I., Safyanova T. V. Some epidemiological features of urinary tract infections (literature review). Sibirskiy nauchnyy meditsinskiy zhurnal = The Siberian Scientific Medical Journal. 2017; 37 (6): 61–70. (In Russ.).
5. Palagin I. S., Sukhorukova M. V., Dekhnich A. V., Eydel'shteyn M. V., Perepanova T. S., Kozlov R. S., Shipitsyna E. V. et al. Antibiotic resistance of pathogens of community-acquired urinary tract infections in Russia: the results of the multicenter study «Darmis-2018». Klinicheskaya mikrobiologiya i antimikrobnaya khimioterapiya = Clinical Microbiology and Antimicrobial Chemotherapy. 2019; 21 (2): 134–146. (In Russ.).
6. Filimonova O. Yu., Stolyarova L. G., Sidorenko S. V., Rott I. M., Lysenko T. I., Narhova T. V., Dmitrieva V. A., Golovenko G. I., Vlasova I. V., Safonova T. B., Taranenko T. A. The species composition of the causative agents of community-acquired urinary tract infections and the sensitivity of the main uropathogens to antibacterial drugs in Moscow in 2013. Klinicheskaya laboratornaya diagnostika = Russian Clinical Laboratory Diagnostics. 2015; 60 (10): 58–61. (In Russ.).
7. Petukhova I. N., Dmitrieva N. V., Bagirova N. S., Grigor'evskaya Z. V., Shil'nikova I. I., Varlan G. V., Tereshchenko I. V. Postoperative infections in cancer patients. Zlokachestvennyye opukholi = Malignant tumors. 2016; (4S1 (21)): 48–53. doi: 10.18027/2224-5057-2016-4s1-48-53. (In Russ.).
8. Pokrovskiy V. I. Enterobacteria: A Guide for Physicians. Moscow: Medicina; 1985. 321p. (In Russ.).
9. Sivolodskiy E. P. Systematics and identification of Enterobacteria. Saint Petersburg: FBUN NII epidemiologii i mikrobiologii imeni Pastera = Saint-Petersburg Pasteur Institute; 2011. 21 p. (In Russ.).
10. Sukhanova S. M., Zakharova N. E. Culture media in pharmacopoeial analysis: application, current requirements, issues of standardization. Biopreparaty. Profilaktika, diagnostika, lechenie = Biological Products. Prevention, Diagnosis, Treatment. 2019; 19 (3): 136–144. (In Russ.).

11. Le Minor L., Hamida F. Avantages de la recherche de la β -galactosidase sur celle de la fermentation du lactose en milieu complexe dans le diagnostic bacteriologique, en particulier des Enterobacteriaceae. Annales de l'Institut Pasteur (Paris). 1962; 102: 267–277.

12. Yunusova R. Yu. Development of chromogenic nutrient media for the isolation and accelerated identification of opportunistic Enterobacteriaceae. Thesis of Candidate of Biological Sciences. Makhachkala; 2011: 135. (In Russ.).

13. Medzhidov M. M., Stepanova E. D., Yunusova R. Yu., Gorelova V. G., Omarova S. M. Assessment of the diagnostic efficiency of the algorithm for the isolation and accelerated identification of UPE using domestic nutrient media. Klinicheskaya Laboratornaya Diagnostika = Russian Clinical Laboratory Diagnostics. 2012; (5): 51–54. (In Russ.).

14. Yunusova R. Yu., Stepanova E. D., Gorelova V. G., Kombarova S. Yu., Bichucher A. M., Martynenko I. G., Gluhova M. I., Alieva E. R. Prospects for the introduction of domestic nutrient media into the laboratory practice of the Russian healthcare. Laboratornyaslužba = Laboratory Service. 2016; 5 (3): 64. (In Russ.).

15. Gorelova V. G., Omarova S. M., Yunusova R. Yu. Chromogenic nutrient medium for one-step isolation and identification of causative agents of uroinfections. Patent RF № 2534342. 2014. (In Russ.).

Информация об авторах

В.Г. Горелова, кандидат медицинских наук, доцент кафедры патологической физиологии, Дагестанский государственный медицинский университет, Махачкала, Россия, e-mail: gorelovavik@gmail.com.

С.М. Омарова, доктор биологических наук, профессор, заведующая кафедрой микробиологии, вирусологии и иммунологии, Дагестанский государственный медицинский университет, Махачкала, Россия, e-mail: omarovanpo@mail.ru.

Р.И. Исаева, кандидат медицинских наук, доцент кафедры микробиологии, вирусологии и иммунологии, Дагестанский государственный медицинский университет, Махачкала, Россия, e-mail: bellaporsukova@mail.ru.

А.И. Алиева, доктор медицинских наук, доцент, профессор кафедры микробиологии, вирусологии и иммунологии, Дагестанский государственный медицинский университет, Махачкала, Россия, e-mail: aminamag@mail.ru.

М.И. Глухова, кандидат экономических наук, доцент, кафедра экономики и управления, Московский инновационный университет, Москва, Россия, e-mail: miss4@yandex.ru.

Р.Ю. Юнусова, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, Московский научно-исследовательский институт эпидемиологии и микробиологии им. Г.Н. Габричевского, Москва, Россия, e-mail: proteika@mail.ru.

П.С. Саидова, ассистент кафедры микробиологии, вирусологии и иммунологии, Дагестанский государственный медицинский университет, Махачкала, Россия, e-mail: spsaidova@mail.ru.

Д.Ш. Багандова, ассистент кафедры безопасности жизнедеятельности и медицины катастроф, Дагестанский государственный медицинский университет, Махачкала, Россия, e-mail: bagandov004@mail.ru.

Information about the authors

V.G. Gorelova, Cand. Sci. (Med.), Associate Professor of Department, Dagestan State Medical University, Makhachkala, Russia, e-mail: gorelovavik@gmail.com.

S.M. Omarova, Dr. Sci. (Biol.), Professor, Head of Department, Dagestan State Medical University, Makhachkala, Russia, e-mail: omarovanpo@mail.ru.

R.I. Isaeva, Cand. Sci. (Med.), Associate Professor of Department, Dagestan State Medical University, Makhachkala, Russia, e-mail: bellaporsukova@mail.ru.

A.I. Alieva, Dr. Sci. (Med.), Associate Professor, Professor of Department, Dagestan State Medical University, Makhachkala, Russia, e-mail: aminamag@mail.ru.

M.I. Glukhova, Cand. Sci. (Econ.), Associate Professor, Moscow Innovation University, Moscow, Russia, e-mail: miss4@yandex.ru.

R.Yu. Yunusova, Cand. Sci. (Biol.), Senior Researcher, Moscow Research Institute of Epidemiology and Microbiology named after G.N. Gabrichevsky, Moscow, Russia, e-mail: proteika@mail.ru.

P.S. Saidova, Assistant of the Department, DagestanStateMedicalUniversity, Makhachkala, Russia, e-mail: spsaidova@mail.ru.

D.Sh. Bagandova, Assistant of the Department, Dagestan State Medical University, Makhachkala, Russia, e-mail: bagandov004@mail.ru.*

* Статья поступила в редакцию 04.04.2022; одобрена после рецензирования 05.09.2022; принята к публикации 23.09.2022.

The article was submitted 04.04.2022; approved after reviewing 05.09.2022; accepted for publication 23.09.2022.