

ФЕРМЕНТИРОВАННЫЕ ПИЩЕВЫЕ ВОЛОКНА ПРЕПАРАТА РЕКИЦЕН-РД: ПРЕБИОТИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ В УСЛОВИЯХ IN VITRO*

Чичерин И.Ю.¹, Погорельский И.П.², Дармов И.В.², Лундовских И.А.², Кулемин Л.М.³, Гаврилов К.Е.², Дурнев Е.А.²

¹ ООО «МедСтар», Сергиев Посад, Россия (141300, Сергиев Посад, ул. Вознесенская, 55), e-mail: rpatron@mail.ru

² ФГБОУ ВПО «Вятский государственный университет», Киров, Россия (610000, Киров, ул. Московская, 36), e-mail: kaf_mb@vyatsu.ru;

³ ЗАО «Ягодное», Киров, Россия (610051, Киров, Ленинский р-н, дер. Югрино), e-mail: zao@yagodnoe.kirov.ru

FERMENTED DIETARY FIBERS OF THE REKICEN-RD PREPARATION: PREBIOTIC EFFECT UNDER THE IN VITRO CONDITIONS

I.Yu. Chicherin¹, I.P. Pogorelsky², I.V. Darmov², I.A. Lundovskikh², L.M. Kulemin³, K.E. Gavrilov², E.A. Durnev²

¹ LLC «MedStar», Sergiev Posad, Russia (Voznesenskaya st., 55, Sergiev Posad, Russia, 141306), e-mail: rpatron@mail.ru,

² Vyatka State University, Kirov, Russia (Moskovskaya st., 36, Kirov, Russia, 610000), e-mail: kaf_mb@vyatsu.ru

³ LLC «Yagodnoe» Kirov, Russia (610051, Kirov- Yugrino), e-mail: zao@yagodnoe.kirov.ru

РЕЗЮМЕ

Представлены результаты изучения влияния ферментированных пищевых волокон препарата Рекицен-РД на колонизацию и размножение лактобактерий и бифидобактерий, входящих в состав сертифицированных пробиотических препаратов Лактобактерин и Бифидумбактерин. В экспериментах использовали регидратированные культуры лактобактерий и бифидобактерий.

Инокуляцию пробиотических микроорганизмов проводили в стерильные препараты Рекицена-РД и пшеничных отрубей (препарат сравнения), помещенные в чашки Петри. После инкубирования препаратов с пробиотическими микроорганизмами в оптимальных условиях определяли количество жизнеспособных микроорганизмов, а также изучали их морфологию с использованием электронной микроскопии.

Результаты экспериментов свидетельствуют о сохранении нативной структуры лактобактерий и бифидобактерий, использующих ферментированные пищевые волокна препарата Рекицен-РД для роста и размножения в созданных микроаэрофильных условиях. Сохранение жизнеспособности лактобактериями и бифидобактериями, колонизирующими ферментированные пищевые волокна Рекицена-РД, при пониженной температуре в течение 14 суток еще раз подтверждает важность и необходимость для организма ферментированных пищевых волокон, обеспечивающих пробиотические микроорганизмы селективным питанием и энергией.

Ключевые слова: пробиотики, бифидобактерии, лактобактерии, пищевые волокна, Рекицен-РД, пшеничные отруби.

ВВЕДЕНИЕ

Пробиотики – широко распространенные препараты, созданные на основе штаммов бактерий, многие из которых выделены из нормальной микрофлоры кишеч-

SUMMARY

The results of studies of the effect of fermented dietary fiber preparation ReKicen-RD on the colonization and multiplication of lactobacilli and bifidobacteria, which are comprised in the formulation of the certified probiotic preparations Lactobacterin and Bifidumbacterin, are presented. Rehydrated cultures of lactobacilli and bifidobacteria were used in the experiments.

Inoculation with probiotic microorganisms was carried out in sterile preparation ReKicen-RD and wheat bran (reference preparation), placed in Petri dishes. After incubation of preparations with probiotic microorganisms under optimal conditions the numbers of viable microorganisms were determined and their morphology was studied using electron microscopy.

The experimental results show the preservation of the native structure of lactobacilli and bifidobacteria that use the fermented dietary fiber preparation ReKicen-RD for the growth and multiplication under microaerophilic conditions created. Preserving the viability of lactobacilli and bifidobacteria, colonizing dietary fiber preparation ReKicen-RD, at low temperature for 14 days once again confirms the importance and necessity for the organisms fermented dietary fibers, providing probiotic microorganisms with selective nutrition and energy.

Key words: probiotic, bifidobacteria, lactobacilli, dietary fiber, ReKicen-RD, wheat bran.

ника людей. Для того, чтобы бактерии были включены в группу пробиотических микроорганизмов они должны соответствовать определенным критериям: 1) выживать при пассаже через желудочно-кишечный тракт; 2) ад-

* Ссылка для цитирования: Чичерин И.Ю., Погорельский И.П., Дармов И.В., Лундовских И.А., Кулемин Л.М., Гаврилов К.Е., Дурнев Е.А. Ферментированные пищевые волокна препарата Рекицен-РД: пребиотический эффект в условиях in vitro. Медицинский Советник Поволжья. - 2012. - №4(4). - С. 67-71.

гезироваться на эпителиальных клетках кишечника с последующей колонизацией; 3) стабилизировать кишечную микрофлору; 4) не иметь признаков патогенности; 5) быть экологически безопасными; 6) сохранять жизнеспособность в пищевых продуктах и в процессе получения фармакопейных лиофилизированных препаратов; 7) быстро размножаться, колонизируя желудочно-кишечный тракт; 8) персистировать с проявлением родовых свойств [1].

Перечисленным критериям в наибольшей степени соответствует нормальная микрофлора кишечника, включая таких постоянных ее представителей, как лакто- и бифидобактерии, кишечная палочка [2, 3]. Несомненно, пробиотики создают эффект, но не всегда и не такой, как предполагалось [4].

Именно поэтому для восстановления количественного и качественного состава кишечной микрофлоры всё шире стали применять пребиотики, обеспечивающие безопасное и эффективное прямое положительное воздействие на нормальную микрофлору желудочно-кишечного тракта и каскад вторичных благоприятных для человека эффектов [5].

Многочисленными исследованиями установлено, что пребиотическим эффектом обладает большое число соединений, в том числе полисахариды (пектины, декстрин, инулин и др.), пищевые волокна трав, злаковых (отруби, Рекицен-РД и др.), фруктов и т.д. [6].

Термин «пищевые (диетические) волокна» был введен в научный оборот Е.Н. Hipsley еще в 1953 году [7]. В соответствии с концепцией здорового (функционального) питания, утвердившейся в начале в Японии, а затем в странах Европы и США, пищевые волокна относятся к группе физиологически функциональных ингредиентов [8]. Суточный уровень потребления пищевых волокон для людей составляет 20-40 г в сутки [9].

В связи с тем, что пищевые волокна проявляют ряд положительных физиологических эффектов, в частности стимулируют моторную деятельность кишечника, оказывают благоприятное воздействие на некоторые метаболические реакции организма человека, представляется актуальным изучение взаимоотношения сертифицированных пребиотических микроорганизмов лактобактерий и бифидобактерий с ферментированными пищевыми волокнами биодобавки Рекицен-РД, а также влияния указанных пищевых волокон на выживаемость и размножение лактобактерий и бифидобактерий в условиях *in vitro*.

Препарат Рекицен-РД кроме указанных эффектов обладает пребиотическим действием. Связано это с тем, что ферментированные пищевые волокна являются селективным стимулятором роста представителей нормальной микрофлоры кишечника, а содержащиеся в препарате короткоцепочечные жирные кислоты обеспечивают энергией рост и размножение нормальной микрофлоры [10].

Цель исследования — изучение пребиотического эффекта в условиях *in vitro* ферментированных пищевых волокон препарата Рекицен-РД в отношении лактобактерий и бифидобактерий.

Материалы и методы

В работе использовали ферментированные пищевые волокна препарата Рекицен-РД (ЗАО «Ягодное», г. Киров-Югрино, Россия), в качестве препарата сравнения — пищевые волокна пшеничных отрубей.

При проведении экспериментов применяли коммерческие препараты Лактобактерин (серии 15/6) и Бифидобактерин (серии 315-6), произведенные ФГУП «НПО «Микроген», Россия. Согласно инструкции по медицинскому применению, препарат Лактобактерин сухой создан на основе лактобактерий *L. plantarum* 8P-A3, а препарат Бифидумбактерин сухой — на основе *B. bifidum* № 1. В одной дозе лиофилизата препарата Лактобактерин содержится не менее $2 \cdot 10^9$ живых лактобактерий, а в одной дозе лиофилизата препарата Бифидумбактерин — не менее $1 \cdot 10^7$ живых бифидобактерий.

Выращивание лактобактерий и бифидобактерий, инокулированных в стерильный субстрат (отруби, Рекицен-РД) в чашках Петри, проводили в микроаэрофильных условиях при температуре 37 °С с использованием системы для анаэробного культивирования (анаэрозат) Anaerobic system Mark III-LE003 (Hi Media Laboratories Pvt. Ltd, Мумбаи, Индия) с пакетами газогенераторными Hi Anaero Gas Pacet.

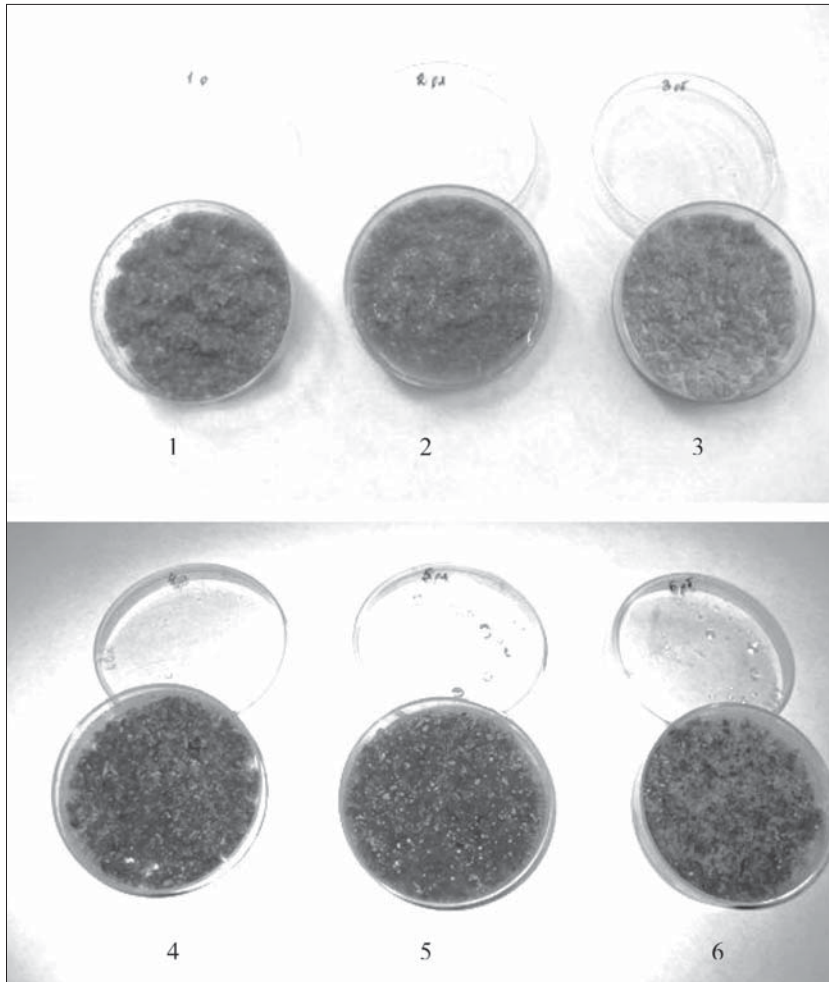
Образцы препарата Рекицен-РД и пшеничных отрубей подвергали стерилизации кипячением в течение 30 минут.

Количество жизнеспособных пребиотических микроорганизмов (КОЕ \cdot мл⁻¹) после инокуляции в субстраты и в процессе выращивания определяли высевом соответствующих десятикратных разведений суспензий биоматериала на плотные питательные среды рекомендованного состава [11, 12] в чашках Петри и подсчета выросших колоний бактерий по истечении времени инкубирования при температуре 37 °С.

Изучение ультраструктуры лактобактерий и бифидобактерий проводили с использованием электронных микроскопов: сканирующего — JEOL JSM-6510LV (Япония) и просвечивающего — JEOL JEM-1200EX (Япония). Для сканирующей электронной микроскопии готовили препараты на покровном стекле, подсушивали на воздухе, фиксировали в этиловом спирте, после чего проводили платиновое напыление; микроскопию осуществляли при следующих контролируемых параметрах: ускоряющее напряжение — 15 кВ, рабочее расстояние — 18 мм, размер фокусного пятна — 30 %, режим вакуума — глубокий вакуум. Для просвечивающей электронной микроскопии суспензии бактерий после пробоподготовки наносили на медную подложку на 200 Mesh, обрабатывали

Таблица 1.

Колонизация и размножение пребиотических микроорганизмов, инокулированных в пшеничные отруби и Рекицен-РД				
Название препарата, штамм микроорганизма	Содержание жизнеспособных бактерий, инокулированных в субстрат ..., на ... час эксперимента, КОЕ \cdot мл ⁻¹ ($X \pm 1_{95}$)			
	пшеничные отруби		Рекицен-РД	
	0	24	0	24
Лактобактерин, <i>L. plantarum</i> 8P-A3	$(1,1 \pm 0,4) \cdot 10^8$	$(1,8 \pm 0,6) \cdot 10^9$	$(1,0 \pm 0,3) \cdot 10^8$	$(7,8 \pm 0,6) \cdot 10^9$
Бифидумбактерин, <i>B. bifidum</i> № 1	$(1,0 \pm 0,3) \cdot 10^6$	$(2,6 \pm 0,7) \cdot 10^9$	$(1,0 \pm 0,3) \cdot 10^6$	$(9,6 \pm 0,8) \cdot 10^9$



В чашках Петри:
1 – отруби;
2 – отруби с лактобактериями;
3 – отруби с бифидобактериями;
4 – Рекицен-РД;
5 – Рекицен-РД с лактобактериями;
6 – Рекицен-РД с бифидобактериями

Рисунок 1 – Размножение лактобактерий и бифидобактерий на пшеничных отрубях (верхний ряд) и Рекицене-РД (нижний ряд)

уриилацетатом и просматривали при ускоряющем напряжении 72 кВ.

Статистическую обработку результатов исследований проводили согласно рекомендациям работы [13].

Результаты исследования

Простерилизованные кипячением пшеничные отруби и препарат Рекицен-РД в качестве субстрата в асептических условиях выкладывали в чашки Петри с крышками. Регидратированные пробиотики Лактобактерин и Бифидумбактерин инокулировали в чашки Петри с субстратом. Конечная концентрация лактобактерий составила $1 \cdot 10^8$ КОЕ \cdot мл⁻¹, а бифидобактерий – $1 \cdot 10^6$ КОЕ \cdot мл⁻¹. Закрытые крышками чашки Петри с субстратом и инокулированными пробиотическими бактериями инкубировали в микроаэрофильных условиях в течение 24 часов при температуре 37 °С. По

завершении времени инкубирования определяли количество жизнеспособных лакто- и бифидобактерий. Результаты экспериментов приведены в таблице 1 и на рисунке 1.

Представленные на рисунке 1 и в таблице 1 данные свидетельствуют о том, что и пшеничные отруби и Рекицен-РД являются не только субстратом для колонизации лактобактерий и бифидобактерий, но и стимулятором роста и размножения пробиотических микроорганизмов.

Добавление к субстрату (отрубям и Рекицену-РД) лактобактерий и бифидобактерий в созданных оптимальных условиях роста ведет к колонизации и обрастанию субстрата. Это можно рассматривать с экологической точки зрения как своеобразную «первичную сукцессию», т.е. развитие и размножение биологического вида на незаселенной ранее территории.

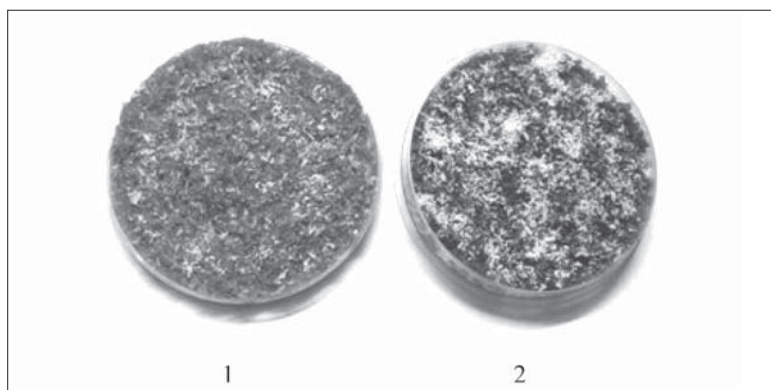
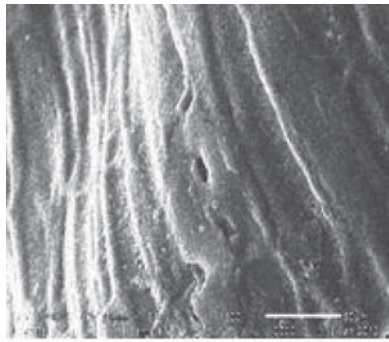
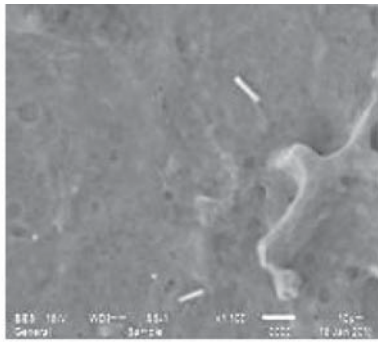


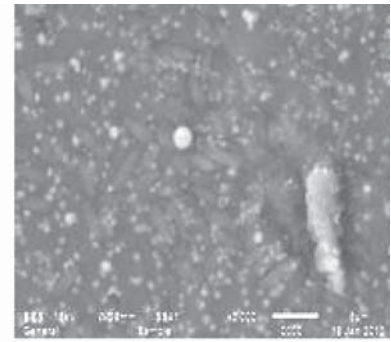
Рисунок 2 – Рост бифидобактерий на пшеничных отрубях (1) и Рекицене-РД (2)



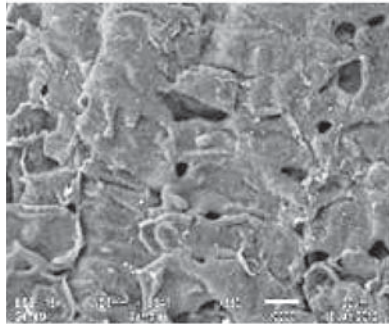
1 (×500)



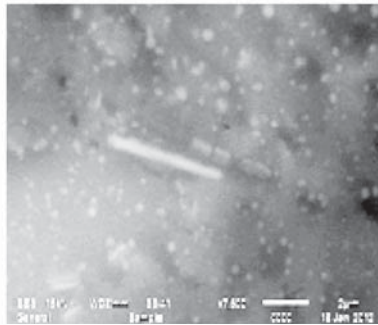
2 (×1100)



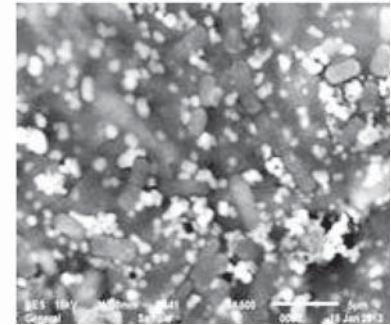
3 (×3000)



4 (×550)



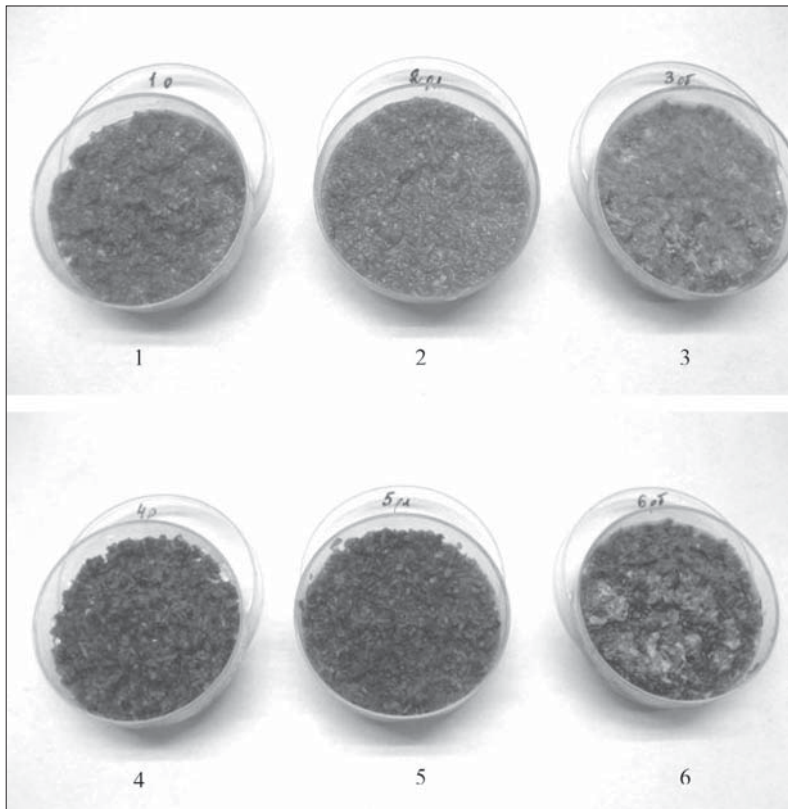
5 (×7500)



6 (×4500)

1 – пшеничные отруби; 2 – лактобактерии и пшеничные отруби; 3 – бифидобактерии и пшеничные отруби; 4 – Рекицен-РД; 5 – лактобактерии и Рекицен-РД; 6 – бифидобактерии и Рекицен-РД

Рисунок 3 – Электронно-микроскопическая картина пищевых волокон пшеничных отрубей, Рекицена-РД и растущих пробиотических микроорганизмов (сканирующая электронная микроскопия, платиновое напыление)



В чашках Петри: 1 – отруби; 2 – отруби с лактобактериями; 3 – отруби с бифидобактериями; 4 – Рекицен-РД; 5 – Рекицен-РД с лактобактериями; 6 – Рекицен-РД с бифидобактериями

Рисунок 4 – Лактобактерии и бифидобактерии на пшеничных отрубях (верхний ряд) и Рекицене-РД (нижний ряд) после хранения в течение 14 суток

Из данных таблицы 1 следует, что ферментированные пищевые волокна Рекицена-РД являются более предпочтительными для роста и размножения лактобактерий и бифидобактерий в сравнении с пшеничными отрубями (рисунок 2). И второе, на что обращают внимание данные таблицы, это более интенсивный рост бактерий на ферментированных пищевых волокнах Рекицена-РД, чем на пищевых волокнах пшеничных отрубей: лактобактерий в 4,9 раз, бифидобактерий – в 3,7 раз.

Электронно-микроскопическое изучение субстратов и микробных клеток, выросших на пшеничных отрубях и Рекицене-РД, с использованием сканирующей электронной микроскопии с платиновым напылением свидетельствует, во-первых, о различии структуры отрубей и ферментированных пищевых волокон Рекицена-РД, а во-вторых, о сохранении морфологии бактериями: лактобактерии – ровные прямые палочки; бифидобактерии – полиморфные палочки; размеры клеток укладываются в размеры, приведенные в руководстве Берджи [14].

Обращает на себя внимание тот факт, что пробиотические микроорганизмы (в большей степени бифидобактерии) окружены значительным количеством глобулярных структур (рисунок 3), хорошо видных на электронных микрофотографиях.

Таблица 2.

Название препарата, штамм микроорганизма	Содержание жизнеспособных бактерий в субстрате ... на ...сутки эксперимента, КОЕ • мл ⁻¹ ($X \pm I_{95}$)			
	пшеничные отруби		Рекицен-РД	
	0	14	0	14
Лактобактерин, <i>L. plantarum</i> 8P-A3	$(1,9 \pm 0,6) \cdot 10^9$	$(1,7 \pm 0,8) \cdot 10^9$	$(7,5 \pm 0,5) \cdot 10^9$	$(7,1 \pm 0,8) \cdot 10^9$
Бифидумбактерин, <i>B. bifidum</i> № 1	$(2,5 \pm 0,7) \cdot 10^9$	$(2,0 \pm 0,8) \cdot 10^9$	$(9,1 \pm 0,7) \cdot 10^9$	$(8,9 \pm 0,7) \cdot 10^9$

Очевидно, что их образование – результат метаболической активности растущих микроорганизмов.

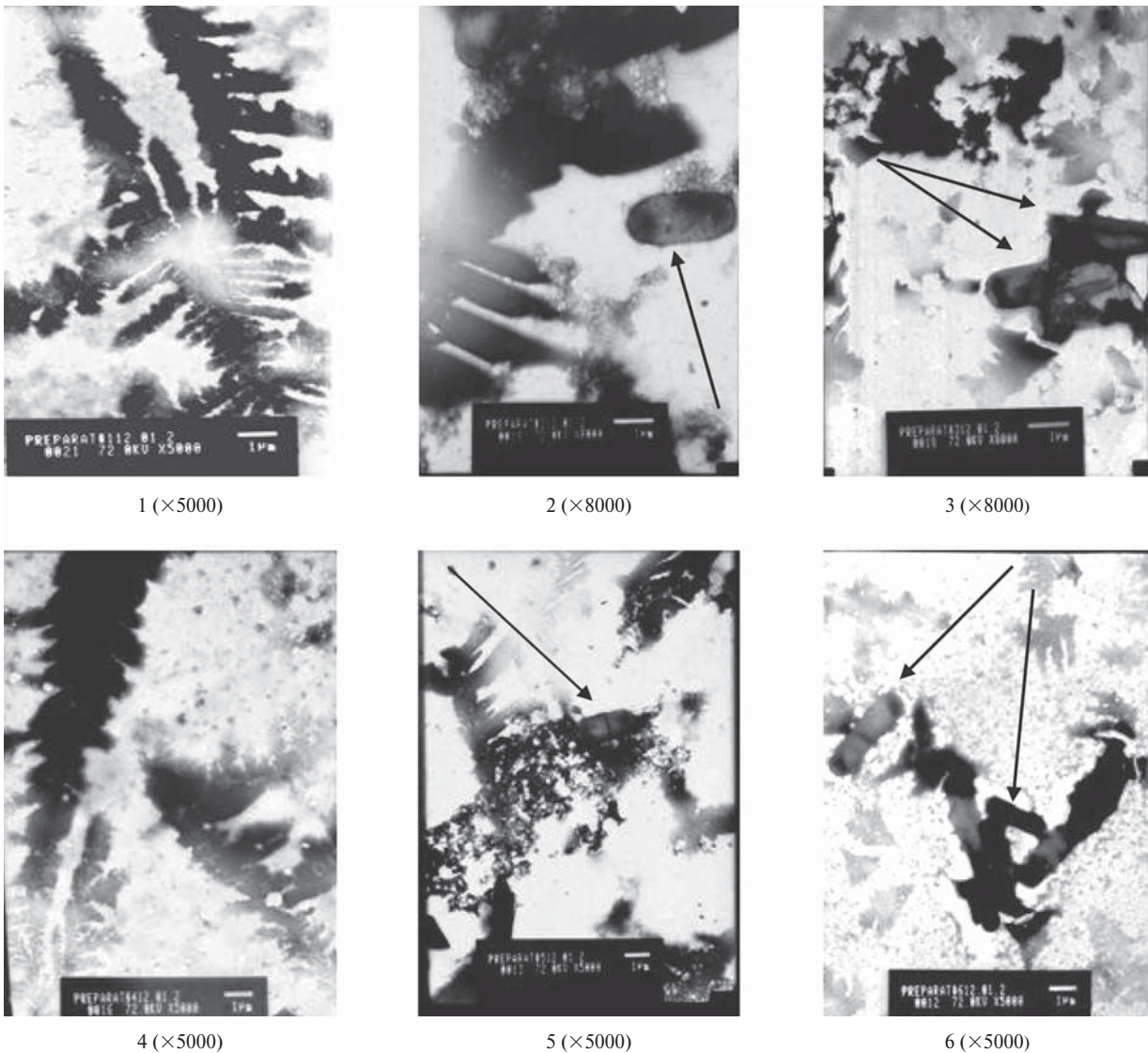
Продукты метаболизма лактобактерий и бифидобактерий формируют вместе с пищевыми волокнами матрикс, внутри которого находятся бактерии. Именно поэтому при сканирующей электронной микроскопии с платиновым напылением видны поверхностно расположенные микробные клетки, в то время как находящиеся в полужидкой структуре матрикса бактерии не просматриваются.

Следующим этапом работы стало изучение жизнеспособности выросших пробиотических микроорганизмов

на ростовых субстратах при хранении чашек Петри в течение 14 суток при температуре $(5 \pm 2)^\circ\text{C}$.

Высев на плотные питательные среды суспензии желеподобного матрикса и подсчет выросших колоний (таблица 2) показали наличие примерно того же количества жизнеспособных лактобактерий и бифидобактерий, которое представлено на 24-ый час роста в таблице 1. Естественно, что при температуре $(5 \pm 2)^\circ\text{C}$ размножения и роста пробиотических микроорганизмов не происходило.

В то же время сохранение числа жизнеспособных бактерий, находившихся весь период хранения в матриксе, состоящем из пшеничных отрубей и Рекицена-РД, жил-



1 – пшеничные отруби; 2 – лактобактерии и пшеничные отруби; 3 – бифидобактерии и пшеничные отруби; 4 – Рекицен-РД; 5 – лактобактерии и Рекицен-РД; 6 – бифидобактерии и Рекицен-РД

Рисунок 5 – Электронно-микроскопическая картина пищевых волокон пшеничных отрубей и Рекицена-РД и пробиотических микроорганизмов, хранившихся в течение 14 дней (просвечивающая электронная микроскопия)

кости и продуктов метаболизма бактерий, свидетельствует о формировании определенных условий, поддерживающих на минимальном уровне метаболические процессы у микроорганизмов.

Как следует из представленных на рисунке 4 фотографий, колонизация пробиотических микроорганизмов, в частности бифидобактерий, на субстратах (пшеничных отрубях и Рекицене-РД) стала еще более выраженной, что говорит в пользу сохранения жизнеспособности лактобактерий и бифидобактерий в процессе хранения.

Электронная микроскопия (рисунок 5) является важным дополнением в характеристике хранившихся на субстратах пробиотических микроорганизмов. Так, морфологическая однородность микробных клеток и выраженная фрагментация как пшеничных отрубей, так и ферментированных пищевых волокон Рекицена-РД, свидетельствуют в пользу того, что этот процесс происходил вследствие жизнедеятельности пробиотических микроорганизмов, инокулированных в субстрат.

При этом морфология и размер микробных клеток соответствуют таковым, приведенным в руководстве Берджи [14]. Далее, в поле зрения, особенно в случае бифидобактерий, просматриваются округлые элементы (глобулы или круглые образования с отчетливой сердцевинкой), которые со всей очевидностью следует отнести к продуктам жизнедеятельности пробиотических микроорганизмов.

Таким образом, полученные экспериментальные данные дают основание полагать существование значительного потенциала у исследуемых пищевых волокон, используемого лактобактериями и бифидобактериями для роста и размножения.

Обобщение и оценка результатов исследования

Пробиотики в свое время вполне обоснованно были включены в схемы профилактики и лечения дисбиотических нарушений микрофлоры кишечника. Однако, несмотря на довольно многочисленный рынок пробиотиков, предлагаемых для внедрения в клиническую практику, все еще не удается с их помощью решить проблему дисбактериозов. При этом прослеживается явное несоответствие между сложившимся представлением о высокой эффективности пробиотиков и растущим распространением дисбактериозов [4].

Более того, есть данные о том, что применение коммерческих пробиотиков может быть результативным в одних случаях [15], а в других – безрезультатным или вызвать ухудшение микробиологического статуса [16]. Возможные причины недостаточной эффективности пробиотической коррекции дисбиозов рассмотрены и проанализированы в диссертационной работе Н.А. Глушановой [17].

В последующем лабораторно-клинические исследования позволили сформулировать важнейшее положение о необходимости восстановления собственной микрофлоры кишечника с использованием пребиотиков. Доказана эффективность сочетанного курсового приема пробиотиков с пребиотиками [18], к которым относятся пищевые волокна пшеничных отрубей и ферментированные пищевые волокна Рекицена-РД. Начиная с 1995 г., препарат Рекицен-РД применяется более чем в 20 лечебных учреждениях России для нормализации пищеварения, метаболизма и глубокой очистки организма от шлаков, является селективным питанием, стимулирующим рост собственной нормальной микрофлоры кишечника.

Настоящие исследования предприняты с целью более глубокого понимания стимулирующего влияния Рекицена-РД на рост и размножение лактобактерий и бифидобактерий, являющихся представителями нормальной микрофлоры кишечника человека. Указанные пробиотические микроорганизмы, на основе которых созданы сертифицированные препараты Лактобактерин и Бифидобактерин, были использованы в экспериментах *in vitro* для оценки их колонизирующей способности и ростовых свойств при инокуляции в простерилизованный препарат Рекицен-РД и, взятые в качестве контроля, простерилизованные пшеничные отруби.

Эксперименты показали, что при создании оптимальных микроаэрофильных условий лактобактерии и бифидобактерии колонизируют пищевые волокна пшеничных отрубей и Рекицена-РД, используют их в качестве субстрата для роста и размножения. И в последующем, при хранении выросших культур лактобактерий и бифидобактерий вместе с субстратами при температуре $(5 \pm 2)^\circ\text{C}$ в течение 14 дней, жизнеспособность пробиотических микроорганизмов сохранялась практически на том же уровне, что и до хранения.

Следует подчеркнуть, что бифидобактерии размножаются более интенсивно на пшеничных отрубях и Рекицене-РД, о чем свидетельствуют результаты бактериологического определения количества жизнеспособных бактерий ($\text{КОЕ} \cdot \text{мл}^{-1}$). Это во-первых, а, во-вторых, ферментированные пищевые волокна препарата Рекицена-РД являются более предпочтительными в сравнении с пшеничными отрубями для колонизации, роста и размножения как лактобактерий, так и бифидобактерий.

При этом, как следует из анализа изображений субстратов и микроорганизмов пребиотиков, сделанных с помощью сканирующей и просвечивающей электронной микроскопии, происходят изменения структуры пищевых волокон, на которых размножаются лактобактерии и бифидобактерии. Естественно, что эти изменения являются следствием жизнедеятельности пробиотических микроорганизмов, как и те глобулярные или округлые образования, видимые при электронной микроскопии субстратов с размножающимися пробиотическими микроорганизмами. Вполне вероятно, что это продукты жизнедеятельности лактобактерий и бифидобактерий, которые сродни описанным в работе В.М. Бондаренко [19] антибиотикоподобным или бактериоциноподобным веществам.

Полученные в настоящем исследовании результаты о стимулирующем влиянии пищевых волокон пшеничных отрубей и препарата Рекицен-РД в экспериментах *in vitro* на рост и размножение лактобактерий и бифидобактерий вполне сопоставимы с результатами клинических исследований, в которых препарат Рекицен-РД прекрасно зарекомендовал себя при лечении дисбактериозов кишечника в качестве эффективного стимулятора роста нормальной микрофлоры, в частности лактобактерий и бифидобактерий, а также препарата, обладающего выраженной антиоксидантной активностью.

В этой связи представляется целесообразным проведение исследований по изучению пребиотического эффекта препарата Рекицен-РД в опытах *in vivo* по коррекции дисбиотических нарушений микрофлоры кишечника экспериментальных животных с антибиотико-ассоциированным дисбактериозом.

Выводы

1. Показана эффективность использования ферментированных пищевых волокон препарата Рекицен-РД для колонизации и размножения пробиотических микроорганизмов лактобактерий и бифидобактерий в условиях *in vitro*.

2. Ферментированные пищевые волокна на основе пшеничных отрубей (Рекицен-РД) являются более предпочтительным субстратом, на котором количество жизнеспособных лактобактерий выше в 4,9 раз по сравнению с аналогичным показателем, определенным для неферментированных пшеничных отрубей, а количество жизнеспособных бифидобактерий выше, соответственно, в 3,7 раз.

3. По данным электронной микроскопии, выросшие на ферментированных пищевых волокнах препарата Рекицен-РД и пшеничных отрубях (препарат сравнения) пробиотические лактобактерии и бифидобактерии сохраняют нативную структуру и по морфологическим параметрам соответствуют размерам микробных клеток эталонных штаммов пробиотических микроорганизмов.

4. Ферментированные пищевые волокна препарата Рекицен-РД, использованные пробиотическими лактобактериями и бифидобактериями в качестве субстрата, обеспечивают не только колонизацию, рост и размножение микроорганизмов, но и сохранение их жизнеспособности в процессе хранения в течение 14 дней при температуре $(5 \pm 2)^\circ\text{C}$.

5. Выявленные с помощью электронной микроскопии изменения структуры ферментированных пищевых волокон препарата Рекицен-РД и пшеничных отрубей как препарата сравнения, а также появление глобулярных структур, в большом количестве окружающих микробные клетки, свидетельствуют о проявлении ферментированными пищевыми волокнами пребиотического эффекта *in vitro* в отношении пробиотических лактобактерий и бифидобактерий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Похиленко В.Д., Перелыгин В.В. Пробиотики на основе споробразующих бактерий и их безопасность. *Химич. и биол. безопасность* 2007; (2-3): 20-41.
2. Fuller R., Gibson G.R. Probiotics and prebiotics: microflora management for improved gut health. *Clin Microbiol and Infect* 1998; 4: 477-480.
3. Gibson G.R., Roberfroid M.B. Dietary modulation of the human colonic microflora: introducing the concept of prebiotics. *J Nutr* 1995; 125: 1401-1412.
4. Малахов Ю.А. Пробиотики и пробиотические продукты в профилактике и лечении наиболее распространенных заболеваний человека. *Материалы Всероссийской конференции с международным участием*; 21-23 апреля 1999 г; М: 1999; с. 110.
5. Захаренко С.М., Фоминых А.Ю., Мехтиев С.Н. Инфекции, микробиота кишечника человека и метаболический синдром. *Эффективная фармакотерапия Гастроэнтерология* 2011; (3): 14-20.
6. Минушкин О.Н., Ардатская М.Д., Зверков И.В., Чичерин И.Ю. Дисбактериоз кишечника (понятие, диагностика, принципы лечебной коррекции). *Современные возможности пребиотической терапии: учебно-методическое пособие для врачей и курсантов циклов усовершенствования врачей*. М: ФГУ «Учебно-научный медицинский центр» Управления делами Президента Российской Федерации; 2010; 50 с.
7. Hipsley E.H. Dietary «fibre» and pregnancy toxemia. *Brit Med J* 1953; 2: 420-422.
8. Шендеров Б.А. Нормальная микрофлора и ее роль в поддержании здоровья человека. *Рос. журн. гастроэнтерол. гепатол. колопроктол.* 1998; (1): 61-65.
9. Государственное санитарно-эпидемиологическое нормирование Российской Федерации. Рациональное питание. Рекомендуемые уровни потребления пищевых и биологически активных веществ. *Методические рекомендации МР 2.3.1.19150-04*. Утв. 02.07.2004. 9 с.
10. Рекицен-РД (цитировано 12.03.12). Адрес доступа: <http://www.rekicen.ru/>
11. Иванов В.П., Бойцов А.Г., Коваленко А.Д., Ластовка О.Н., Нилова Е.А. Совершенствование методов диагностики дисбактериоза толстого кишечника: информационное письмо. СПб: Центр госсанэпиднадзора, 2002; 31 с.
12. Лихачева А.Ю., Бондаренко В.М., Соколова К.Я. Современное состояние вопроса таксономии бактерий рода *Lactobacillus*. *Журн микробиол* 1992; (9-10): 74-78.
13. Ашмарин И.П., Воробьев А.А. *Статистические методы в микробиологических исследованиях*. Л: Медгиз, 1962; 280 с.
14. *Определитель бактерий Берджи: в 2 т. Т. 2*. Под ред. Дж. Хоулта, Н. Крига, П. Снита. Пер. с англ. под ред. Г.А. Заварзина. М: Мир, 1997; 368 с.
15. Субботин В.В. Биотехнология пробиотического препарата лактобифадиола. Его эффективность. Пробиотики и пробиотические продукты в профилактике и лечении наиболее распространенных заболеваний человека. *Материалы Всероссийской конференции с международным участием*; 21-23 апреля 1999 г; М: 1999; с. 121-122.
16. Зинченко Е.В., Груздев К.Н. Одно из направлений создания пробиотических препаратов. Пробиотики и пробиотические продукты в профилактике и лечении наиболее распространенных заболеваний человека. *Материалы Всероссийской конференции с международным участием*; 21-23 апреля 1999 г; М: 1999; с. 109-110.
17. Глушанова Н.А. Экспериментальное обоснование новых подходов к коррекции микробиоценоза кишечника: дис. д-ра мед. наук: защищена в 2006 г. М: 2006; 260 с.
18. Грачева Н.М., Ардатская М.Д., Аваков А.А., Соловьева А.И. Сравнительная оценка клинико-лабораторной эффективности современных про- и пребиотических препаратов в коррекции дисбиотических нарушений желудочно-кишечного тракта: отчет о клинико-лабораторном исследовании. М: Московский НИИЭМ им. Г.Н. Габричевского, 2010; 23 с.
19. Бондаренко В.М. Прикладные аспекты молекулярной биологии бифидобактерий и лактобацилл. *Журн микробиол* 2006; (7): 89-97.