

Введение На протяжении второй половины XX столетия археографические экспедиции выступали одним из важнейших каналов, по которым происходило пополнение рукописных коллекций научных библиотек страны. Традиция археографических экспедиций была заложена еще в 1920-е годы (С. Вахиди), однако была прервана в 1930-40-е годы. Очевидно, что в условиях массовых репрессий и воинствующей антирелигиозной кампании не могло быть и речи о сохранении рукописного наследия путем его собирания в государственных книгохранилищах. Война и послевоенная разруха также не способствовали подобной работе. Только в период оттепели происходит обращение ученых к духовному наследию народа, предпринимаются попытки путем собирания спасти древние книги и рукописи от гибели. Археографическая экспедиция Казанского университета была инициирована Ф.Ш. Мухамедьяровым и М.А. Усмановым и впервые проведена в 1963 году. М.А. Усманов выступал ее фактическим организатором и руководителем с середины 1960-х гг. и вплоть до конца 1980-х гг., пройдя за эти годы путь научного взросления от аспиранта до проректора Казанского университета. На рубеже 1980-1990-х гг. он передал экспедиционные дела своему ученику, доценту З.С. Миннуллину. За эти годы благодаря археографическим поискам рукописное собрание Отдела редких рукописей и книг Научной библиотеки КФУ (ОРРК НБЛ КФУ) пополнилась почти на десять тысяч рукописей и несколько тысяч старопечатных книг. Одна из экспедиций 1987 года была организована в Горьковскую область (Сергачский район, 6.-27.07.1987), во время которой были обследованы такие крупные татарские села, как Сергач, Сабачай (Красная горка), Петряксы, Чембелей, Медяны и пр. Всего в ходе экспедиции было собрано не менее 70 рукописей и некоторое количество актовых документов, а также старопечатных книг и газет. Из числа находок особенно выделялись 26 рукописей, подаренных Каримовым Зугди Каримовичем (с. Чембелей) (из личного архива М.А. Усманова). Среди них были арабоязычные рукописи по шариату и исламской философии, а также 3-4 тюркоязычных рукописи, т.н. «шакирдских тетрадей». «Тетради шакирдов» – особый тип рукописей, которые составлялись учениками медресе. Несмотря на внешне «непрезентабельный» вид, они многожанровые и чрезвычайно богаты содержанием. Здесь и молитвы по разным случаям, образцы и черновики писем, шуточные песни, баиты и манаджаты, любовные стихотворения и исторические предания и пр. [1]. В числе подаренных Зугди Каримовым рукописей (практически все они датируются началом и серединой XIX века) в одной встречаются списки стихотворного цикла «Егет жырлары», а также неизвестные ранее стихотворения Габдул джаббара Кандаый (1797 – 1860). Найденные во время экспедиций рукописи хранились в крайне неблагоприятных условиях: на чердаках, в подвалах и сараях, что, конечно, пагубно сказалось на их состоянии. Рукописи, подвергавшиеся длительному воздействию влаги, перепадам температур, хранящиеся в закрытых помещениях сильно пострадали.

Влажность, запыленность, отсутствие проветривания – все это способствовало активному развитию микроорганизмов. Микробиологические исследования древних книг и в том числе и рукописных памятников проводятся в самых разнообразных архивах и книгохранилищах всего мира [2, 3, 4, 5]. Целью данной работы является микробиологический анализ арабографической рукописи половины XIX века. Экспериментальная часть Объектом исследования является арабографическая рукопись второй половины XIX века, подаренная З. Каримовым и хранящаяся в фонде ОРРК НБЛ КФУ (рис. 1). Книга написана на арабском языке, русской бумаге, в картонно-кожаном переплете с использованием цветной бумаги. Рис. 1 - Арабографическая рукописная книга второй половины XIX века Методы отбора и анализа проб. Пробы отбирали с поверхности переплетов и бумаги с помощью стерильных ватных тампонов. Посев осуществляли в чашки Петри на поверхность агаризованных питательных сред и в жидкую среду. Так же анализировали небольшие кусочки переплета и бумаги. При анализе бактериального загрязнения использовали мясо-пептонный агар (МПА), микроскопических грибов – подкисленную среду Чапека. Высев производили в не менее чем в трех повторностях. Посевы инкубировали при 28°C в течение 2 суток (бактерии) и 5-7 суток (микробицеты). Данные выражали в виде средних величин с расчетом среднеквадратичных отклонений. Состав среды Чапека (г/л): дист. вода – 1 л; NaNO_3 – 2.0; KH_2PO_4 – 1.0; $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ – 0.5; KCl – 0.5; FeSO_4 – 0.01; сахароза – 30.0; агар – 20.0. Идентификацию микроскопических грибов и бактерий проводили на основании их морфолого-культуральных свойств, используя определители «Определитель токсинобразующих микробицетов» [6], «Определитель патогенных и условно патогенных грибов: справочное издание» [7], «Определитель бактерий Берджи» [8]. Световую микроскопию проводили на микроскопах PrimoStar, CarlZeiss. Определение целлюлазной активности. Наличие целлюлазной активности у выделенных изолятов определяли качественным методом. Накопительные культуры выращивали в пробирках с селективной средой Гетчинсона. После посева на дно пробирки опускали полоску стерильной фильтровальной бумаги, не содержащей крахмал. Полоска бумаги на 3-5 см выступала над средой. О целлюлазной активности судили по степени гидролиза фильтровальной бумаги. Визуально оценивали изменение субстрата при росте на целлюлозе по 5-бальной системе: 1 балл (+) – обнаружено прорастание отдельных спор; 2 балла (++) – слабый рост мицелия, отсутствие разрушенных участков целлюлозы; 3 балла (+++) – обильный рост мицелия в виде ветвящихся гиф; 4 балла (+++++) – рост грибов виден отчетливо, хорошо развитый мицелий обволакивает целлюлозный субстрат; 5 баллов (+++++) – визуально отмечается деградация субстрата. Результаты и их обсуждения При визуальном осмотре исследуемой нами рукописи были отмечены повреждения насекомыми и микроорганизмами. На поверхности рукописи обнаружены небольшие точечные черные колонии, а так

же белый плотный налет на корешках книг. Количественный анализ колонеобразующих единиц показал, что 82 ± 3 % из всех выделенных микроорганизмов составляли бактерии. Они образовывали колонии как на МПА, так и на среде Чапека. При микроскопировании они, как правило, имели палочковидную форму, часто объединенные в цепочки по 2-3 клетки, некоторые клетки содержали эндоспоры (рис. 2). Основная масса бактерий имела грамположительный тип строения клеточной стенки. 96 % изолятов выделенных бактерий были отнесены нами к роду *Bacillus*. Анализ их гидролитической активности показал, что 65 ± 4 % изолятов обладали целлюлазной активностью. При микроскопировании жидкости с фрагментами поврежденной бумаги рукописей в некоторых пробах наблюдалось большое количество спор микромицетов (рис. 3). Однако при последующем посеве не все эти споры оказались способными к прорастанию на агаризованных средах. Используя классические методы микробиологии, нам удалось выделить изоляты различных микромицетов, которые по морфологическим признакам были идентифицированы вплоть до родовой принадлежности. Результаты анализа и соотношение различных родов микромицетов на переплете и бумаге представлены на рисунке 4. Наиболее часто встречаемыми являлись представители класса *Deuteromycetes* родов *Penicillium*, *Aspergillus* и *Alternaria*.

Рис. 2 - Морфология бактериальных клеток из колонии культуры, высеваемой с поврежденных участков бумаги рукописи. Световая микроскопия

Рис. 3 - Споры микроскопических грибов в поле зрения светового микроскопа

Следует отметить, что не все микромицеты на поверхности рукописей сохраняют свою жизнеспособность. Известно, что культивируемые микроорганизмы составляют не более 0.5-3.9% от общей микрофлоры [9]. Показано, что применение только классических микробиологических методов, основанных на стратегии выращивании микроорганизмов на питательных средах, не дают полной картины о микробном разнообразии объектов [10]. Использование молекулярно-биологических методов, и в первую очередь полимеразной цепной реакции (ПЦР), позволили выделить новые таксоны микромицетов, участвующие в биodeградации старинных картин и других документов [11]. Использование ПЦР, гель-электрофореза в денатурирующих условиях, получение библиотеки клонов позволили итальянским ученым исследовать микробные консорциумы, населявшие древнюю рукопись, датируемую 1293 г. [12]. Анализ последовательностей ДНК подтвердил наличие микромицетов и бактерий, которые не могли быть выделены и идентифицированы классическими микробиологическими методами. Анализ выделенных видов микроорганизмов показал наличие высокого содержания среди них осмофильных и тонофильных видов, то есть способных расти при высокой концентрации соли в среде и условиях низкой влажности соответственно. Рис. 4 - Соотношение разновидностей микроскопических грибов, выделенных с поверхности бумаги (а)

и переплета (б) арабографических рукописных книг. Рода: 1 – *Penicillium*; 2 – *Aspergillus*; 3 – *Alternaria*; 4 – остальные микромицеты Грибковые и бактериальные сообщества могут развиваться на книгах аналогично сообществу деструкторов в природных условиях. Колонизация и биodeградация книг предполагает обязательное участие целлюлозолитических организмов, поскольку только эти виды могут использовать целлюлозу как питательный субстрат и переводить его в низкомолекулярные и неорганические формы, доступные для других микроорганизмов. Предполагается, что ключевую роль в биodeградации целлюлозы играют различные микроскопические грибы [13, 14, 15]. При ненадлежащем хранении и использовании старинные рукописи подвергаются естественному биологическому воздействию. Причем серьезное повреждение бумаги и кожи происходит не только за счет механического разрастания мицелия микроскопических грибов, а в значительной степени обусловлено воздействием ферментов [16].

Оценку целлюлазной активности выделенных нами микромицетов проводили по интенсивности их роста на фильтровальной бумаге (табл.). Для большинства микроскопических грибов первоначально отмечался рост в жидкой, а в дальнейшем – в воздушной фазе. Многие виды активно росли в виде тяжелой мицелия, активно обволакивая волокна фильтровальной бумаги (*Penicillium* sp. I и II; *Mucor* sp., *Aspergillus* sp. I и II, *Alternaria* sp.). Для микромицетов рода *Penicillium* отмечалось дезагрегация волокон фильтровальной бумаги, *Mucor* sp. приводил к ее распаду. *Cladosporium* sp. проявлял средний рост мицелия с активным спороношением в водной фазе. Известно, что многие виды *Aspergillus* и *Penicillium* обладают высокой целлюлозолитической активностью [17, 18]. Кроме того, целлюлазная активность присуща и многим видам бацилл, что делает их основным источником новых целлюлозолитических ферментов для промышленного применения [19].

Таблица 1 - Оценка целлюлазной активности выделенных изолятов по интенсивности роста на фильтровальной бумаге № Микромицет Рост в баллах

1. <i>Penicillium</i> sp. I	+++++
2. <i>Penicillium</i> sp. II	++++
3. <i>Aspergillus</i> sp. I	++++
4. <i>Aspergillus</i> sp. II	++++
5. <i>Alternaria</i> sp.	+++++
6. <i>Mucor</i> sp.	+++++
7. <i>Cladosporium</i> sp.	+++

Примечание: I – микромицеты, выделенные с поверхности бумаги; II – микромицеты, выделенные с поверхности кожного переплета. Следовательно, все выделенные нами микромицеты обладают целлюлазной активностью, что в свою очередь может привести к дальнейшему разрушению рукописной книги. Таким образом, применение классических микробиологических методов, основанных на выделении культур микробных изолятов с поверхности поврежденных рукописей, позволило нам выявить микробное сообщество, состоящее главным образом из спорообразующих бактерий и микромицетов. Выделенные виды микромицетов относятся к рр. *Penicillium*, *Aspergillus*, *Alternaria* и др. Полученные результаты свидетельствуют о том, что количество выявляемых колониеобразующих единиц и разнообразие

видов, населяющее исследуемую рукопись, невелико. Это может быть обусловлено тем, что в настоящее время данная рукопись хранится в условиях низкой влажности и температуры, подавляющих рост микроорганизмов, и многие виды потеряли жизнеспособность и представлены некультивируемыми формами. Однако ухудшение условий хранения (перепады температуры, увеличение влажности, дополнительное загрязнение) могут вызвать активацию этих форм и быть причиной дальнейшей деградации бумаги и переплета писменного памятника. Анализ литературных данных и результаты собственных исследований позволяют сделать заключение о необходимости использования дополнительного набора питательных сред для выделения более широкого спектра культивируемых форм микробных сообществ. Кроме того, необходимо применение молекулярных методов индикации микроорганизмов, населяющих древние рукописи.