

А. Е. ПАРОНИКЯН

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ГРИБОВ, ВЫЯВЛЕННЫХ НА ПОВРЕЖДЕННЫХ КНИГАХ, ХРАНЯЩИХСЯ В МАТЕНАДАРАНЕ

При микологическом исследовании 109 книг (рукописных, старопечатных и книг, поступивших из разных библиотек и отобранных для реставрации), хранящихся в Матенадаране, были выделены микроскопические грибы, которые принадлежат 88 видам из 26 родов, 17 семейств и 3 отделам (*Zygomycota*, *Ascomycota*, *Basidiomycota*). Видовой состав грибов, выделенных из бумажных рукописей, более разнообразен (65 видов), чем видовой состав грибов, выделенных из старопечатных и пергаментных книг.

Матенадаран; книгохранилище; биодеструкция; микроскопические грибы; бумага; пергамент

Պարոնիկյան Ա. Ե. Մատենադարանում պահպանվող ախտահարված գրքերից անջատված միկրոսկոպիկ սնկերի համեմատական վերլուծությունը: Մատենադարանում պահպանվող 109 գրքերի (ծեռագիր, հնատիպ գրքեր և վերականգնման նպատակով ընտրված տարբեր գրադարաններից բերված գրքեր) սնկաբանական հետազոտության ընթացքում անջատվել են 88 տեսակի մանրադիտակային սնկեր, որոնք պատկանում են 26 ցեղի, 17 ընտանիքի և 3 բաժինների (*Zygomycota*, *Ascomycota*, *Basidiomycota*): Թղթյա ձեռագրերից անջատված սնկերի տեսակային կազմը ավելի բազմազան է, քան հնատիպ գրքերից անջատվածներինը տեսակային կազմը: Առավելագույն քանակով սնկերի տեսակներ իդենտիֆիկացվել են թղթյա ձեռագրերից և մագաղաթներից (65 տեսակ):

Մատենադարան; գրապահոց; կենսափխսում; միկրոսկոպիկ սնկեր; թուղթ; մագաղաթ

Paronikyan A. E. Comparative analysis of microscopic fungi identified on the damaged books of Matenadaran. For mycological analysis of 109 books (manuscripts, early printed books and books that have received from different libraries and chosen for restoration) stored in the Matenadaran were isolated microscopic fungi belonging to 88 species from 26 genera, 17 families of 3 divisions (*Zygomycota*, *Ascomycota*, *Basidiomycota*). The species composition of fungi isolated from the paper manuscripts is more diverse, than the species composition of fungi isolated from the old books. Most species of fungi have been identified on the manuscripts of paper and parchment books (65 species).

Matenadaran museum; book depository; biodeterioration; microscopic fungi; paper; the parchment

Одной из самых больших ценностей армянского народа являются ее древние рукописные книги. В мире насчитывается около 30000 древних армянских рукописных книг, большая часть которых (около 20000) хранится в фондах Матенадарана института древних рукописей имени св. Месропа Маштоца. При хранении старинные рукописные книги могут быть поражены грибами, находящимися в окружающей среде. Все это создает своеобразные условия их существования в книгохранилищах. Сохранность культурного насле-

дия определяется окружающей экологической средой. Загрязнение атмосферы ускоряет естественное старение хранимых материалов. В процессе жизнедеятельности микроорганизмы выделяют различные метаболиты (ферменты, органические кислоты и пигменты), которые разрушают органическую основу хранимых материалов (Лаврентьева, 2000).

Фонды постоянно пополняются за счет поступления новых уникальных рукописных книг и книг из различных стран, зачастую в плохом гигиеническом состоянии, подвергшихся колонизации микодеструкторами, что становится источником заражения как воздуха помещений, так и материалов, хранящихся в книгохранилище (Абрамян и др., 2012).

Первые исследования, связанные с биоповреждениями произведений искусства, появились еще в XIX веке. Изучение биодеструкции различных материалов стало особенно интенсивно развиваться начиная со второй половины XX в. В 1967 г. в СССР при Академии наук был создан Научный совет по биоповреждениям. За прошедшие десятилетия были проведены многочисленные исследования по биоповреждению микроскопическими грибами самых различных материалов: древесины, бумаги, полимеров, тканей, строительных и горюче-смазочных материалов, фото - и киноплёнок, косметики и пр. (Смоляницкая, 2007).

Повреждения культурных ценностей биологическими агентами вместе с микроклиматом музейных помещений и световым режимом являются составной частью общей проблемы сохранения музейных коллекций (Митковская, 2004).

В Государственном Эрмитаже исследования микобиоты были проведены И. В. Мамоновой, однако они не носили систематический характер и были связаны с биоповреждением отдельной коллекции. Исследования О. Л. Смоляницкой (2007) в данной области направлены на защиту произведений искусств от биоповреждений. Изучение количества и видового состава микромицетов в различных зданиях, а также изыскание и внедрение высокоэффективных методов защиты против вредителей, безопасных для экспонатов и людей, представляют особый интерес.

В связи с этим, целью настоящей работы являлось выявление и изучение видового состава микромицетов, засоряющих рукописные и старопечатные книги в книгохранилищах Матенадарана, включая книги, поступившие для реставрации из разных библиотек.

Материалы и методы. Микологическому исследованию были подвергнуты заспоренные микодеструкторами экземпляры 74 рукописных книг (из них – 7 из пергамента и 67 из бумаги), 21 старопечатной книги и 14 книг, поступивших на реставрацию из разных библиотек.

Выделение микромицетов с пораженных книг на питательные среды осуществляли методом прямого отсева с помощью игл, отпечатков, а также переносом частиц субстрата, легко отделяющегося с пораженных тканей (Методы экспериментальной микологии, 1982).

Согласно требованиям NFISO 7954-93 оптимальный срок выдерживания посевов для идентификации грибов на питательных средах 5-7 дней при 25-28°C (Controle de la Qualite de Produits Alimentaires Control Microbiologique, 1993).

Идентификация выявленных грибов проведена на основе морфологических и культуральных признаков по многочисленным определителям и монографиям (Литвинов, 1967; Пидопличко, 1972; Билай, 1977; Егорова, 1986; Билай, Коваль, 1989; Kubatova, 2006).

Классификация микроскопических грибов была проведена по базе данных и вебсайту Index Fungorum (<http://www.indexfungorum.org/>).

Результаты исследования. При микологическом анализе из 109 исследованных образцов были выделены микроскопические грибы, принадлежащие 88 видам из 26 родов, 17 семейств, 3 отделов (*Zygomycota*, *Ascomycota*, *Basidiomycota*) (табл. 1).

Наибольшим числом видов представлен отдел *Ascomycota* (94%), а на отделы *Zygomycota* и *Basidiomycota* приходится всего по 3% от общего числа видов.

Отдел *Ascomycota* представлен 22 родами: *Alternaria*, *Arthrotrichum*, *Aspergillus*, *Botryoderma*, *Chaetomium*, *Cladosporium*, *Diococcum*, *Fusarium*, *Geotrichum*, *Hormiscium*, *Papulaspora*, *Penicillium*, *Scolecobasidium*, *Scytalidium*, *Sepedonium*, *Stachybotrys*, *Stemphylium*, *Thermomyces*, *Trichosporiella*, *Trichosporum*, *Trichothecium*, *Verticillium*. Большим видовым разнообразием отличается род *Penicillium*, который представлен 41 видом, 8 видов принадлежат роду *Aspergillus*.

Единичными видами грибов представлены 14 родов, из которых 12 принадлежат отделу *Ascomycota*.

Как видно из рисунка 1, больше всего родов микромицетов было обнаружено на рукописных книгах. Из рода *Penicillium* на рукописных книгах зарегистрировано 29 видов, на старопечатных книгах 19, а на книгах, привезенных из разных библиотек, 13 видов грибов. Из рода *Aspergillus* 6 видов было выделено из рукописных книг и по 4 вида из старопечатных книг и книг из разных библиотек.

Таблица 1.

Таксономический состав грибов – деструкторов, выделенных с исследованных книг

Отдел	Семейства	Роды	Количество видов
<i>Zygomycota</i>	<i>Rhizopodaceae</i>	<i>Rhizopus</i>	2
		<i>Mucor</i>	1
<i>Ascomycota</i>	<i>Pleosporaceae</i>	<i>Alternaria</i>	2
		<i>Stemphylium</i>	2
	<i>Cladosporiaceae</i>	<i>Cladosporium</i>	6
	<i>Piedraiaceae</i>	<i>Trichosporum</i>	1
	<i>Trichocomaceae</i>	<i>Aspergillus</i>	8
		<i>Penicillium</i>	41
		<i>Thermomyces</i>	1
	<i>Incertae sedis</i>	<i>Botryoderma</i>	1
		<i>Hormiscium</i>	1
	<i>Incertae sedis</i>	<i>Scolecobasidium</i>	2
		<i>Diococcum</i>	1
	<i>Incertae sedis</i>	<i>Trichosporiella</i>	1
		<i>Scytalidium</i>	1
	<i>Orbiliaceae</i>	<i>Arthrotrichum</i>	2

	<i>Dipodascaceae</i>	<i>Geotrichum</i>	1
	<i>Chaetomiaceae</i>	<i>Chaetomium</i>	2
	<i>Hypocreaceae</i>	<i>Sepedonium</i>	1
	<i>Incertae sedis</i>	<i>Trichothecium</i>	2
		<i>Papulaspora</i>	1
		<i>Stachybotrys</i>	1
	<i>Nectriaceae</i>	<i>Fusarium</i>	3
	<i>Plectosphaereaceae</i>	<i>Verticillium</i>	1
<i>Basidiomycota</i>	<i>Ceratobasidiaceae</i>	<i>Rhizoctonia</i>	1
	<i>Fomitopsidaceae</i>	<i>Sporotrichum</i>	2
ИТОГО 3	17	26	88

Виды родов *Arthrobotrys*, *Botryoderma*, *Chaetomium*, *Geotrichum*, *Hormiscium*, *Papulaspora*, *Rhizoctonia*, *Scolecobasidium*, *Scytalidium*, *Stachybotrys*, *Thermomyces*, *Trichothecium* были обнаружены только на рукописных книгах.

Единичные представители родов *Diococcum*, *Sporotrichum*, *Trichosporum* обнаружены на старопечатных книгах.

Видовой состав грибов, выделенных с рукописных книг, более разнообразен. Из рода *Penicillium* высокой

частотой встречаемости отличается вид *Penicillium cyclopium*, который часто выделялся как на книгах из фонда Матенадарана, так и на книгах из разных библиотек.

Из рода *Aspergillus* вид *A. flavus* был обнаружен как на книгах из фонда Матенадарана, так и на книгах из разных библиотек. А вид *A. niger* на бумажных рукописях и книгах из разных библиотек.

В таблице 2 приведен видовой состав грибов, выделенных с книг, хранящихся в Матенадаране и поступивших на реставрацию из разных библиотек.

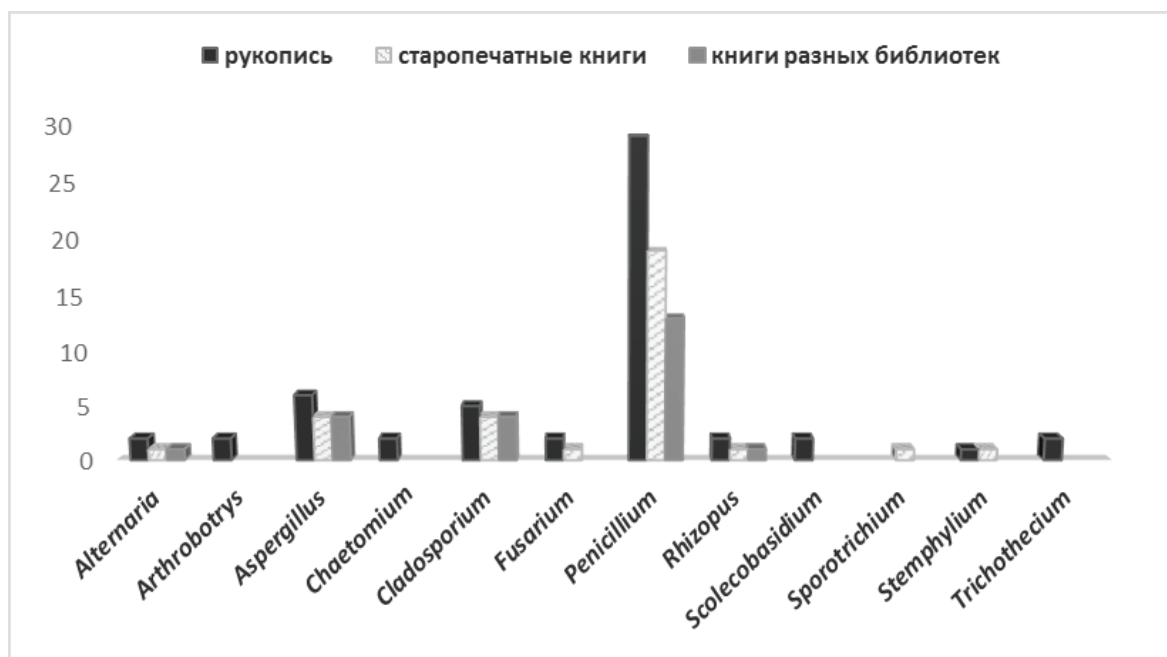


Рис. 1. Количество видов родов грибов, выделенных из книг Матенадарана

Таблица 2.

Видовой состав грибов, выделенных из исследованных образцов рукописей и книг

N	Виды грибов	Матенадаран			библио-теки
		старо печатные	рукописи		
			бумага	пергамент	
1	<i>Alternaria tenuis</i> Nees	+	+		+
2	<i>A. terricola</i> Woudenberg & Crous		+		
3	<i>Arthrobotrys arthrobotryoides</i> (Berl.) Lindau		+		
4	<i>A. oligospora</i> Fresen.		+	+	
5	<i>Aspergillus anomalus</i> Mosseray		+		
6	<i>A. auratus</i> Warcup		+		
7	<i>A. avanceus</i> G. Sm.	+			
8	<i>A. flavus</i> Link	+	+	+	+
9	<i>A. fumigatus</i> Fresen.		+	+	
10	<i>A. niger</i> Tiegh.		+		+
11	<i>A. ochraceus</i> G. Wilh.	+	+		+
12	<i>A. versicolor</i> (Vuill.) Tirab.	+			
13	<i>Botryoderma lateritium</i> Papendorf & H. P. Upadhyay		+		
14	<i>Chaetomium olivaceum</i> Cooke & Ellis		+		
15	<i>Ch. venezuelense</i> L. M. Ames		+		
16	<i>Cladosporium brevicompactum</i> Pidopl. & Deniak		+		
17	<i>C. elegantulum</i> Pidopl. & Deniak	+	+		+
18	<i>C. fulvum</i> Cooke	+			
19	<i>C. herbarum</i> (Pers.) Link		+		
20	<i>C. linicola</i> Pidopl. & Deniak		+		+
21	<i>C. transchelii</i> Pidopl. & Deniak		+		
22	<i>Dicoccum asperum</i> (Corda) Sacc.	+			
23	<i>Fusarium lateritium</i> Nees		+		+
24	<i>F. moniliforme</i> J. Sheld	+			
25	<i>F. oxysporum</i> f.sp. <i>solani</i> Bilař		+		
26	<i>Geotrichum candidum</i> Link		+		
27	<i>Hormiscium punctiforme</i> Höhn.		+		
28	<i>Mucor</i> sp.	+	+		
29	<i>Papulaspora irregularis</i> Hotson		+		
30	<i>Penicillium atrovenetum</i> G. Sm.				+
31	<i>P. albocinerascens</i> Chalab.		+		
32	<i>P. aurantiocandidum</i> Dierckx & Biourge		+		

33	<i>P. brevicompactum</i> Dierckx	+	+		
34	<i>P. camemberti</i> Thom	+	+		
35	<i>P. canescens</i> Sopp		+		+
36	<i>P. casei</i> W. Staub		+	+	
37	<i>P. caseicola</i> Bainier		+	+	
38	<i>P. chermesinum</i> Biourge	+	+		
39	<i>P. citrinum</i> Thom		+		+
40	<i>P. cyclopium</i> Westling	+	+	+	+
41	<i>P. frequentas</i> Westling				+
42	<i>P. decumbens</i> Thom		+		
43	<i>P. diversum</i> Raper & Fennel	+			
44	<i>P. expansum</i> Link	+	+	+	
45	<i>P. godlewskii</i> K. M. Zaleski		+		
46	<i>P. gorlenkoanum</i> Baghd				+
47	<i>P. granulatum</i> Bainier	+			
48	<i>P. griseolum</i> G. Sm.		+		
49	<i>P. griseopurpureum</i> G. Sm.		+		+
50	<i>P. italicum</i> Wehmer	+			
51	<i>P. hordei</i> Stolk		+		
52	<i>P. kojigenum</i> G. Sm.		+		+
53	<i>P. lanosocoeruleum</i> Thom	+			
54	<i>P. lanosogriseum</i> Thom	+			
55	<i>P. lanosoviride</i> Thom		+	+	
56	<i>P. lanosum</i> Westling	+	+	+	+
57	<i>P. madriti</i> G. Sm.		+	+	+
58	<i>P. notatum</i> Westling		+		
59	<i>P. pseudocasei</i> S. Abe	+			
60	<i>P. psittacinum</i> Thom		+		
61	<i>P. puberulum</i> Bainier		+		
62	<i>P. purpurascens</i> (Sopp) Biourge				+
63	<i>P. raistrickii</i> G. Sm.		+		
64	<i>P. resticulosum</i> Birkinshaw, Raistrick & G. Sm.		+		
65	<i>P. soppii</i> K. M. Zaleski		+		
66	<i>P. stoloniferum</i> Thom		+		
67	<i>P. velutinum</i> J. F. H. Beyma		+	+	
68	<i>P. viridicatum</i> Westling		+		+
69	<i>P. viridicyclopium</i> S. Abe	+			+
70	<i>Rhizoctonia solani</i> J.G. Kühn		+	+	

71	<i>Rhizopus nigricans</i> Ehrenb.		+		
72	<i>R. stolonifer</i> (Ehrenb.) Vuill.	+	+		+
73	<i>Scolecobasidium constrictum</i> E.V. Abbott		+		
74	<i>S. verruculosum</i> R.Y. Roy, R. S. Dwivedi & R. R. Mishra		+		
75	<i>Scytalidium lignicola</i> Pesante		+		
76	<i>Sepedonium albogriseum</i> Balf. -Browne		+		
77	<i>Sporotrichum epigaeum</i> var. <i>terrestre</i> Dasz.	+			
78	<i>S. olivaceum</i> (Link) Pers.	+			
79	<i>Stachybotrys chartarum</i> (Ehrenb.) S. Hughes		+		
80	<i>Stemphylium botryosum</i> Wallr.	+	+		
81	<i>S. verruculosum</i> (O. E. R. Zimm.) Sacc.	+			
82	<i>Thermomyces lanuginosus</i> Tsikl.		+		
83	<i>Trichosporiella hyalina</i> Kamyschko	+	+		
84	<i>Trichosporum fulvum</i> (Link) Fr.	+			
85	<i>Trichothecium laxicephalum</i> (Kamyschko) M. A. Litv.		+		
86	<i>T. roseum</i> (Pers.) Link		+		
87	<i>Verticillium glaucum</i> Bonord.				+
		30	66	12	22

Как видно из таблицы 2, наибольший видовой состав 66 видов микодеструкторов был выявлен с бумажных и пергаментных рукописей, 30 видов на старопечатных книгах и всего 22 вида грибов были обнаружены на книгах из других библиотек и частных коллекций. Больше всего видов было выделено из бумажных рукописей. Отсюда выделено 66 видов грибов, а из пергаментных рукописей 12. Виды из родов *Artrobotrys*, *Aspergillus*, *Penicillium*, *Rhizoctonia* обнаружены как на бумажных рукописях, так и на пергаментных рукописях. Пергамент и бумага имеют различный состав, этим и объясняется тот факт, что на бумажных рукописях обнаружен больший видовой состав грибов, по сравнению с видовым составом грибов на пергаментных рукописях.

Пергамент является очень прочным и долговечным материалом, поэтому сравнительно большое количество рукописных книг дошло до нас в хорошем состоянии. Пергамент состоит из плотно упакованных коллагеновых фибрилл, погруженных в межфибрилярное аморфное вещество (Пехташева, 2013).

Из дошедших до нашего времени источников известно, что пергамент выделялся из шкур баранов, овец, телят; самый тонкий — из мертворожденных ягнят и телят. Шкуры подвергались различным операциям, в ходе которых сначала удалялись волосы

и верхний слой кожи — эпидермис, затем жировая прослойка и прилежащие к ним участки подкожной клетчатки, после этого кожу шлифовали и выглаживали ее поверхность. Как показали микроскопические исследования, основным компонентом пергамента, изготовленного из дермы животных, является белок коллаген, содержание которого составляет около 90% от веса сухого вещества дермы. Молекулы коллагена, сформированные в виде фибрилл, образуют волокна, в промежутке между которыми — пустоты. Рельеф поверхности пергамента, как волосистой, так и мездровой стороны, образован коллагеновыми волокнами и фибриллами, ориентированными в различных направлениях. Отмечаются деформации и механические прорывы листов пергамента, но чаще всего повреждения вызваны жизнедеятельностью микроорганизмов, приводящей к полной утрате аморфной части и разрыву коллагеновых волокон. Характерными свойствами пергамента является его щелочность и высокая гигроскопичность. Поскольку выделка шкур включает обработку известью (для удаления волоса), которая имеет щелочную реакцию, пергамент сохраняет незначительную щелочность. Щелочная среда действует как своего рода защита от находящихся в воздухе кислых газов (например, сернистого газа), а

также, в какой-то степени, от действия микроорганизмов. Первое свойство обуславливает его повышенную стабильность, так как в условиях избыточной щелочности материал меньше подвергается воздействию кислот окружающей среды, содержащей кислые оксиды серы и азота, и лучше противостоит разрушительному действию микроорганизмов (Федосеева, 1999).

Бумага была изобретена на рубеже нашей эры в Китае, где ее изготавливали из побегов бамбука и других растений. Наиболее стойкой составной частью растительного волокна, идущего на производство бумаги, является клетчатка. Поэтому тряпичное волокно, содержащее высокий процент клетчатки и незначительный процент инкрустирующих веществ, обладает наибольшей прочностью и долговечностью (Гренберг, 1982).

Бумага является упругопластическим, капиллярно-пористым листовым материалом, состоящим главным образом из мелких растительных волокон, соответствующим образом обработанных и соединенных в тонкий лист, в котором волокна связаны между собой поверхностными силами сцепления. Соединение мелких волокон в бумажное полотно производится обычно методом осаждения и фильтрации на сетке бумагоделательной машины из сильно разбавленной в воде волокнистой суспензии. Затем бумажное полотно подвергается прессованию, сушке и отделке. Для придания бумаге необходимых свойств к размолотому волокнистому материалу добавляют минеральные наполнители, гидрофильные или гидрофобные проклеивающие вещества, красители и другие химикаты. С этой же целью готовую бумагу подвергают дополнительной отделке или специальной обработке (Иванов, 2006).

Основным сырьем для получения бумаги является целлюлоза и растительное волокно: хлопок, лен, солома и древесина. В результате повреждения грибами бумаги в различной степени разрушается ее структура и угасает текст. Это объясняется тем, что грибы содержат фермент целлюлазу, которая гидролизует целлюлозу. Таким образом, бумага является более благоприятным субстратом для грибов (Пехташева, 2013).

Типичными только для старопечатных книг являются 15 видов микромицетов из 8 родов, для рукописных книг – 43 вида из 16 родов. На книгах из разных библиотек было выявлено лишь 5 специфических видов, принадлежащих 2 родам (*Penicillium* и *Verticillium*).

Шесть видов микодеструкторов (*Aspergillus flavus*, *A. ochraceus*, *Cladosporium elegantulum*, *Penicillium cyclopium*, *P. lanosum*, *Rhizopus stolonifer*) были обнаружены на всех видах исследованных образцов. Эти виды являются наиболее распространенными и могут быть источником заражения для неповрежденных книг.

Таким образом, видовой состав грибов, выделенных из бумажных рукописных книг более разнообразен, чем видовой состав грибов, выделенных из старо-

печатных. Это зависит, в первую очередь, от субстрата и способа технологии получения бумаги, а также от возраста и условий хранения рукописных книг.

Литература

- Абрамян Дж. Г., Нанагюлян С. Г., Элиазян Г. А., Пароникян А. Е., Маркарян Л. Ю. 2012. Микодеструкторы, поражающие книжный фонд Матенадарана // Современная микология в России, 3: 208.
- Билай В. И. 1977. Фузари. Киев. 442 с.
- Билай В. И., Коваль Э. З. 1988. Аспергиллы. Киев. 204 с.
- Гренберг Ю. И. 1982. Технология станковой живописи. История и исследование: Монография. М. 320 с.
- Егорова Л. Н. 1986. Почвенные грибы Дальнего Востока. Гифомицеты. Л. 192 с.
- Иванов С. Н. 2006. Технология бумаги. Москва. 696.
- Лаврентьева Е. В. 2000. Микроорганизмы-деструкторы старомонгольских рукописей и ксилографов // Дисс. ... канд. биол. наук. Улан-Батор. 152 с. <http://www.dissercat.com/content/mikroorganizmy-destruktory-staromongolskikh-rukopisei-i-ksilografy>
- Литвинов М. А. 1967. Атлас родов почвенных грибов. Л. 304 с.
- Методы экспериментальной микологии. 1982. Киев: 550 с.
- Митковская Т. И. 2004. Биологический аспект хранения музейных фондов // Микология и фитопатология, 38, 4: 27-33.
- Пехташева Е. Л. 2013. Биоповреждения непродовольственных товаров. Москва. 332 с.
- Пидопличко Н. М. 1972. Пенициллы. Киев. 150 с.
- Смоляницкая О. Л. 2007. Микромицеты как потенциальные агенты биоповреждения культурных ценностей и стратегия защиты от них в Государственном Эрмитаже. Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. Санкт-Петербург. 26с.
- Федосеева Т. С. 1999. Материалы для реставрации живописи и предметов прикладного искусства. М. 120 с. <http://art-con.ru/node/981>
- Controle de la Qualite de Produits Alimentaires Control Microbiologique. 1993. AFNOR. Recueil de Normes Francaises: 15.
- Kubatova A. 2006. Chaetomium in the Czech Republic and Notes to Three New Records // Publication of the Czech Scientific Society for Mycology, 58, 3–4. Czech Mycology: 155-171.
- Институт древних рукописей Матенадаран имени св. Месропа Маштоца
РА, Ереван 0009, Проспект Маштоца, 53
armineparonikyan@gmail.com