

## Мицелиальные аллергенные грибы на сухом пищевом и лекарственном растительном сырье

Г. А. Кочкина, Н. Е. Иванушкина, А. М. Зякун, М. Г. Рачиба, С. М. Озерская

Институт биохимии и физиологии микроорганизмов имени Г. К. Скрыбина РАН, Пушкино, Московская область

## Mycelial Allergenic Fungi on Dry Foodstuffs and Medicinal Herbs

G. A. Kochkina, N. E. Ivanushkina, A. M. Zyakun, M. G. Rachiba, S. M. Ozerskaya

G. K. Skryabin RAS Institute of Biochemistry and Physiology of Microorganisms, Pushino, Moscow region

### Аннотация

Целью данной публикации является рассмотрение вопроса контаминации мицелиальными грибами сухих пищевых и лекарственных растительных субстратов, включая специи, чай, табак и лекарственные травы. Состав микромицетов, выделенных при посевах из сухих растительных субстратов свидетельствует, что основная масса изолятов представлена аллергенными грибами родов *Aspergillus* и *Penicillium*. Именно эти грибы появляются на специях и сухих лекарственных травах в качестве вторичных контаминантов, вытесняя естественную микрофлору, типичную для мест произрастания конкретных растений. Это служит основанием для утверждения, что лекарственные травы, чай и специи, также как и другие пищевые продукты, должны проверяться после длительного хранения.

### Ключевые слова

Грибы, *Aspergillus*, *Penicillium*, аллергены, пищевые продукты, лекарственные растения.

Известно, что причиной многих аллергических заболеваний являются микроскопические мицелиальные грибы. Микогенные аллергии — сборное понятие, включающее заболевания, в основе которых лежит сходный механизм — аллергизация организма человека антигенами мицелиальных грибов [1]. Развитие инвазивных грибковых инфекций человека также может быть связано с повышенным содержанием спор грибов в продуктах питания (хлебе, орехах, салате, фруктах, специях), на комнатных растениях и других растительных субстратах, таких как сено, компост и зерно [2]. При значительной концентрации грибных клеток в воздушной среде возрастает вероятность возникновения аллергических заболеваний. В связи с постановкой данной проблемы выполнено значительное количество исследований, посвященных видовому составу

### Summary

The paper reviews issues of contamination of dry foodstuff and medicinal substrates, such as spices, teas, tobacco, and medicinal herbs. The composition of fungal species isolated from dry plant substrates proves that most of them are allergenic fungi from genera *Aspergillus* and *Penicillium*. These fungi appear on spices and dry medicinal herbs as secondary contaminants, replacing natural microbiota, typical for places of growth for certain plants. This allows concluding that medicinal herbs, teas and spices, as well as other foodstuffs, should be tested after long-term storage.

### Keywords

Fungi, *Aspergillus*, *Penicillium*, allergens, foodstuffs, medicinal herbs.

микромицетов воздуха жилых и производственных помещений, домашней пыли, а также поверхности памятников архитектуры, книг, различных строительных материалов [3, 4]. Известны работы и по токсичности пищевых продуктов животного происхождения (масло, сыры, мясо, молоко и т.д.), обусловленной наличием в них метаболитов грибного происхождения [5]. Целью данной публикации является рассмотрение вопроса контаминации мицелиальными грибами сухих пищевых, табачных и лекарственных растительных субстратов, включая специи, чай, табак и лекарственные травы.

Большая часть работ по данной тематике посвящена выявлению организмов, поражающих растения не только в ходе выращивания, но и при обработке, транспортировке и хранении. Значительное количе-

ство исследований связано с выявлением на различных растительных субстратах токсинообразующих грибов, оказывающих часто и аллергенное действие [6]. В настоящее время список видов, вызывающих микогенные аллергии, насчитывает десятки видов, представителей родов *Aspergillus*, *Penicillium*, *Cladosporium*, *Alternaria*, *Mucor*, *Fusarium* и др. Наиболее известны виды рода *Aspergillus* — *A. flavus*, *A. fumigatus*, *A. niger* [7]. Известно, что многие мицелиальные грибы способны образовывать различные токсические вещества, такие как афлатоксин, охратоксин А, фумонизины, трихотецены, зеараленон [8], деоксиниваленон [9]. Многие из них являются специфическими для отдельных видов микромицетов и синтезируются в определенных условиях. Так, известно, что афлатоксин образуется двумя видами рода *Aspergillus* — *A. flavus* и *A. parasiticus*, охратоксин А является продуктом жизнедеятельности *A. carbonarius*, *A. ochraceus* и *Penicillium verrucosum*, различные виды рода *Fusarium* (*F. moniliforme*, *F. proliferatum*, *F. sporotrichioides*) способны к образованию фумонизинов и трихотеценов — Т-2 токсина, НТ-токсина, диацетоксидирпенола и неозоланиола [10]. Способность к образованию микотоксинов известна и для многих других грибов, таких как *Alternaria alternata*, *P. citrinum*, *P. funiculosum* и др. [11].

### Специи

Использование некоторых специй и высушенных трав, известных своей антимикробной активностью, нередко позволяет предохранять пищевые продукты от порчи в процессе хранения. Показано, что антимикробная активность специй может различаться в значительной степени (табл. 1) [12]. При этом чеснок, гвоздика, корица и горчица эффективны против различных видов грибов рода *Aspergillus* [13], в то время как луковые экстракты проявляют ингибирующее действие по отношению к определенным видам грибов (*A. flavus* и *A. parasiticus*) [14]. Есть данные о том, что, несмотря на содержание антимикробных веществ, многие пряности контаминируются микромицетами родов *Aspergillus*, *Penicillium*, *Cladosporium*, *Scopulariopsis* и др. Особенно высокое содержание микроорганизмов почти всегда наблюдается в образцах черного перца [15]. В процессе экспериментальных исследований специй, применяемых в Испании при про-

изводстве колбас, было выделено более 500 штаммов мицелиальных грибов из 8 образцов красного перца (*Capsicum annuum*) и 3-х образцов черного перца (*Piper nigrum*). Около 20% из них принадлежали к секции Flavi рода *Aspergillus*. Около половины этих штаммов были способны к образованию афлатоксинов В1 или G1 [16]. Доминирующими видами для большинства пряностей являются *A. flavus* и *A. niger*, в том числе штаммы, образующие афлатоксины [17, 18, 19].

Общий уровень грибного заражения различных пряностей со средней антимикробной активностью падает в ряду лавровый лист, мускатный орех, тмин, тимьян, шалфей, майоран, кардамон. Мало микробов обычно в гвоздике, горчичных зернах и чабреце [21].

### Лекарственные растения

Лекарственные растения широко применяются для лечения людей в течение многих столетий. Их употребляют в виде отваров, заваривают как чай или используют в сухой смеси с другими лекарственными препаратами. При этом особенно серьезную опасность может представлять контаминация грибами сухих лекарственных трав [22] и травяных чаев и, как следствие, образование в них микотоксинов. Данный вопрос весьма беспокоит микологов медицинского профиля, что привело к появлению значительного числа исследований в этом направлении. Японские ученые провели изучение 49 образцов 13 сухих лекарственных растений, приобретенных в аптеках или хранящихся дома. Степень их поражения мицелиальными грибами в табл. 2.

Из полученных данных следует, что 90% исследованных образцов контаминированы грибами, причем в ряде случаев, как, например, с корнем шлемника и корневищем коптиса, заражение достигало более 1000 единиц на 1г сухой травы. Видовой состав микромицетов, выделенных при посевах из лекарственных трав свидетельствует, что основная масса изолятов представлена аллергенными грибами родов *Aspergillus* (47%) и *Penicillium* (49, 6%). Причем наиболее часто в лекарственных травах можно обнаружить грибы секции Nigri рода *Aspergillus* (24, 6% от всех изолятов). Далее в порядке убывания представлены секции *Eurotium* и *Flavi* (9, 3 и 7, 8% соответственно) [23]. У изолированных штаммов была проверена способность к образо-

**Таблица 1**  
**Антимикробная эффективность специй и трав [20]**

Специи и травы	Антимикробная активность
Корица, гвоздика, горчица	Сильная
Лавровый лист, кориандр, тмин, орегано, розмарин, тимьян, шалфей	Средняя
Черный перец, красный перец, имбирь	Слабая

ванию микотоксинов. Оказалось, что только 1 из 69 изолятов мог синтезировать афлатоксин В в искусственных условиях, однако все эти грибы могли вызывать сильные аллергические реакции. Тем не менее, по данным других авторов известно, что многие грибы, выделенные с лекарственных трав, образуют микотоксины, что, в свою очередь, может стать причиной микотоксикозов. Так, с сухого препарата хвойника (*Ephedrae herba*) были выделены штаммы *A. flavus*, которые образовывали достаточно большое количество афлатоксина В [22, 24]. В Хорватии было проведено изучение 62 образцов лекарственных растений и 11 образцов травяных чаев. Наиболее часто встречающиеся мицелиальные грибы принадлежали к родам *Aspergillus*, *Penicillium*, *Mucor*, *Rhizopus*, *Absidia*, *Alternaria*, *Cladosporium* и *Trichoderma*.

Среди представителей рода *Aspergillus* преобладали грибы вида *A. flavus*. Присутствие данного вида в образцах лекарственных растений и травяных чаев достигало 18% и 9% соответственно. В некоторых образцах, где был обнаружен *A. flavus*, показано наличие микотоксинов [25].

Серьезное внимание необходимо уделять тем препаратам, основой для которых служат сухие лекарственные травы, выращенные и собранные в тропических и субтропических зонах. Активное развитие грибов на растительных субстратах в этих регионах связано с высокой влажностью и температурой окружающей среды [26]. Более 50% лекарственных растений, используемых в фармацевтической промышленности Индии, поражено аспергиллами, с преобладанием видов *A. flavus*, *A. parasiticus*, *A. ochraceus*, выделяется и такой токсигенный вид, как *Fusarium oxysporum* [27, 28].

Есть данные, что в некоторых индийских лекарственных травах, пораженных мицелиальными грибами, содержится повышенное содержание микотоксинов. Так, корневища *Withania somnifera* и *Plumbago zelanica* содержали 0,68 мг/г и 1,13 мг/г афлатоксина В1 соответственно, а плоды *Embllica officinalis* — 1,51 мг/г [29].

Египетскими исследователями было проведено изучение контаминации грибами лекарственных растений и специй, привезенных из Индии [17]. Все 84 образца 12-ти видов растительного медицинского и пищевого сырья, которые были исследованы, оказались зараженными микроскопическими грибами (табл. 3). Доминирующую роль, как и в других исследованиях по данной теме, играли представители *Aspergillus* и *Penicillium* [30]. Наибольшее видовое разнообразие было установлено для рода *Aspergillus*. Влажность изученного сырья менялась от 6 до 2,5%. При этом количество изолированных видов тоже менялось, и было тем выше, чем выше влажность образца (от 16 до 9 соответственно). Следует отметить, что в зависимости от влажности лекарственных трав, на них могут доминировать разные грибы. По мере ее увеличения на травах доминируют последовательно *A. glaucus*, *Penicillium variabile*, *P. frequentans*, *A. mangini*, *A. awamori*, *A. niger*, *A. ochraceus*, *Rhizopus sp.* [31]. Более 30% выделенных в этом исследовании грибов рода *Aspergillus* оказались продуцентами микотоксинов. Доминирование видов *A. flavus*, *A. parasiticus* и *A. ochraceus* может приводить к значительному накоплению в сухих лекарственных травах афлатоксина В и охратоксина А. При этом количество образованных токсинов нарастает по мере хранения зараженных лекарственных трав [32, 33]. С высушенного растительного лекарственного сырья

**Таблица 2**  
**Контаминация грибами сухих лекарственных трав**

Лекарственные растения	Число зараженных образцов/ число исследованных образцов	Среднее число КОЕ/ г образца
Кора коричневого дерева	3/8	10
Корневище циннидиума	6/6	229
Плоды гардении	6/6	129
Корни японского пиона	5/5	382
Корень ширококолокольчика	5/5	36
Корни солодки	4/4	232
Корневище атрактилодеса японского	3/3	418
Кора пробкового дерева	3/3	391
Корневище имбиря	3/3	393
Корневище коптиса	2/2	6494
Корень шлемника	2/2	1382
Корневище атрактилодеса копьевидного	1/1	161
Плоды желтого дерева	1/1	3

выделяются также *A. niger*, *Fusarium moniliforme*, *F. oxysporum*, *Penicillium expansum*, *P. viridicatum*, *Mucor fragilis*. Все обнаруженные на лекарственных травах виды грибов можно разделить на те, что попали на растения в процессе их роста в поле и при сборе урожая (*Cladosporium*, *Fusarium*) и те, что развились на них в процессе хранения (*Aspergillus*, *Penicillium*) [17, 23]. Показано, что виды, потенциально опасные для человека отсутствуют на свежих лекарственных растениях и начинают появляться только в процессе их хранения [32], что служит основанием для утверждения, что лекарственные травы и чай должны проверяться после длительного хранения перед поступлением их в аптечную сеть.

### Пищевые продукты

Известно, что грибы, относящиеся к роду *Aspergillus*, характеризуются довольно широким ареалом распространения. Они активно колонизируют пищевые и кормовые субстраты, особенно при неблагоприятных условиях хранения (табл. 4).

Наиболее распространенными аспергиллами, инфицирующими пищевые растительные субстраты, являются продуценты афлатоксинов *A. flavus* и *A.*

*parasiticus*. Показано, что эти грибы являются основными контаминантами зерновых культур в разных странах, в том числе в Бразилии, Аргентине, Нигерии, Гане [21, 34, 35, 36]. Представители вида *A. flavus* поражают фисташки (*Pistacia vera*) на разных этапах производства орехов, как в Турции, так и Иране [37, 38]. В ходе микологических исследований ядер орехов кешью (*Anacardium occidentale*) было выявлено около 40 видов микромицетов [39]. Один из наиболее известных грибных аллергенов *Aspergillus niger* является доминантным видом. Наиболее известные продуценты микотоксинов среди выявленных микромицетов — *Aspergillus flavus* и *Alternaria alternata*. Микромицеты, контаминирующие кешью в ходе выращивания растений, представлены видами *Acremonium spp.*, *Cladosporium spp.*, *Curvularia senegalensis*, *Nigrospora oryzae* и др., тогда как при последующем хранении выявлены *Aspergillus spp.*, *Chaetomium spp.* и *Penicillium spp.*

Изучение грибной контаминации чая (*Camellia sinensis*) в ходе производства и хранения проводилось исследователями Южной Африки, Египта, Польши и Султаната Оман [19, 40, 41, 42]. Грибы выделялись на всех стадиях производства чая вплоть до тепловой обработки. Не меньшее значение име-

**Таблица 3**  
**Процент образцов лекарственного сырья, контаминированного различными видами мицелиальных грибов**

Виды грибов	% образцов, зараженных грибами														
	черный тмин	фенхель	лайм	полынь горькая	имбирь	корица	мятный перец	рожковое дерево	ромашка	шафран	куркума	полынь обыкновенная	роза	калан китайский	
<i>Absidia corymbifera</i>	71	100	20	40	20	85	57	-	-	-	14	-	28	20	
<i>Aspergillus flavus</i>	100	72	43	100	80	71	100	86	60	80	86	80	71	80	
<i>A. parasiticus</i>	86	57	71	80	100	43	71	71	80	80	71	80	100	60	
<i>A. niger</i>	57	86	100	60	80	71	86	57	60	60	71	60	86	60	
<i>A. oryzae</i>	43	29	-	20	-	29	29	-	40	20	-	-	43	80	
<i>A. ochraceus</i>	71	57	40	-	60	57	-	43	60	-	57	40	-	-	
<i>A. terreus</i>	29	-	60	20	-	14	-	14	-	40	14	-	29	40	
<i>A. tamaritii</i>	14	29	-	-	60	-	43	29	-	20	-	40	14	60	
<i>Cladosporium herbarum</i>	-	42	40	20	60	-	42	-	-	-	-	-	14	20	
<i>Penicillium viridicatum</i>	43	71	20	-	80	-	14	-	60	-	57	60	-	-	
<i>P. chrysogenum</i>	14	-	60	40	40	29	-	43	40	-	43	-	57	40	
<i>P. janzewskii</i>	-	14	-	20	-	14	29	57	-	-	43	20	14	20	
<i>P. variabile</i>	86	-	-	60	60	43	-	-	20	40	-	-	29	-	
<i>P. commune</i>	-	29	20	-	-	14	29	-	-	-	14	-	-	20	
<i>Paecilomyces variotii</i>	-	57	20	20	20	-	14	-	-	-	43	20	57	60	
<i>Fusarium oxysporum</i>	29	43	60	40	-	-	14	-	40	20	-	40	43	-	
<i>F. solani</i>	14	-	-	20	40	14	-	25	-	20	14	-	-	40	
<i>Rhizopus stolonifer</i>	85	100	20	20	20	57	71	-	-	-	24	-	29	20	
<i>Rhizomucor pusillus</i>	85	85	20	20	40	28	85	-	-	-	28	-	-	20	
<i>Scopulariopsis brevicaulis</i>	42	29	40	20	20	14	29	-	-	-	14	-	14	20	

**Таблица 4**  
**Аспергиллы, развивающиеся на пищевых продуктах [5]**

Продукт	Секция
Зерно злаков	Candidi, Clavati, Flavi, Circumdati, Eurotium, Restricti, Versicolores, Terrei
Какао бобы	Eurotium, Restricti
Кофейные зерна	Eurotium, Restricti
Крахмал	Versicolores
Кукуруза	Eurotium, Restricti, Candidi
Мучные продукты	Eurotium, Restricti
Наркотик-сырец	Eurotium, Restricti, Wentii
Овощи (маслины, лук, чеснок, морковь, батат)	Nigri, Versicolores, Nidulantes
Растительное масло	Terrei, Eurotium, Restricti
Рис	Circumdati
Сахар	Eurotium, Restrict
Сушеные овощи	Eurotium, Restrict
Сушеные фрукты	Eurotium, Restrict
Табак	Eurotium, Restrict, Nigri
Фрукты (финики, виноград, яблоки, груши, персики)	Nigri, Terrei, Versicolores

ет контаминация конечного продукта в ходе сортировки, упаковки и хранения. Доминантными видами, выделяемыми из образцов готового чая в разных странах, являются виды рода *Aspergillus* (*A. niger*, *A. flavus*), а также представители родов *Penicillium* и *Paecilomyces*. Встречаемость видов рода *Fusarium* на растительных пищевых и кормовых субстратах также достаточно изучена. Известно, что виды *F. oxysporum*, *F. moniliforme*, *F. semitectum*, *F. solani*, являются основными патогенами сорго в Индии [43]. *Fusarium tricinctum* и *F. oxysporum* преобладают в микрофлоре риса (Египет), где также обнаружены *Cylindrocarpon candidum* и *Acremonium strictum* [44]. Представители видов *F. moniliforme*, *F. verticilloides*, *F. graminearum* доминируют на зерне кукурузы в Аргентине. Из других родов на данном субстрате наиболее обычны виды *Alternaria alternata*, *Aspergillus flavus*, *Penicillium decumbens*, *P. citrinum*, *P. funiculosum* [11, 45, 46]. Колосовую гниль Южно-Африканской кукурузы вызывают преимущественно виды *F. subglutinans*, *F. moniliforme*, аспергиллы здесь практически отсутствуют, однако показано, что зерно, экспортируемое в дальнейшем на Тайвань, в ходе транспортировки дополнительно поражается грибами вида *A. flavus* [47, 48]. Показано, что на уровень спор микромицетов над посевами пшеницы в Пакистане [49] могут влиять внешние факторы, в частности, такие как температура, повышение которой приводило к увеличению concentra-

ции спор, преимущественно родов *Alternaria*, *Ustilago*, *Helminthosporium*, *Curvularia*.

#### Табак

Микромицеты родов *Aspergillus* и *Penicillium* довольно часто обнаруживаются в различных видах табака [50]. Показано, что споры *Aspergillus fumigatus* сохраняют жизнеспособность в дыме, образующемся при курении сигарет [51]. Известно также, что некоторые микробные токсины не разлагаются при горении сигарет [52]. Только 15% спор грибов рода *Aspergillus* может быть задержано при курении через водный фильтр [53]. Таким образом, для людей с ослабленной иммунной системой курение табака противопоказано вследствие риска заражения микотическими инфекциями. Аэриобиологические исследования позволяют выявить виды микромицетов, которые присутствуют в воздушной среде над посевами табака в различных регионах. В частности, в период сбора урожая табака в районе Сананд (Индия) в воздухе над полями в сотни раз возрастает концентрация спор микромицетов родов *Cladosporium* и *Alternaria*, вызывающих вспышки аллергических заболеваний у сельскохозяйственных рабочих [54].

Таким образом, представленные данные убедительно показывают необходимость строгого соблюдения условий хранения и транспортировки различных типов растительного сырья во избежание накопления значительной массы мицелиальных грибов и образуемых ими токсических веществ.

## Литература

1. Антонов В. Б. Биоповреждение зданий — одна из причин микозов и микогенной аллергии у городских жителей. Русский медицинский сервер 2003; <http://www.rusmedserv.com/mycology/html/antonov.htm>
2. Руцкая Е. А. Аспергиллез легких. Материалы научно-практической конференции «Актуальные вопросы лучевой диагностики». Минск, 5 ноября 2001: 75–81.
3. Елинов Н. П. Особенности иммунитета при грибковых инфекциях. В кн. «Медицинская микробиология, вирусология и иммунология». Под ред. Л. Б. Борисова и А. М. Смирновой. М.: «Медицина», 1994: 219–20.
4. Соболев А. В. Значение микромицетов в патологии легких у человека. Проблемы медицинской микологии. 1999; 1 (3). С. 4–9.
5. Kozakiewicz Z. *Aspergillus* species on stored products. Mycological Papers. 1989; 161. 188 p.
6. Mori T., Matsumura M., Yamada K., Irie S., Oshimi K., Suda K., Oguri T., Ichinoe M. Systemic aspergillosis caused by an aflatoxin-producing strain of *Aspergillus flavus*. Med. Mycol. 1998; 36: 107–112.
7. De Hoog G. S., Guarro J., Gene J., Figueras M. J. Atlas of clinical fungi. CBS, The Netherlands and Universitat Rovira i Virgili, Reus, Spain. 2000: 1126.
8. Pitt J. I. Toxigenic fungi and mycotoxins. Brit. Med. Bull. 2000; 56(1): 184–192.
9. Miller J. D. Fungi and mycotoxins in grain — implications for stored-product research. J. Stor. Prod. Research. 1995; 31 (1): 1–16.
10. Mateo J. J., Mateo R., Jimenez M. Accumulation of type A trichothecenes in maize, wheat and rice by *Fusarium sporotrichioides* isolates under diverse culture conditions. Int. J. Food Microb. 2002; 72 (1–2): 115–23.
11. Broggi L. E., Gonzales H. H. L., Resnik S. L., Pacin A. M. Mycoflora distribution in dry-milled fractions of corn in Argentina. Cereal Chem. 2002; 79 (5): 741–4.
12. Snyder O. P. Antimicrobial effects of species and herbs. 1997; <http://www.hi-tm.com/Documents/Spices.html>
13. Azzouz M. A., Bullerman, L. R. Comparative antimycotic effects of selected herbs and spices, plant components and commercial antifungal agents. J. Food Protect. 1982; 45: 1248–1301.
14. Sharma A., Tewari G. M., Shrikhande A. J., Padwal-Desai S. R., Bandyopadhyay C. Inhibition aflatoxin producing fungi by onion extracts. J. Food Sci. 1979; 44: 1545–7.
15. Richjmond B., Fields M. L. Distribution of thermophilic aerobic sporeforming bacteria in food ingredients. Appl. Microbiol. 1966; 14: 623–626.
16. Guergue J., Ramirez C. Incidence of aflatoxin-potential contamination in Spanish sausages. Ann. Nutr. Aliment. 1977; 31 (4–6): 485–8.
17. Aziz N. H., Youssef Y. A., El-Fouly M. Z. Moussa L. A. Medicinal plant, spices, mycoflora and mycotoxins. Bot. Bull. Acad. Sin. 1998; 39: 279–85.
18. Christensen C. M. et al. Microflora of red and black pepper. Appl. Microbiol. 1967; 15: 622–6.
19. Elshafie A. E., Al-Rashdi T. A., Al-Bahry S., Bakheit C. S. Fungi and aflatoxins associated with spices in the Sultanate of Oman. Mycopathologia. 2002; 155: 155–60.
20. Zaika, L. L. 1988. Spices and herbs: Their antimicrobial activity and its determination. J. Food Safety. 1988; 9: 97–118.
21. Мюллер Г., Литц П., Мюнх Г. Д. Микробиология пищевых продуктов растительного происхождения. М.: Изд-во «Пищевая промышленность», 1977: 343.
22. Udagawa S., Kurata H., Norizuki K., Takatori K., Nakao M., Takahashi K. Distribution of aflatoxin-producing fungi in crude drugs of plant origin. Proc. Jpn. Assoc. Mycotoxicol. 1976; 3/4: 35–7.
23. Hitokoto H., Morozumi S., Wauke T., Sakai S., Kurata H. Fungal contamination and mycotoxin detection of powdered herbal drugs. Appl. Environ. Microbiol. 1978; 36 (2): 252–6.
24. Matsushima T., Itoh H., Ikeda M. Investigation on the fungal spoilage of crude drug. J. Japan. Bot. 1958; 33: 12–23.
25. Halt M. Moulds and mycotoxins in herb tea and medicinal plants. Eur. J. Epidemiol. 1998; 14 (3): 269–74.
26. Horie Y., Yamazaki M., Itokawa H., Kinoshita H. On the toxigenic fungi contaminating herbal drugs as raw materials in pharmaceutical industries. Trans. Mycol. Soc. Jpn. 1979; 23: 435–47.
27. Roy A. K., Chourasia H. K. Mycoflora, mycotoxin producibility and mycotoxins in traditional herbal drugs from India. // J. Gen. Appl. Microbiol. 1990. V. 36(5). P. 295–302.
28. Chourasia H. K. Mycobiota and mycotoxins in herbal drugs of Indian pharmaceutical industries. Mycolog. Research. 1995; 99 (6): 697–703.
29. Dubey N. K., Kumar R., Tripathi P. Global promotion of herbal medicine: India's opportunity. Current science. 2004; 36 (1): P. 37–41.
30. Takatori K., Watanabe K., Udagawa S., Kurata H. Mycoflora of imported spices and inhibitory effects of the spices on the growth of some fungi. Proc. Jpn. Assoc. Mycotoxicol. 1977; 9: 36–8.
31. Matsushima T., Itoh H., Ikeda M. Investigation on the fungal spoilage of crude drug. 1. J. Japan. Bot. 1957; 32: 9–15.
32. Efuntoye M. O. Fungi associated with herbal drug plants during storage. Mycopathologia. 1996; 136 (2): 115–8.
33. Efuntoye M. O. Mycotoxins of fungal strains from stored herbal plants and mycotoxin contents of Nigerian crude herbal drugs. Mycopathologia. 1999; 147 (1): 43–8.
34. Machinski M., Soares L. M. V., Sawazaki E., Bolonezi D., Castro J. L., Bortolletto N. Aflatoxins, ochratoxin A and zearalenone in Brazilian corn cultivars. J. Sci. Food Agricult. 2001; 81(10): 1001–7.
35. Adebajo L. O., Idowu A. A., Adesanya O. O. Mycoflora and mycotoxins production in Nigerian corn and corn-based snacks. Mycopathologia. 1994; 126 (3): 183–192.
36. Kpodo K., Thrane U., Hald B. Fusaria and fumonisins in maize from Ghana and their co-occurrence with aflatoxins. // Int. J. Food Microb. 2000; 61(2–3): 147–157.
37. Heperkan D., Aran N., Ayfer M. Mycoflora and aflatoxin contamination in shelled pistachio nuts. J. Sci. Food Agric. 1994; 66: 273–8.
38. Takahashi H., Okano S., Ichinoe M. Present situation for production of pistachio nuts in Iran. Mycotoxins. 2001; 51 (2): 95–102.
39. Freire F. C. O., Kozakiewicz Z., Paterson R. R. M. Mycoflora and mycotoxins of Brazilian cashew kernels. Mycopathologia. 1999; 145: 95–103.
40. Cloete T. E., Kotze J. M. Microbiological aspects of tea manufacture in South Africa. Acta Hort. 1990; 275: 691–698.
41. Mahmoud M. I., El-Bazza Z. E., Mahamed Z. G. Aflatoxin production at different relative humidities on Gamma-irradiated herbs used as Egyptian drinks. Egypt. J. Pharm. Sci. 1992; 33: 21–30.
42. Halweg H., Podsiadlo B. Mikoflora herbaty. Acta Mycologica. 1991–1992; V. 27 (1): 115–20.
43. Gopina A., Shetty H. S. Occurrence and location of *Fusarium* species in Indian sorghum seed. Seed Sci. Technol. 1985; 13: 521–8.

44. El-Maghraby O. M. O. Mycotoxins and mycoflora of rice in Egypt with special reference to trichothecenes production and control. *J. Natural Toxins*. 1996; 5 (1): 49–59.
45. Gonzalez H. H. L., Resnik S. L., Boca R. T. Mycoflora of Argentinean corn harvested in main production area in 1990. *Mycopathologia*. 1995; 130 (1): 29–36.
46. Gonzalez H. H. L., Resnik S. L., Pacin A. M. Mycoflora of freshly harvested flint corn from Northwestern Provinces in Argentina. *Mycopathologia*. 2002; 155 (4): 207–11.
47. Rheeder J. P., Sydenham E. W., Marasas W. F. O., Thiel P. G., Shephard G. S., Schlechter M., Stockenstrom S., Cronje D. E., Viljoen J. H. Ear-rot fungi and mycotoxins in south-african corn of the 1989 crop exported to Taiwan. *Mycopathologia*. 1994; 127 (1): 35–41.
48. Rheeder J. P., Sydenham E. W., Marasas W. F. O., Thiel P. G., Shephard G. S., Schlechter M., Stockenstrom S., Cronje D. E., Viljoen J. H. Fungal investigation and mycotoxin contamination of south-african commercial maize harvested in 1989 and 1990. *South Afr. J. Sci.* 1995; 91(3): 127–131.
49. Safdar A., Shabeer A. Aeromycology of a Wheat field in Peshwar, Pakistan. *Sarhad J. Agric.* 1992; 8(5): 563–7.
50. Verweij P. E., Kerremans J. J., Voss A. Fungal contaminants of tobacco and marijuana. *JAMA*. 2000; 284: 2875.
51. Kurup, V. P., Resnick A., Kagen S. L., Cohen S. H., Fink J. N. Allergenic fungi and actinomycetes in smoking materials and their health implications. *Mycopathologia*. 1983; 82: 61–4.
52. Llewellyn G. C. and C. O. O'Rear. Examination of fungal growth and aflatoxin production on marijuana. // *Mycopathologia*. 1977; 62: 109–12.
53. Moody M. M., Wharton R. C., Schnaper N., Schimpff S. C. Do water pipes prevent transmission of fungi from contaminated marijuana? *New England J. Med.* 1982; 306: 1492–3.
54. Ghosh S. K., Gokani V. N., Doctor P. B. A preliminary aerobiological survey in nonvirginia tobacco fields. *Tobacco Research*. 1987; 13 (2): 144–9.