

УДК 575.224 504.53.054
AGRIS F40; P34

ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ НА АЭРОМИКОЛОГИЧЕСКИЙ СПЕКТР

©Кобзарь В. Н., SPIN-код: 4669-6355; ORCID: 0000-0001-9910-0148, д-р биол. наук,
Кыргызско-Российский славянский университет им. Б. Н. Ельцина,
Кыргызстан, г. Бишкек, kobzarvn@yandex.ru

©Осмонбаева К. Б., SPIN-код: 6501-0823, ORCID: 0000-0001-9606-9392, канд. биол. наук
Иссык-Кульский государственный университет им. К. Тыныстанова,
г. Каракол, Кыргызстан, kymbat_desperandum@rambler.ru

EFFECTS OF CHANGE LAND USE ON AEROMICOLOGICAL SPECTRUM

©Kobzar V., SPIN-код: 4669-6355; ORCID: 0000-0001-9910-0148, Dr. habil.,
Kyrgyz-Russian Slavic University B. N. Yeltsin,
Bishkek, Kyrgyzstan, kobzarvn@yandex.ru

©Osmonbaeva K., SPIN-код: 6501-0823; ORCID: 0000-0001-9606-9392, Ph.D.,
Issyk-Kul State University. K. Tynystanov,
Karakol, Kyrgyzstan, kymbat_desperandum@rambler.ru

Аннотация. В статье представлены результаты оценки влияния изменений землепользования, в связи с вступлением Кыргызстана в ЕЭС, на количественный и таксономический состав спор грибов в воздухе г. Каракол. Аэробиологические исследования проводились волюметрическим методом с помощью 7-дневной ловушки Ланзони, размещенной на высоте 13 м над уровнем почвы. Для эффективной идентификации спор грибов под световым микроскопом был создан дихотомический определитель воздушных спор грибов. Аэромикологический режим был образован 9 таксонами в 2015 году и 18 таксонами спор в 2016 году, из которых доминантный спектр составляли: споры кладоспория и альтернарии, регистрировавшиеся в воздухе весь период наблюдений. По частоте встречаемости аэроспор третьим таксоном являлся фузарий. Расширение площади сельскохозяйственных угодий, повышение ассортимента выращиваемых культур и рост фитопатологий в Иссык–Кульской области привели к тому, что в воздухе увеличилось число таксонов спор и появились ранее не определяемые в аэробиологических образцах споры ржавчинных и головневых грибов (тиллеции, сороспория и пукцинии).

Abstract. The article presents the results of the assessment of the impact of land use changes, in connection with the accession of Kyrgyzstan to the EEC, on the quantitative and taxonomic composition of fungal spores in the air of Karakol. Aerobiological studies were carried out by the volumetric method using a 7-day Lanzoni trap, placed 13 meters above the ground. For the effective identification of fungal spores under a light microscope, a dichotomous determinant of fungal air spores was created. The aeromycological regime was formed by 9 taxa in 2015 and 18 dispute taxons in 2016, of which the dominant spectrum consisted of: spores of *Cladosporia* and *Alternaria* recorded in the air for the entire observation period. In terms of the frequency of occurrence of aerospores, the third taxon was the Fusarium. The expansion of agricultural land, increasing the range of crops grown and the growth of phytopathologies in the Issyk–Kul region resulted in an increase in the number of spores taxon's in the air and spores of rust and smut fungi (tilletions, sporosporia and puccinia) not previously defined in aerobiological samples.

Ключевые слова: споры грибов, кладоспориум, альтернэрия, фузариум, землепользование, растительность, ржавчинные и головневые споры грибов.

Keywords: fungal spores, *Cladosporium*, *Alternaria*, *Fusarium*, land use, vegetation, rust and smut fungi spores.

В настоящее время серьезные риски для здоровья, вызванные спорами грибов, привлекают к себе все больше внимания в мировом сообществе. Аллергия к ним составляет около 20–30% в мировой популяции людей [1, с. 1101].

В связи с вступлением Кыргызстана в ЕЭС в 2015 году увеличена территория посевных земель для посадок овощных и плодово-ягодных культур. Обычно изменения в концентрации аэроаллергенов объясняются только изменением климата, а изменения в почвенном покрове не учитываются [2, с. 548]. С учетом того, что спектр аэроаллергенов связан не только с изменением климата и загрязнением окружающей среды, цель настоящей статьи заключалась в оценке влияния изменения землепользования на количественный и таксономический состав спор грибов в воздухе г. Каракол.

Материалы и методы

Аэриобиологические исследования осуществлялись общепринятым волюметрическим методом с помощью 7-дневной ловушки Ланзони, размещенной на крыше здания, на высоте 13 м над уровнем почвы в г. Каракол. Принцип и стандартная методика изучения концентрации аэроаллергенов описана ранее [3, с. 80]. Сбор материала осуществлялся весь вегетационный период — с марта по сентябрь.

Далеко не все типы спор удается дифференцировать под световым микроскопом по размеру, форме, структуре поверхности и цвету, так как определение спор грибов имеет существенные трудности. В связи с этим, для идентификации и подсчета спор грибов использовались атласы спор [4, с. 366–368; 5, с. 1–139;] и специально разработанный определить, основанный на дихотомическом ключе (Таблица 3).

Каракол расположен в восточной части Иссык–Кульской котловины Кыргызской Республики на высоте 1716 м НУМ у северного подножья хребта Терской Ала–Тау. Климат континентальный, отличается мягкостью, благодаря близости о. Иссык–Куль, незначительными колебаниями температуры. Теплое лето сменяется мягкой зимой. Среднегодовая температура — 5 °С, января — до 6 °С, июля — до 18 °С, среднегодовое количество осадков составляло 350–450 мм.

В Иссык–Кульской области площадь сельскохозяйственных угодий составляет 16418 тыс га (пашни — 188, 1 тыс, многолетние насаждения 6,4 тыс). Среди выращиваемых сельскохозяйственных культур наиболее значимы — зерновые колосовые (яровая и озимая пшеница, тритикале), зернобобовые (горох, кормовые бобы), кукуруза, кормовая и сахарная свекла, масличные, овощные, плодово-ягодные культуры, картофель, злаковые и бобовые однолетние и многолетние травы.

Результаты и их обсуждение

Число спор в атмосферном воздухе в течение года и в разные годы меняется в широких пределах. Вариации в количественном и таксономическом составе спор грибов в воздухе носят сезонный характер, достигая высоких концентраций летом из-за наличия в почве питательных веществ и комплекса метеофакторов. Поэтому в воздухе г. Каракол пиковые

концентрации аэроспор наблюдались летом и в начале осени, когда за дождливыми днями наступали солнечные, сухие и ветреные дни.

Аэромикологический режим г. Каракол в 2015 году был представлен 9 таксонами. Причем доминантный спектр составляли 2 (94,9%) таксона спор грибов, содержащихся в воздухе весь период наблюдений:

–аэроспоры кладоспория, максимальный уровень — 31248 (27.07), всего — 75538, 74,0% (спор грибов/ см³, с.г./см³);

–аэроспоры альтернрии, максимум — 5376 (28.07), всего — 21307 с.г./см³, 20,9%.

Остальную часть (5,1%) составляли споры грибов фузария, устилаго, гельминтоспория, стемфилия, торулы, эпикококкума, авребазидия (Таблица 1)

Таблица 1.

ИДЕНТИФИЦИРОВАННЫЕ ТАКСОНЫ СПОР ГРИБОВ В ВОЗДУХЕ г. КАРАКОЛ, 2015 г.

№	Наименование таксонов	Всего с.г./см ³	%	Максимальное число
1	Кладоспорий (<i>Cladosporium</i>)	75538	74,0%	31248 (27.07)
2	Альтернрия (<i>Alternaria</i>)	21307	20,9%	5376 (28.07)
3	Фузарий (<i>Fusarium</i>)	3220	3,15%	462 (06.08)
4	Устилаго (<i>Ustilago</i>)	625	0,61%	126 (02.08)
5	Гельминтоспорий (<i>Helminthosporium</i>)	595	0,58%	252 (28.07)
6	Стемфилий (<i>Stemphylium</i>)	135	0,13%	54 (30.06)
7	Торула (<i>Torula</i>)	85	0,08%	44 (19.06)
8	Эпикококкум (<i>Epicoccum</i>)	38	0,037%	21 (26.07)
9	Авребазидий (<i>Aureobasidium</i>)	9	0,009%	4 (28.06)
10	Неопределенные таксоны	478		0,46
Всего 9 таксонов		102030		100%

В аэромикологическом спектре Каракола 2016 года присутствовали уже 18 таксонов спор грибов. По количественному составу в атмосфере по-прежнему преобладали споры кладоспория (45,8%) и альтернрии (26,9%):

–аэроспоры кладоспория, максимальная концентрация 4485 (17.06), всего за сезон — 45160 с.г./см³;

–аэроспоры альтернрии, максимальная концентрация 2376 (22.06), всего за сезон — 21307 с.г./см³.

Далее в убывающем порядке регистрировались споры грибов (28,3%) фузария, серпулы, ботриса, устилаго, гельминтоспория, стемфилия, дрешлеры, торулы, пукцинии, эпикококкума, политринция, авребазидия, курвулярии, тиллеции, сороспория и фомы (Таблица 2).

Таким образом, аэромикологический спектр г. Каракол был образован 9 таксонами в 2015 году и 18 таксонами спор в 2016 году, среди которых этиологически значимыми были 2: споры кладоспория и альтернрии, регистрировавшиеся в воздухе весь период наблюдений. Предполагают, что споры грибов рода *Cladosporium* вызывают аллергическую реакцию у больных с атопией при концентрации более 3000 с.г./м³, а рода *Alternaria* — более 1200 с.г./м³ [6, с. 493].

Таблица 2.

ИДЕНТИФИЦИРОВАННЫЕ ТАКСОНЫ СПОР ГРИБОВ В ВОЗДУХЕ г. КАРАКОЛ, 2016 г.

№	Наименование таксонов	Всего с.г./см ³	%	Максимальное число
1	Кладоспорий (<i>Cladosporium</i>)	45160	45,8%	4485 (17.06.)
2	Альтернария (<i>Alternaria</i>)	26476	26,9%	2376 (22.06)
3	Фузарий (<i>Fusarium</i>)	14081	14,3%	1387 (15.05)
4	Серпула (<i>Serpula</i>)	3775	3,83%	401 (17.08)
5	Ботритис (<i>Botrytis</i>)	2638	2,7%	280 (12.08)
6	Устилаго (<i>Ustilago</i>)	2056	2,1%	229 (19.07)
7	Гельминтоспорий (<i>Helminthosporium</i>)	1238	1,25%	178 (27.04)
8	Стемфилий (<i>Stemphylium</i>)	763	0,77%	131 (11.08)
9	Дрешлера (<i>Drechslera</i>)	616	0,6%	79 (30.06)
10	Торула (<i>Torula</i>)	392	0,4%	58 (27.07)
11	Пукциния (Ржавчинный гриб) (<i>Puccinia</i>)	198	0,2%	32 (31.07)
12	Эпикоккум (<i>Epicoccum</i>)	191	0,2%	23 (02.08)
13	Политринций (<i>Polythrincium</i>)	177	0,17%	20 (23.07)
14	Авреобазидий (<i>Aureobasidium</i>)	167	0,17%	27 (27.04)
15	Курвулария (<i>Curvularia</i>)	104	0,1%	17 (25.07)
16	Тиллеция (Вонючая головня) (<i>Tilletia</i>)	79	0,08%	42 (09.08)
17	Сороспорий (<i>Sorosporium</i>)	23	0,02%	10 (01.06)
18	Фома (<i>Phoma</i>)	1	0,001%	1 (23.07)
19	Неопределенные таксоны	406		0,41%
Всего 18 таксонов		98541		100%

Несовершенные грибы (альтернария и кладоспорий) поражают как дикорастущие, так и культурные растения (картофель, помидоры, персики). Их споры имеют размеры не более 10 мкм (*Cladosporium macrocarpum* — 5–8 мкм). Аэроспоры альтернарии компенсируют свою меньшую концентрацию в воздухе большим размером (от 2 до 10 мкм), способствуя этим большему содержанию аллергенных белков в поверхностном слое.

Роль тандема спор грибов кладоспория и альтернарии, широко распространенных доминантных таксонов, как этиологически значимых в развитии аллергических заболеваний известна во многих странах мира [7, с. 51; 8, с. 38; 9, с. 42].

Третьим таксоном в рейтинге по частоте встречаемости спор грибов в воздухе г. Каракол является фузарий (3,15–14,3%), не превышающий размер 10 мкм. Большинство грибов этого рода — фитотрофы, вегетирующие на растениях разных семейств (гороха, фасоли, огурцов, дыни, арбузов, томатов). Они вызывают у них различные патологические симптомы — гниль корней, семян, плодов, а также общее угнетение и преждевременное увядание.

Ранее в аэриобиологических исследованиях идентифицированы споры грибов устилаго, торулы, серпулы, триходермы, никогда ранее не определявшихся в образцах других пунктов наблюдения республики, что их можно считать индикаторной чертой спектра г. Каракол [10, с. 32].

Благодаря развитию «зерновой независимости» региона, расширению площадей под зерновые культуры (яровая и озимая пшеница, тритикале)? повышение ассортимента выращиваемых культур и растительные патогены привели к тому, что в воздухе появились споры ржавчинных и головневых грибов (тиллеции, сороспория и пукцинии). Это грибы — фитопатогены, инфицирующие многие дикорастущие и культурные растения.

Следовательно, споры грибов в воздухе Каракола содержатся в достаточной и все возрастающей концентрации, чтобы оценить их аллергенный потенциал. Для многих фитопатогенов аэриобиологический путь распространения имеет большое значение в передаче заболеваний растений, животных и человека. Небольшой размер аэроспор позволяет им глубоко проникнуть в бронхи, что в свою очередь может привести к аллергическим реакциям нижних дыхательных путей, таких как астма и аллергический альвеолит.

Выводы:

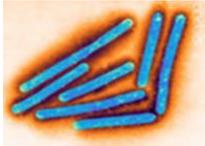
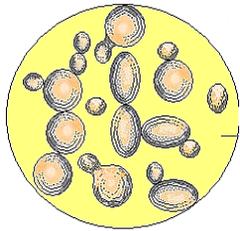
1. По количественному составу в воздухе г. Каракол из года в год стабильно доминировали аэроспоры кладоспория и альтернарии, имеющие высокую аллергенную активность. По частоте встречаемости спор грибов в атмосфере третьим таксоном является фузарий. Преимущественное большинство грибов этих таксонов — фитопатогены.

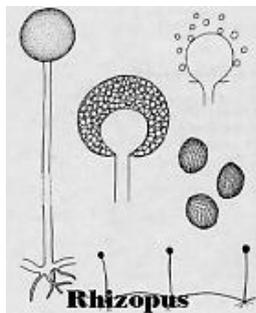
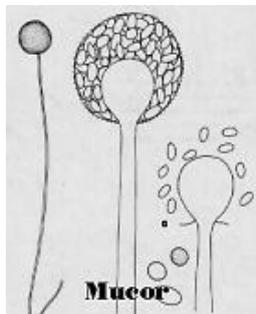
2. Расширение площади сельскохозяйственных угодий в Иссык-Кульской области, повышение ассортимента выращиваемых культур и растительные патогены привели к тому, что в воздухе увеличилось число и спектр таксонов спор и появились споры ржавчинных и головневых грибов (тиллеции, сороспория и пукцинии), ранее не идентифицировавшихся в аэриобиологических образцах.

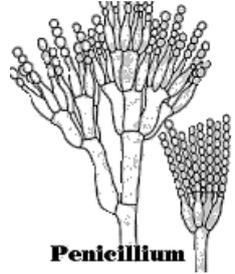
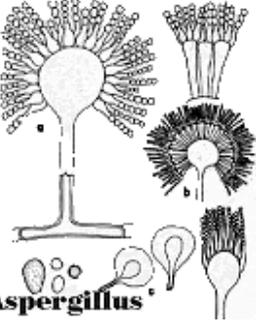
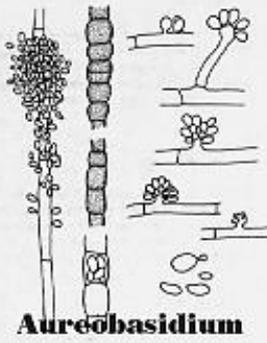
3. Разработанный нами дихотомический определитель воздушных спор повысит эффективность дифференциальной диагностики аэроаллергенов под световым микроскопом (Таблица 3).

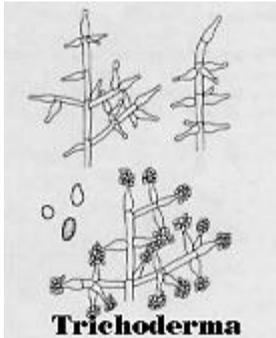
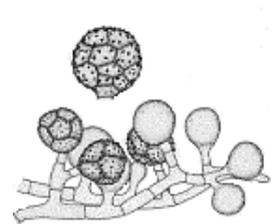
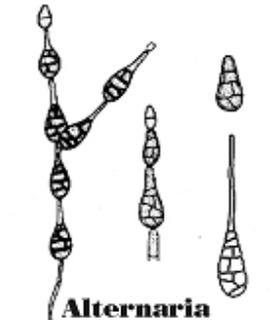
Таблица 3.

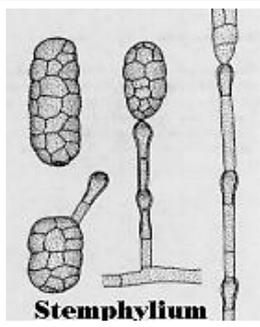
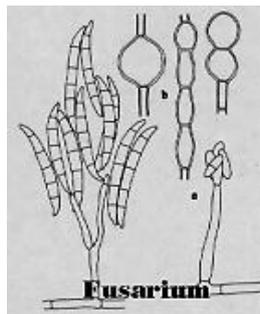
ОПРЕДЕЛИТЕЛЬ ВОЗДУШНЫХ СПОР ГРИБОВ ПОД МИКРОСКОПОМ

1	Гифы отсутствуют. Колонии мелкие, шаровидные и блестящие, обычно белые и маслянистые	2
	Гифы есть, колонии бесцветные или окрашенные	3
2	Колонии из мелких клеток, 0,5–2,0µm в диаметре, отдельные одиночные клетки не видны в СМ	<p>Бактерии</p> 
	Колонии из клеток 3–10µm диаметром, отдельные клетки видны в СМ	<p>Дрожжи</p> 
3	Мелкие клетки (споры) на ножке сверху или гифы имеются при анализе под СМ. Споры могут иметь сумку или быть круглыми	4
	Споры невидимые, колонии и окрашенный мицелий видны в СМ	Стерильные грибы

4	У гифов отсутствуют перегородки (при рассмотрении окрашенных молодых гиф под СМ). Споры в мешочках	5
	Гифы имеют перегородки, сумки могут иметь толстую оболочку (пикниды)	6
5	Споры одноклеточные от 4 до 8 мкм, с неровной поверхностью (гладкой, колючей или сетчатой), сферические по форме. Споры собраны в спорангии или освободились из них, гифы с короткими темными «проростками» в агаре	
	Споры собраны в спорангии, гифы не имеют «проростков» в агаре	
6	Споры продуцируются в сложных пикнидах (кувшинообразноеместилище у ржавчинных грибов)	Phoma
	Споры шаровидные или овальные, одиночные, не соединенные с друг другом, могут быть одноклеточными или многоклеточными	Puccinia 
	Споры шаровидные, одиночные, не соединенные с друг другом, могут быть одноклеточными или многоклеточными	Ustilago 
	Споры формируют свободные гифы	7
7	Споры содержат отдельные клетки без внутренних перегородок	8
	Большинство спор имеют перегородки, а у незрелых спор они отсутствуют	14
8	Споры собраны в сухие цепочки, когда не распространяются	9
	Споры собраны в группы или грозди, иногда выглядят влажными	12

9	Цепочка спор неветвистая	10
	Цепочка спор ветвистая	11
10	Цепочка спор образует кистевидный кластер, каждая цепочка имеет бутыловидную фиалиду	 <p>Penicillium</p>
	Конечная цепочка из спор заканчивается фиалидами с радиальной утолщенной везикулой Колонии часто имеют отличительные цвета, иногда развиваются закрытые аскокарпии	 <p>Aspergillus</p>
11	Колонии от темно оливкового цвета к абсолютно черному цвету, сухие споры шаровидные	 <p>Cladosporium</p>
12	Колонии плоские, жирные и блестящие, когда молодые, с возрастом становятся темными	 <p>Aureobasidium</p>
	Колонии сплюсненные, обычно серые или зеленые	13

13	<p>Масса спор зеленого цвета. Белого цвета, когда незрелые, находятся в почве</p>	 <p>Trichoderma</p>
	<p>Споры размером не более 10 мкм. Масса спор серая, колонии растущие и открытые</p>	 <p>Botrytis</p>
14	<p>Споры с вертикальными и горизонтальными стенками, от темного до черного цвета</p>	15
	<p>Споры со стенками только в одном направлении, могут быть светлыми или темными</p>	17
15	<p>Споры имеют полусферическую форму, в виде коричневых конидий с множественными перегородками. В культуре формирует характерный оранжевый или цвета ржавчины пигмент</p>	 <p>Epicoccum</p>
	<p>Споры с продольными и латеральными стенками, когда созревают</p>	16
16	<p>Коричневые споры размером не более 10 мкм. Одиночные споры формируют ветвистые цепочки, молодые — клювовидные</p>	 <p>Alternaria</p>

	Шаровидные споры не клювовидные, лежат по отдельности и имеют сжимающую их поперечную перегородку	 Stemphylium
17	Споры изгибаются, могут быть темными или бледными	18
	Споры цилиндрические, темные, более чем 100 мкм в длину с заметными перегородками	 Helminthosporium sp.
18	Колонии белые, пушистые с изогнутыми спорами, имеющие одну или много перегородок	 Fusarium
	Колонии темные, споры короткие, трехклеточные, с центральной клеткой больше, чем остальные	Другие

Список литературы:

1. Kurup V. P., Shen H. D., Banerjee B. Respiratory fungal allergy. Microbes *Aspergillus fumigatus* Infect. 2: 1101-patients // *Nippon Ishinkin Gakkai Zasshi*. 2000. V. 41. P. 157-160.
2. Garcia-Mozo H., Oteros J. A., Galán C. Impact of land cover changes and climate on the main airborne pollen types in Southern Spain // *Science of the Total Environment*. 2016. V. 548. P. 221-228.
3. Осмонбаева К. Б. Аэробиологические наблюдения в 2015 году в г. Каракол // *Альманах современной науки и образования*. 2016. №7. С. 78-82.
4. Levetin E. An atlas of fungal spores // *Journal of Allergy and Clinical Immunology*. 2004. V. 113. №2. P. 366-368.
5. Kaarik A. et al. Atlas of airborne fungal spores in Europe. Ed. by Siwert Nilsson. Berlin - New York: Springer-Verlag, 1983. 139 p.
6. Caretta G. Epidemiology of allergic disease: the fungi // *Aerobiologia*. 1992. V. 8. №3. P. 439-445.
7. Рыжкин Д. Н., Еланский С. Н., Желтикова Т. М. Мониторинг концентрации спор грибов *Cladosporium* и *Alternaria* в атмосферном воздухе г. Москвы // *Новые лекарства и новости фармакотерапии*. 2002. №2. С. 51-52.

8. Burge H. A. Airborne allergenic fungi // *Immunol. Allergy Clin. N. Am.* 1989. V. 9. P. 307-319.
9. Zukiewicz-Sobczak W. A. The role of fungi in allergic diseases // *Advances in Dermatology and Allergology/Postępy Dermatologii I Alergologii.* 2013. V. 30. №1. P. 42.
10. Кобзарь В. Н. Споры грибов и изменение климата // *Медицина Кыргызстана.* 2017. №4. С. 30-33.

References:

1. Kurup, V. P., Shen, H. D., & Banerjee, B. (2000). Respiratory fungal allergy. *Microbes Aspergillus fumigatus Infect. 2: 1101-patients. Nippon Ishinkin Gakkai Zasshi*, 41, 157-160.
2. García-Mozo, H., Oteros, J. A., & Galán, C. (2016). Impact of land cover changes and climate on the main airborne pollen types in Southern Spain. *Science of the Total Environment*, 548, 221-228.
3. Osmonbayeva K. B. 2016. Aerobiological observations in 2015 in Karakol [Aerobiological observations in 2015 in Karakol, the Kyrgyz Republic]. *Almanac of modern science and education*, (7), 78-82.
4. Levetin, E. (2004). An atlas of fungal spores. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 113(2), 366-368.
5. Nilsson, S., Kaarik, A., Keller J., & al. (1985). Atlas of Airborne Fungal Spores in Europe. Berlin, Springer, 139.
6. Caretta, G. (1992). Epidemiology of allergic disease: the fungi. *Aerobiologia*, 8(3), 439-445.
7. Ryzhkin, D. V., Elanskii, S. N., & Zheltikova, T. M. (2002). Monitoring kontsentratsii spor gribov Cladosporium i Alternaria v atmosfernom vozdukhie g. Moskvy. *Novye lekarstva i novosti farmakoterapii*, (2), 51-52.
8. Burge, H. A. (1989). Airborne allergenic fungi. *Immunol. Allergy Clin. N. Am.* 9, 307-319.
9. Żukiewicz-Sobczak, W. A. (2013). The role of fungi in allergic diseases. *Advances in Dermatology and Allergology/Postępy Dermatologii I Alergologii*, 30(1), 42.
10. Kobzar, V. N. (2017). Spory gribov i izmenenie klimata [Fungal spores and climate change]. *Meditsina Kyrgyzstana*, (4). 30-33.

*Работа поступила
в редакцию 11.10.2018 г.*

*Принята к публикации
16.10.2018 г.*

Ссылка для цитирования:

Кобзарь В. Н., Осмонбаева К. Б. Влияние изменения землепользования на аэромикологический спектр // Бюллетень науки и практики. 2018. Т. 4. №11. С. 51-60. Режим доступа: <http://www.bulletennauki.com/kobzar-osmonbaeva> (дата обращения 15.11.2018).

Cite as (APA):

Kobzar, V., & Osmonbaeva, K. (2018). Effects of change land use on aeromicrological spectrum. *Bulletin of Science and Practice*, 4(11), 51-60. (in Russian).