



ЭКОЛОГИЯ

И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ

---

---

DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2018.3.4>

UDC 632.4.01/.08: 58.071

LBC 44.7

**FEATURES OF THE STRUCTURAL  
AND FUNCTIONAL ORGANIZATION OF PATHOGENIC FUNGI HERBAGE  
OF SILVOPASTORAL SYSTEM**

**Svetlana V. Kolmukidi**

Federal Scientific Centre of Agroecology, Complex Melioration and Protective Afforestation  
of the Russian Academy of Sciences, Volgograd, Russian Federation;  
Volgograd State University, Volgograd, Russian Federation

**Abstract.** The materials devoted to the study of the features of the organization of the microflora communities of the pathogenic microflora of grassy vegetation of pastures of the open steppe and under the protection of artificial plantations are presented. The facilities are located on the lands of the North-Caucasus branch of the Federal Science Center for Agroecology, Russian Academy of Sciences in the Stavropol Territory. The identification of the species diversity of phytopathogens and the assessment of the intensity of plant infection were carried out by visual examination of the vegetation and subsequent analysis of the samples in the laboratory using methods generally accepted in phytopathology. The assessment of the biocenotic role of protective forest stands and the peculiarities of the formation of biotic microflora complexes was carried out using indices that are widely used to characterize biological diversity. The climate here is sharply continental, dry, with increased wind activity during the spring and autumn-winter periods. A distinctive feature is the frequent recurrence of southerly and southeastern winds. Soils are light brown, partially saline. Found 139 plant species. The species composition of pathogenic microflora, parasitic on plants of pasture grass stand, which is represented by 116 species, is described. Dominant species parasitizing on grassy vegetation of forest pastures have been established.

Of the pathogens, mushrooms from the *Pucciniomycetes* and *Dothideomycetes* classes predominate. Most often on grassy vegetation of pastures there are powdery mildew fungi of the genus *Erysiphe* (11 species), parasitic on widespread cereals, the genus *Leveillula* (5 species), found on *Asteraceae* and *Labiatae*, as well as species of fungi of the genus *Ustilago* (7 species). Rust fungi of the genus *Puccinia* are widely represented in these biotopes - 39 species.

Especially harmful pathogens annually cause significant damage to plants, are economically significant, and in favorable weather conditions, they cause epiphytotics: *Erysiphe umbelliferarum f. falcariae*, *E. graminis f. agropyri*, *E. graminis f. bromi*, *Uromyces glycyrrhizae*, *Ustilago bromivora* etc.

An assessment of the  $\alpha$ -diversity of the parasitic mycobiota revealed that the mycocomplex of the grass stand under the protection of shelterbelts with *Elaeagnus angustifolia* and *Robinia pseudoacacia* is characterized by the highest species abundance.

**Key words:** pasture cenosis, biodiversity, pathogenic fungi, protective forest belt, phytopathological monitoring.

## ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ ПАТОГЕННОЙ МИКОБИОТЫ ТРАВСТОЯ ЛЕСОПАСТБИЩНЫХ УГОДИЙ

Светлана Валерьевна Колмукиди

ФНЦ агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения РАН,

г. Волгоград, Российская Федерация;

Волгоградский государственный университет, г. Волгоград, Российская Федерация

**Аннотация.** Изложены материалы, посвященные изучению особенностей организации микрофлористических сообществ патогенной микрофлоры травянистой растительности пастбищ открытой степи и под защитой искусственных насаждений. Описан видовой состав патогенной микрофлоры травостоя пастбищ сухостепной зоны (Ставропольский край).

Установлены виды-доминанты, паразитирующие в травостое лесопастбищ, оценено их видовое богатство. Установлена сравнительная толерантность систематического состава основных лесобразующих пород к болезням.

**Ключевые слова:** пастбищные ценозы, биоразнообразие, патогенные грибы, защитная лесная полоса, фитопатологический мониторинг.

**Введение.** Модификация кормовых угодий пастбищ с введением лесных насаждений значительно влияет на флористическое разнообразие травянистой растительности и способствует его повышению [1, 3]. На пастбищах формируется уникальная среда обитания для ряда видов травянистых растений из редких семейств [2, 7]. Особенно богат ассортимент травостоя весной и в начале лета, в виду наличия в ассоциации эфемеров и однолетних злаков [4].

**Объектами** исследований являлись фитопатогенные грибы, паразитирующие в травостое и растительные сообщества аридных пастбищных и лесопастбищных экосистем.

**Цель исследований** – изучение влияния искусственных лесных насаждений на организацию микрофлоры в сообществах лесопастбищных экосистем в засушливом регионе.

**Материал и методы.** Детальные учеты проводили на учетных площадках открытого пастбища и в облесенных фитоценозах методами контрольных площадок и линейной оценки.

Интенсивность поражения растений инфекционными заболеваниями (качественный показатель) определяли, исходя из площади, пораженной поверхности органов, покрытых пятнами, налетами, пустулами, или по степени проявления других симптомов заболеваний,

для этого использовали специальные шкалы [6, 11, 13].

Эффект влияния лесонасаждений на организацию микобиоты травостоя пастбищ оценивался по показателям качественной представленности (видовое разнообразие, соотношение систематических групп, структура доминирования) и количественных характеристик (распространение и уровень развития инфекции).

Оценка видового богатства патогенной микрофлоры травостоя выпасов производилась с применением индексов, широко используемых при характеристике биологического разнообразия.

Тип климата региона исследования – резко континентальный, сухой, с повышенной ветровой активностью в весенний и осенне-зимний периоды. Отличительной особенностью является частая повторяемость южных и юго-восточных ветров. Объекты исследования расположены на каштановых и светлокаштановых, частью солонцеватых почвах.

На пастбищных угодьях Северо-Кавказского филиала ФНЦ агроэкологии РАН (ранее Ачикулакская НИЛОС) в растительном покрове преобладают: злаково-полынно-разнотравные, разнотравно-полынно-прутняковые, полынно-разнотравные, разнотравно-злаковые, злаково-разнотравные, прутняково-разнотравные ассоциации. В их состав чаще всего вхо-

дять виды из семейств мятликовых, маревых, астровых, капустных, бобовых [4, 9].

**Результаты и их обсуждение.** При изучении патогенной микобиоты травостоя пастбищ в степной полупустыни Ставропольского края было обнаружено 139 видов растений. Основными доминантами здесь являются ковыль Лессинга и прутняк протертый. Из среднеазиатской флоры присутствуют виды аистника, астрагал шерстистый и эфедра. На пастбищах широко распространены лекарственные виды, которые представлены солодкой голой, тимьяном Маршалла, тысячелистником, шалфеем, резаком и прочими [2, 9]. К ценным кормовым видам можно отнести люцерну синегибридную и малую, тонконог, костер кровельный, житняк сибирский, полынь Лерха, прутняк простертый, пырей сизый и другие. В травостое лесозащищенных пастбищ также встречаются растения, занесенные в Красную книгу, например, безвременник яркий и касатик кожистый [10, 11].

Микологический анализ выявил 116 видов патогенных грибов (рис. 1), которые относятся к 7 классам, их распространение и пространственное размещение находится в прямой зависимости от состава флористических сообществ [5].

В изученных фитоценозах преобладают ржавчинные грибы из класса *Pucciniomycetes* и несовершенные грибы из класса *Dothideomycetes*, составляющие 15,4–46,9% от обнаруженных грибов в изучаемом биотопе.

Сравнение видового разнообразия микобиоты травостоя открытых и мелиорирован-

ных пастбищ выявило, что видовое обилие микрофлоры лесопастбищ в 1,6 раза выше.

Чаще всего на травянистой растительности пастбищ встречаются мучнисторосяные грибы из рода *Erysiphe* (11 видов), паразитирующие на широко распространенных злаках, рода *Leveillula* (5 видов), встречающиеся на сложноцветных и губоцветных, а также виды головневых грибов рода *Ustilago* (7 видов). Широко представлены в этих биотопах ржавчинные грибы рода *Puccinia* – 39 видов. Обычными представителями этих микоценозов являются патогены (р. *Puccinia* и р. *Uromyces*), вызывающие ржавчину житняков, резака, костра кровельного, зопника, молочая и др. Они поражают растения, доминирующие во флористических сообществах травостоя.

Грибы из класса *Oomycetes* облигатные биотрофные паразиты охотнее заселяют растения лесопастбищных кормовых угодий, где микроклиматические условия благоприятнее и под пологом лесных полос сохраняется больше влаги [7, 14]. Этот факт объясняется особенностями размножения пероноспорных грибов (рода *Peronospora*), для прорастания спор необходимо наличие капельной влаги. Они, являясь облигатными паразитами, то есть, приспособленными жить только на определенных видах растений, населяют в большом количестве биотопы трансформированных пастбищ и практически отсутствуют в открытой степи (см. табл. 1).

В пастбищных ценозах встречаемость патогенных грибов и индекс развития болезней зависят от экологических условий среды

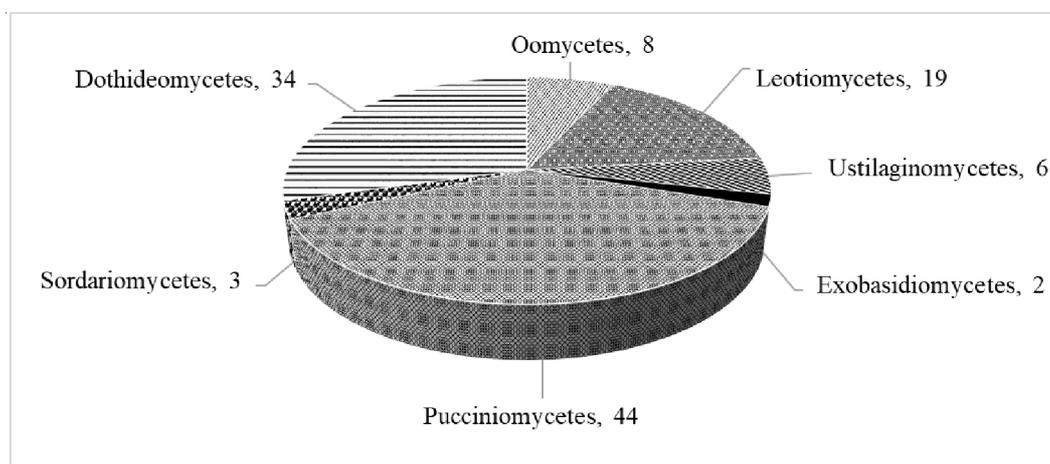


Рис. 1. Соотношение классов патогенных грибов травостоя на лесозащищенных пастбищах, виды

и восприимчивости растений к заболеваниям. Пространственное распределение фитопатогенов травянистой растительности лесопастбищ отражает мозаичность травостоя и проявление особенностей микроклиматического режима межполосных пастбищ и прилегающих биотопов, образованных с введением лесонасаждений [15].

Увеличение видового богатства микрофлористических сообществ лесопастбищ в целом положительно сказывается на взаимоотношениях видов грибов в микоценозах. Это выражается в повышении напряженности экологических связей – обостряется конкуренция между патогенами за пищевые ресурсы и, как следствие, снижается распространение и развитие болезней, вызываемых ими. Микроклиматический режим играет далеко не последнюю роль в функционировании микозов. Он становится мягче в трансформированных биотопах, возрастает флористическое разнообразие влаголюбивых растений. Так наиболее высокое развитие болезней растений отмечено в травостое лесных массивов. Здесь в среднем индекс развития болезней достигает 16,0%, что является следствием доминирования отдельных видов патогенов, (например, мучнистая роса резака) и немногочисленным видовым составом микобиоты травостоя (всего 32 вида).

Наращение видового богатства микобиоты влияет на варьирование индекса развития болезней. На лесопастбищах он в среднем составляет 8,3–16,0%, что в 1,4 раза выше в сравнении с микоценозами открытой степи. При этом наблюдается его изменение по основным биотопам лесопастбищ.

Несколько ниже развитие болезней в травостое лесных полос – 11,8 %, видовой состав паразитических грибов здесь возрастает в 2,1 раза. Значение индекса развития болезней на лесозащищенных кормовых угодьях приближается к таковому необлесенных пастбищ (8,3 %), несмотря на довольно разнообразный состав (94 вида) микрофлоры травянистой растительности.

В целом, на межполосных угодьях в сравнении с фитоценозами открытой степи индекс развития немногим ниже, за исключением мучнисторосяных (выше в 6,6 раза), несовершенных (выше в 1,6 раза) и ржавчинных (выше в 1,2 раза) грибов. На межполосных выпасах доминируют: ржавчина солодки (*Uromyces glycyrrhizae*) с развитием – 36,7 %, мучнистая роса пыреев и житняка (*Erysiphe graminis f. agropyri*) с развитием 10,5 % и ржавчина костра (*P. bromina*) с развитием 12,2 %. К субдоминантам здесь относятся виды ржавчины подмаренника (*P. difformis*) и зопника (*P. phlomoides*).

В лесных полосах в составе доминант присутствует мучнистая роса резака (*Erysiphe umbelliferarum f. falcarii*). Состав субдоминантных видов схож с таковым межполосных угодий.

В лесных массивах абсолютным доминантом является фитопатоген, вызывающий мучнистую росу резака, который в некоторых фитоценозах имел 100% распространение и очень высокое развитие (до 54,8 %).

Для экологической характеристики долговременных взаимосвязей между растениями травостоя пастбищ и паразитирующими на них патогенными грибами мы разделили множество фитопатогенов на три группы: хрони-

Таблица 1

Видовое обилие патогенной микобиоты пастбищных угодий

Классы	Открытое пастбище		Мелиорированное пастбище			
	Кол-во видов	Развитие болезни, %	Лесные полосы		Межполосные угодья	
			Кол-во видов	Развитие болезни, %	Кол-во видов	Развитие болезни, %
<i>Oomycetes</i>	–	–	7	4,5	4	2,7
<i>Leotiomycetes</i>	11	1,3	15	9,7	15	8,6
<i>Ustilaginomycetes</i>	5	0,1	5	0,3	7	0,2
<i>Pucciniomycetes</i>	27	18,6	18	37,2	38	22,4
<i>Sordariomycetes</i>	3	16,2	2	10,5	3	10,2
<i>Dothideomycetes</i>	27	6,3	26	8,7	31	5,6
Всего:	73	–	69	–	94	–

ческие, спорадические и особо вредоносные патогены.

*Хронические патогены* всегда присутствуют в составе микокомплекса, но они малочисленны и не причиняют серьезного вреда растениям. Некоторые болезни развиваются в конце вегетационного сезона (*Cladosporium herbarum*), когда зараженные растения уже почти созрели, некоторые – поражают более старые побеги, которые не играют особой роли в жизни растений. К этой группе патогенов относятся возбудители пятнистостей листьев из классов несовершенных грибов. Иногда хронический патоген может стать более агрессивным и вызвать массовое поражение растений, например, с появлением новых рас паразита, мутаций или потерей устойчивости растения к данному виду гриба.

*Спорадические патогены* в некоторые годы поражают только отдельно взятые экземпляры растений, в другие же распространяются более широко, то есть их распространение и развитие носят нерегулярный характер, находятся в явной зависимости от погодных условий (грибы из рода *Peronospora*).

Особо вредоносные патогены ежегодно причиняют значительный вред растениям, являются хозяйственно значимыми, а в благоприятные по погодным условиям годы вызывают эпифитотии: мучнистая роса резака, житняков и пыреев, костра, ржавчина солодки голой, ржавчина диких злаков, головня костра и др.

Наиболее сбалансированы взаимосвязи между фитопатогенами в сообществах на лесозащищенном пастбище в сравнении с пастбищными угодьями открытой степи. Здесь обитает на 22,9 % больше фитопатогенных грибов: особо вредоносных и спорадических – по 30,5 %, хронических патогенов – 23,7 % от общего числа обнаруженных паразитов.

На лесозащищенном пастбище в разных биотопах распределение фитопатогенных грибов происходит неоднозначно. Широко представлены особо вредоносные патогены облигатными паразитами, которые составляют 27,1%, от общего видового обилия грибов. К ним относятся патогены мучнистой росы житняков и пыреев.

Факультативные паразиты составляют 3,4%, это – *Botrytis cinerea*, являющийся полифагом и паразитирующий на многих видах растений, *Microdochium nivale*, поражающий злаковые, *Verticillium dahliae*, вызывающий увядание и гибель растений из разных семейств. Спорадические патогены представлены облигатными паразитами – 28,8%. Это большая часть пероноспорных грибов, вызывающих ложную мучнистую росу мака донника, зопника и бурачка (*Peronospora arborescens*, *P. melilot*, *P. stigmaticola*), многие ржавчинные грибы – *Puccinia agrostidis* (полевица), *P. stipina* (шалфей, чабрец), *P. isiacae* (синеголовник) и т. п., несовершенные грибы – *Alternaria radicina* (резак, морковник) и другие.

Хронические патогены представлены факультативными сапрофитами – анаморфными грибами, вызывающими в основном пятнистости листьев, такие как рамуляриоз – *Ramularia matricariae* (ромашка), *R. plantaginis* (подорожник), церкоспороз – *Cercospora beticola* (лебеда, марь), аскохитоз – *Ascochyta ussiliaginis* (осот полевой), *A. imperfecta* (люцерна), септориоз – *Septoria associata* и *S. carduicola* (чертополоха), *S. macrospora* (живокости) и прочие.

В травостое лесных полос видовое обилие особо вредоносных патогенов незначительно снижается (на 5,9%) за счет обеднения состава облигатных паразитов, обитающих на определенных видах растений. Это связано со снижением флористического разнообразия травостоя. Также выпадают из состава виды хронических патогенов, число их снижается на 13,5%. При этом число спорадических патогенов остается неизменным – 30,5%. Такое распределение количества патогенов разных групп может спровоцировать эпифитотии отдельных видов паразитных грибов при благоприятных погодных условиях, что наблюдалось в 2007, 2011 и 2016 годах в травостое вязовой лесной полосы.

Развитие болезней, вызываемых особо вредоносными патогенами в лесных полосах возрастает в 1,6 раза.

В лесном массиве также отмечается снижение видового обилия по всем группам патогенов в сравнении с межполосным пастбищем: особо вредоносных и спорадических на 17,8 %,

хронических патогены – на 22,9 %. Это объясняет нарастание индекса развития болезней, вызываемых хроническими патогенами в 2,7 раза, особо вредоносными – в 2,4 раза.

Анализ влияния параметров лесных полос на развитие микоценозов межполосных пастбищ показал, что видовой состав и структуру микобиоты травянистой растительности лесозащищенного пастбища находятся в прямой зависимости от конструкции лесных полос. Оценка б-разнообразия выявила, что самым высоким видовым обилием отличается микокомплекс травостоя, под защитой лесных полос из лоха узколистного и робинии лжеакации (табл. 2). Здесь обитает в 1,4–1,6 больше видов по сравнению с фитоценозами пастбищ, примыкающих лесополосам из вяза мелколистного и тамарикса, а также тамарикса и джужгуна. Значения индекса встречаемости и индекса развития фитопатогенов здесь, напротив, снижается – в среднем в 1,2–2,1 раза также, как и развитие болезней, вызываемых ими – в 1,4–2,6 раза.

Распределение индексов видового богатства варьирует в зависимости от числа обнаруженных в биотопе видов и численного обилия отдельных видов фитопатогенов. Максимальное значение индекса видового богатства Менхиника имеют микокомплексы травянистой растительности межполосного пастбища под защитой лесных полос из лоха (1,48) и робинии (3-рядной – 1,38). На межполосном пространстве, примыкающему к 5-рядной лесополосе из робинии значение индекса снижается – 1,20. Самый низкий показатель характерен для сообщества фитопатогенов травостоя под защитой тамариксо-джужгуновой полосы –  $D_{Mn} = 0,72$ , что в 2 раза ниже, чем у микоцено-

зов под защитой лоховой полосы. Надо отметить, что значение индекса Менхиника у сообществ патогенных грибов под защитой вязовой полосы (0,78) несколько ниже, чем таковое у микокомплексов под защитой чистой тамариксовой полосы. Включение в состав тамариксовой лесной полосы джужгуна неблагоприятно влияет на видовое разнообразие фитопатогенов, и оно снижается.

Самое низкое значение у индекса доминирования Бергера-Паркера сообществ под защитой лоховой (1,05) лесной полосы. Это объясняется наличием достаточно большого числа видов-доминантов. Здесь доминируют мучнистая роса резака, ржавчина солодки, подмаренника и др. Самым высоким показателем доминирования обладает микрофлора травостоя под защитой тамариксовой лесной полосы, здесь доминирует пятнистость шалфея (*Cercospora salviicola*).

**Заключение.** Представленные данные указывают на ключевую роль лесомелиорации в реализации задач сохранения биоразнообразия, экологической стабильности ландшафта, природных механизмов функционирования и саморегулирования. Важнейшей составляющей системы управления состоянием растениеводства является конструирование экологически сложных пастбищных экосистем, прежде всего через лесомелиоративное обустройство территории с оптимальным соотношением разных видов сельскохозяйственных угодий [8]. На трансформированных лесопастбищах изменяется состав микрофлористических сообществ, а также структура доминирования опасных фитопатогенов. Данный вопрос относится к числу наименее изученных в экологии. В настоящее время зна-

Таблица 2  
Влиянием лесных полос разной конструкции на структуру микокомплексов травостоя прилегающего межполосного пастбища

Показатели	Лесные полосы					
	Лох	Робиния		Вяз	Тамарикс	Тамарикс + джужгун
		3-рядная	5-рядная			
Количество видов, шт.	69	66	62	48	42	42
Индекс встречаемости, %	38,1	36,0	4,1	60,4	74,2	70,4
Индекс развития болезни, %	10,5	11,5	14,2	26,5	20,1	26,9
Индекс Менхиника ( $D_{Mn}$ )	1,48	1,38	1,20	0,78	0,83	0,72
Индекс Бергера-Паркера, d	1,05	1,42	1,63	2,01	3,17	2,50
1-d – величина, обратная индексу Бергера-Паркера	0,50	0,42	0,63	1,01	2,17	1,50

чение подобных исследований приобретает важность в связи с активным поиском экологически рациональных путей сохранения биоразнообразия [16] и снижения потерь урожая от вредоносных организмов [7, 10, 17].

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вдовенко, А.В. Обоснование и система мероприятий оптимизации использования трансформированных кустарником кормовых угодий на юге страны / А.В. Вдовенко, Л.П. Рыбашлыкova, В.В. Лепеско // Научный альманах. – 2017. - 9-2(35). – С. 201–204.

2. Власенко, М.В. Влияние лекарственных растений на фитосанитарное состояние пастбищ Северо-Западного Прикаспия / М.В. Власенко // Известия ОГАУ. – 2013. - №5 (43). – С. 199–203.

3. Власенко, М.В. Продуктивность и сезонная динамика накопления фитомассы на естественных и мелиорированных пастбищах Сарпинской низменности / М.В. Власенко, А.К. Кулик, В.П. Воронина // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2014. - №2(34). – С. 83–88.

4. Воронина, В. П. Агроэкологический потенциал пастбищных экосистем Северо-Западного Прикаспия в условиях меняющегося климата: автореф. ... доктор. с.-х. наук: 06.03.04: 03.00.16. – Волгоград, 2009. – 48 с.

5. Колмукиди, С.В. Патогенная микрофлора лесопастбищных ценозов [Текст] / С.В. Колмукиди // Защитное лесоразведение, мелиорация земель и проблемы земледелия в Российской Федерации: сб. науч. тр. междунар. науч.-практ. конф. – Волгоград, 2008. – С. 283–285.

6. Колмукиди, С.В. Методы эколого-патологической оценки древесных растений в условиях интродукции для выявления их адаптивного потенциала [Текст] / С.В. Колмукиди, Е.А. Крюкова // Наука. Мысль. – 2016. - № 7-1. - С. 52–68.

7. Петров, В.И. Лесопастбищные экосистемы Северо-Западного Прикаспия и конструирование устойчивых ценозов / В.И. Петров, В.П. Воронина // Вестник МГУЛ – Лесной вестник. – 2008. - №2. – С. 30–35.

8. Петров, В. И. Биоразнообразие и энергетическая оценка лесопастбищных экосистем северо-западного Прикаспия / В. И. Петров, В. П. Воронина // Вестник РАСХН. – № 5. – 2006. – С. 30–33.

9. Проездов, П.В. Динамика видового состава и продуктивности трав пастбищ под влиянием лесных полос / П.В. Проездов, А.В. Панфилов, О.Г. Удалова, Е.В. Гулина, Н.А. Спивак // Аграрный научный журнал. – 2017. - № 8. - С. 24–28.

10. Халилов, Ш. А. Экологическая оптимизация агроландшафтов в аридной зоне юго-востока России / Ш. А. Халилов, А. К. Шардаков // Аграрный научный журнал. – 2018 - № 10. – С. 41–45.

11. Чумаков, А. К. Основные методы фитопатологических исследований [Текст] / А.К. Чумаков, И.И. Минкевич, Ю.И. Власов и др. – Москва: Колос, 1974. – 250 с.

12. Шардаков, А.К. Мониторинг землепользования лесопастбищных угодий в аридной зоне / А.К. Шардаков / Кадастр недвижимости и мониторинг природных ресурсов: междунар. науч.-техн. интернет-конференция. - В 2 т. Т.1- Тула: Изд-во ТулГУ, 2016. – С. 340–342.

13. Angima, S. D. Silvopasture: An Agroforestry Practice / S. D. Angima // Oregon State University. EM 8989-E. - October 2009. Pp- 1-7. <https://catalog.extension.oregonstate.edu/sites/catalog/files/project/pdf/em8989.pdf>

14. Frost, W. E. Understory-Canopy Relationships in Oak Woodlands and Savannas / William E. Frost; James W. Bartolome; J. Michael Connor // Source: In: Pillsbury, Norman H.; Verner, Jared; Tietje, William D., technical coordinators. 1997. Proceedings of a symposium on oak woodlands: ecology, management, and urban interface issues; 19–22 March 1996; San Luis Obispo, CA. Gen. Tech. Rep. PSW-GTR-160. Albany, CA: Pacific Southwest Research Station, Forest Service, U.S. Department of Agriculture; P. 183-190.

15. Silva-Pando, F.J. Pasture production in a silvopastoral system in relation with microclimate variables in the Atlantic coast of Spain. / F.J. Silva-Pando, M.P. González-Hernández, M.J. Rozados-Lorenzo // Agroforestry Systems. - December 2002, Volume 56, Issue 3, pp 203-211. <https://doi.org/10.1023/A:1021359817311>.

16. Sistla, S. A. Agroforestry Practices Promote Biodiversity and Natural Resource Diversity in Atlantic Nicaragua / Seeta A. Sistla, Adam B. Roddy, Nicholas E. Williams, Daniel B. Kramer, Kara Stevens, Steven D. Allison / PLoS ONE 11(9): September 8, 2016. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0162529>

17. Steen, J.G. Agro-forestry & Silvo-pasture: the future of food and restorative land management by James Geoffrey Steen / J.G. Steen. // Gurukula Network. - Is. 42 – July 2016. – P. 12-13.

### REFERENCES

1. Vdovenko A.V., Rybashlykova L.P., Lepesko V.V. Obosnovanie i sistema meropriyatij optimizacii ispolzovaniya transformirovannykh kustarnikom kormovykh ugodij na yuge strany / A.V. Vdovenko, L.P. Rybashlykova, V.V. Lepesko // Nauchnyj almanax. – 2017. - 9-2(35). – S. 201-204.

2. Vlasenko M. V. Vliyanie lekarstvennykh rastenij na fitosanitarnoe sostoyanie pastbishh Severo-Zapadnogo Prikaspiya // *Izvestiya OGAU*. - 2013. - №5 (43). - S. 199–203.

3. Vlasenko M.V., Kulik A.K., Voronina V.P. Produktivnost i sezonnaya dinamika nakopleniya fitomassy na estestvennykh i meliorirovannykh pastbishhax Sarpinskoy nizmennosti / M.V. Vlasenko, A.K. Kulik, V.P. Voronina / *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: Nauka i vysshee professionalnoe obrazovanie*. - 2014. - №2(34). - S. 83–88.

4. Voronina V. P. Agroekologicheskij potencial pastbishhnykh ekosistem Severo-Zapadnogo Prikaspiya v usloviyax menyayushhegosya klimata: avtoref. ... doktor. s.-x. nauk: 06.03.04: 03.00.16. – Volgograd, 2009. – 48 s.

5. Kolmukidi S.V. Patogennaya mikroflora lesopastbishhnykh cenozov [Tekst] / S.V. Kolmukidi // *Zashhitnoe lesorazvedenie, melioraciya zemel i problemy zemledeliya v Rossijskoj Federacii: sb. nauch. tr. mezhdunar. nauch.-prakt. konf.* – Volgograd, 2008. – S. 283–285.

6. Kolmukidi S.V. Metody ekologo-patologicheskoy ocenki drevesnykh rastenij v usloviyax introdukcii dlya vyyavleniya ix adaptivnogo potenciala [Tekst] / S.V. Kolmukidi, E.A. Kryukova // *Nauka. Mysl.* -2016. -№ 7-1. - S. 52-68.

7. Petrov V. I., Voronina V. P. Lesopastbishhnye ekosistemy Severo-Zapadnogo Prikaspiya i konstruirovaniye ustojchivykh cenozov / V.I. Petrov, V.P. Voronina // *Vestnik MGUL – Lesnoj vestnik*. - 2008. - №2. – S. 30–35.

8. Petrov, V. I. Bioraznoobrazie i energeticheskaya ocenka lesopastbishhnykh ekosistem severo-zapadnogo Prikaspiya/ V. I. Petrov, V. P. Voronina / *Vestnik RASXN*. – № 5. – 2006. – S. 30–33.

9. Proezdov P.V. Dinamika vidovogo sostava i produktivnosti trav pastbishh pod vliyaniem lesnykh polos / P.V. Proezdov, A.V. Panfilov, O.G. Udalova, E.V. Gulina, N.A. Spivak // *Agrarnyj nauchnyj zhurnal*. - 2017. - № 8. - S. 24–28.

10. Xalilov Sh. A. Ekologicheskaya optimizaciya agrolandshaftov v aridnoj zone yugo-vostoka Rossii

/ Sh. A. Xalilov, A. K. Shardakov // *Agrarnyj nauchnyj zhurnal*. – 2018 - № 10. – S. 41–45.

11. Chumakov, A. K. Osnovnye metody fitopatologicheskix issledovanij [Tekst] / A.K. Chumakov, I.I. Minkevich, Yu.I. Vlasov i dr. – Moskva: Kolos, 1974. – 250 s.

12. Shardakov A.K. Monitoring zemlepolzovaniya lesopastbishhnykh ugodij v aridnoj zone / A.K. Shardakov / *Kadastr nedvizhimosti i monitoring prirodnykh resursov: mezhdunar. nauch.-texn. internet-konferenciya*. - V 2 t. T.1- Tula: Izd-vo TulGU, 2016. – S. 340–342.

13. Angima S. D. Silvopasture: An Agroforestry Practice / S. D. Angima // *Oregon State University. EM 8989-E*. - October 2009. Pp- 1-7. <https://catalog.extension.oregonstate.edu/sites/catalog/files/project/pdf/em8989.pdf>

14. Frost W. E. Understory-Canopy Relationships in Oak Woodlands and Savannas / William E. Frost; James W. Bartolome; J. Michael Connor // Source: In: Pillsbury, Norman H.; Verner, Jared; Tietje, William D., technical coordinators. 1997. *Proceedings of a symposium on oak woodlands: ecology, management, and urban interface issues*; 19–22 March 1996; San Luis Obispo, CA. Gen. Tech. Rep. PSW-GTR-160. Albany, CA: Pacific Southwest Research Station, Forest Service, U.S. Department of Agriculture; P. 183–190.

15. Silva-Pando F.J. Pasture production in a silvopastoral system in relation with microclimate variables in the Atlantic coast of Spain. / F.J. Silva-Pando, M.P. González-Hernández, M.J. Rozados-Lorenzo // *Agroforestry Systems*. - December 2002, Volume 56, Issue 3, pp 203-211. <https://doi.org/10.1023/A:1021359817311>.

16. Sistla S. A. Agroforestry Practices Promote Biodiversity and Natural Resource Diversity in Atlantic Nicaragua / Seeta A. Sistla, Adam B. Roddy, Nicholas E. Williams, Daniel B. Kramer, Kara Stevens, Steven D. Allison / *PLoS ONE* 11(9): September 8, 2016. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0162529>.

17. Steen J.G. Agro-forestry & Silvo-pasture: the future of food and restorative land management by James Geoffrey Steen / J.G. Steen. // *Gurukula Network*. - Is. 42 – July 2016. – P. 12–13.

### **Information about the Author**

**Svetlana V. Kolmukidi**, Candidate of Agricultural Sciences, Leading Researcher, Laboratory of Biotechnology, Federal Scientific Centre of Agroecology, Complex Melioration and Protective Afforestation of the Russian Academy of Sciences (FSC of Agroecology RAS), Prosp. Universitetsky, 97, 400062 Volgograd, Russian Federation; Associate Professor, Department of Biology, Volgograd State University, Prosp. Universitetsky, 100, 400062 Volgograd, Russian Federation, [vnialmi@mail.ru](mailto:vnialmi@mail.ru).

### **Информация об авторе**

**Светлана Валерьевна Колмукиди**, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории биотехнологий, Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук (ФНЦ агроэкологии РАН), просп. Университетский, 97, 400062 г. Волгоград, Российская Федерация; доцент кафедры биологии, Волгоградский государственный университет, просп. Университетский, 100, 400062 г. Волгоград, Российская Федерация, vnialmi@mail.ru.