



УДК 631.45

**ЛЕКАРСТВЕННЫЕ РАСТЕНИЯ КАК ФИТОМЕЛИОРАНТЫ НА ЧЕРНОЗЕМЕ
ВЫЩЕЛОЧЕННОМ****MEDICINAL HERBS AS PHYTO-RECLAMATION AGENTS ON LEACHED
CHERNOZEM****И.Д. Свистова¹, Н.М. Кувшинова¹, К.Е. Стекольников², Н.Н. Назаренко²
I.D. Svistova¹, N.M. Kuvshinova¹, K.E. Stekolnikov², N.N. Nazarenko²**¹ Воронежский государственный педагогический университет, Россия, 394043, Воронеж, ул. Ленина, 86² Воронежский государственный аграрный университет им. императора Петра I,
Россия, 394087, Воронеж, ул. Мичурина, 1¹ Voronezh state pedagogical University, 86, Lenina St, Voronezh, 394043, Russia² Voronezh state agrarian University named after Emperor Peter I, 1, Michurina St, Voronezh, 394087, Russia

E-mail: i.svistova@mail.ru; natali_7.09@mail.ru

Аннотация. Исследована возможность использования 26 видов лекарственных растений для фитомелиорации чернозема. Растения выращивали в монокультуре в течение 4-х лет. В качестве критериев были изучены изменения состава почвенно-поглощающего комплекса, инфекционный потенциал (накопление фитопатогенных грибов) и фитотоксическая активность почвы. Для фитомелиорации на черноземе выщелоченном рекомендованы солодка голая и стевия медовая, так как они снижают показатели актуальной, обменной и гидролитической кислотности почвы, ее инфекционный потенциал и не вызывают роста фитотоксической активности. Предложены информативные параметры для биомониторинга чернозема выщелоченного в процессе фитомелиорации.

Resumé. Rizodeposits play an important role in the functioning of the system soil – microbial society – plants. Medicinal herbs synthesize a specific secondary metabolites of phenolic nature. The objective was to study the influence of medicinal herbs on the state of the soil-absorbing complex, and soil biological activity.

Soil - cultivated leached chernozem. Medicinal herbs of 26 species were grown in monoculture for 4 years. As criteria have been studied exchange and hydrolytic acidity of the soil, content of calcium, infectious potential (accumulation of pathogenic fungi) and phytotoxic activity of the soil. Alkalizing effect of a number of plants without the accumulation of calcium in the soil was discovered. For phytomelioration on leached chernozem were selected plants with the optimum combination of properties. It is recommended to use the Common licorice and Stevia rebaudiana, as they cause a significant neutralization of the soil, it greatly reduces the infectious potential and do not cause the growth of soil phytotoxic activity. Informative parameters were offered for biomonitoring of leached chernozem in phytomelioration.

Ключевые слова: лекарственные растения, фитомелиорация, почвенно-поглощающий комплекс, инфекционный потенциал, биологическая активность почвы.

Key words: medicinal herbs, phytoremediation, soil-absorbing complex, infectious potential, biological activity of the soil.

Введение

Задачей современного земледелия является переход к биологизированной системе возделывания растений и биоремедиации деградированных земель. Основные проявления деградации черноземов ЦЧЗ – дегумификация, развитие почвоутомления и для северных подтипов подкисление как результат многолетнего применения высоких доз минеральных удобрений. Почвоутомление – комплексное явление, причиной которого может быть как недостаток элементов минерального питания растений, так и нарушение физико-химических свойств почвы, а также биогенные факторы: накопление в почве вредителей и возбудителей болезней растений, развитие почвенного фитотоксикоза в результате выделения токсичных веществ растениями (аллелопатия) или почвенными микроорганизмами [Лобков, 1994].

Одним из приемов ремедиации почвы является фитомелиорация. Растения выделяют в почву ризодепозиты – это корневые экссудаты (сахара, органические и аминокислоты, спирты, гормоны, витамины), полисахаридные слизи (муцигель), ферменты, летучие



органические вещества, а также корневой опад (слущивающиеся клетки корневого чехлика и корневые волоски) [Заварзин, Колотилова, 2003; Звягинцев и др., 2004]. По современным оценкам, более 40% углерода, фиксированного в процессе фотосинтеза, теряется здоровым растением в виде ризодепозитов в почву [Экология ... , 2004].

Ризодепозиты и растительная мортмасса играют важнейшую роль в функционировании системы почва – микробное сообщество (МСО) – растения. В прикорневой зоне растений меняются свойства почвы, формируется специфическое МСО, активизируются микробиологические процессы, в том числе круговороты биогенных элементов, разрушение поллютантов и др. К негативным факторам относится накопление в почве под растениями фитопатогенов и токсигенных видов микроорганизмов [Свистова, Щербаков, 2002; Свистова и др., 2003; Стахурлова и др., 2007].

Состав ризодепозитов заметно отличается для растений различных семейств. В качестве фитомелиорантов широко используются многолетние травы, сидеральные и промежуточные посевы бобовых и крестоцветных растений. Нами предпринята попытка использования лекарственных растений как фитомелиорантов на подкисленном старопашотном черноземе. Известно, что эта группа растений синтезируют специфические вторичные метаболиты, в основном фенольной природы, которые и обуславливают лечебное действие.

Целью работы было изучение влияния многолетних монокультур лекарственных растений на состояние почвенно-поглощающего комплекса, инфекционный потенциал и фитотоксическую активность почвы.

Объекты и методы исследования

На территории ботсада им. Келлера Воронежского государственного аграрного университета был заложен полевой мелкоделяночный опыт, где в монокультуре в течение 4-х лет выращивали лекарственные растения. Размер делянок 1.5×1.5 м, повторность опыта двукратная.

Почва опытного участка – чернозем выщелоченный малогумусный среднесуглинистый. Содержание гумуса 4.4–5.2%; рНводн 6.0–6.2; рНсол 5.5–5.7; Нг 2.4–3.1 мг·экв/100 г, сумма поглощенных оснований 27,1–29,4 мг·экв/100 г, степень насыщенности катионами 74–80%. Образцы почвы отбирали под растениями из слоя 0–20 см методом конверта в пяти точках на каждой делянке, анализировали среднюю пробу. Пробы отбирали в динамике в середине июля (фенофаза цветения растений), в этот период выделение ризодепозитов растений в почву максимально, представлены средние данные за три года. Контролем служили два варианта опыта: без растений (сорные растения специально удаляли) и необрабатываемая почва того же участка под естественной злаково-разнотравной растительной ассоциацией (разнотравье).

Выращивали лекарственные растения 26 видов 13 семейств: из сем. Яснотковые – тимьян ползучий (*Thymus serpyllum*), иссоп лекарственный (*Hyssopus officinalis*), мята перечная (*Mentha piperita*), душица обыкновенная (*Origanum vulgare*), шалфей лекарственный (*Salvia officinalis*), шлемник обыкновенный (*Scutellaria galericulata*), пустырник пятилопастный (*Leonurus quinquelobatus*), Melissa лекарственная (*Melissa officinalis*), лаванда узколистная (*Lavandula angustifolia*); из сем. Мотыльковые – солодка голая (*Glycyrrhiza glabra*), из сем. Мальвовые – алтей лекарственный (*Althaea officinalis*); из сем. Розовые – лапчатка белая (*Potentilla alba*), кровохлебка лекарственная (*Sanguisorba officinalis*); из сем. Астровые – эхинацея пурпурная (*Echinacea purpurea*), полынь эстрагон (*Artemisia dracuncululus*), топиамбур клубненосный (*Helianthus tuberosus*), якон осотolistный (*Smallanthus sonchifolius*), стевия медовая (*Stevia rebaudiana*); из сем. Гречишные – ревень тангутский (*Rheum palmatum*); из сем. Барбарисовые – подофилл щитовидный (*Podophyllum peltatum*); из сем. Норичниковые – наперстянка крупноцветковая (*Digitalis grandiflora*); из сем. Бурачниковые – окопник лекарственный (*Symphytum officinale*); из сем. Сельдерейные – любисток лекарственный (*Levisticum officinale*); из сем. Валериановые – валериана лекарственная (*Valeriana officinalis*); из сем. Рутовые – рута душистая (*Ruta graveolens*); из сем. Камнеломковые – бадан толстолистный (*Bergenia crassifolia*).



pH водной вытяжки и pCa определяли потенциометрическим методом в почвенной пасте при соотношении почва:вода равном 1:0.5 с ионоселективными электродами ЭСЛ-43-07 и фирмы Вольта соответственно и хлорсеребряным электродом сравнения ЭВЛ-1МЗ.1. При определении pH солевой вытяжки вместо воды использовали 1М раствор KCl . Гидролитическую кислотность почвы определяли методом Каппена с потенциометрическим окончанием [Снакин и др., 1997].

Известковый потенциал, характеризующий переход ионов Ca^{2+} из твердой фазы в почвенный раствор, рассчитывали по формуле Кизв = $pH - 0.5 pCa$ [Снакин, Завизион, 1997], водородный потенциал рассчитывали по формуле $rH_2 = Eh/29 + 2pH$ [Почвоведение ... , 1988].

Микромицеты выделяли из почвы на агаризованной среде Чапека [Методы ... , 1980]. Изоляты идентифицировали до вида с помощью определителей для разных классов. Ранг факультативных фитопатогенов оценивали по частотам пространственной встречаемости [Звягинцев и др., 2004].

Фитотоксическую активность почвы оценивали методом биотестирования на почвенных пластинах по ингибированию роста проростка, тест-объектом служил редис сорта «Жара» [Методы ... , 1980]. Критерием токсичности считали достоверные различия с контролем, превышающие 20%.

Результаты и их обсуждение

Почва опытного участка в контроле (без растений) имела слабо кислую реакцию. При выращивании лекарственных растений разных семейств в 4-х летней монокультуре установлено, что большинство из них оказывает подщелачивающий эффект на почву. Следует отметить, что подщелачивающий эффект не связан с принадлежностью к определенному семейству, а являлся видовой характеристикой. Так, у растений разных видов сем. Яснотковые или Астровые обнаружен широкий спектр показателей.

В таблице 1 представлены данные по тем растениям, для которых подщелачивание было наибольшим.

Таблица 1
Table 1

Динамика кислотности почвы под растениями-подсластителями Dynamics of soil acidity under plants-sweeteners

Виды растений	pH водн	Разница с контролем	pH сол	Разница с контролем	Hr	
					ммоль/100 г	
- (контроль)	6.39	-	5.69	-	2.32	-
Разнотравье	6.54	0.15	5.88	0.19	2.25	-0.10
Солодка голая	7.64*	1.25	7.12*	1.43	0.80*	-1.52
Топинамбур клубненосный	7.27*	0.88	7.00*	1.31	0.66*	-1.66
Якон осотolistный	7.33*	0.94	7.04*	1.35	1.56*	-0.72
Валериана лекарственная	7.34*	1.07	6.82*	1.18	1.03*	-1.29
Окопник лекарственный	7.14*	0.87	6.62*	0.98	1.02*	-1.30
Шалфей лекарственный	7.06*	0.79	6.60*	0.96	0.71*	-1.61
Лаванда узколистная	7.02*	0.75	6.54*	0.90	1.36*	-0.94
Рута душистая	6.95*	0.68	6.48*	0.84	1.45*	-0.87
Стевия медовая	6.80*	0.41	6.26*	0.57	1.78*	-0.54
Чуфа	6.88*	0.49	6.01*	0.32	1.62*	-0.70

Примечание: * – $P_{0.05}$.

В почве под естественной растительной ассоциацией (целина, разнотравье) достоверных изменений pH водной вытяжки и pCa по сравнению с почвой без растений не выявлено. Во всех вариантах опыта с лекарственными растениями обнаружено достоверное увеличение значений pH в водной суспензии почвы по сравнению с почвой без растений, то есть эффект нейтрализации актуальной кислотности, величина которого



варьировала для растений разных видов. Наиболее выражена нейтрализация почвенного раствора в почве под солодкой голой и валерианой лекарственной, разница с контролем достигала 1.0 ед. pH и более.

Нами показано, что ряд лекарственных растений снижают величину не только актуальной, но и обменной и гидролитической кислотности почвы. Следовательно, под влиянием ризодепозитов лекарственных растений концентрация ионов H^+ снижалась не только в почвенном растворе, но и в составе ППК.

Одним из возможных объяснений обнаруженного эффекта нейтрализации почвы может быть возрастание содержания в почве иона-антагониста Ca^{2+} [Свистова и др., 2003]. Известно, что некоторые растения-кальцефилы способны извлекать кальций из подстилающих пород и перемещать его по корневой системе в верхние слои почвы. Однако во всех вариантах опыта показатель pCa достоверно увеличивался, разница с контролем для растений разных семейств составляла от 0.3 до 0.9 ед. pCa , то есть активность ионов Ca^{2+} в почвенном растворе верхнего корнеобитаемого слоя почвы под лекарственными растениями уменьшалась, что не соответствует сделанному нами ранее предположению (табл. 2).

Таблица 2
Table 2

Динамика кальция и окислительно-восстановительных показателей в почве
Dynamics of calcium and redox indicators in soil

Виды растений	pCa	Разница с контролем	К изв	Разница с контролем	Eh	Δ	rH_2
					мВ		
- (контроль)	2.94	-	4.90	-	582	-	32.85
Разнотравье	3.16	0.22	4.85	0.05	564	18	32.53
Солодка голая	3.10	0.16	5.95*	1.05	521*	61	33.25
Топинамбур клубненосный	3.06	0.12	5.90*	1.00	525*	57	32.64
Якон осотolistный	2.99	0.05	5.40*	0.50	546*	36	33.49
Валериана лекарственная	2.95	0.30	5.67*	0.72	н.о.	н.о.	н.о.
Шалфей лекарственный	2.91	0.26	5.64*	0.69	н.о.	н.о.	н.о.
Окопник лекарственный	2.95	0.30	5.67*	0.72	н.о.	н.о.	н.о.
Лаванда узколистная	3.12	0.47	5.46*	0.51	н.о.	н.о.	н.о.
Рута душистая	3.22	0.57	5.34*	0.39	н.о.	н.о.	н.о.
Стевия медовая	3.40	0.46	5.10	0.20	557	25	32.81
Чуфа	3.29	0.35	4.91	0.01	542	40	32.44

Примечание: * – $P_{0.05}$.

В то же время рассчитанный известковый потенциал, характеризующий способность ионов Ca^{2+} переходить в почвенный раствор, не снижался, а возрастал в вариантах опыта с лекарственными растениями. По нашему мнению, наблюдаемый нейтрализующий лекарственных растений может быть объяснен с точки зрения изменения анионного состава ППК под действием специфических метаболитов фенольной природы, которые большинство из них выделяет в составе ризодепозитов [Свистова и др., 2014].

Наиболее сильное подщелачивающее действие на почвенно-поглощающий комплекса чернозема оказывали солодка голая, валериана лекарственная, окопник лекарственный, топинамбур клубненосный, якон осотolistный, шалфей лекарственный, лаванда узколистная.

Другим требованием для растений-мелиорантов является снижение инфекционного потенциала почвы. Нами исследована динамика микромицетов – факультативных патогенов растений. Эти виды грибов могут сохраняться в почве и зимовать на растительных остатках.

В почве, лишенной растительности, через несколько лет пул грибных зачатков фитопатогенов был низким, в ранге редких видов из почвы выделяли *Fusarium solani*, а как случайные виды: *F. oxysporum*, *Alternaria alternata*, *Rhizoctonia solani* и *Aureobasidium pullulans*. В целинной почве под разнотравьем в почве широко



представлены возбудители как листостебельных болезней растений, так и корневых гнилей: указанные микромицеты повышали ранг доминирования, переходя в состав типичных видов, дополнительно выявлены *Botrytis cinerea*, *Stemphyllium botryosum*, *Cladosporium herbarum* (табл. 3).

Таблица 3
Table 3

Ранг факультативных фитопатогенов в прикорневой зоне растений
Grade of optional phytopathogens in the root zone of plants

Виды растений	Виды микромицетов-фитопатогенов							
	<i>Botrytis cinerea</i>	<i>Fusarium solani</i>	<i>Fusarium oxysporum</i>	<i>Alternaria alternata</i>	<i>Stemphyllium botryosum</i>	<i>Cladosporium herbarum</i>	<i>Rhizoctonia solani</i>	<i>Aureobasidium pullulans</i>
- (контроль)	н.в.	р	с	с	н.в.	н.в.	с	с
Разнотравье	р	д	р	р	с	р	с	с
Солодка голая	н.в.	н.в.	н.в.	н.в.	н.в.	н.в.	н.в.	н.в.
Топинамбур клубненосный	н.в.	р	н.в.	с	н.в.	н.в.	с	н.в.
Якон осотolistный	н.в.	р	н.в.	н.в.	н.в.	н.в.	с	н.в.
Валериана лекарственная	н.в.	н.в.	н.в.	н.в.	н.в.	н.в.	н.в.	н.в.
Окопник лекарственный	н.в.	н.в.	ч	р	р	н.в.	р	н.в.
Шалфей лекарственный	н.в.	н.в.	н.в.	с	н.в.	н.в.	с	н.в.
Лаванда узколистная	н.в.	н.в.	н.в.	н.в.	н.в.	н.в.	н.в.	н.в.
Рута душистая	р	н.в.	н.в.	ч	н.в.	н.в.	н.в.	с
Стевия медовая	н.в.	н.в.	н.в.	н.в.	н.в.	н.в.	н.в.	н.в.
Чуфа	н.в.	н.в.	н.в.	с	н.в.	н.в.	н.в.	с

Примечание: н.в. – не выделялись, с – случайные, р – редкие, д – доминантные виды.

Все исследованные лекарственные растения снижали пул зачатков фитопатогенных грибов в почве, что указывает на фунгицидный эффект их ризодепозитов. Наиболее широкий спектр действия проявили солодка голая, валериана лекарственная, лаванда узколистная и стевия медовая.

Показателем почвоутомления служит фитотоксическая активность почвы – способность подавлять рост и развитие растений. В почве опытного участка как в контроле без растений, так и в варианте целины фитотоксическая активность не достигала общепринятого порога 20%. Однако под монокультурами некоторых представителей лекарственных растений этот показатель значительно возрастал (табл. 4).

Причиной обнаруженного роста фитотоксической активности почвы может быть как прямое аллелопатическое воздействие растений через выделение токсичных ризодепозитов (например, эфирных масел у представителей семейств Яснотковые, Рутовые, Валериановые), но и косвенное воздействие через нарушение МСО. По-видимому, в случае лекарственных растений задействованы оба механизма, т. к. ранее нами обнаружены нарушения состава комплекса почвенных микромицетов и накопление токсигенных видов, что может вести к развитию микробного фитотоксикоза [Парамонов, Свистова, 2011а, б].



Таблица 4
Table 4

Фитотоксическая активность почвы в вариантах опыта
Phytotoxic activity of the soil in the experimental variants

Виды растений	Ингибирование, %	
	Всхожести семян	Роста корня
- (контроль)	2	6
Разнотравье	10	14
Солодка голая	5	5
Топинамбур клубненосный	10	16
Якон осотolistный	15	19
Валериана лекарственная	4	27*
Окопник лекарственный	4	25*
Шалфей лекарственный	6	40*
Лаванда узколистная	8	43*
Рута душистая	4	35*
Стевия медовая	8	13
Чуфа	5	11

Примечание: * – $P_{0.05}$.

Из исследованных нами растений топинамбур клубненосный, якон осотolistный, стевия медовая и чуфа не вызывали рост фитотоксической активности почвы выше показателя для целины. Интересно, что в прикорневой зоне солодки голой фитотоксическая активность почвы была ниже, чем в целинной почве, что указывает на стимулирующий эффект ризодепозитов этой культуры на рост и развитие тест-растений.

Заключение

Исследовано влияние 26 видов лекарственных растений 13 семейств на состав почвенно-поглощающего комплекса и показатели биологической активности старопашотного чернозема выщелоченного. Показано, что специфический состав ризодепозитов растений этой группы оказывает влияние на функционирование системы почва – МСО – растения.

Ряд лекарственных растений подщелачивают чернозем, снижая все виды почвенной кислотности, при этом нейтрализующий эффект не связан с вертикальной миграцией ионов Ca^{2+} растениями. Предложена гипотеза о роли фенольных биологически-активных соединений лекарственных растений в изменении анионного обмена почвенно-поглощающего комплекса чернозема.

В прикорневой зоне ряда растений значительно снижается инфекционный потенциал почвы (на примере фитопатогенных микромицетов), что указывает на фунгицидный эффект их ризодепозитов.

Однако некоторые исследованные растения в монокультуре повышают фитотоксическую активность почвы, что может быть связано как с содержанием эфирных масел в составе ризодепозитов, так и с вызванной ими микробной сукцессией.

По совокупности признаков в качестве фитомелиорантов на черноземе выщелоченном могут быть рекомендованы солодка голая и стевия медовая, так как они снижают показатели кислотности почвы, ее инфекционный потенциал и не вызывают роста фитотоксической активности.

Список литературы
References

1. Лобков В.Т. 1994. Почвоутомление при выращивании полевых культур. М., Колос, 112.
Lobkov V.T. 1994. Pochvoutomlenie pri vyrashchivanii polevyh kul'tur [Exhaustion of soils in the cultivation of field crops]. Moscow, Kolos, 112. (in Russian)



2. Заварзин Г.А., Колотилова Н.Н. 2003. Лекции по природоведческой микробиологии. М., Наука, 348.
Zavarzin G.A., Kolotilova N.N. 2003. Lekcii po prirodovedcheskoj mikrobiologii [Lectures on Natural Science Microbiology]. Moscow, Nauka, 348. (in Russian)
3. Звягинцев Д.Г. (ред.). 1980. Методы почвенной биохимии и микробиологии. М., Изд-во МГУ, 240.
Zvjagincev D.G. (red.). 1980. Metody pochvennoj biohimii i mikrobiologii [Methods of Soil Microbiology and Biochemistry]. Moscow, Izd-vo MGU, 240. (in Russian)
4. Звягинцев Д.Г., Бабьева И.П., Зенова Г.М. 2004. Биология почв. М., Академия, 248.
Zvjagincev D.G., Bab'eva I.P., Zenova G.M. Biologija pochv [Soil Biology]. Moscow, Akademiya, 248. (in Russian)
5. Ковда В.А., Розанов Б.Г. (ред.). 1988. Почвоведение. М., Высшая школа, 400.
Kovda V.A., Rozanov B.G. (red.). 1988. Pochvovedenie [Soil Science]. Moscow, Vysshaya shkola, 400. (in Russian)
6. Нетрусов А.И. (ред.). 2004. Экология микроорганизмов. М., Академия, 272.
Netrusov A.I. (red.). 2004. Jekologija mikroorganizmov [Ecology of microorganisms]. Moscow, Akademiya, 272. (in Russian)
7. Свистова И.Д., Щербakov А.П. 2002. Фитотоксичность чернозема под агрофитоценозами. Доклады РАСХН, (6): 23–26.
Svistova I.D., Shcherbakov A.P. 2002. Phytotoxicity of chernozem under agrophytocenoses. Doklady Rossijskoj akademii sel'skohozyajstvennyh nauk, (6): 23–26. (in Russian)
8. Свистова И.Д., Щербakov А.П., Фролова Л.О. 2003. Фитотоксическая активность сапротрофных микромицетов чернозема: специфичность, сорбция и стабильность фитотоксинов в почве. Прикладная биохимия и микробиология, (4): 433–437.
Svistova I.D. Shherbakov A.P., Frolova L.O. 2003. Phytotoxic activities of chernozem saprotrophic micromycetes: activity, sorption and stability of phytotoxins in soil. Prikladnaja biohimija i mikrobiologija, 39 (4): 388–392.
9. Стахурлова Л.Д., Свистова И.Д., Щеглов Д.И. 2007. Биологическая активность как индикатор плодородия черноземов в различных биоценозах. Почвоведение, 40 (6): 769–774.
Stahurlova L.D., Svistova I.D., Shheglov D.I. 2007. Biological activity as an indicator of chernozem fertility in different biocenoses. Pochvovedenie, 40 (6): 694–699.
10. Снакин В.В., Присяжная А.А., Рухович О.В. 1997. Состав водной фазы почв. М., РЭФИА, 312.
Snakin V.V., Prisjazhnaja A.A., Ruhovich O.V. 1997. Sostav vodnoj fazy pochv [The composition of the aqueous phase of soils]. Moscow, RJeFIA, 312. (in Russian)
11. Снакин В.В., Завизион А.А. 1979. Исследование карбонатно-кальциевого режима в черноземе обыкновенном. В кн.: Исследование почв и почвенных режимов в степных биоценозах Приазовья. Вып. 2. М., Наука: 44–54.
Snakin V.V., Zavizion A.A. 1979. The study of carbonate-calcium regime in ordinary chernozem. In: Issledovanie pochv i pochvennyh rezhimov v stepnyh biocenozah Priazov'ya. Vyp. 2 [The study of soils and soil regimes in steppe biocenoses of Azov. Vol. 2]. Moscow, Nauka: 44–54. (in Russian)
12. Свистова И.Д., Кувшинова Н.М., Стекольников К.Е. Изменение состояния ППК чернозема в прикорневой зоне растений-подсластителей. В кн.: Организация и регуляция физиолого-биохимических процессов. Вып. 16. Воронеж, Изд-во ВГУ: 143–148.
Svistova I.D., Kuvshinova N.M., Stekol'nikov K.E. 2014. Changing the state of the soil-absorbing complex of chernozem in the root zone of plants-sweeteners. In: Organizaciya i reguljaciya fiziologo-biohimicheskikh processov. Vyp. 16 [Organization and regulation of physiological and biochemical processes. Vol. 16]. Voronezh, Izd-vo VGU: 143–148. (in Russian)
13. Парамонов А.Ю., Свистова И.Д. 2011. Влияние лекарственных растений на микромицеты и биологическую активность почв. Проблемы медицинской микологии, 13 (3): 50–53.
Paramonov A.Ju., Svistova I.D. 2011. Effect of medicinal plants on micromycetes and the biological activity of the soil. Problemy medicinskoj mikologii, 13 (3): 50–53. (in Russian)
14. Парамонов А.Ю., Свистова И.Д. 2011. Индикаторные виды микромицетов в почве под лекарственными растениями. Проблемы медицинской микологии, 13 (3): 54–56.
Paramonov A.Yu., Svistova I.D. 2011. Indicator species of micromycetes in the soil under medicinal herbs. Problemy medicinskoj mikologii, 13 (3): 54–56. (in Russian)