

УДК 631.4

Л.Н. Пуртова, Л.Н. Щапова,
А.Н. Емельянов, В.М. Босенко

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ФИТОМЕЛИОРАНТОВ НА ПЛОДОРОДИЕ
АГРОГЕННЫХ ПОЧВ ПРИМОРЬЯ

L.N. Purtova, L.N. Shchapova,
A.N. Emelyanov, V.M. Bosenko

THE INFLUENCE OF VARIOUS PHYTOAMELIORANTS ON THE FERTILITY
OF AGROGENE SOILS OF PRIMORYE TERRITORY

Пуртова Л.Н. – д-р биол. наук, гл. науч. сотр. сектора органического вещества почв Федерального научного центра биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии ДВО РАН, г. Владивосток. E-mail: Purtova@ibss.dvo.ru

Щапова Л.Н. – канд. биол. наук, ст. науч. сотр. сектора органического вещества почв Федерального научного центра биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии ДВО РАН, г. Владивосток. E-mail: Schapova@ibss.dvo.ru

Емельянов А.Н. – канд. с.-х. наук, директор Приморского НИИ сельского хозяйства, Приморский край, п. Тимирязевский. E-mail: fe.sms_rf@mail.ru

Босенко В.М. – асп. лаб. агрохимических анализов Приморского НИИ сельского хозяйства, Приморский край, п. Тимирязевский. E-mail: vermelita@mail.ru

Purtova L.N. – Dr. Biol. Sci., Chief Staff Scientist, Sector of Organic Substance of Soils, Federal Scientific Center of Biodiversity of Land Biota of East Asia FEB RAS, Vladivostok. E-mail: Purtova@ibss.dvo.ru

Shchapova L.N. – Cand. Biol. Sci., Staff Scientist, Sector of Organic Substance of Soils, Federal Scientific Center of Biodiversity of Land Biota of East Asia FEB RAS, Vladivostok. E-mail: Shchapova@ibss.dvo.ru

Emelyanov A.N. – Cand. Agr. Sci., Director, Primorsky Research Institute of Agriculture, Primorsky Region, Village Timiryazevsky. E-mail: fe.sms_rf@mail.ru

Bosenko V.M. – Post-Graduate Student, Lab. of Agrochemical Analyses of Primorsky Research Institute of Agriculture, Primorsky Region, Village Timiryazevsky. E-mail: vermelita@mail.ru

В статье приведены результаты исследований влияния различных фитомелиорантов (люцерна изменчивая, костреч безостый, тимофеевка, клевер луговой) и их травосмесей (timoфеевка+клевер, костреч+люцерна) на физико-химические свойства, показатели гумусного состояния и микрофлору агрогенных почв Приморского края. Установлено, что для почв в условиях фитомелиоративного опыта свойственна кислая (pH_v) и среднекислая (pH_s) реакции среды, значительные показатели гидролитической кислотности, очень низкое содержание подвижных форм фосфора и значительная вариабельность в содержании обменного калия (от значительных до низких). Это обуславливает необходимость применения фосфорных, а при недостатке калия, на вариантах с посевами костреча, клевера, тимофеевка+клевер, – калийных удобрений. При-

менение фитомелиорантов оказывает позитивное влияние на гумусное состояние почв. Увеличивается содержание и запасы гумуса. Гумусообразование в основном протекает по гуматно-фульватному типу. На вариантах с посевами тимофеевка и травосмеси тимофеевка+клевер, с наибольшим количеством аммонифицирующих бактерий, установлено возрастание соотношения C_{гк}/C_{фк}, степени гумификации органического вещества. Позитивно влияют фитомелиоранты на микрофлору агрогенных почв. Возрастает биогенность почв и увеличивается содержание олигонитрофилов в составе микрофлоры почв (люцерна, клевер, костреч), что указывает на активно развитый процесс круговорота азота. На этих вариантах установлен и более высокий уровень каталазной активности почв. Низкие показатели соотношения грибов и ак-

тиномицетов в горизонте PU с посевами фитомелиорантов свидетельствовали о повышении уровня их окультуренности. Исходя из изменения параметров гумусного состояния и микрофлоры почв, наиболее эффективными фитомелиорантами, позитивно влияющими на плодородие агрогенных почв, являются посе́вы бобовых трав (люцерна, клевер) и их травосмесей (кострец+люцерна, тимофеевка+клевер).

Ключевые слова: фитомелиорация, физико-химические показатели почв, гумус, каталазная активность, гумусное состояние, микрофлора почв.

The results of researches of influence of various phytoameliorants (alfalfa variable, limestone rind, timothy grass, clover meadow) and their grass mixtures (timothy grass + clover, rumpus + alfalfa) on physical and chemical properties, indicators of humus state and microflora of agrogene soils of Primorye Territory are given in the study. It has been established that for acidic soils under phytomeliorative conditions, acidic (pH) and medium-acid (pHc) reactions of medium, significant hydrolytic acidity, very low content of mobile forms of phosphorus and considerable variability in the content of exchangeable potassium (from significant to low) are characteristic. This necessitates the use of phosphorus and in case of the lack of potassium, in variants with crops of rumpus, clover, timothy grass + clover, i.e. potassium fertilizers. The application of phytoameliorants has positive impact on humus condition of soils. The contents and stocks of humus increase. Humus formation mainly proceeds according to humate-fulvate type. In variants with sowing timothy grass and grass mixtures (timothy + clover), with the greatest number of ammonifying bacteria, the increase in the ratio of C_{HA}/C_{FA} , the degree of humification of organic matter was established. Positive affect of phytomeliorants on the microflora of agrogenic soils was determined. The biogeneity of soils was increasing and the content of oligonitrophils in soil microflora (lucerne, clover, rump) was increasing, which indicates actively developed process of nitrogen cycling. In these variants, higher level of catalase activity of soils was also established. Low values of the ratio of fungi and actinomycetes in the horizon PU with phytomeliorant crops showed the increase in the

level of their cultivation. Based on the change in the parameters of humus state and soil microflora, the most effective phytomeliorants, positively influencing the fertility of agrogenic soils, were the crops of leguminous grasses (alfalfa, rump) and their grass mixtures (rumpus + alfalfa, timothy grass + clover).

Keywords: phytomelioration, physical and chemical properties of soil, humus, catalase activity, humus status, soils' microflora.

Введение. Оценка и прогнозирование гумусного состояния почв сельскохозяйственного назначения в настоящее время является важной научной и практической задачей, от результатов решения которой зависит почвенное плодородие, эффективность применения удобрений, а также величина и качество урожая сельскохозяйственных культур. Вследствие явного дефицита органических удобрений проблема сохранения гумуса в почве за последние годы существенно обострилась. К одному из методов улучшения плодородия почв, в том числе и их гумусного состояния, при котором задействован природный потенциал растений, относится фитомелиорация. Фитомелиорация, наряду с агротехническими приемами обработки почвы, широко применяется в России и за рубежом [1–4]. Установлено положительное влияние многолетних трав с бобовыми культурами на структурно-агрегатное состояние и снижение эрозионных процессов в черноземах степного Зауралья Республики Башкортостан, Северного Казахстана [2, 5]. Отмечается позитивное влияние фитомелиорации на плодородие серых лесных почв Предбайкалья. За четыре года возделывания фитомелиорантов (свербига восточная, козлятник восточный, горец) в почву вносится от 40 до 60 кг сухого органического вещества. При этом возрастает количество водопрочных структурных агрегатов [3].

В агрообразцах с посевами фитомелиорантов изучены основные закономерности в изменении показателей гумусового состояния, оптических параметров и микрофлоры почв [6, 7]. Таким образом, фитомелиорация эффективно используется для повышения плодородия довольно широкого спектра почв. При этом следует обратить внимание на физико-химические свойства почв, параметры их гумусного состоя-

ния, микрофлору почв как важнейшие показатели состояния их плодородия.

Цель работы. Оценить влияние различных фитомелиорантов на плодородие агрогенных почв Приморья.

Задачи исследований: определить изменения в физико-химических и агрохимических показателях в горизонте PU агротемногумусовых отбеленных почв под влиянием различных фитомелиорантов; оценить гумусное состояние почв; изучить микрофлору и каталазную активность почв.

Объекты и методы исследований. Объектом исследований явились агротемногумусовые отбеленные почвы. Названия почв приведены согласно современной классификации 2004 г. [8]. Агротемногумусовая отбеленная почва характеризовалась следующим морфологическим строением профиля: PU (25 см) – ELng (25–40 см) – BTg (40–65 см) – C (75–110 см). Исследования проводились на полях ПримНИИСХ в специально заложенном полевом опыте (пос. Тимирязевский, Уссурийский район, Приморский край) в течение 2015–2016 гг. по схеме: 1. Контроль. 2. Люцерна изменчивая. 3. Кострец безостый. 4. Тимофеевка. 5. Клевер луговой. 6. Тимофеевка+клевер. 7. Кострец+люцерна.

В работе применены аналитические, физико-химические и микробиологические методы исследований. Кислотность почв – актуальную (рНв) и обменную (рНс) – определяли потенциометрически. Содержание подвижных форм калия исследовали по методу Масловой, фосфора – по Кирсанову, гумуса – по бихроматной окисляемости методом Тюрина, обменных катионов Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Na^+ – по методу Шолленберга [9]. В работе использованы оценочные градации, предложенные [10,11]. Фракционно-групповой состав гумуса исследовали по Пономаревой-Плотниковой [12]. Показатели гумусного состояния почв оценивались по шкалам [13].

Каталазную активность почв исследовали газометрически, микрофлору – общепринятыми в почвенной микробиологии методами [14]. Статистическая обработка данных произведена с помощью программы Statistica.

Результаты и их обсуждение. Для горизонта PU агротемногумусовых отбеленных почв в условиях фитомелиоративного опыта, по данным рНв, характерна слабокислая реакция среды. Показатели обменной кислотности (рНс) варьируют от кислой до среднекислой. Более низкие показатели рНс (реакция среды кислая) по сравнению с контролем зафиксированы на вариантах 2 (люцерна), 3 (кострец), 4 (тимофеевка), 5 (клевер). Показатели рНс при изменении реакции среды на среднекислую возрастали до 5,26 на вариантах с посевами травосмесей: 6 (тимофеевка+клевер); 7 (кострец+люцерна) (табл.1). Значительные показатели гидролитической кислотности характерны для вариантов с посевами всех фитомелиорантов. Исключение составляет вариант 4 (тимофеевка).

Содержание подвижного фосфора в горизонте PU во всех исследуемых вариантах фитомелиоративного опыта в агротемногумусовых отбеленных почвах очень низкое. На наш взгляд, это связано с протеканием в исследуемых почвах процесса конкрециобразования и фиксированием фосфора в недоступные формы для питания растений. Содержание обменного калия изменяется от повышенных значений (контроль) до средних на вариантах с посевами трав люцерна (2), тимофеевка (4) и травосмеси кострец+люцерна (7), тогда как в посевах костреца (3), клевера (5), травосмеси тимофеевка+клевер (6) снижается до низких значений. Это в значительной мере обусловлено выносом калия надземной фитомассой. В составе почвенного поглощающего комплекса среди обменных катионов преобладали катионы кальция и магния.

Содержание и запасы гумуса, судя по оценочным градациям [13], низкие во всех вариантах опыта (табл. 2). Однако зафиксировано увеличение содержания гумуса в посевах бобовых трав на вариантах 2 (люцерна), 5 (клевер), 6 (тимофеевка + клевер). Это во многом связано с обогащением почв азотом в результате деятельности клубеньковых бактерий и активизацией процесса гумусообразования.

Таблица 1

Показатели физико-химических и агрохимических свойств агротемногумусовых отбеленных почв в горизонте PU в условиях фитомелиоративного опыта ($M \pm m$)

Вариант опыта	pH _v	pH _c	Гидролитическая кислотность, м-экв/100 г почвы	P ₂ O ₅ , мг на 100 г почвы (по Кирсанову)	K ₂ O, мг на 100 г почвы (по Масловой)	Поглощенные катионы по Шолленбергеру, м-экв 100г почвы			
						Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺
1. Контроль	3,44 _{±0,00}	5,24 _{±0,00}	5,08 _{±0,00}	1,98 _{±0,00}	12,62 _{±0,02}	17,68 _{±0,00}	17,68 _{±0,00}	0,88 _{±0,00}	1,34 _{±0,00}
2. Люцерна	6,27 _{±0,02}	4,99 _{±0,01}	5,57 _{±0,18}	2,02 _{±0,21}	8,32 _{±0,00}	19,76 _{±0,00}	12,48 _{±0,60}	0,44 _{±0,00}	3,35 _{±0,38}
3. Кострец	5,79 _{±0,05}	4,73 _{±0,05}	5,81 _{±0,07}	2,20 _{±0,08}	6,20 _{±0,58}	21,21 _{±0,24}	10,72 _{±0,21}	0,44 _{±0,00}	3,02 _{±0,20}
4. Тимофеевка	6,37 _{±0,02}	4,89 _{±0,01}	4,89 _{±0,01}	2,60 _{±0,03}	9,88 _{±1,50}	20,02 _{±0,75}	19,76 _{±0,00}	0,44 _{±0,00}	5,03 _{±1,36}
5. Клевер	6,22 _{±0,04}	4,96 _{±0,05}	5,49 _{±0,05}	1,45 _{±0,12}	7,28 _{±0,00}	18,20 _{±1,50}	11,79 _{±0,69}	0,44 _{±0,00}	5,37 _{±0,39}
6. Тимофеевка+клевер	6,18 _{±0,01}	5,26 _{±0,51}	6,00 _{±0,08}	2,00 _{±0,07}	7,80 _{±0,30}	18,20 _{±0,30}	10,92 _{±0,90}	0,44 _{±0,00}	3,69 _{±0,19}
7. Кострец+люцерна	5,89 _{±0,07}	5,26 _{±0,51}	5,57 _{±0,18}	2,31 _{±0,07}	9,36 _{±0,60}	20,28 _{±0,30}	10,92 _{±1,50}	0,44 _{±0,00}	4,03 _{±0,39}

Примечание: M – среднее значение; $M \pm m$ – ошибка среднего.

Таблица 2

Изменение показателей гумусного состояния почв в условиях фитомелиоративного опыта в агротемногумусовых отбеленных почвах

Вариант опыта	Горизонт мощность, см	Гумус, %	Запасы гумуса, т/га в слое 20см	Доля гуминовых кислот			1 ^а ФК	C _{гк} /C _{фк}	Степень гумификации
				свободных	связанных с Ca ²⁺	прочно связанных с минеральной основой			
				% от суммы гуминовых кислот					
1.Контроль	$\frac{PU}{20}$	3,45	88,3	47,1	1,0	51,9	3,3	0,81	28,9
2.Люцерна	$\frac{PU}{20}$	3,71	89,0	56,4	1,3	42,3	2,1	0,73	24,7
3.Кострец	$\frac{PU}{20}$	3,45	89,0	61,9	7,5	30,6	2,4	0,74	29,4
4.Тимофеевка	$\frac{PU}{20}$	3,64	91,0	45,6	9,2	45,2	2,3	1,11	34,4
5.Клевер	$\frac{PU}{20}$	3,65	92,0	47,6	2,4	50,0	2,3	0,90	20,8
6.Тимофеевка+ клевер	$\frac{PU}{20}$	3,60	82,8	48,8	12,6	38,6	2,3	0,93	35,3
7.Кострец+ люцерна	$\frac{PU}{20}$	3,53	89,7	44,3	11,8	43,9	2,0	1,19	40,0

В составе гумуса среди гуминовых кислот преобладали прочно связанные с минеральной основой почв и свободные гуминовые кислоты. Доля прочносвязанных гуминовых кислот (ГК) достигала высоких значений, тогда как количество свободных ГК было средним. Только на вариантах с посевами костреца (3) по сравнению с контролем количество свободных ГК возросло до высоких значений. Содержание гуминовых кислот, связанных с Ca^{2+} на вариантах: 1 (контроль), 2 (люцерна), 3 (кострец), 4 (тимOFFеевка), 5 (клевер), – низкое. По сравнению с контролем зафиксировано возрастание доли гуминовых связанных с Ca^{2+} на вариантах с посевами травосмесей: 6 (тимOFFеевка+клевер); 7 (кострец+люцерна), их количество с крайне низких изменилось до очень низких (с 1% на контроле от суммы ГК до 11,8 и 12,6 %).

Тип гумуса с посевами фитомелиорантов существенно изменялся от фульватного (люцерна, кострец) до гуматно-фульватного (контроль, клевер), фульватно-гуматного (тимOFFеевка, кострец+люцерна и тимOFFеевка+клевер).

Фульвокислотный гумус – менее ценный для почвенного плодородия, и изменить направленность биохимической деятельности микроорганизмов в сторону синтеза гуминовых кислот можно при использовании известкования почв. Нейтрализация кислых продуктов разложения органических остатков катионами кальция препятствует формированию агрессивных фульвокислот и усиливает синтез гуминовых кислот [15].

На вариантах (4, 6, 7) с фульватно-гуматным и гуматно-фульватным типом гумусообразования возросло количество аммонифицирующих микроорганизмов (табл. 3). Для этих вариантов зафиксирована также высокая и очень высокая степень гумификации органического вещества, что, на наш взгляд, связано также с небольшим количеством натрия в составе почвенного поглощающего комплекса, который способствует диспергации и разложению органического вещества. В посевах люцерны (2), костреца (3) и клевера (5) показатели степени гумификации

возрастали по сравнению с контролем, достигая средних значений. Несмотря на преобладание в основном фульвокислот в составе гумуса, уровень содержания агрессивной фракции фульвокислот (1^a ФК) оставался низким во всех вариантах опыта, что явилось явно положительным моментом влияния фитомелиорантов на параметры гумусного состояния почв.

На вариантах 2, 5, 6, 7 отмечены более высокие показатели ферментативной (каталазной) активности почв (4,0; 3,8; 3,1; 3,25 O_2 см³/г почвы за 1 мин), что, согласно градациям, разработанным Звягинцевым [14], соответствовало средней обогащенности почв каталазой и указывало на активную деятельность микрофлоры почв. На вариантах 3, 4 степень обогащенности каталазой пахотных горизонтов низкая (2,95; 2,70 O_2 см³/г почвы за 1 мин).

Это подтверждалось высокими показателями коэффициента минерализации органического вещества микрофлорой.

На вариантах с посевами фитомелиорантов, по сравнению с контролем, отмечено возрастание численности бактерий на КАА и актиномицетов, что указывало на усиление интенсивности процессов минерализации органического вещества и превращения органического азота в минеральные формы. Об интенсивности процесса фиксирования азота в агротемногумусовых отбеленных почвах в горизонте РU свидетельствовало высокое содержание олигонитрофилов. Резких колебаний в численности олигонитрофильных микроорганизмов по вариантам фитомелиоративного опыта не установлено. Возможно, на их развитии сказывается присутствие в составе ценоза других азотфиксирующих микроорганизмов (клубеньковых бактерий). На повышение окультуренности агротемногумусовых отбеленных почв в посевах фитомелиорантов указывал и показатель соотношения грибов и актиномицетов [16], значения которого были более низкие по сравнению с контролем, что свидетельствовало о позитивном влиянии посевов трав на их плодородие.

Таблица 3

Численный и групповой состав микроорганизмов в условиях фитомелиоративного опыта в агротемногумусовых отбеленных почвах
(тыс.КОЕ на 1 г почвы)

Вариант опыта	Аммонификаторы (МПА)	Грибы Чапека	Бактерии, использующие минеральный азот (КАА)	Актиноми- цеты (КАА)	Олигонитро- филы (ЭШБИ)	Коэффициент минера- лизации (КМ)	Грибы/актином·10 ⁻²
1. Контроль	5100	150	17900	35	25000	3,5	42,8
2. Люцерна	6900	130	37500	400	29400	5,4	32,5
3. Кострец	9300	125	22800	400	30600	2,4	31,2
4. Тимофеевка	15500	100	59800	500	23400	3,8	20,0
5. Клевер	7500	90	37800	350	30000	5,0	25,7
6. Тимофеевка + клевер	9000	60	42400	300	23000	4,7	20,0
7. Кострец+ люцерна	8050	125	27300	500	23200	3,4	25,0

Выводы

1. Для горизонта PU в условиях фитомелиоративного опыта свойственна кислая (pH_v) и среднекислая (pH_c) реакции среды, значительные показатели гидролитической кислотности, очень низкое содержание подвижных форм фосфора и значительная вариабельность в содержании обменного калия. Низкое содержание подвижных форм фосфора обуславливает необходимость применения фосфорных удобрений. При недостатке калия (в вариантах костреч, клевер, тимофеевка+клевер) требуется внесение калийных удобрений.

2. Установлено позитивное влияние фитомелиорантов на накопление гумуса в горизонте PU агротемногумусовых отбеленных почв. Трансформация фракционного состава гумуса выразилась в возрастании до высоких значений доли прочно связанных с минеральной основой почв ГК во всех исследуемых вариантах опыта, а также свободных ГК, количество которых было средним.

3. Гумусообразование протекало в основном по гуматно-фульватному типу. На вариантах с посевами тимофеевки и травосмеси (тимофеевка+клевер), с наибольшим количеством аммонифицирующих бактерий, установлено возрастание соотношения $C_{гк}/C_{фк}$ и степени гумификации органического вещества, что явилось положительным моментом в улучшении гумусного состояния почв.

4. Фитомелиоранты оказывают позитивное влияние на микрофлору агротемногумусовых отбеленных почв. В составе микрофлоры содержание олигонитрофилов на вариантах с посевами трав (люцерна, клевер, костреч) превышало их количество на контроле, что свидетельствовало об активно развитых процессах круговорота азота. Присутствие значительного количества микроорганизмов, развивающихся на среде КАА, способствовало интенсивному развитию процессов минерализации свежего органического вещества. Более низкие показатели соотношения грибов и актиномицетов в горизонте PU с посевами фитомелиорантов по сравнению с контролем указывали на повышение уровня их окультуренности.

5. Исходя из изменения параметров гумусного состояния и микрофлоры почв, к наиболее эффективным фитомелиорантам, позитивно

влияющим на плодородие агротемногумусовых отбеленных почв, можно отнести посевы бобовых трав (люцерна, клевер) и их травосмеси (костреч+люцерна, тимофеевка+клевер).

Литература

1. Новиков В.М. Влияние гороха и гречихи на плодородие почвы и продуктивность звена севооборота при различной основной обработке почвы // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2012. – № 2. – С. 72–76.
2. Сагалбеков У.М., Сагалбеков Е.У., Кусанова М.Е. Агрофизические показатели черноземов обыкновенных под многолетними травами (Северный Казахстан) // Почвоведение. – 2013. – № 10. – С. 1234–1238.
3. Хуснидинов Ш.К. Фитомелиорация серых лесных почв Предбайкалья // Современные проблемы науки и образования. – 2007. – № 6. – Ч. 2. – URL: www.Science.education.ru/.
4. Balloi A., Roll E., Marasco R. [et al.]. The role of microorganisms in bioremediation and phytomereidiation of polluted and stressed soils // Agrochimica. – 2010. – Vol. 54. – № 6. – P. 353–369.
5. Суюндуков Я.Т., Хасанова Р.Ф. Сальманова Э.Ф. [и др.]. Повышение устойчивости агроэкосистем степного Зауралья Республики Башкортостан приемами фитомелиорации // Изв. Самар. науч. центра РАН. – 2012. – Т. 14. – № 1. – С. 244–248.
6. Пуртова Л.Н., Щанова Л.Н., Иншакова С.Н. [и др.]. Влияние фитомелиорации на плодородие агрообразцов Приморья // Доклады РАСХН. – 2013. – № 6. – С. 50–52.
7. Пуртова Л.Н., Щанова Л.Н., Емельянов А.Н. [и др.]. Влияние фитомелиорации на гумусное состояние, микрофлору и агрофизические показатели агрообразцов Приморья // Аграрный вестник Урала. – 2016. – № 09(151). – С. 51–56.
8. Классификация и диагностика почв России. – М.: Ойкумена, 2004. – 341 с.
9. Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв. – М.: Изд-во МГУ, 1970. – 487 с.
10. Ознобихин В.И., Синельников Э.П. Характеристика основных почв Приморья и пути их рационального использования. – Уссурийск: Изд-во ПСХИ, 1985. – 72 с.

11. Костенков Н.М., Ознобихин В.И. Биологическая рекультивация пород угольных отвалов. – Владивосток: Дальнаука, 2007. – 99 с.
12. Орлов Д.С., Гришина Л.А. Практикум по химии гумуса. – М.: Изд-во МГУ, 1981. – 287 с.
13. Орлов Д.С., Бирюкова О.Н., Розанова М.С. Дополнительные показатели гумусного состояния почв и их генетических горизонтов // Почвоведение. – 2004. – № 8. – С. 918–926.
14. Методы почвенной микробиологии и биохимии / под. общ. ред Д.Г. Звягинцева. – М.: Изд-во МГУ, 1991. – 304 с.
15. Туев Н.А. Микробиологические процессы гумусообразования. – М.: Агропромиздат, 1989. – 239 с.
16. Кукишева А.А. Влияние экологических факторов на микрофлору и ферментативную активность дерново-подзолистой почвы Томской области и чернозема выщелоченного Алтайского Приобья: автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Новосибирск, 2011. – 20 с.
6. Purtova L.N., Shhapova L.N., Inshakova S.N. [i dr.]. Vlijanie fitomelioracii na plodorodie agroabrazemov Primor'ja // Doklady RASHN. – 2013. – № 6. – S. 50–52.
7. Purtova L.N., Shhapova L.N., Emel'janov A.N. [i dr.]. Vlijanie fitomelioracii na gumusnoe sostojanie, mikrofloru i agrofizicheskie pokazateli agroabrazemov Primor'ja // Agrarnyj vestnik Urala. – 2016. – № 09(151). – S. 51–56.
8. Klassifikacija i diagnostika pochv Rossii. – М.: Ojkumena, 2004. – 341 s.
9. Arinushkina E.V. Rukovodstvo po himicheskomu analizu pochv. – М.: Izd-vo MGU, 1970. – 487 s.
10. Oznobihin V.I., Sinel'nikov Je.P. Harakteristika osnovnyh pochv Primor'ja i puti ih racional'nogo ispol'zovanija. – Ussurijsk: Izd-vo PSHI, 1985. – 72 s.
11. Kostenkov N.M., Oznobihin V.I. Biologicheskaja rekul'tivacija porod ugol'nyh otvalov. – Vladivostok: Dal'nauka, 2007. – 99 s.

Literatura

1. Novikov V.M. Vlijanie goroha i grechihi na plodorodie pochvy i produktivnost' zvena sevooborota pri razlichnoj osnovnoj obrabotke pochvy // Zernobobovye i krupjanye kul'tury. – 2012. – № 2. – S. 72–76.
2. Sagalbekov U.M., Sagalbekov E.U., Kusanova M.E. Agrofizicheskie pokazateli chernozemov obyknovennyh pod mnogoletnimi travami (Severnyj Kazahstan) // Pochvovedenie. – 2013. – № 10. – S. 1234–1238.
3. Husnidinov Sh.K. Fitomelioracija seryh lesnyh pochv Predbajkal'ja // Sovremennye problemy nauki i obrazovanija. – 2007. – № 6. – Ch. 2. – URL: www.Science.education.ru/.
4. Balloi A., Roll E., Marasco R. [et al.]. The role of microorganisms in bioremediation and phytomereidiation of polluted and stressed soils // Agrochimica. – 2010. – Vol. 54. – № 6. – P. 353–369.
5. Sujundukov Ja.T., Hasanova R.F. Sal'manova Je.F. [i dr.]. Povyshenie ustojchivosti agrojekosistem stepnogo Zaural'ja Respubliki Bashkorostan priemami fitomelioracii // Izv. Samar. nauch. centra RAN. – 2012. – Т. 14. – № 1. – S. 244–248.
12. Orlov D.S., Grishina L.A. Praktikum po himii gumusa. – М.: Izd-vo MGU, 1981. – 287 s.
13. Orlov D.S., Birjukova O.N., Rozanova M.S. Dopolnitel'nye pokazateli gumusnogo sostojanija pochv i ih geneticheskikh gorizontov // Pochvovedenie. – 2004. – № 8. – S. 918–926.
14. Metody pochvennoj mikrobiologii i biohimii / pod. obshh. red D.G. Zvjaginцева. – М.: Izd-vo MGU, 1991. – 304 s.
15. Tuev N.A. Mikrobiologicheskie processy gumusoobrazovanija. – М.: Agropromizdat, 1989. – 239 s.
16. Kukisheva A.A. Vlijanie jekologicheskikh faktorov na mikrofloru i fermentativnuju aktivnost' dernovo-podzolistoj pochvy Tomskoj oblasti i chernozema vyshhelochennogo Altajskogo Priob'ja: avtoref. dis. ... kand. biol. nauk. – Novosibirsk, 2011. – 20 s.