

Научный журнал

Учредитель

Дальневосточное отделение РАН

Журнал основан в 1932 г.

Издание прекращено в 1939 г.,

возобновлено в 1990 г.

ВЕСТНИК

ДАЛЬНЕВОСТОЧНОГО
ОТДЕЛЕНИЯ

РОССИЙСКОЙ
АКАДЕМИИ
НАУК

СОДЕРЖАНИЕ

5 (183). 2015

Почвоведение

К Международному году почв

Я.О. ТИМОФЕЕВА, В.И. ГОЛОВ, Е.А. ЖАРИКОВА, О.М. ГОЛОДНАЯ, О.В. НЕСТЕРОВА, С.В. КЛЫШЕВСКАЯ, Ю.Н. ЖУРАВЛЁВ. Почвенные ресурсы Дальневосточного региона: современное состояние и использование	5
Е.А. ЖАРИКОВА. Влияние пожаров на свойства подзолов восточного побережья северного Сахалина	9
О.Д. ТРЕГУБОВ. Оценка загрязнения почвогрунтов Анадыря по геохимическим данным (1994–2014 гг.)	15
Л.Н. ПУРТОВА, Я.О. ТИМОФЕЕВА, О.В. ПОЛОХИН, А.Н. ЕМЕЛЬЯНОВ. Экологическое состояние агро- генных почв при использовании фитомелиорации	22
О.А. КИРИЕНКО, Е.Л. ИМРАНОВА. Влияние углеводов на состав микробного сообщества в луговой глиево́й почве	29
Л.Н. ЕГОРОВА, О.В. ПОЛОХИН, Л.Н. ЦАПОВА, Г.В. КОВАЛЕВА, Л.А. СИБИРИНА. Структура сооб- ществ микромицетов в вулканических почвах острова Симушир (Курильский архипелаг)	35

Экология

Ю.Н. ЖУРАВЛЁВ, С.В. КЛЫШЕВСКАЯ. Проблема регулирования уровня воды в бассейне озера Ханка (Приморский край)	40
Е.Г. КАЛИТИНА, Н.А. ХАРИТОНОВА, Г.А. ЧЕЛНОКОВ, Е.А. ВАХ. Микробиологический состав углекис- лых минеральных вод Приморского края (распространение, численность бактерий, условия их обитания)	53
С.Ю. ГРИШИН, А.А. ОВСЯННИКОВ, П.А. ПЕРЕПЕЛКИНА. Возгорание древесной растительности и опасность лесных пожаров в ходе Толбачинского извержения (Камчатка, 2012–2013 гг.)	63
Л.А. СИБИРИНА, Г.А. ГЛАДКОВА, Г.Н. БУТОВЕЦ, Н.Д. КРОНИКОВСКАЯ. Реликтовый кедрово-елово- тисовый лес с лиственными породами в национальном парке «Удэгейская легенда»	70
В.Б. ДОКУЧАЕВА, Н.Е. ДОКУЧАЕВ. Виды елей в посадках в окрестностях г. Магадан	78
А.Н. КРАСНОВА. Аномалии у рогозов Дальнего Востока России и Вьетнама	83
Ю.И. МАНЬКО. История сдачи лесов на побережье Татарского пролива в долгосрочное концессионное пользование	88

Биология

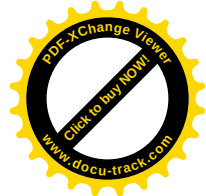
Д.Г. КАМЕНЕВ, Ю.Н. ШКРЫЛЬ, Г.Н. ВЕРЕМЕЙЧИК, В.П. БУЛГАКОВ. Получение культуры клеток <i>Nicotiana tabacum</i> , экспрессирующих ген силикатеина морской роговой губки <i>Latrunculia oparinae</i>	102
С.А. СИЛАНТЬЕВА, Г.Н. ВЕРЕМЕЙЧИК, Ю.Н. ШКРЫЛЬ, В.П. БУЛГАКОВ. Молекулярные механизмы устойчивости <i>AtCPK1</i> -трансгенных клеток марены сердцелистной (<i>Rubia cordifolia</i>) к температурным стрессам	106
ВУ ТХИ ЛИЕН, Н.Г. ГАБРУК. Сорбция ионов Cu^{2+} бурными водорослями <i>Sargassum swartzii</i> Южно-Китай- ского моря	109

Здоровье человека

А.В. ЕРМОЛЕНКО, А.Д. БАРТКОВА, Е.Е. РУМЯНЦЕВА, В.М. ВОРОНОК, Г.А. ЗАХАРОВА, В.В. БЕСПРОЗВАННЫХ. Аскаридоз людей в Приморском крае	114
Б.И. ЧЕЛНОКОВА, Л.В. ВЕРЕМЧУК, Т.А. ГВОЗДЕНКО. Лечебно-оздоровительный потенциал территории месторождения морских иловых грязей на о-ве Русский (г. Владивосток)	119

Химия. Перспективные материалы

Д.П. ОПРА, С.В. ГНЕДЕНКОВ, С.Л. СИНЕБРЮХОВ, В.В. ЖЕЛЕЗНОВ, Е.И. ВОЙТ, Ю.В. СУШКОВ, А.А. СОКОЛОВ, В.И. СЕРГИЕНКО. Электрохимические свойства допированного цирконием нанострук- турированного диоксида титана	124
Д.П. ОПРА, С.В. ГНЕДЕНКОВ, С.Л. СИНЕБРЮХОВ, А.А. СОКОЛОВ, В.Г. КУРЯВЫЙ, А.Ю. УСТИНОВ, Т.А. КАЙДАЛОВА, В.И. СЕРГИЕНКО. Наноструктурированный композит FeOF-FeF_3 : синтез и физико- химические свойства	131



УДК 631.45

Л.Н. ПУРТОВА, Я.О. ТИМОФЕЕВА, О.В. ПОЛОХИН,
А.Н. ЕМЕЛЬЯНОВ

Экологическое состояние агрогенных почв при использовании фитомелиорации

Исследованы гумусное состояние, каталазная активность и оптические свойства агрогенных почв после длительного использования фитомелиоративных приемов повышения почвенного плодородия. Изучено изменение валового содержания микроэлементов по профилю агрогенных почв. Выявлена общая несбалансированность микроэлементного состава пахотных горизонтов и дефицит Co, Ni и Zn в почвах.

Ключевые слова: почва, фитомелиорация, гумусное состояние, каталазная активность, интегральное отражение, микроэлементы.

Ecological status of agrogenic soils during the use of phytomelioration. L.N. PURTOVA, Ya.O. TIMOFEEVA, O.V. POLOKHIN (Institute of Biology and Soil Science, FEB RAS, Vladivostok), A.N. YEMELYANOV (Primorye Research Institute of Agriculture, Ussuriisk).

Humus status indices, catalase activity and optical performance of the agrogenic soils were investigated during the long-term use of phytomelioration techniques which increased soil fertility. The change of the total content of trace elements in the agrogenic soils profiles has been studied. The common imbalance of the microelement composition in plough horizons and deficiency of Co, Ni and Zn in soils were identified.

Key words: soil, phytomelioration, humus status, catalase activity, integral reflection, traces elements.

Введение

Фитомелиорация представляет собой комплекс мероприятий по улучшению природной среды с помощью культивирования или поддержания естественных растительных сообществ. При фитомелиорации задействован природный потенциал растений, позволяющий повысить плодородие почв при минимальных затратах. Метод нашел широкое применение в России и за рубежом [16–18, 21, 22].

Так, в степном Зауралье Республики Башкортостан установлено положительное влияние выращивания многолетних трав с бобовыми культурами на структурно-агрегатное состояние черноземов и снижение в них эрозионных процессов [20]. В северном Казахстане отмечено позитивное влияние многолетних бобовых и злаковых трав на азотный режим и микрофлору черноземных карбонатных почв [18]. В Приморье посевы донника белого на лугово-бурых отбеленных почвах значительно улучшили фитосанитарное состояние почв и повысили продуктивность фитоценоза [19]. С учетом увеличения в крае площадей рисовых полей этот метод весьма перспективен для восстановления плодородия ранее используемых в рисосеянии почв. Для выбора эффективных фитомелиорантов необходим,

*ПУРТОВА Людмила Николаевна – доктор биологических наук, заведующая сектором, ТИМОФЕЕВА Яна Олеговна – кандидат биологических наук, заведующая сектором, ПОЛОХИН Олег Викторович – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник (Биолого-почвенный институт ДВО РАН, Владивосток), ЕМЕЛЬЯНОВ Алексей Николаевич – кандидат сельскохозяйственных наук, заместитель директора (Приморский научно-исследовательский институт сельского хозяйства, Уссурийск). *E-mail: purtova@ibss.dvo.ru



целях мониторинга экологического состояния и уровня плодородия почв, всесторонний анализ физико-химических показателей почв.

В задачи данного исследования входила оценка параметров гумусного состояния и ферментативной активности агрогенных почв и изучение их микроэлементного состава и оптических свойств.

Материалы и методы исследований

Объектом исследований послужили почвы опытных полей ПримНИИСХ (пос. Тимирязевский Уссурийского района Приморского края): агротемногумусовые глеевые с генетическими горизонтами PU–AU–G–Cg, длительное время (10 лет) формирующиеся под фитомелиорантами (люцерна, клевер), и агротемногумусовые подбелы PU–Elng–BTg–C, сформированные на суходольной части мелиоративной системы с применением фитомелиорантов (кострец, донник, люцерна) в течение 5 лет (2009–2014 г.). Отбор образцов проводили по горизонтам почв общепринятыми в почвоведении методами.

В пахотных горизонтах почв кислотность (рН водный, рН солевой) определяли потенциометрически на рН-метре ОР-264 [1], оценивали кислотность по региональной шкале [8]. Содержание гумуса определено по методу Тюрина, фракционно-групповой состав – по методу Пономаревой–Плотниковой (см. [14]). Оценка гумусного состояния почв проведена в соответствии с рекомендациями Д.С. Орлова [13].

Каталазную активность почв оценивали газометрически [10].

Оптические свойства почв, связанных с содержанием гумуса, изучали на спектрофотометре СФ–18. Спектральное отражение (ρ) фиксировали в диапазоне видимого спектра от 420 до 740 нм, с шагом 20 нм. На основе полученных данных рассчитывали параметры интегрального отражения почв (R).

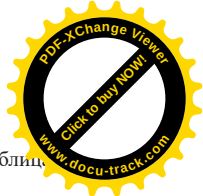
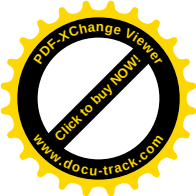
Элементный состав почвенных образцов определяли методом энергодисперсионной рентгенфлуоресцентной спектроскопии (EDX). Определение содержания элементов проводили на анализаторе EDX 800HS-P (Shimadzu, Япония), оснащенный родиевым катодом, в формате количественного анализа в вакуумной среде с использованием государственных стандартных образцов сравнения (ГСО 901-76, ГСО 902-76, ГСО 903-76, ГСО 2498-83, ГСО 2499-83, ГСО 2507-83). Содержания элементов измеряли в соответствии с методикой М-02-0604-2007 в трехкратной повторности [9]. Математическая обработка данных проводилась по общепринятым методикам с применением программ Statistica и Microsoft Excel 2007.

Для оценки уровня содержания элементов в исследованных почвах использовали величины среднего регионального содержания элементов (кларк) в почвах Приморского края, среднего содержания в почвах мира и уровень предельно допустимой концентрации химических веществ в почвах (ПДК) [5, 6, 15].

Результаты и обсуждение

Исследуемые почвы приурочены к территории, для которой характерно высокое среднегодовое количество осадков (до 800 мм), высокие показатели радиационного баланса ($52,2 \text{ ккал/см}^2 \cdot \text{год}$). Гумусообразование в агротемногумусовых глеевых почвах происходит в условиях среднекислой реакции среды, в агротемногумусовых подбелах – в условиях кислой реакции среды (табл. 1).

Исследованные почвы характеризуются гуматно-фульватным типом гумуса в пахотном слое (табл. 2). В агротемногумусовой глеевой почве под горизонтом PU выделялся темноокрашенный горизонт AU. Пахотный горизонт достаточно мощный (36 см), со средними показателями содержания гумуса и средними его запасами в слое 0–20 см (121 т/га). Следует отметить повышенные показатели плотности почв ($1,3\text{--}1,4 \text{ г/см}^3$).



Изменение кислотности по профилю агрогенных почв

Почва	Горизонт	Глубина, см	pH водный	pH солевой
Агротемногумусовая глеевая	PU	0–36	5,92	5,00
	AU	36–94	6,13	4,79
	G	94–133	6,77	5,93
	Cg	133–152	6,65	5,86
Агротемногумусовый подбел	PU	0–25	5,64	4,50
	ELng	25–47	5,95	3,60
	BTg	47–102	4,88	4,10
	C	≥102	5,44	4,54

Таблица 2

Показатели гумусного состояния агрогенных почв

Горизонт	Содержание гумуса, %	Гуминовые кислоты, % от суммы			Степень гумификации органического вещества	Сгк / Сфк
		Свободные	Связанные с Ca ²⁺	Прочно связанные с минеральной основой почв		
Агротемногумусовая глеевая						
PU	4,55	6,12	43,41	50,46	26,8	0,89
AU	2,34	5,06	50,00	44,94	27,5	1,07
G	0,87	13,00	13,00	74,00	11,0	0,37
Cg	—	—	—	—		
Агротемногумусовый подбел						
PU	3,40	5,75	50,00	41,98	26,9	0,80
ELng	2,24	4,52	53,97	41,51	21,9	0,73
BTg	0,76	—	—	100	8,7	0,29
C	—	—	—	—		

Примечание. Прочерк – количество определяемого вещества незначительно.

Более высокое содержание гумуса в агротемногумусовой глеевой почве по сравнению с агротемногумусовым подбелом, на наш взгляд, связано с посевами бобовых трав (клевера, люцерны) и обусловлено деятельностью их корневой системы, способствующей образованию гумуса и обогащению почв азотом. В этих почвах в верхней части профиля (горизонты PU и AU) содержание гуминовых кислот (ГК), связанных с Ca²⁺, среднее, свободных – крайне низкое, в нижнем горизонте (G) содержание ГК, связанных с минеральной частью почв, высокое, а свободных – очень низкое.

Таблица 3
Изменение интегрального отражения (R) и каталазной активности (Ка) по профилю агрогенных почв

Горизонт	R, %	Ка, см ³ O ₂ за 1 мин /г почвы
Агротемногумусовая глеевая		
PU	24,0	2,3
AU	18,8	1,2
G	33,4	0,3
Cg	43,5	0,1
Агротемногумусовый подбел		
PU	33,8	2,4
ELng	47,9	0,7
BTg	32,3	0,4
C	37,8	0,7

Исследованием интегрального отражения по профилю почв выявлен наиболее низкий его показатель в горизонте AU (табл. 3). На поверхности структурных отдельностей в этом горизонте хорошо выражена органоминеральная пленка с гляцевым блеском, которая придает более насыщенный темный цвет. В связи с этим интегральное отражение снижается. Снижению интегрального отражения способствует также изменение типа гумуса с гуматно-фульватного (горизонт PU) на фульватно-гуматный (горизонт AU), поскольку гуминовые кислоты обладают более низкими параметрами спектральной отражательной способности [11].

В нижележащих горизонтах из-за резкого уменьшения количества гумуса (с 2,34 до 0,87 %) интегральное отражение возрастало до 43,5 %.

Уровень ферментативной (каталазной) активности почв, как один из показателей их биологической активности, достаточно низкий. Связано это с периодическим переувлажнением и создающимися анаэробными условиями в почвах (табл. 3). Для горизонтов PU и AU характерна бедная обогащенность почв каталазой. В горизонтах Cg и G уровень каталазной активности, из-за уменьшения содержания гумуса и переувлажнения, резко снижался, что соответствовало очень бедной обогащенности каталазой.

При изучении содержания микроэлементов и основных элементов питания растений установлено, что в пахотном горизонте агротемногумусовой глеевой почвы содержание валовых форм Co, Ni, Pb и Zn меньше региональных кларковых величин в 1,2–2,6 раза (табл. 4). В средней части почвенного профиля концентрация данных элементов увеличивается и приближается к величине кларка. Содержание Cu и Cr превышает кларк на протяжении всего почвенного профиля; для Cu отмечено 1,2–2,2-кратное превышение кларка, для Cr – 1,4–1,7-кратное. Исключением из общей закономерности является резкое снижение содержания Cu в горизонте G, что может быть связано с увеличением подвижности соединений Cu в восстановительных условиях и активной миграцией их в нижележащий горизонт.

Таблица 4

Содержание валовых форм микроэлементов в агрогенных почвах, мг/кг почвы

Горизонт	Co	Ni	Cu	Zn	Pb	Cr	V	Sr
Агротемногумусовая глеевая почва								
PU	15,9	19,9	44,3	41,8	25,7	97,8	112,6	166,2
AU	19,8	43,3	37,6	70,6	37,6	115,4	87,6	134,8
G	19,1	48,1	9,3	58,2	25,3	89,6	89,2	128,7
Cg	12,8	29,4	34,4	63,1	19,5	106,3	91,3	132,8
Агротемногумусовый подбел								
PU	13,2	22,0	27,4	45,9	40,0	98,2	116,5	133,7
ELng	14,2	33,0	55,8	34,8	40,3	95,6	124,8	128,4
BTg	15,9	38,5	48,7	58,2	33,1	114,5	111,7	117,2
C	15,0	22,8	63,8	66,9	34,5	107,5	116,2	118,5

Как правило, содержание Cu и Cr в почвах определяется составом почвообразующих пород. Уровень регионального кларка был принят с учетом специфики почвообразовательных процессов и факторов почвообразования в регионе, и повышенные концентрации элементов относительно кларка явно свидетельствуют о загрязнении почв медью и хромом. Одной из причин повышенного содержания данных элементов в почвах может быть захламленность почв бытовым мусором до их введения в сельскохозяйственное использование (30–40 лет назад). Разложение хромированных и содержащих медь изделий в бытовом мусоре ведет к поступлению элементов в почвы [4].

Содержание Cu в пахотном горизонте агротемногумусовой глеевой почвы соответствует уровню ПДК элемента в почвах. Величина ПДК для Cr в настоящее время, к сожалению, не установлена, что не позволяет в полной мере оценить опасность уровня концентрации этого элемента в почвах. Основываясь на результатах исследований Ю.Н. Водяницкого [4], который предлагает для почв России принять величину ПДК Cr 200 мг/кг, можно утверждать, что фактическое содержание валовых форм Cr в исследованной почве не превышает этого значения.

Результаты многочисленных исследований указывают на то, что Cu и Cr стимулируют рост сельскохозяйственных растений, но избыток данных элементов вызывает у них различные заболевания [2]. Растения, произрастающие на исследованной почве, характеризуются высокой урожайностью и продуктивностью фитомассы и не обнаруживают признаков нарушения роста и развития. Данный факт указывает на то, что основная масса Cu и Cr находится в составе прочносвязанных, недоступных для растений соединений.



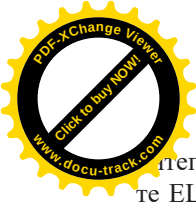
Исследованиями ряда авторов было отмечено снижение каталазной активности почв и ухудшение почвенного дыхания при повышенном содержании Cr [4]. Результаты проведенного сравнительного корреляционного анализа показали, что содержание валовых форм Cr в диапазоне 89–115 мг/кг не оказывает влияния на изменение каталазной активности по профилю агротемногумусовой глеевой почвы. Основная часть этого элемента связана с Al-содержащими ($r = 0,9$) и в меньшей степени с Fe-содержащими ($r = 0,5–0,8$) соединениями.

Между величиной концентрации Cu и изменением каталазной активности почв установлена достоверная корреляционная связь ($r = 0,7$), которая подтверждает активное участие элемента в биохимических процессах, идущих в почвах. Несмотря на то что ключевой реакцией, определяющей состояние Cu в почве, считается комплексообразование с органическими соединениями, уровень коэффициента корреляционной связи между концентрацией Cu и содержанием гумуса не превышает 0,6. Основной объем меди, входящей в состав органического вещества почв, образует комплексные соединения со слаборастворимой фракцией гуминовых кислот, связанных с Ca^{2+} . Наибольшее влияние на закрепление и накопление меди в агротемногумусовой глеевой почве оказывают гидроксиды Al ($r = 0,9$) и почвенные минеральные компоненты ($r_{\text{Si-Cu}} = 0,9$; $r_{\text{Ti-Cu}} = 0,7$).

На профильное распределение Co и Pb в почвах влияют отдельные фракции гуминовых кислот. Кобальт фиксируется преимущественно растворимыми свободными и нерастворимыми прочно связанными с минеральной почвенной основой гуминовыми кислотами ($r = 0,7–0,8$). Содержание таких фракций гуминовых кислот увеличивается в средней части профиля почвы и сопровождается максимальной концентрацией Co. Свинец закрепляется в слабоподвижной форме фракцией гуминовых кислот, связанных с Ca^{2+} , содержание которых увеличивается в переходном горизонте AU. Вместе с гумусовыми соединениями Co и Pb в агротемногумусовой глеевой почве фиксируются в составе Fe-содержащих соединений ($r = 0,6–0,7$).

Помимо традиционных микроэлементов (Co, Ni, Zn, Cu, Cr) и элементов-токсикантов (Pb) впервые в агрогенных почвах Приморья было определено содержание V и Sr. В настоящее время ванадий и стронций относят к потенциально опасным для объектов окружающей среды элементам [3, 12]. По токсикологическим классификациям элементов разных стран и организаций класс опасности V и Sr варьирует от слабо опасного (Россия) до наиболее опасного (ООН) [3]. Кларк V и Sr для почв Дальневосточного региона не установлен, при оценке уровня содержания этих элементов в исследованных почвах был использован кларк в почвах мира – 100 мг/кг для V и 300 мг/кг для Sr. В агротемногумусовой глеевой почве содержание V незначительно (в 1,1 раза) превышает кларковый уровень в верхней части почвенного профиля, в средней и нижней частях оно меньше величины кларка. Содержание Sr значительно ниже кларка. Величины валового содержания V и Sr указывают на накопление их в пахотном горизонте агротемногумусовой глеевой почвы. С продвижением вглубь почвенного профиля концентрация данных элементов постепенно снижается. Отличительной особенностью V и Sr является высокий уровень положительной взаимосвязи с общим содержанием гумуса и каталазной активностью почв ($r = 0,8–0,9$). Слабая корреляционная связь с различными фракциями гуминовых кислот позволяет говорить о том, что V и Sr входят в состав комплексных соединений с фульвокислотами.

В агротемногумусовых подбелах гумусообразование происходило в более кислых условиях. Тип гумуса изменялся по профилю с гуматно-фульватного (горизонт PU) на фульватный (ELng) и очень фульватный (BTg). Содержание и запасы гумуса низкие (97,2 т/га в слое 0–20 см). В составе гуминовых кислот преобладают фракции, связанные с минеральной основой почв, их количество высокое по всему профилю. Содержание этих ГК несколько возрастает (до 53,97 %) по сравнению с агротемногумусовой глеевой почвой. Подобное повышение содержания гуминовых кислот свойственно почвам рисовых полей при их осушении. По мере снижения содержания гумуса увеличивались показатели



интегрального отражения почв. Резкое возрастание R до 47,9 % зафиксировано в горизонте E_{Lng}, оно связано с процессами отбеливания. Снижение интегрального отражения в горизонте BT_g обусловлено аккумуляцией окислов железа.

Степень обогащенности пахотного горизонта каталазой – бедная, еще более низкий уровень каталазной активности свойствен горизонту E_{Lng}.

Содержание Co, Ni и Zn в агротемногумусовых подбелах на протяжении всего почвенного профиля ниже величины кларка в 1,6–2,1 раза. Наименьшее содержание Co и Ni отмечено в пахотном горизонте, с глубиной концентрация элементов увеличивается. Содержание Zn снижается в средней части почвенного профиля и увеличивается в нижней. Агротемногумусовые подбелы характеризуются также повышением концентраций Cu и Cr в нижней части профиля и Pb и V – на протяжении всего почвенного профиля. Содержание Pb и V незначительно превышает кларковый уровень (в 1,1–1,2 раза). Концентрация Cr и Cu выше уровня кларка в 1,7 и 3,2 раза соответственно.

Возрастание кислотности почвенного раствора оказало существенное влияние на характер взаимосвязи между исследованными элементами и органической частью почв. Высокий уровень корреляционной связи между содержанием фракций свободных и связанных с Ca²⁺ гуминовых кислот и концентрацией Pb ($r = 0,9$), V ($r = 0,6–0,7$), Sr ($r = 0,9$) свидетельствует о нахождении элементов в составе растворимых и слаборастворимых комплексных соединений. Повышение содержания Pb в составе различных фракций ГК сопровождается включением этого элемента в биохимические процессы, идущие в почвах, что подтверждается увеличением коэффициента корреляции между изменением каталазной активности и концентрацией Pb по профилю агротемногумусовых подбелов до 0,6.

Несмотря на обнаруженные различия в обоих типах почв, последствия происходящих изменений микроэлементного состава в пахотных горизонтах очевидны. Несбалансированность микроэлементного состава, на наш взгляд, связана с процессами конкрецииобразования, активно протекающими в почвах. Ранее проведенными исследованиями установлено, что в отношении некоторых микроэлементов (Mn, Cu, Co, Ni, Pb) конкреции выполняют роль мощных аккумуляторов, а длительное использование почв в сельскохозяйственном производстве оказывает стимулирующее воздействие на рост, развитие и аккумулирующую способность конкреций [23].

Заключение

Исследование морфологического строения профиля и основных физико-химических параметров почв показало, что агротемногумусовые глеевые почвы после длительного применения фитомелиорантов имеют мощный гумусированный слой, дифференцированный на два горизонта (PU, AU) по типу гумуса и оптическим показателям почв (интегральное отражение). Почвы этого слоя обладают меньшей кислотностью, более гумусированные по сравнению с агротемногумусовыми подбелами, со средним уровнем содержания гумуса и его запасов. Однако низкие показатели каталазной активности свидетельствуют о некоторой заторможенности микробиологических процессов, вызванной переувлажнением почв. Для регулирования водно-воздушного режима и активизации микробиологических процессов необходимо внесение свежего органического вещества. В пополнении запасов органического вещества особенно нуждаются агротемногумусовые подбелы с низким уровнем содержания гумуса и его запасов.

Исследованные агрогенные почвы характеризуются несбалансированностью микроэлементного состава. В почвах обнаружен устойчивый дефицит микроэлементов (Co, Ni и Zn), необходимых для получения качественной растениеводческой продукции, который может быть восполнен единственным путем – внесением в почву недостающих элементов в составе микроудобрений. Содержания Cu и Cr в почвах повышены по отношению к региональной кларковой концентрации, но не выходят за пределы значений ПДК и не оказывают

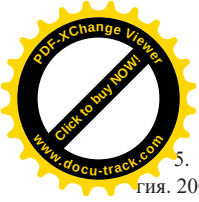


отрицательного воздействия на биологическую активность почв. В агрогенных почвах юга Приморья впервые установлены величины содержания V и Sr, основной объем которых входит в состав комплексных соединений с различными фракциями гумусовых кислот.

Необходимы дальнейшее проведение мониторинговых исследований экологического состояния агрогенных почв и работы по выбору наиболее эффективных фитомелиорантов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв. М.: Изд-во МГУ, 1970. 487 с.
2. Битюцкий Н.П. Необходимые микроэлементы растений. СПб.: Изд-во ДЕАН, 2005. 256 с.
3. Водяницкий Ю.Н. Нормативы содержания тяжелых металлов и металлоидов в почвах // Почвоведение. 2012. № 3. С. 368–375.
4. Водяницкий Ю.Н. Тяжелые и сверхтяжелые металлы и металлоиды в загрязненных почвах. М.: Почв. ин-т им. В.В. Докучаева РАСХН, 2009. 184 с.
5. Голов В.И. Круговорот серы и микроэлементов в основных агроэкосистемах Дальнего Востока. Владивосток: Дальнаука, 2004. 316 с.
6. Добровольский В.В. Основы биогеохимии. М.: ACADEMIA, 2003. 397 с.
7. Классификация и диагностика почв России. Смоленск: Ойкумена, 2004. 342 с.
8. Костенков Н.М., Ознобихин В.И. Научное обоснование снятия и использования плодородного слоя почв при открытых разработках полезных ископаемых // Аграрная наука с.-х. производству Дальнего Востока: к 75-летию образования Россельхозакадемии: сб. науч. тр. ДВНМЦ РАСХН. Владивосток: Дальнаука, 2005. 458 с.
9. Методика выполнения измерений массовой доли кремния, кальция, титана, ванадия, хрома, бария, марганца, железа, никеля, меди, цинка, мышьяка, стронция, свинца, циркония, молибдена в порошковых пробах почв и донных отложений рентгеноспектральным методом с применением энергодисперсионных рентгенофлуоресцентных спектрометров типа EDX фирмы Shimadzu: М-02-0604-2007. СПб., 2007. 17 с.
10. Методы почвенной микробиологии и биохимии / под ред. Д.Г. Звягинцева. М.: Изд-во МГУ, 1991. 303 с.
11. Михайлова Н.А., Орлов Д.С. Оптические свойства почв и почвенных компонентов. М.: Наука, 1986. 111 с.
12. Молчанова И.В., Михайловская Л.Н., Позолотина В.Н., Журавлёв Ю.Н., Тимофеева Я.О., Бурдуковский М.Л. Техногенное загрязнение почвенно-растительного покрова юга Приморского края // Экология. 2013. Т. 44, № 5. С. 334–338.
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. Орлов Д.С., Гришина Л.А. Практикум по химии гумуса. М.: Изд-во МГУ, 1981. 287 с.
15. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве: ГН 2.1.7.2041-06. – <http://www.gosthelp.ru/text/GN217204106Predelnodopust.html> (дата обращения: 10.09.2015).
16. Пуртова Л.Н., Шапова Л.Н., Емельянов А.Н., Иншакова С.Н. Влияние фитомелиорации на гумусное состояние, микрофлору и оптико-энергетические показатели агрообразцов Приморья // Вестн. Бурят. гос. с.-х. академии им. В.Р. Филиппова. 2013. № 4 (33). С. 41–46.
17. Пуртова Л.Н., Шапова Л.Н., Емельянов А.Н., Иншакова С.Н. Изменение показателей плодородия почв в агрообразцах Приморья в условиях фитомелиоративного опыта // Вестн. КрасГАУ. 2011. № 11. С. 62–65.
18. Сагалбеков У.М., Сагалбеков Е.У., Кусанова М.Е. Агрофизические показатели черноземов обыкновенных под многолетними травами (Северный Казахстан) // Почвоведение. 2013. № 10. С. 1234–1238.
19. Скалозуб О.М. Эффективность включения донника белого в состав многолетней травосмеси // Кормопроизводство. 2012. № 12. С. 7–8.
20. Суяндукоев Я.Т., Хасанова Р.Ф., Сальманова Э.Ф., Абдуллин М.Р. Повышение устойчивости агроэкосистем степного Зауралья Республики Башкортостан приемами фитомелиорации // Изв. Самар. науч. центра РАН. 2012. Т. 14, № 1. С. 244–248.
21. Хуснидинов Ш.К. Фитомелиорация серых лесных почв Предбайкалья // Соврем. проблемы науки и образования. 2007. № 6. С. 87–88. – www.science-education.ru/24-785 (дата обращения: 10.09.2015).
22. Thori T., Burke I.C., Lauenroth W.K., Coffin D.P. Effect of cultivation and abandonment of soil on soil organic matter in Northeastern Colorado // Soil Sci. Soc. Am. J. 1995. Vol. 59, N 4. P. 1112–1119.
23. Timofeeva Y.O., Karabtsov A.A., Semal' V.A., Burdukovskii M.L., Bondarchuk N.V. Iron-manganese nodules in Udepts: the dependence of the accumulation of the trace elements on nodule size // Soil Sci. Soc. Am. J. 2014. Vol. 78, N 3. P. 767–778.



5. Егорова Л.Н. Почвообитающие аскомицеты российского Дальнего Востока // Микология и фитопатология. 2003. Т. 37, вып. 2. С. 13–21.
6. Егорова Л.Н. Почвообитающие зигомицеты (*Zygomycetes*: *Mucorales*, *Mortierellales*) хвойных лесов Дальнего Востока // Микология и фитопатология. 2009. Т. 43, вып. 4. С. 292–297.
7. Звягинцев Д.В. Методы почвенной микробиологии и биохимии. М.: МГУ, 1991. 303 с.
8. Методы экспериментальной микологии: справ. / ред. В.И. Билай. Киев: Наук. думка, 1982. 550 с.
9. Мирчинк Т.Г. Почвенная микология. М.: Изд-во МГУ, 1988. 220 с.
10. Низшие растения, грибы и мохообразные Дальнего Востока России. Т. 1–4. СПб.: Наука, 1990–1998.
11. Растительный и животный мир Курильских островов (Материалы Международ. Курильского проекта). Владивосток: Дальнаука, 2002. 163 с.
12. Domsch K.H., Gams W., Anderson T.-H. Compendium of soil fungi. Eching: IHW-Verlag, 2007. 672 p.
13. Kirk P.M., Cannon P.F., Minter D.W., Stalpers J.A. Ainsworth et Bisby's Dictionary of the fungi. 10th ed. Wallingford: CABI, 2008. 771 p.
14. Pitt J.I. The genus *Penicillium* and its teleomorphic states *Eupenicillium* and *Talaromyces*. London: Acad. Press, 1979. 634 p.
15. Raper K.B., Fennel D.I. The genus *Aspergillus*. Baltimore: Williams and Wilkins, 1965. 686 p.
16. Samson R.A. *Paecilomyces* and some allied *Hyphomycetes* // Stud. Mycol. 1974. N 6. P. 1–119.
17. Sutton B.C. The *Coelomycetes*. Fungi imperfecti with pycnidia, acervuli and stromata. Kew, UK: CMI, 1980. 696 p.