

5. Ногина Н.А. Почвы Забайкалья. – М.: Наука, 1964. – 312 с.

6. Убугунов Л.Л., Лаврентьева И.Н., Убугунова В.И., Меркушева М.Г. Разнообразие почв Иволгинской котловины: эколого-агрохимические аспекты. – Улан-Удэ: БГСХА, 2000. – 208 с.

7. Черноусенко Г.И., Ямнова И.А. О генезисе засоления почв Западного Забайкалья // Почвоведение. – 2004. – С. 399-414.

8. Базаров Д-Д.Б. Кайнозой Прибайкалья и Забайкалья. – Новосибирск: Наука, 1986. – 167 с.

9. Жуков В.М. Климат Бурятской АССР. – Улан-Удэ: Бурят. кн. изд-во, 1960. – 188 с.

10. Агрохимические методы исследования почв. – М.: Наука, 1975. – 656 с.

11. Классификация и диагностика почв России. – Смоленск: Ойкумена, 2004. – 342 с.

12. Полевой определитель почв России. – М.: Почвенный ин-т им. В.В. Докучаева, 2008. – 182 с.

13. McGhie S., Ryan M. Salinity Indicator Plants. Local Government Salinity Initiative. – Issue 8. New South Wales. Department of Infrastructure, Planning and Natural Resources. 2005.

References

1. Mitupov Ch.Ts. Zasolennye pochvy Ivolginskoi doliny: avtoref. dis. ... kand. biol. nauk. – М.: MGU, 1973. – 24 с.

2. Mitupov Ch.Ts. О kharaktere i prichinakh zasoleniya pochv Ivolginskoi doliny Buryatsko

ASSR // Biol. nauki. – 1967. – № 6. – S. 92

3. Korolyuk T.V. О proiskhozhdenii solei v prirodnykh vodakh basseina r. Ivolgi Buryatskoi ASSR // Pochvovedenie. – 1970. – № 4. – S. 25-33.

4. Korolyuk T.V. Khimizm i stepen' zasoleniya pochv doliny r. Ivolgi Buryatskoi ASSR // Pochvovedenie. – 1971. – № 7. – S. 92-100.

5. Nogina N.A. Pochvy Zabaikal'ya. – М.: Nauka, 1964. – 312 с.

6. Ubugunov L.L., Lavrent'eva I.N., Ubugunova V.I., Merkusheva M.G. Raznoobrazie pochv Ivolginskoi kotloviny: ekologo-agrokhimicheskie aspekty. – Ulan-Ude: BGSKhA, 2000. – 208 с.

7. Chernousenko G.I., Yamnova I.A. О генезисе засоления почв Западного Забайкалья // Pochvovedenie. – 2004. – С. 399-414.

8. Bazarov D-D.B Kainozoi Pribaikal'ya i Zabaikal'ya. – Novosibirsk: Nauka, 1986. – 167 с.

9. Zhukov V.M. Klimat Buryatskoi ASSR. – Ulan-Ude: Buryat. kn. izd-vo, 1960. – 188 с.

10. Agrokhimicheskie metody issledovaniya pochv. – М.: Nauka, 1975. – 656 с.

11. Klassifikatsiya i diagnostika pochv Rossii. – Smolensk: Oikumena, 2004. – 342 с.

12. Polevoi opredelitel' pochv Rossii. – М.: Pochvennyi in-t im. V.V. Dokuchaeva, 2008. – 182 с.

13. McGhie S., Ryan M. Salinity Indicator Plants. Local Government Salinity Initiative. – Issue 8. New South Wales. Department of Infrastructure, Planning and Natural Resources. 2005.



УДК 631.445.25 (571.15)

Е.Г. Пивоварова, Е.В. Кононцева,
Ж.Г. Хлуденцов, Е.Ю. Домникова
Ye.G. Pivovarova, Ye.V. Konontseva,
J.G. Khludentsov, Ye.Yu. Domnikova

ОЦЕНКА СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ СЕРЫХ ЛЕСНЫХ ПОЧВ УМЕРЕННО ЗАСУШЛИВОЙ И КОЛОЧНОЙ СТЕПИ АЛТАЙСКОГО КРАЯ

THE EVALUATION OF THE CURRENT STATE OF GRAY FOREST SOILS OF TEMPERATELY ARID AND FOREST-OUTLIER STEPPE OF THE ALTAI REGION

Ключевые слова: серые лесные почвы, плодородие, антропогенная трансформация, экологические функции, стратификация, классификация почв.

Приводятся результаты исследований по оценке современного состояния свойств серых лесных почв колючной степи Алтайского края. Установлено, что антропогенная трансформация пахотных черноземных почв оказывает влияние на процессы почвообразования в сопряженных с ними серых лесных почвах колючной степи. В результате водной и ветровой эрозий, происходящих в пахот-

ных черноземных почвах, усиливаются денудационные процессы и переотложение эрозионного материала в сопряженные с пашней аккумулятивные ландшафты, к которым приурочены серые лесные почвы колючной степи. Индикаторами данных процессов являются увеличение мощности и образование стратифицированных и погребенных гумусовых горизонтов, неоднородность их гранулометрического состава, увеличение содержания гумуса и повышение почвенной кислотности. Потенциальное плодородие этих почв, выраженное через действительно возможную урожайности яровой пшеницы составляет 1,2-1,4 т/га и может

увеличиваться до 1,5-1,7 т/га. В соответствии с субстантивно-генетической классификацией почв России (2004 г.) даны определения серым лесным почвам – в пределах умеренно засушливой и колочной степи Алтайского края выделены серые, темно-серые и темно-серые остаточно-карбонатные почвы. Антропогенно преобразованные намытые серые лесные почвы идентифицированы как темно-серые стратифицированные почвы. Несмотря на положительную динамику в эволюции серых лесных почв, вовлечение их в сельскохозяйственное производство не представляется рациональным, поскольку это может привести к усилению эрозионных процессов.

Keywords: gray forest soils, soil fertility, anthropogenic transformation, environmental functions, stratification, soil classification.

The research results on the evaluation of the current state of the properties of gray forest soils of the forest-outlier steppe of the Altai Region are discussed. It is found that the anthropogenic transformation of arable chernozems affects the soil formation processes in the adjacent gray forest soils of the

forest-outlier steppe. As a result of water and wind erosion occurring in the arable chernozems, the denudation processes intensify as well as the redeposition of erosional material to the adjacent accumulative landscapes which the gray forest soils of the forest-outlier steppe are associated with. There are following indicators of these processes: humus horizons' thickness increase, the formation of stratified and buried humus horizons, the heterogeneity of their particle-size composition, the increase of humus content and increased soil acidity. The potential fertility of these soils expressed in terms of really possible spring wheat yield makes 1.2-1.4 t ha, and may be increased up to 1.5-1.7 t ha. According to the substantive-genetic Russian soil classification system (2004), the definitions of gray forest soils are given; gray, dark-gray and dark-gray residual carbonate soils are distinguished within the temperately arid and forest-outlier steppe of the Altai Region. The anthropogenically transformed drift gray forest soils are identified as dark-gray stratified soils. Despite the positive trend in the evolution of gray forest soils, their involvement in agricultural production is not reasonable as it may cause increased erosion.

Пивоварова Елена Григорьевна, д.с.-х.н., доцент, проф., Алтайский государственный аграрный университет. Тел.: (3852) 62-83-46. E-mail: pilegri@mail.ru.

Кононцева Елена Владимировна, к.с.-х.н., доцент, Алтайский государственный аграрный университет. E-mail: kononcevaasau@mail.ru.

Хлуденцов Жан Геннадьевич, к.с.-х.н., доцент, Алтайский государственный аграрный университет. E-mail: pilegri@mail.ru.

Домникова Елена Юрьевна, аспирант, Алтайский государственный аграрный университет. E-mail: e_domnikova@bk.ru.

Pivovarova Yelena Grigoryevna, Dr. Agr. Sci., Assoc. Prof., Prof., Altai State Agricultural University. Ph.: (3852) 62-83-46. E-mail: pilegri@mail.ru.

Konontseva Yelena Vladimirovna, Cand. Agr. Sci., Assoc. Prof., Altai State Agricultural University. E-mail: kononcevaasau@mail.ru.

Khludentsov Jean Gennadyevich, Cand. Agr. Sci., Assoc. Prof., Altai State Agricultural University. E-mail: pilegri@mail.ru.

Domnikova Yelena Yuryevna, Post-Graduate Student, Altai State Agricultural University. E-mail: e_domnikova@bk.ru.

Введение

В настоящее время почвенный покров формируется как под действием природных, так и под влиянием сложной комбинации антропогенных факторов. Интенсивность и разнообразие современных воздействий на почву способствуют накоплению новых признаков, не свойственных природному почвообразованию, в результате которого почвы частично или полностью утрачивают свой первоначальный облик. Наиболее очевидные изменения наблюдаются в агрогенных почвах [1-3], менее явные – в почвах, которые не испытывают прямого воздействия, но геохимически связаны с пахотными. Поэтому возникает необходимость в проведении исследований, направленных на систематизацию данных об антропогенно-трансформированных почв, включая сведения о направленности и интенсивности их изменения во времени и пространстве. Поиск путей и методов изучения эволюции антропогенно-модифицированных почв, разработка критериев их диагностики и классификации ведутся многими

исследователями [4-7]. Исследования закономерностей технопедогенеза особенно важны для детализации и дополнения описательной базы Единого государственного реестра почвенных ресурсов (ЕГРПР) России, опубликованного в 2014 г. [8]. В ЕГРПР характеристика черноземных и серых лесных почв Алтайского края дана по доступным литературным источникам для почв Московской области, районов ЦЧО и Молдавской ССР, которые существенно отличаются от почв Предалтайской почвенной провинции [9-10]. **Целью** исследований являлось изучение современного состояния серых лесных почв колочной степи, разработка критериев выделения таксономических групп в соответствии с действующей [11] и субстантивно-генетической классификациями почв [7], оценка их плодородия и экологического значения.

Объекты и методы исследований

Объектам исследования явились серые лесные почвы подзоны умеренно засушливой и колочной степи Алтайского края. В работе

использованы сравнительно-географический, сравнительно-аналитический, полевой методы исследований. Ретроспективный анализ структуры почвенного покрова (19 хозяйств) проводился по материалам крупномасштабного почвенного обследования ОАО «Алтай НИИ Гипрозем» (1990-1992 гг). Современное состояние серых лесных почв исследуемой территории оценивалось на основе проведенных в 2013-2014 гг. полевых исследований, в ходе которых было заложено и проанализировано 15 полнопрофильных разрезов в пяти почвенных районах (9-13) подзоны умеренно засушливой и колючей степи Алтайского края. В почвенных образцах определялись основные физические и физико-химические свойства: гранулометрический состав, содержание гумуса, валовые форм азота и фосфора, содержание подвижных форм фосфора и калия, поглотительные свойства (сумма поглощенных оснований и гидролитическая кислотность), рН по общепринятым методикам.

Результаты исследований

В подзоне умеренно засушливой и колючей степи серые лесные почвы не являются зональными, их площадь составляет 73645,8 га. Эти почвы не входят в состав пахотных угодий, они приурочены к балочным березовым лесам, березовым колкам по западинам водоразделов. В структуре почвенного покрова хозяйств серые лесные почвы составляют от 1,4 до 10,3%. Генезис серых лесных почв в Западной Сибири К.П. Горшенин (1955) и Н.Д. Градобоев (1960) рассматривали как производный процесс солодевого типа почвообразования. С точки зрения С.С. Трофимова (1975), формирование серых лесных почв на лессовидных суглинках в условиях дренированной территории может быть отнесено к ряду предподзолистых почв [12].

Состав серых лесных почв колючей степи позволяет предположить возможность обоих путей образования. В структуре почвенного покрова колючей степи в замкнутых понижениях водоразделов и на пологих склонах формируются собственно темно-серые и серые лесные среднесуглинистые почвы, генезис которых обусловлен подзолистым процессом на фоне дернового. На низких террасах, под листовыми травянистыми лесами, приуроченными к балкам и лощинообразным зачаточно-эрозионным формам рельефа и западинам получили распространение серые лесные осолоделые почвы, которые ни в одной из классификаций [7, 11] не выделяются в отдельную группу (тип, подтип), но с позиций генетического почвоведения рассматриваются как самостоятельный тип, образованный в результате остепнения солодей при сочетании двух процессов –

дернового и осолодения [13]. Они встречаются в сочетании с карбонатными черноземами, лугово-черноземными и луговыми почвами, а также мелкими контурами в комплексах с солонцами, солончаками и солодями.

Результаты обобщения материалов крупномасштабного почвенного обследования НИИ АлтайГипрозем (80-е годы) позволили выявить следующие закономерности (табл. 1). Темно-серые лесные почвы преимущественно мощные ($39,8 \pm 4,8$ см), характеризуются высоким содержанием гумуса 5,5-6,9%, превышающим содержание в сопряженных с ними пахотных черноземных почвах (4,3-5,0%), слабокислой реакцией среды рНс -5,7-6,1. Почвы высокообеспечены подвижными формами фосфора и калия. Потенциальное плодородие, рассчитанное по модели ДВУ (действительно возможной урожайности по Л.М. Бурлаковой), составляет 1,2-1,4 т/га и лимитируется в основном реакцией почвенного раствора.

Серые лесные осолоделые почвы морфологически отличаются от собственно серых лесных более высокой линией вскипания карбонатов, а геоморфологически – приуроченностью к засоленным почвообразующим породам. Светло-серые лесные осолоделые почвы колючей степи формируются на легких породах, их мощность не превышает 20 см, гумусированность – $2,5 \pm 0,4\%$, рНс = $4,9 \pm 0,2$, потенциальное плодородие их несколько ниже, чем у темно-серых лесных ($0,9-1,1$ т/га яровой пшеницы), лимитирующими факторами являются маломощность, кислая реакция почвенного раствора и низкое содержание гумуса. Серые лесные осолоделые отличаются от темно-серых лесных осолоделых только мощностью ($25,0 \pm 2,1$ и $43,7 \pm 5,1$ см соответственно), по гумусированности и кислотности почвенного раствора, а также по потенциальному плодородию они близки.

Полученные результаты позволяют провести корреляцию между двумя почвенными классификациями России [7, 11]. В соответствии с субстантивно-генетической классификацией (2004 г.) все серые лесные почвы колючей степи должны быть отнесены к стволу текстурно-дифференцированных почв. Светло-серые лесные по набору морфологических и физико-химических свойств удовлетворяют типу серых почв, у них идентифицируются следующие горизонты: АУ – серогумусовый, АЕЛ – гумусово-элювиальный, ВЕЛ – субэлювиальный, ВТ – текстурный, Сса – рыхлая почвообразующая порода. Осолоделые светло-серые лесные почвы определяются по данной классификации как остаточнокarbonатный подтип. Преобладающие в исследуемой подзоне почвы по мощности оп-

ределяются как среднечеткие виды серых почв (10-20 см).

Темно-серые лесные и серые лесные (как обычные, так и осолоделые) по субстантивно-генетической классификации характеризуются следующим набором генетических горизонтов: AU – темногомусовый, BEL – субэлювиальный, BT(са) – текстурный, C(са) – рыхлая почвообразующая порода. Это позволяет в соответствии с субстантивно-генетической

классификацией объединить их в тип темно-серых почв. Признаки оподзоленности проявляются слабо, темногомусовый горизонт ярко выражен по мощности и по окраске, особенно это наглядно при сравнении их с сопряженными агрочерноземами. По мощности среди темно-серых почв колючей степи преобладают мелкие (менее 30 см) и маломощные (30-50 см).

Таблица 1

Статистическая оценка физико-химических свойств серых лесных почв (по результатам крупномасштабного обследования Алтай НИИ Гипрозем)

Почва	n	Мощность, см		Гумус, %		pHс		S, мг-экв/100 г		Hr, мг-экв/100 г		Nв, %		P ₂ O ₅ , мг/кг		K ₂ O, мг/кг		ДВУ, ранг, ц/га
		x±S _x	V, %	x±S _x	V, %	x±S _x	V, %	x±S _x	V, %	x±S _x	V, %	x±S _x	V, %	x±S _x	V, %	x±S _x	V, %	
C _{2-2c}	4	25,3±3,3	20,4	3,1±0,2	12,9	5,5±0,4	11,8	20,3±5,2	44,5	3,8±0,3	13,3	0,17±0,04	33,3	65±9,2	24,5	246±52,2	36,6	4 (12-14)
C _{3-3c}	4	39,8±4,8	24,1	5,5±0,4	13,3	5,7±0,1	3,3	31,1±1,8	3,3	4,2±0,6	25,9	0,29±0,02	13,6	172±27	27,1	252±23	15,9	4 (12-14)
C _{3-2c}	4	27,5±2,7	19,0	6,9±0,1	4,0	6,1±0,1	2,8	30,7±1,4	9,0	-	-	0,22±0,02	18,1	255±12	9,4	313±9	5,6	4 (12-14)
C ^{oc} _{3-3c}	3	43,7±5,2	20,8	5,5±0,2	9,1	5,1±0,2	6,3	16,1±1,5	16,5	4,0±0,3	13,1	0,14±0,01	8,5	226±35	26,6	93±26	48,5	4 (12-14)
C ^{oc} _{2-2c}	7	25,0±2,1	17,6	4,9±0,5	28,0	5,3±0,2	10,8	21,8±2,9	28,0	4,2±0,8	34,6	0,33±0,03	26,9	116±16	2,1	415±47	26,9	4 (12-14)
C ^{oc} _{1-2c}	2	16,6±0,9	15,9	2,5±0,4	19,8	4,9±0,2	4,3	12,3±0,5	5,8	4,6±0,4	10,9	-	-	-	-	-	-	3 (9-11)

Примечание. * x±S_x – доверительный интервал; ** V, % – коэффициент вариации.

Таблица 2

Характеристика физико-химических и физических свойств серых лесных почв умеренно засушливой и колючей степи

№ почвенного разреза	Обозначение горизонта	Глубина взятия образца, см	pHв	pHс	Гумус, %	Азот валовой, %	Фосфор валовой, %	Гидролитическая кислотность, мг-экв/100 г	Поглощенный Са ²⁺ , мг-экв/100 г	Поглощенный Mg ²⁺ , мг-экв/100 г	Подвижная P ₂ O ₅ , мг/100 г	Подвижная K ₂ O, мг/100 г	Сумма гранулометрических фракций, %		ДВУ, ранг, т/га
													<0,001 мм	<0,001 мм	
Серая лесная среднечеткая среднесуглинистая*															
Темно-серая маломощная среднесуглинистая**															
107	Ад (АО) ¹	0-6	5,80	4,87	8,45	0,42	0,19	7,23	32,50	10,00	10,5	48,5	36,6	60,4	4 (1,2-1,4)
	A ₁ (AU)	6-15	5,63	4,46	4,48	0,22	0,18	8,32	30,00	11,25	8,5	29,8	33,2	46,1	
	A ₁ A ₂ (AU)	17-27	5,71	4,52	3,27	0,17	0,15	6,57	25,00	10,00	7,5	16,6	27,6	42,4	
	A ₁ A ₂ (AU)	27-37	5,62	-	2,75	0,15	0,11	7,45	15,00	6,25	4,0	13,3	17,2	44,9	
	A ₂ B (BEL)	47-57	5,80	-	1,29	0,07	0,09	4,16	13,75	18,75	2,5	11,1	17,1	43,3	
	B (BT)	60-70	5,64	-	1,12	0,07	0,09	4,38	18,75	12,50	2,0	12,2	25,8	48,7	
Тёмно-серая лесная мощная среднесуглинистая*															
Тёмно-серая маломощная среднесуглинистая**															
87	Ад (АО)	0-6	6,10	5,14	6,72	0,32	0,15	6,99	18,0	9,00	20,0	54,0	28,2	43,2	4 (1,2-1,4)
	A ₁ (AU)	10-21	6,12	5,05	4,14	0,25	0,11	4,81	20,00	9,00	16,5	30,9	27,8	44,7	
	A ₁ A ₂ (AU)	30-40	6,53	5,90	2,76	0,15	0,12	4,37	16,00	3,00	12,0	8,9	21,6	40,2	
	A ₂ B (BEL)	60-70	6,38	4,75	-	0,12	0,09	2,62	9,00	3,00	29,5	10,0	14,6	34,5	
	B (BT)	90-100	5,60	3,95	0,95	0,02	0,02	3,50	13,00	2,00	19,5	11,1	29,8	42,2	
Темно-серая лесная осолодевшая мощная тяжелосуглинистая*															
Темно-серая остаточнок-карбонатная среднечеткая тяжелосуглинистая**															
95	Ад (АО)	0-5	6,40	5,40	5,52	0,30	0,18	5,47	20,00	16,25	20,0	40,8	27,9	46,9	5 (1,5-1,7)
	A ₁ (AU)	20-30	6,47	5,35	5,86	0,35	0,15	5,26	36,25	15,00	19,0	10,0	21,8	49,0	
	A ₁ A ₂ (AU)	48-58	7,00	5,70	3,27	0,17	0,13	2,19	15,00	10,00	17,5	6,7	26,8	47,7	
	B (BT)	58-68	7,61	6,77	1,12	0,05	0,11	0,44	17,50	11,25	7,5	8,9	30,5	56,0	
	Bк (Bca)	70-80	8,72	7,36	1,03	0,05	0,11	0,44	40,00	27,50	4,0	6,7	4,5	47,3	
	BСк	93-103	9,15	7,25	1,03	0,05	0,09	0,44	62,50	18,75	3,0	6,7	6,6	37,8	
Темно-серая лесная мощная тяжелосуглинистая*															
Темно-серая маломощная стратифицированная тяжелосуглинистая**															
106	Ад (АО)	0-7	5,75	4,82	5,86	0,32	0,16	8,32	35,00	16,25	16,5	40,8	33,0	45,1	4 (1,2-1,4)
	A ₁ (RU)	10-20	6,12	5,10	5,52	0,35	0,18	5,47	28,75	10,00	12,5	30,9	34,0	43,6	
	A ₁ (AU)	20-30	6,40	5,20	6,90	0,42	0,18	5,04	28,75	8,75	14,5	23,2	33,3	47,3	
	A ₁ A ₂ (AU)	33-43	6,40	5,00	3,10	0,20	0,12	4,82	28,75	8,75	8,5	11,1	32,0	45,1	
	A ₂ B (BEL)	58-68	6,25	-	1,12	0,07	0,09	3,72	20,00	5,00	5,0	8,9	29,6	43,7	
	B ₁ (BT1)	75-85	6,25	-	1,03	0,07	0,06	3,07	35,00	2,50	7,0	8,9	34,6	44,8	
	B ₂ (BT2)	105-115	6,70	-	1,03	0,07	0,06	2,19	21,35	3,75	5,0	7,8	36,9	53,4	

Примечание. 1 – в скобках дано обозначение горизонта по классификации почв России (2004); * название в соответствии с классификацией почв СССР (1977); ** название в соответствии с классификацией почв России (2004).

Результаты исследования современного состояния серых лесных почв колючей степи представлены в таблице 2 (названия почв даны по двум классификациям [7, 11]). Сравнение результатов со средними статистическими показателями последнего тура обследований позволяет отметить следующие особенности: большинство серых и темно-серых лесных почв имеют мощность гумусового горизонта 37-58 см, что значительно превышает рассмотренные выше значения, по содержанию гумуса в горизонте A_1 изменения незначительные – 4,46-5,35%, однако в дерновом горизонте отмечается большое количество намытого мелкозема, на что указывают результаты гранулометрического анализа. Содержание гумуса в этом горизонте достигает 5,86-8,47%. Мощность стратифицированного материала может быть настолько существенной, что в профиле явно выделяется второй гумусовый горизонт с более высоким содержанием гумуса (разрез 106). Однако в исследуемых почвах увеличением гумусированности отмечается повышение кислотности почвенного раствора, рНс в гумусовом горизонте составляет 4,8-5,4 против 4,9-6,1 по результатам последнего крупномасштабного почвенного обследования (табл. 1). Это позволяет предположить наряду с денудацией эрозийного материала черноземов из сопряженных с серыми лесными почвами элементарных ландшафтов, процессы латерального привноса растворимых продуктов почвообразования в аккумулятивные ландшафты. Стратифицированный материал представлен мелкоземом, а растворимые продукты – гумусовыми веществами, преимущественно фульвокислотного состава, что и способствует повышению кислотности почвенного раствора. В пределах обследованной территории (15 почвенных разрезов) не было обнаружено ни одной светло-серой лесной почвы, что тоже косвенно подтверждает гипотезу о генезисе темно-серых лесных почв колючей степи как результата агрогенной деградации черноземных почв и стратификации эрозийного материала в мезопонижения березовых колков. Таким образом, стратифицированные светло-серые и серые лесные почвы по набору морфологических и физико-химических признаков соответствуют темно-серым лесным почвам. Процессы проградации пахотных серых лесных почв в черноземы для Среднерусской возвышенности отмечает Ю.Г. Чендев [3], объясняя это не столько антропогенной, сколько естественными причинами (изменение климата).

Заключение

Таким образом, антропогенная трансформация пахотных черноземных почв оказывает влияние на процессы почвообразования в сопряженных с ними серых лесных почвах ко-

лючей степи. На естественные процессы в серых и темно-серых почвах (дерновый и подзолистый) накладываются денудационный и водно-миграционный процессы, способствующие стратификации темногомусового горизонта A_1 и аккумуляции в нем кислых гумусовых веществ. Этот процесс отличается от естественной проградации серых лесных почв в черноземы. Их потенциальное плодородие изменяется незначительно, поскольку повышенная кислотность почвенного раствора остается лимитирующим фактором урожайности яровой пшеницы. Несмотря на положительную динамику эволюции серых лесных почв, вовлечение их в сельскохозяйственное производство не представляется рациональным, поскольку это может привести к усилению эрозийных процессов.

Библиографический список

1. Караваева Н.А., Жариков С.Н., Нефедова Т.Г. и др. Антропогенная трансформация почв // Природная среда Европейской части СССР (опыт регионального анализа). – М.: Изд-во АН СССР, 1989. – С. 80-153.
2. Ахтырцев Б.П. Влияние сельскохозяйственного освоения на серые лесные почвы западной части ЦЧО // Почвоведение и агрохимия. – Воронеж: Изд-во Воронеж. ун-та, 1970. – Вып. 2. – С. 31-48.
3. Чендев Ю.Г. Эволюция лесостепных почв Среднерусской возвышенности в голоцене. – М.: ГЕОС, 2008. – 212 с.
4. Алифанов В.М. Изменение серых лесных почв при сельскохозяйственном использовании // Почвоведение. – 1979. – № 1. – С. 37-47.
5. Ильина Л.В., Иваницкая Е.И., Потапова Л.В. Изменение некоторых свойств серых лесных почв в процессе культурного почвообразования // Изменение почвенных процессов и факторов плодородия при земледельческом использовании почв. – Горький, 1986. – С. 71-73.
6. Reynolds J.F., Grainger A., Stafford Smith D.M., et. al. Scientific conception for an integrated analysis of desertification // Land Degradation and Development. – 2011. – Vol. 22 (2). – P. 166-183.
7. Классификация и диагностика почв России / под ред. Г.В. Добровольского. – Смоленск: Ойкумена, 2004. – 342 с.
8. Единый государственный реестр почвенных ресурсов России <http://atlas.mcx.ru/materials/egrpr/content/1DB.html>.
9. Агрохимическая характеристика почв СССР (районы Центральной черноземной полосы и Молдавский ССР). – М., 1963. – С. 15-26.
10. Почвы Московской области и повышение их плодородия. – М., 1974. – С. 194-210.

11. Классификация и диагностика почв СССР. – М.: Колос, 1977. – 223 с.
 12. Трофимов И.Т., Иванов А.Н., Ступина Л.А. Серые лесные почвы Обь-Чумышского междуречья и повышение их плодородия: монография. – Барнаул: Изд-во АГАУ, 2005. – 135 с.
 13. Почвы Алтайского края. – М.: Изд-во АН СССР, 1959. – 380 с.

References

1. Karavaeva N.A., Zharikov S.N., Nefedova T.G., i dr. Antropogennaya transformatsiya pochv // Prirodnaya sreda Evropeiskoi chasti SSSR (opyt regional'nogo analiza). – М.: Izd-vo AN SSSR, 1989. – S. 80-153.
 2. Akhtyrtshev B.P. Vliyanie sel'skokhozyaistvennogo osvoeniya na serye lesnye pochvy zapadnoi chasti TsChO // Pochvovedenie i agrokhiimiya. Vyp. 2. – Voronezh: Izd-vo Voronezh. un-ta, 1970. – S. 31-48.
 3. Chendev Yu.G. Evolyutsiya lesostepnykh pochv Srednerusskoi vozvysheynosti v golotsene. – М.: GEOS, 2008. – 212 s.
 4. Alifanov V.M. Izmenenie serykh lesnykh pochv pri sel'skokhozyaistvennom ispol'zovanii // Pochvovedenie. – 1979. – № 1. – S. 37-47.
 5. Il'ina L.V., Ivanitskaya E.I., Potapova L.V. Izmenenie nekotorykh svoystv serykh lesnykh pochv v protsesse kul'turnogo pochvo-obrazovaniya // Izmenenie pochvennykh

protsesov i faktorov plodorodiya pri zemledel'cheskom ispol'zovanii pochv. – Gor'kii, 1986. – S. 71-73.
 6. Reynolds J.F., Grainger A., Stafford Smith D.M., et. al. Scientific conception for an integrated analysis of desertification // Land Degradation and Development. – 2011. – Vol. 22 (2). – P. 166-183.
 7. Klassifikatsiya i diagnostika pochv Rossii / pod red. G.V. Dobrovolskogo. – Smolensk: Oikumena, 2004. – 342 s.
 8. Edinyi gosudarstvennyi reestr pochvennykh resursov Rossii <http://atlas.mcx.ru/materials/egrpr/content/1DB.html>.
 9. Agrokhiimicheskaya kharakteristika pochv SSSR (raiony Tsentral'noi chernozemnoi polosy i Moldavskii SSR). – М., 1963. – S. 15-26.
 10. Pochvy Moskovskoi oblasti i povysheynie ikh plodorodiya. – М., 1974. – S. 194-210.
 11. Klassifikatsiya i diagnostika pochv SSSR. – М.: Kolos, 1977. – 223 s.
 12. Trofimov I.T., Ivanov A.N., Stupina L.A. Serye lesnye pochvy Ob'-Chumyshskogo mezhdurech'ya i povysheynie ikh plodorodiya: monografiya. – Barnaul: Izd-vo АГАУ, 2005. – 135 s.
 13. Pochvy Altaiskogo kraja. – М.: Izd-vo AN SSSR, 1959. – 380 s.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ НК № 14-04-98010/14.



УДК 631.6.02

А.В. Тиньяев
A.V. Tingayev

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗАПАСОВ ГУМУСА В ПОЧВЕ
 ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ОРГАНИЧЕСКИХ ОТХОДОВ**

**MATHEMATICAL MODELING
 OF SOIL HUMUS RESERVES WHEN APPLYING ORGANIC WASTES**

Ключевые слова: гумус, запасы гумуса, органические отходы, осадки сточных вод, математическая модель.

Существующие модели прогнозирования запасов гумуса в почве не в достаточной степени отражают процессы формирования и гумусонакопления в системе «органические отходы – почва – растение». Разработана модель, в которой наряду с процессами гумификации внесенного органического вещества учитывается накопление органического вещества, которое на данный момент времени не подверглось гумификации. Это важно, так как позволяет обосновывать периодичность и нормы внесения отходов, не допуская ухудшения свойств почв и загрязнения подземных вод. Адекватность модели проверялась на данных

АФ НИИССВ «Прогресс» по воздействию на лугово-черноземные почвы Рубцовского района внесения осадка сточных вод ежегодной нормой 20 т/га. Осадок сточных вод г. Рубцовска характеризовался содержанием органического вещества 51,7%, азота общего – 0,92, фосфора общего – 0,43, калия общего – 0,84%. Почвы средне-мощные слабогумусированные среднесуглинистые. Прогноз по запасу гумуса в почве Рубцовского района при использовании осадка сточных вод в качестве удобрений первые 4 года показал увеличение гумуса до 7 лет, затем наблюдается его снижение. В течение 4 лет в почве накапливаются негумифицированные отходы и происходит загрязнение почвы. Отклонение фактических данных от прогнозных не более 5%. С целью соблюдения экологических требований был выполнен