

ИЗМЕНЕНИЕ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВ СКЛОНОВОГО АГРОЛАНДШАФТА
В ЛЕСОСТЕПИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Т.В. Нечаева, к.б.н.,

nechaeva@issa-siberia.ru, Институт почвоведения и агрохимии СО РАН
630090, Новосибирск, проспект академика Лаврентьева, д. 8/2

**Исследование выполнено по государственному заданию ИПА СО РАН при финансовой поддержке
Министерства науки и высшего образования РФ (проект № 121031700309-1)**

Приведены исследования почвы топокатыны Буготакского мелкосопочника в лесостепной зоне Западной Сибири, представленные следующими вариантами: 1 – целина на южном склоне с уклоном 5-6°; 2 – несмытая почва на водораздельном участке; 3 и 4 – слабо- и среднесмытые почвы на южном склоне с уклоном 3° и 5°; 5 – намывная почва в верхней части ложбины стока. Почвы вариантов 1-4 отнесены к чернозёму оподзоленному, варианта 5 – к намывной луговато-чернозёмной почве. В верхней полуметровой толще (0-50) см почв изучено содержание гумуса, общего азота, обменного кальция, легкоподвижного и подвижного фосфора, обменной и необменной форм калия и магния. В намывной почве данные параметры представлены также в погребённых горизонтах до глубины 150 см. Использование почв в условиях склонового агроландшафта привело к изменению мощности гумусового горизонта и трансформации профиля в целом, снижению содержания в слое 0-50 см смытых вариантов гумуса и общего азота. В среднесмытой почве выявлено также более низкое содержание обменного магния, чем в несмытой. В намывной почве отмечена аккумуляция легкоподвижного и подвижного фосфора, обменного калия, особенно в пахотном слое (0-20 см).

Ключевые слова: чернозём, целина, пахотная почва, водная эрозия, гумус, азот, кальций, фосфор, калий, магний, урожай, яровая пшеница.

Для цитирования: Нечаева Т.В. Изменение плодородия почв склонового агроландшафта в лесостепи Западной Сибири// Плодородие. – 2022. – №6. – С. 41-45. DOI: 10.25680/S19948603.2022.129.11.

Известно, что склоны той или иной крутизны представляют собой наиболее распространённый элемент рельефа и занимают наибольшую площадь. К склоновым формам поверхности приурочена также значительная доля пахотных угодий, активная хозяйственная деятельность на которых способствует развитию эрозионных процессов. В целом развитие водной эрозии сопровождается уменьшением биопродуктивности пахотных угодий, ухудшением агрономически важных свойств почв, нарушением экологического равновесия. Однако степень проявления этих процессов неодинакова на разных типах почв, для отдельных культур и зависит от агроэкологического состояния почв, способов их обработки и местоположения в ландшафте [1, 4, 6, 13, 16, 18].

Анализ современного состояния сибирского земледелия свидетельствует о его значительных ресурсных возможностях, слабо реализуемых сегодня. Низкий уровень продуктивности пахотных почв в регионе обусловлен экономическими возможностями сельхозтоваропроизводителей, около половины которых идут по экстенсивному пути земледелия с использованием потенциала плодородия парового поля, без применения удобрений и средств защиты растений [3]. В то же время на чернозёмных почвах, представляющих собой золотой фонд пахотных земель со сравнительно высоким потенциальным плодородием, возделываемые культуры хорошо отзываются на внесение удобрений. Объясняется это тем, что в чернозёмах основная часть соединений, содержащих элементы питания, мало доступна растениям, а постоянный вынос урожаем азота и зольных элементов требует их возмещения за счет средств

химизации [19]. Исследования качественного состояния сибирских чернозёмов под влиянием эрозионных процессов показывают, что трансформация полнопрофильных почв в эродированные (смытые) варианты сопровождается снижением мощности гумусового горизонта, утяжелением гранулометрического состава, меньшими запасами гумуса и азота, отчуждением значительного количества фосфора, кальция, магния и калия, снижением эрозионной стойкости почв [7-9, 18, 20].

Цель исследований – оценить изменение плодородия чернозёмных почв и урожай яровой пшеницы в условиях склонового агроландшафта.

Объекты исследования – целина и пахотные почвы топокатыны Буготакского мелкосопочника в лесостепной зоне Западной Сибири – окрестностях села Усть-Каменка Тогучинского района Новосибирской области. Длина топокатыны 200 м, перепад высот – 12 м [14].

Для исследования были выделены следующие варианты почв.

1. Целина на южном склоне увалообразного повышения с уклоном 5-6°. Почва – чернозём оподзоленный среднесильно тучный среднесуглинистый [5], что соответствует чернозёму глинисто-иллювиальному элювируванному [11]. Растительность – разнотравно-злаковый остепнённый луг.

2. Несмытая на ровном водораздельном участке. Почва – чернозём оподзоленный среднесильно тучный среднесуглинистый [5], или агрочернозём глинисто-иллювиальный элювируванный [11].

3. Слабосмытая на склоне южной экспозиции с уклоном 3°. Почва – чернозём оподзоленный тучный ма-

ломощный тяжёлосуглинистый [5], или агрозём тёмный глинисто-иллювиальный элювиированный [11].

4. Среднесмытая на склоне южной экспозиции с уклоном 5°. Почва – чернозём оподзоленный очень маломощный малогумусный тяжёлосуглинистый [5], или агрозём тёмный глинисто-иллювиальный абрадируемый [11].

5. Намытая в верхней части ложбины стока на склоне южной экспозиции. Почва – луговато-чернозёмная оподзоленная мощная малогумусная тяжёлосуглинистая [5], или агростратозём тёмногумусовый [11].

На момент исследования (сентябрь 2018 г.) целину не использовали, в прошлом – сенокос. В вариантах 2-5 были проведены плоскорезная обработка почв на глубину 10 см и посев яровой мягкой пшеницы сорта Тризо без удобрений.

Методика. Отбор почвенных образцов проведён из полнопрофильных разрезов через каждые 10 см в верхней полуметровой толще, глубже – с учётом мощности горизонтов; отбор надземной массы яровой пшеницы – методом укосов на площади 1 м² в трёхкратной повторности.

Почвы проанализированы на содержание органического углерода с пересчётом на гумус по Тюрину; легкоподвижного и подвижного фосфора – по Карпинскому-Замятиной (экстрагент 0,015 М K₂SO₄) и по Чирикову (0,5 М CH₃COOH); обменной формы калия, кальция и магния – по Масловой (1 М CH₃COONH₄); необменной формы калия и магния – по Pratt, Morse (1 М HNO₃ с кипячением) [12]. Все расчеты выполнены на воздушно-сухую массу почвы.

Статистическая обработка данных проведена методом дисперсионного анализа с использованием пакета программ прикладной статистики SNEDECOR V. 5.80 [15]. В таблицах 2-5 представлены значения наименьшей существенной разницы (НСР) на уровне значимости 5 и 1% ($\alpha = 0,05$ и $0,01$).

Результаты и их обсуждение. *Строение почв.* Согласно морфологическому описанию почв топокаты [14] в соответствии с полевым определителем почв [11], типодиагностическими горизонтами чернозёма глинисто-иллювиального (целина) были поверхностный тёмногумусовый (AU) и срединный глинисто-иллювиальный (BI). В переходном и верхней части срединного горизонтов на поверхности структурных агрегатов присутствовали пылеватые скелетаны, диагностирующие элювиированный подтип. Профиль целины характеризовался мощной (120 см) бескарбонатной толщей, нижняя часть которой имела признаки структурно-метаморфического горизонта (BM) (табл. 1).

1. Строение метрового профиля почв топокаты

Глубина, см	Целина	Почва			
		Несмытая	Слабо- смытая	Средне- смытая	Намытая
0-10	Ad	PU'	PU'	PU _{pb}	PU
10-20	AU	PU''	PU''		
20-30		AU	AUBI _{el}	BI	RU
30-40					
40-50		AUBI _{el}	BI _{el}	BCA	
50-60	BI _{el}				
60-70		BI	BI		
70-80	BI				
80-90	BM	BCA _{mc}	BM	BC _{ca}	[AU]
90-100					

Характерным признаком пахотных почв был поверхностный агротёмногумусовый горизонт (PU) мощностью 20 см (см. табл. 1). В профиле среднесмытой почвы агротёмногумусовый горизонт содержал фрагменты срединного горизонта, что свидетельствует о его припахивании и диагностируется как абрадируемый подтип агрозёма. Типодиагностическими горизонтами агростратозёма тёмногумусового (намытая почва) были поверхностный агротёмногумусовый (PU) и стратифицированный тёмногумусовый (RU), далее вниз по профилю выделены погребённые горизонты: тёмногумусовый (AU, 70-90 см), переходный (AUBI, 90-130 см) и срединный (BI, 130-200 см).

Мощность гумусового горизонта (AU + AUBI) целины составляет 53 см, несмытой почвы – 46 см, слабо- и среднесмытых вариантов – 40 и 20 см, намытой почвы – 130 см (с учётом погребённых горизонтов). Таким образом, использование почв в условиях склонового агроландшафта привело к изменению мощности гумусового горизонта и трансформации почвенного профиля в целом.

Гумус, азот, кальций. Среди почв топокаты наибольшее содержание гумуса установлено в полуметровом слое целины, наименьшее – в среднесмытой почве (табл. 2). Профильное распределение гумуса, за исключением намытой почвы, резко убывающее. В этом просматривается специфика фациального «сибирского» признака чернозёмов – небольшая мощность гумусового горизонта, но высокие содержание и запасы гумуса в верхнем полуметровом слое (78-85% от запасов в слое 0-100 см) с довольно резким падением с глубиной [14, 19].

Использование почв в составе пахотных угодий с развитием эрозионных процессов привело к значительному снижению содержания гумуса и общего азота. Так, в пахотном слое (0-20 см) несмытой и слабосмытой почв содержание гумуса и общего азота составило в среднем 6,9 и 0,42%, в среднесмытой и намытой вариантах – 4,1 и 0,27%, тогда как в слое 0-20 см целины – 10,8 и 0,70%.

Кальций играет важную роль в структурообразовании почв и, обеспечивая коагуляцию коллоидных систем, отвечает за противоэрозионную стойкость почв. В целинном чернозёме наибольшее содержание обменного кальция (Ca_{обм}) выявлено в тёмногумусовом горизонте, особенно в слое 0-30 см (550 мг/100 г). С глубиной данный показатель снижался, достигая 399 мг/100 г в срединном горизонте (BI, 65-80 см). В верхней полуметровой толще несмытой и слабосмытой почв установлены такие же закономерности по содержанию и распределению Ca_{обм}, что и для целины. В слое 0-50 см среднесмытой и особенно намытой почв отмечено более низкое содержание Ca_{обм}, чем в несмытой (см. табл. 2). Снижение содержания Ca_{обм} в пахотных почвах эрозионно опасных склонов и ложбин стока в сравнении с почвами плакора обнаружено и в других исследованиях на юге Западной Сибири [7-8, 20].

Фосфор. Наибольшее содержание легкоподвижного фосфора (P_{лп}) отмечено в слое 0-10 см целины и пахотных почв (табл. 3).

2. Содержание гумуса и обменного кальция в почвах топокатыны

2. Содержание гумуса и обменного кальция в почвах топобакены							
Глубина, см	Пахотная почва				Целина	Анализ различия факторных средних	
	Несмытая	Слабосм.	Среднесм.	Намытая*		Средние	Различия
Гумус, %							
0-10	6,9	7,6	4,4	4,2	11,3	6,9	Контроль
10-20	6,4	6,8	3,6	4,1	10,2	6,2	-0,69
20-30	6,1	4,1	0,6	3,2	9,3	4,7	-2,24**
30-40	3,4	2,6	0,6	3,2	6,4	3,2	-3,65**
40-50	1,6	1,2	0,3	3,2	3,9	2,1	-4,84**
Средние	4,9	4,5	1,9	3,6	8,2	Различия средних фактора А достоверны на уровне 1%	
Различия	Контроль	-0,41	-2,96**	-1,28	3,35**		
Различия средних фактора В достоверны на уровне 1%							
Обменный кальций, мг Са/100 г							
0-10	552	559	457	373	559	500	Контроль
10-20	529	545	471	357	545	489	-10,6
20-30	545	487	399	357	545	467	-33,4
30-40	471	487	415	357	517	449	-50,6
40-50	415	443	517	387	443	441	-59,0**
Средние	502	504	452	366	522	Различия средних фактора А недостоверны	
Различия	Контроль	1,8	-50,6	-136,2**	19,4		
Различия средних фактора В достоверны на уровне 1%							

Примечание. Анализ различия средних по двум факторам: А – глубина, за контроль принят слой 0-10 см;

В – почва, за контроль принят несмытый вариант (здесь и далее в табл. 3-5).

*Содержание гумуса и обменного кальция в погребенной толще намытой почвы составило 5,9% и 399 мг/100 г в темном гумусовом (70-90 см), 1,98% и 269 мг/100 г в переходном (90-130 см), 0,31% и 243 мг Са/100 г в срединном (130-150 см) горизонтах. **Разница превышает НСР (5%). НСР на уровне значимости 5 и 1% составила, соответственно, 1,57 и 2,17% для гумуса, 56,2 и 77,4 мг/100 г для кальция.

3. Содержание легкоподвижного и подвижного фосфора в почвах

Глубина, см	Пахотные почвы топокатыны				Целина	Анализ различия факторных средних	
	Несмытая	Слабосм.	Среднесм.	Намытая*		Средние	Различия
Легкоподвижный фосфор (P _{лп}), мг P ₂ O ₅ /кг							
0-10	0,50	0,45	0,44	1,56	1,68	0,93	Контроль
10-20	0,44	0,41	0,39	1,35	1,21	0,76	-0,17
20-30	0,39	0,29	0,30	0,56	0,66	0,44	-0,49**
30-40	0,30	0,38	0,41	0,52	0,38	0,40	-0,53**
40-50	0,39	0,35	0,30	0,52	0,31	0,38	-0,55**
Средние	0,40	0,38	0,37	0,90	0,85	Различия средних фактора А достоверны на уровне 5%	
Различия	Контроль	-0,02	-0,03	0,50**	0,45**		
	Различия средних фактора В достоверны на уровне 1%						
Подвижный фосфор (P _{подв}), мг P ₂ O ₅ /кг							
0-10	74	81	96	224	83	112	Контроль
10-20	70	73	89	208	77	103	-8,3
20-30	65	65	150	173	75	106	-5,9
30-40	79	65	166	147	68	105	-6,6
40-50	91	80	157	155	83	113	1,7
Средние	76	73	132	181	77	Различия средних фактора А недостоверны	
Различия	Контроль	-2,8	55,8**	105,6**	1,4		
	Различия средних фактора В достоверны на уровне 1%						

*Содержание Р_{лп} и Р_{подв} в погребенной толще намытой почвы составило 0,68 и 173 мг/кг в темном гумусовом (70-90 см), 0,74 и 201 мг/кг в переходном (90-130 см), 0,53 и 218 мг Р₂О₅/кг в срединном (130-150 см) горизонтах. **Разница превышает НСР (5%). НСР на уровне значимости 5 и 1% составила, соответственно, 0,37 и 0,51 мг/кг для Р_{лп}, 33,7 и 46,5 мг/кг для Р_{подв}.

Это связано с биогенным накоплением элемента, с глубиной данный показатель во всех почвах снижался. Содержание Р_{лп} было существенно выше в полуметровом слое целины и намытой почвы в сравнении с несмытой; подвижного фосфора (Р_{подв}) – в среднесмытой и намытой почвах. Содержание Р_{подв} в пахотном слое (0-20 см) среднесмытой почвы было в 1,7 раза ниже, чем в слое 20-50 см. Это могло быть обусловлено снижением мощности гумусового горизонта и приближением к поверхности срединного горизонта, обогащенного минеральными соединениями фосфора. Аккумуляция Р_{лп} и Р_{подв} в профиле намытой почвы, особенно в пахотном слое, связана с выносом и перераспределением по почвам топокатыны тонкодисперсных минеральных частиц и почвенного органического вещества, в составе которых содержится основная масса соединений фосфора.

В проведенных ранее исследованиях по изучению фосфатного состояния почв в условиях склонового агроландшафта на юге Западной Сибири также было ус-

тановлено увеличение содержания минерального фосфора и подвижных его форм от сильнугумусированных почв в верхней части склона к среднегумусированным в средней и нижней частях склона [9].

В соответствии с грациями обеспеченности пахотного слоя почв фосфором при выращивании зерновых культур [цит. по: 2], намытая почва в период уборки пшеницы была отнесена к высокообеспеченной по содержанию как Р_{лп} (1,1-1,5 мг), так и Р_{подв} (>200 мг); другие пахотные почвы – к среднеобеспеченным Р_{лп} (0,36-0,65 мг) и низкообеспеченным Р_{подв} (70-120 мг Р₂О₅/кг). Поэтому, несмотря на то что юго-восточная часть Западной Сибири (в состав которой входит Буготакский мелкосопочник) является зоной геохимического проявления апатитов и фосфоритов с повышенным содержанием в почвах общего фосфора [2], необходимы меры по мобилизации почвенных запасов данного элемента.

Калий. В целинной почве наибольшее содержание обменного (К_{обм}) и необменного (К_{необм}) калия обнаружено в слое 0-10 см (табл. 4). Далее вниз по профилю

эти показатели менялись незначительно, в том числе в срединном горизонте (VI, 65-80 см), содержание $K_{обм}$ и $K_{необм}$ составило, соответственно, 27 и 108 мг/100 г. Для несмытой и смытых почв выявлены такие же законо-

мерности по содержанию $K_{обм}$ и $K_{необм}$, что и для целины. В профиле намытой почвы содержание $K_{обм}$ было существенно выше, а содержание $K_{необм}$, наоборот, ниже, чем в остальных почвах.

4. Содержание обменного и необменного калия в почвах

Глубина, см	Пахотные почвы топокатыны				Целина	Анализ различия факторных средних	
	Несмытая	Слабосм.	Среднесм.	Намытая*		Средние	Различия
Обменный калий (K _{обм}), мг К/100 г							
0-10	37	37	31	109	44	51	Контроль
10-20	26	27	29	104	29	43	-8,6
20-30	27	24	33	88	25	39	-11,9**
30-40	25	25	28	76	25	36	-15,6**
40-50	27	33	34	73	29	39	-12,2**
Средние	28	29	31	90	30	Различия средних фактора А достоверны на уровне 5%	
Различия	Контроль	0,8	2,7	61,8**	1,9		
	Различия средних фактора В достоверны на уровне 1%						
Необменный калий (K _{необм}), мг К/100 г							
0-10	108	131	128	95	119	116	Контроль
10-20	114	118	106	104	111	111	-5,6
20-30	113	126	94	89	113	107	-9,5
30-40	112	114	112	83	117	108	-8,8
40-50	115	98	96	90	111	102	-14,6**
Средние	113	117	107	92	114	Различия средних фактора А недостоверны	
Различия	Контроль	4,9	-5,2	-20,6**	1,8		
	Различия средних фактора В достоверны на уровне 1%						

*Содержание $K_{обм}$ и $K_{необм}$ в погребённой толще намытой почвы составило 27 и 141 мг в тёмногумусовом (70-90 см), 29 и 130 мг в переходном (90-130 см), 40 и 128 мг К/100 г в срединном (130-150 см) горизонтах. **Разница превышает НСР (5%). НСР на уровне значимости 5 и 1% составила 9,5 и 13,1 мг/100 г для $K_{обм}$, 11,6 и 15,9 мг/100 г для $K_{необм}$.

Наши результаты подтверждают мнение о том, что чернозёмные почвы сибирского региона в целом характеризуются высокой обеспеченностью $K_{обм}$ [19]. Однако урожай культур формируется в основном за счет мобилизации почвенных запасов калия. При постепенном снижении в почве уровня $K_{необм}$ его возможности в пополнении $K_{обм}$ будут сокращаться, обуславливая потребность во внесении калийных удобрений [17]. Поэтому необходимо следить не только за азотным и фосфорным, но и калийным состоянием почв агроценозов.

Магний. В целинном чернозёме наибольшее содержание обменного магния ($Mg_{обм}$) обнаружено в тёмногумусовом горизонте, особенно в слое 0-20 см – 57 мг/100 г, тогда как в срединном горизонте (VI, 65-80 см) было всего 32 мг/100 г. Для необменного магния ($Mg_{необм}$), наоборот, наименьшее содержание отмечено в слое 0-20 см целины – 272 мг/100 г, наибольшее – в срединном горизонте (367 мг/100 г). В профиле несмытой и слабосмытой почв выявлены такие же закономерности по содержанию и распределению $Mg_{обм}$ и $Mg_{необм}$, что и для целины (табл. 5).

5. Содержание обменного и необменного магния в почвах

Глубина, см	Пахотные почвы топокаты				Целина	Анализ различия факторных средних	
	Несмытая	Слабосм.	Среднесм.	Намытая*		Средние	Различия
Обменный магний (Mg _{обм}), мг Mg/100 г							
0-10	54	54	38	42	57	49	Контроль
10-20	54	48	38	42	58	48	-1,0
20-30	48	42	32	42	54	43	-5,4
30-40	38	42	26	38	48	38	-10,6**
40-50	26	38	24	42	38	33	-15,4**
Средние	44	44	31	41	51	Различия средних фактора А достоверны на уровне 1%	
Различия	Контроль	0,8	-12,4**	-2,8	7,0**		
	Различия средних фактора В достоверны на уровне 1%						
Необменный магний (Mg _{необм}), мг Mg/100 г							
0-10	275	255	331	267	272	280	Контроль
10-20	255	261	331	307	271	285	5,0
20-30	281	267	317	287	275	286	5,3
30-40	291	280	393	291	281	308	27,1**
40-50	323	311	345	327	271	316	35,4**
Средние	285	275	344	296	274	Различия средних фактора А достоверны на уровне 5%	
Различия	Контроль	-10,3	58,4**	10,8	-11,1		
	Различия средних фактора В достоверны на уровне 1%						

*Содержание $Mg_{обм}$ и $Mg_{необм}$ в погребённой толще намытой почвы составило 38 и 311 мг в тёмногумусовом (70-90 см), 26 и 323 мг в переходном (90-130 см), 32 и 367 мг Mg/100 г в срединном (130-150 см) горизонтах. **Разница превышает НСР (5%). НСР на уровне значимости 5 и 1% составила 6,2 и 8,5 мг/100 г для $Mg_{обм}$, 24,0 и 33,1 мг/100 г для $Mg_{необм}$.

В слое 0-50 см среднесмытой почвы содержание $Mg_{обм}$ было значительно ниже, чем в несмытой, тогда как содержание $Mg_{необм}$, наоборот, выше (см. табл. 5). Это может быть связано, с одной стороны, с миграцией $Mg_{обм}$ вниз по склону в составе тонкодисперсных мине-

ральных частиц и органического вещества, с другой стороны, с вовлечением в пахотный слой среднесмытой почвы срединного горизонта с изначально более высоким содержанием $Mg_{необм}$.

На аккумуляцию $Mg_{обм}$ в верхней полуметровой толще намывтой почвы указывают более высокое его содержание, чем в этом же слое среднесмытой почвы, и равномерное распределение элемента до метровой глубины (см. табл. 5).

Наибольшее показатели массы зерна и соломы яровой пшеницы получены в среднесмытом варианте с наименьшей засоренностью посевов. И это несмотря на то, что верхний полуметровый слой несмытой и слабосмытой почв характеризовался лучшей обеспеченностью гумусом, общим азотом и обменным кальцием. В общем урожай яровой пшеницы на почвах топокатыны варьировал от 11 до 28 ц/га, что более подробно представлено ранее в публикации [10], и вполне сопоставим с результатами других исследований на юге Западной Сибири [18].

Заключение. Агрохимическое исследование пахотных почв топокатыны Буготакского мелкосопочника в лесостепной зоне Западной Сибири показало, что на фоне проявления эрозионных процессов вовлечение почв в сельскохозяйственный оборот может существенно отразиться на их плодородии. Наилучшая обеспеченность гумусом и общим азотом выявлена в верхней полуметровой толще (0-50 см) целинной почвы. Эрозионно-аккумулятивные процессы, развивающиеся в условиях склонового агроландшафта, привели к изменению мощности гумусового горизонта и морфологического строения почв в целом, снижению содержания в слое 0-50 см смытых вариантов гумуса и общего азота. В среднесмытой почве отмечено также более низкое содержание обменного магния. В то же время в профиле намывтой почвы в сравнении с несмытой выявлена аккумуляция легкоподвижного и подвижного фосфора, обменного калия, особенно в пахотном слое (0-20 см).

Литература

1. Абдулвалеев Р.Р., Исмагилов Р.Р. Яровая пшеница и ячмень на склонах Предуралья Республики Башкортостан // Сельскохозяйственные науки и агропромышленный комплекс на рубеже веков. – 2016. – № 15. – С. 43-49.
2. Аверкина С.С., Науменко И.В. Изучение агрохимии фосфора на почвах Западной Сибири // Инновации и продовольственная безопасность. – 2017. – № 2 (16). – С. 49-70.
3. Гамзиков Г.П. Точное земледелие в Сибири: реальности, проблемы и перспективы // Земледелие. – 2022. – № 1. – С. 3-9. DOI: 10.24412/0044-3913-2022-1-3-9.
4. Дубовик Е.В., Дубовик Д.В. Агрохимические свойства серых лесных почв склонового агроландшафта // Агрохимия. – 2013. – № 11. – С. 19-25.

5. Классификация и диагностика почв СССР / Составители: В.В. Егоров, В.М., Фридланд, Е.Н. Иванова, Н.Н. Розов, В.А. Носин, Т.А. Фриев. – М.: Колос, 1977. – 224 с.
6. Максюттов Н.А., Митрофанов Д.В. Влияние различных частей склона на содержание подвижных питательных веществ, урожайность зерновых культур и качество зерна пшеницы в Оренбургском Зауралье // Бюллетень Оренбургского научного центра УрО РАН. – 2018. – № 1 [Электр.ресурс].
7. Нечаева Т.В., Смирнова Н.В., Гонн Н.В., Савенков О.А. Изменение агрохимических параметров плодородия пахотных почв склона на юге Западной Сибири // Плодородие. – 2017. – № 2 (95). – С. 2-5.
8. Нечаева Т.В., Гонн Н.В., Савенков О.А., Смирнова Н.В. Магний в почвах и растениях в условиях склонового агроландшафта на юго-востоке Западной Сибири // Почвы и окружающая среда. – 2019. – Т. 2. – № 4. – 91 с. DOI: 10.31251/pos.v2i4.91
9. Нечаева Т.В., Гонн Н.В., Савенков О.А., Смирнова Н.В. Фосфатное состояние почв склонового агроландшафта на юго-востоке Западной Сибири // Сборник научных трудов Государственного Никитского ботанического сада. – 2019. – № 148. – С. 68-76. DOI: 10.25684/NBG.scbook.148.2019.07
10. Нечаева Т.В., Соловьев С.В. Яровая пшеница на почвах топокатыны в лесостепи Западной Сибири: урожай, засоренность, макроэлементы // Плодородие. – 2020. – № 6 (117). – С. 51-55. DOI: 10.25680/S19948603.2020.117.15
11. Полевой определитель почв. – М.: Почвенный ин-т им. В.В. Докучаева, 2008. – 182 с.
12. Практикум по агрохимии. 2-е изд., перераб. и доп. / Под ред. академика РАСХН В.Г. Минеева. – М.: Издательство МГУ, 2001. – 689 с.
13. Савич В.И., Гукалов В.Н., Мансуров Б.А. Агроэкологическая оценка развития эрозии во времени и в пространстве // Плодородие. – 2015. – № 3. – С. 40-42.
14. Смоленцева Е.Н., Чумбаев А.С., Соколов Д.А., Соколова Н.А. Почвы Предбайкальской лесостепной провинции Западной Сибири (на примере Буготакского мелкосопочника): Путеводитель полевой почвенной экскурсии Всероссийской научной конференции с международным участием, посвященной 50-летию Института почвоведения и агрохимии СО РАН, «Почвы в биосфере» / Под ред. Б.А. Смоленцева. – Томск: Издательский дом ТГУ, 2018. – 50 с.
15. Сорокин О.Д. Прикладная статистика на компьютере. – 2-е изд. – Новосибирск, 2012. – 282 с.
16. Цыбулько Н.Н., Жукова И.И., Юхновец А.В. Потери органического вещества и элементов питания при водной эрозии почв на склоновых землях // Журнал Белорусского государственного университета. Экология. – 2022. – № 1. – С. 84-93. DOI: 10.46646/2521-683X/2022-1-84-93
17. Якименко В.Н. Баланс калия, урожайность культур и калийное состояние почвы в длительном полевом опыте в лесостепи Западной Сибири // Агрохимия. – 2019. – № 10. – С. 16-24. DOI: 10.1134/S0002188119100156
18. Якутина О.П., Нечаева Т.В., Смирнова Н.В. Плодородие почв склона, структура и качество урожая яровой пшеницы на юге Западной Сибири // Почвы и окружающая среда. – 2018. – № 1 (3). – С. 126-142. DOI: 10.31251/pos.v1i3.37
19. Khmelev V.A., Tanasienko A.A. Chernozem soils of Novosibirsk oblast: problems of their rational use and preservation // Contemporary Problems of Ecology. – 2009. – Т. 2. – № 6. – С. 631-641. DOI: 10.1134/S1995425509060228
20. Tanasienko A.A. The resistance of Western Siberian chernozems to erosion // Eurasian Soil Science. – 2002. – Т. 35. – № 11. – С. 1222-1230.

CHANGES IN FERTILITY OF SOILS OF THE SLOPE AGRICULTURAL LANDSCAPE IN FOREST-STEPPE OF WEST SIBERIA

T.V. Nechaeva

Institute of Soil Science and Agrochemistry SB RAS, Acad. Lavrentiev Avenue 8/2, 630090, Novosibirsk, Russia

The soils of the topographical sequence of the Bugotac Hill in the forest-steppe zone of West Siberia were investigated. Soils are represented by the following variants: (1) Virgin soil on the slope southern of the southern exposure with a slope of 5-6°; (2) Non-eroded soil is located on the watershed; (3) and (4) Slightly-eroded and moderately-eroded soils are out on the slope of the southern exposure with a slope of 3 and 5°; (5) Stratified soil is in the upper part of the runoff hollow. Soils of variants 1-4 are represented by podzolized Chernozem, variant 5 – to the meadow-chernozem stratified soil. The content and distribution of humus, total nitrogen, exchange calcium, easily available and available phosphorus, non-exchange and exchange potassium, non-exchange and exchange magnesium were studied in the 0-50 cm soil layer. In stratified soil, these parameters are also presented in the buried horizons to a depth of 150 cm. The use of soils of the slope agricultural landscape led to a change in the thickness of the humus horizon and transformation of the profile as a whole, a decrease in the content of humus and total nitrogen in the 0-50 cm layer of eroded soils. The moderately-eroded soil also had a lower content of exchange magnesium compared to the non-eroded soil. The accumulation of easily available and available phosphorus, exchange potassium, especially in the arable layer (0-20 cm), was noted in the stratified soil. Keywords: Chernozem, virgin soil, arable soil, water erosion, humus, nitrogen, calcium, phosphorus, potassium, magnesium, yield, spring wheat.