

АГРОЭКОЛОГИЯ

УДК 631.48:631.416.9(571.13)

Ю.А. Азаренко

ВЛИЯНИЕ ПРОЦЕССОВ ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ НА СОДЕРЖАНИЕ И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В ПОЧВАХ ЛЕСОСТЕПНОЙ И СТЕПНОЙ ЗОН ОМСКОЙ ОБЛАСТИ

Ключевые слова: микроэлементы, процессы почвообразования, черноземы, лугово-черноземные почвы, солонцы, солончаки.

Рассмотрены данные о содержании и распределении микроэлементов Mn, Cu, Zn, Co, Mo, B в почвах разного генезиса лесостепной и степной зон Омской области в зависимости от их свойств и характера почвообразовательных процессов. Существенное влияние на содержание микроэлементов в почвах оказывают процессы засоления, осолонцевания, окарбонирования, осолодения. Процессы галогенеза сопровождаются интенсивной аккумуляцией в почвах B, Mo, повышением концентраций подвижных Mn, Cu и Zn.

Введение

Микроэлементный состав почв является существенным экологическим фактором развития растений, животных и человека. Микроэлементы Mn, Cu, Zn, Co, Mo, B являются приоритетными элементами-биофилами, необходимость которых для живых организмов доказана многочисленными исследованиями. В связи с этим выявление географических закономерностей и региональных особенностей содержания элементов в почвенном покрове определенных территорий имеет не только теоретическое, но и практическое значение для сельского хозяйства, здравоохранения, мониторинга состояния окружающей среды. Первые наиболее детальные исследования по содержанию Mn, Cu, Co и Zn в основных типах почв Омской области были проведены Г.П. Гамзиковым [1].

Позднее было продолжено изучение закономерностей содержания ряда элементов в отдельных типах почв [2]. Однако имеющиеся данные о содержании микроэлементов получены разными методами, микроэлементный состав разных типов почв изучен в неодинаковой степени, а информация о распределении ряда элементов в разных почвенно-геохимических условиях недостаточна для решения прикладных задач.

Целью наших исследований было установление влияния почвенно-геохимических условий и ведущих процессов почвообразования на содержание и распределение микроэлементов в почвах лесостепной и степной зон Омской области, подвергающихся наиболее интенсивному сельскохозяйственному использованию.

Для изучения поставленного вопроса был исследован микроэлементный состав зональных и интразональных почв, различающихся по свойствам, характеру и интенсивности процессов почвообразования. В работе проанализированы особенности распределения микроэлементов в черноземах, лугово-черноземных почвах, солонцах и солончаках, являющихся основными типами в почвенном покрове лесостепной и степной зон.

Объекты и методы

Почвенные разрезы закладывали в разных геоморфологических районах в пределах лесостепной и степной зон: Ишим-Иртышской неогеновой озерно-аллювиальной равнине (р. 1, 21, 27, 45), Приомской неогеновой озерно-аллювиальной равнине (р. 2а, 3), Прииртышском увале

(р. 101), Эбейтинской впадине (р. 6а), Курумбельской равнине (р. 12). Анализы почв по генетическим горизонтам проведены в ФГУ ЦАС «Омский» и на кафедре почвоведения ФГОУ ВПО ОмГАУ. Кислоторастворимые формы Mn, Cu, Zn, Co извлекали 5М HNO₃, подвижные – 1н ацетатно-аммонийным буфером (ААБ) с рН = 4,8 по Крупскому и Александровой в модификации ЦИНАО, подвижный Мо – оксалатным буферным раствором с рН = 3,3 по Григгу, конечное определение проведено атомно-абсорбционным методом. Содержание подвижного бора в почвах определяли колориметрическим методом с азометином-Н, извлекая его по Бергеру и Трюгу кипячением с 0,1%-ным MgSO₄. Содержание гумуса устанавливали по Тюрину в модификации Симакова с дополнениями Никитина, рН – потенциометрическим, гранулометрический состав – пирофосфатным методом.

Результаты и их обсуждение

В условиях лесостепной и степной зон области преобладает группа аккумулятивных процессов почвообразования различного характера. Интенсивность развития биогенно-аккумулятивных процессов наиболее сильна в центральной лесостепи на почвообразующих породах тяжелосуглинистого состава при хорошей дренированности территории. В таких условиях формируются среднемощные черноземы и лугово-черноземные почвы с содержанием гумуса до 7,0-8,1%. В южной лесостепи и особенно степной зоне содержание гумуса в исследованных нами почвах составляет 3,4-4,9%, преобладают маломощные и очень маломощные их виды. Слабая дренированность водораздельных пространств, определяемая малой расчлененностью рельефа, тяжелым гранулометрическим составом почвообразующих пород, а также наличие легкорастворимых солей, близкий уровень минерализованных грунтовых вод при недостатке атмосферного увлажнения обусловили развитие интразональных процессов засоления, осолонцевания, окарбонирования почв и их повышенную гидроморфность.

Содержание микроэлементов в почвах является результатом сложного взаимодействия процессов трансформации минералов почвообразующих пород как источника микроэлементов в почве и их миграции. При этом химические свойства соединений микроэлементов выступают в роли внутренних факторов миграции и

определяют ее преимущественный вид. Внешние факторы – свойства окружающей среды – определяют интенсивность процессов миграции элементов. Рассчитанные нами коэффициенты биологического поглощения характеризуют Cu, Zn, Mo и В как элементы интенсивного биологического поглощения (КБП = 2,8-10,0) в отличие от Со и Mn (КБП = 0,5-0,9). В связи с этим можно предполагать, что их распределение в почвенном покрове зависит от степени развития биогенно-аккумулятивных процессов. В то же время В и Мо – активные водные мигранты (коэффициент водной миграции КВМ для В = 4,4, Мо по [3] = 2,4), что указывает на их вероятное участие в гидрогенно-аккумулятивных процессах.

Как показали исследования, каждый тип почвы, обладая своеобразным комплексом свойств и режимов, характеризуется определенным уровнем содержания и распределения микроэлементов. Содержание кислоторастворимых форм элементов в почвах разных типов довольно высокое (табл. 1-3), обобщенные данные представлены нами в литературе [4]. Почвы засоленного ряда мало отличаются от зональных почв по содержанию Mn, Cu, Zn и Со. В то же время между ними имеются существенные различия в содержании валового В, концентрации которого в черноземах и лугово-черноземных почвах области составляют 34-50 мг/кг, в солончаках, солонцах, а также солонцеватых и солончаковатых лугово-черноземных и луговых почвах увеличиваются до 50-130 мг/кг [5]. Валовое содержание Мо в солонцах (2,45 мг/кг) также существенно выше по сравнению с черноземами (1,6 мг/кг) [6]. Высокое содержание этих элементов в солонцах обусловлено участием их в процессах водной миграции наряду с такими солеобразующими элементами, как Na, S, Cl.

Варьирование содержания микроэлементов в почвах зависит от свойств, определяющих их сорбционную способность: содержания гумуса, гранулометрического состава, емкости катионного обмена. В распределении кислоторастворимых форм элементов по профилям почв, как правило, наблюдается более высокое содержание Mn, Cu и Zn в верхних горизонтах и уменьшение его в почвообразующих породах, что в определенной степени связано с их участием в процессах биогенной миграции. Тем не менее математическая зависимость содержания Cu и Zn от коли-

чества гумуса слабая ($r = 0,34 \pm 0,14$ и $0,30 \pm 0,14$ соответственно, $n = 47$), а с Mn она недостоверна. Не установлено связи с гумусом и для В, несмотря на его интенсивное биологическое поглощение. Более существенную роль в распределении элементов по профилю почв играет степень дисперсности субстрата и содержание илистой фракции (табл. 1, 2).

Наиболее тесная корреляционная связь с илом в исследованных почвах ($n = 65$) наблюдалась для кислоторастворимых Cu ($r = 0,60 \pm 0,10$) и Zn ($r = 0,59 \pm 0,10$), валового В ($r = 0,67 \pm 0,08$), более слабая – для Mn ($r = 0,37 \pm 0,12$). Распределение кислоторастворимого Со по генетическим горизонтам почв не зависело от содержания гумуса и илистой фракции.

Влияние иллювиально-солонцового процесса на распределение микроэлементов также в основном проявляется через дифференциацию илистой фракции и наиболее четко выражается в аккумуляции Cu, Zn, а также В в солонцовых и подсолонцовых горизонтах мелких и особенно корковых солонцов (табл. 3).

Более контрастное распределение в почвах было присуще подвижным формам микроэлементов. В верхних гумусовых горизонтах изученных нами почв на долю подвижного Mn приходилось 1,8-3,3%, Cu, Zn и Со всего 0,5-1,2% от содержания кислоторастворимых форм. Степень «подвижности» соединений аниогенных элементов Мо и В в почвах более высокая: соответственно, 10,6-12,5 и 5,1-12,9% от их валового содержания. При этом наиболее высокая растворимость соединений В характерна для солонцов и засоленных почв. В соответствии со степенью мобильности соединений наблюдались значительные различия в уровнях содержания подвижных В и Мо в почвах черноземного и засоленного рядов. Так, если в верхних горизонтах черноземов и лугово-черноземных почв концентрации В составляли 1,21-3,20, Мо – 0,09-0,25 мг/кг, то в солонцах и солончаках они, соответственно, повышались до 4,12-9,15 и 0,27-0,46 мг/кг. В слабозасоленных почвообразующих породах черноземов южной лесостепи и степи отмечались признаки борного засоления (р. 1, табл. 1).

По уровню содержания подвижных Mn, Cu, Zn, Со в гумусовых горизонтах разных типов почв существенных различий не наблюдалось. В то же время в распределении их по почвенным профилям отме-

чались определенные особенности. Характерной чертой распределения Mn, Cu и Zn, а иногда и Со в профиле исследованных почв являлась аккумуляция их подвижных соединений в почвообразующих породах. В горизонтах Ск количество подвижных соединений Cu увеличивалось до 3,7-5,2%, Mn – до 9,8-20,1, Zn и Со в меньшей степени – до 1,2-2,7%. Увеличение содержания микроэлементов в них обусловлено внутривертикальной миграцией их соединений. Вероятно, часть обменных подвижных форм элементов в этих горизонтах представлена карбонатами, гидрокарбонатами, а также, возможно, легко растворимыми хлоридами и сульфатами элементов.

Установлено, что на распределение подвижных Mn, Со, Zn степень гумусонакопления практически не оказывала влияния, а между содержанием Cu и гумуса установлена обратная зависимость ($r = -0,52 \pm 0,14$; $n = 38$). Более значительное воздействие на уровень концентраций этих элементов, а также Мо оказывало содержание ила ($r = 0,34-0,52$, $n = 50$), однако в силу довольно слабой связи нередко в почвах легкого грансостава содержались более высокие концентрации микроэлементов по сравнению с тяжелыми почвами. Влияние ила на распределение подвижного В, в отличие от валового, не отмечалось. Определенную роль в содержании подвижных Mn и Cu играет pH ($n = 54$): $r = 0,41 \pm 0,13$ и $0,53 \pm 0,12$. Для подвижного В достоверная зависимость от величины pH ($r = 0,73 \pm 0,05$) и валового содержания элемента ($r = 0,71 \pm 0,08$) выявлена в почвах засоленного ряда.

На характер распределения элементов существенное влияние оказывали процессы окисления, засоления, осолодения и осолонцевания. Влияние элементарных процессов почвообразования на распределение микроэлементов прослеживалось на примере геохимически сопряженного ряда лугово-черноземных почв: высокосолончаковой (р. 21), осолоделой (р. 27), карбонатной глубокосолончаковой (р. 45) (табл. 2). Они близки по содержанию гумуса, грансоставу, мощности гумусовых горизонтов и различаются характером проявления почвообразовательных процессов, степенью засоления, глубиной залегания солевых и карбонатных горизонтов, реакцией среды. Как видно, в засоленных хлоридно-сульфатных и карбонатных горизонтах почв (р. 21, 45) содержались более высокие концентрации

подвижных Cu и Zn. В них четко проявлялась аккумуляция подвижного В до уровня слабого и среднего борного засоления (4,8-11,1 мг/кг). В осолодевшей почве (р. 27) в результате элювиального процесса, напротив, происходит обеднение верхней и средней части профиля подвижными Cu и В и увеличение в слабокислой среде подвижности Zn.

В солончаках, характеризующихся максимальной степенью засоления, наблюдается аккумулятивный характер распределения подвижных форм микроэлементов (табл. 3). В них содержатся очень высокие концентрации В и максимальные концентрации Mn, Cu, Zn и Mo из всех изу-

ченных почв. Таким образом, содержание подвижных Cu, Mn, Zn, Mo было связано с процессами накопления солей. Зависимость содержания подвижных форм микроэлементов от количества легкорастворимых солей подтвердилась коэффициентами корреляции: для Mn и Cu $r = 0,73 \pm 0,19$, Zn $r = 0,69 \pm 0,20$, Mo $r = 0,49 \pm 0,24$, $n = 15$. Однако наиболее сильную связь с процессами засоления среди всех элементов проявляет В ($r = 0,75 \pm 0,10$, $n = 43$), который является индикатором процессов галогенеза и типоморфным элементом засоленных и солонцовых почв.

Таблица 1

Содержание микроэлементов в черноземах

Горизонт, глубина	Гумус	Ил	рН	Mn		Cu		Zn		Co		Mo	B
	%			1	2	1	2	1	2	1	2		
Р. 101 Чернозем обыкновенный тяжелосуглинистый, Большереченский р-н													
Ап, 0-29	8,1	30,1	7,0	320	25,6	19,9	0,11	48,6	0,37	10,5	0,14	0,15	-
АВ, 30-40	6,5	30,2	7,1	538	22,3	20,2	0,10	50,9	0,34	15,8	0,11	0,11	-
В1, 41-50	3,3	33,3	7,7	218	-	20,0	-	50,9	-	13,6	-	-	-
Ск, 160-170	-	32,7	8,7	138	118	16,4	1,75	36,8	1,31	8,42	0,52	0,10	-
Р. 1 Чернозем обыкновенный карбонатный легкосуглинистый, Исилюкульский р-н													
Апк, 0-15	3,9	14,9	8,0	268	28,1	12,7	0,18	27,4	0,50	6,1	0,22	0,11	1,21
В1к, 15-22	2,6	15,6	8,1	265	24,1	11,1	0,29	24,4	0,52	7,2	0,18	0,08	1,34
В2к, 34-44	-	17,1	8,2	226	-	12,5	-	25,0	-	7,2	-	-	-
Ск, 190-200	-	26,2	9,1	154	60,0	16,2	0,52	37,3	0,62	4,9	0,13	0,53	9,27

Примечание. В этой и следующих таблицах для Mn, Cu, Zn, Co: 1 – кислоторастворимая форма, 2 – подвижная. Для Mo и B – подвижная форма.

Таблица 2

Содержание микроэлементов в лугово-черноземных почвах

Горизонт, глубина	Гумус	Ил	рН	Mn		Cu		Zn		Co		Mo	B
	%			1	2	1	2	1	2	1	2		
Р. 12 Лугово-черноземная супесчаная почва, Черлакский р-н													
Ап, 0-40	3,4	5,4	6,2	350	20,2	9,1	0,09	26,0	0,36	9,2	0,10	0,13	1,88
В1, -45-55	1,6	6,2	8,6	315	7,1	11,1	0,08	28,5	0,24	8,9	0,07	0,06	1,50
В2к, 60-70	-	8,6	9,0	363	-	11,5	-	29,6	-	10,0	-	-	2,17
Ск, 130-140	-	1,3	8,3	386	24,7	6,2	0,16	15,0	0,39	11,4	0,18	0,04	0,33
Р. 21 Лугово-черноземная высокосолончаковая тяжелосуглинистая, Павлоградский р-н													
Ап, 0-23	4,3	-	8,2	482	22,7	20,3	0,09	47,7	0,32	10,6	0,25	0,09	3,20
В1кс, 32-42	1,8	-	8,4	371	30,5	17,0	0,81	47,0	0,63	11,2	0,21	0,11	4,80
В2кс, 58-68	-	-	8,5	221	-	21,4	-	58,1	-	8,4	-	-	11,1
Скс, 164-174	-	-	8,3	235	53,5	18,4	0,80	48,0	0,57	7,6	0,21	0,46	8,20
Р. 27 Лугово-черноземная осолодевшая тяжелосуглинистая, там же													
Ап, 0-19	4,9	33,6	6,9	470	37,6	25,4	0,12	65,4	0,72	9,2	0,18	0,25	1,51
В1, 19-29	4,0	41,6	6,4	485	17,8	23,0	0,10	60,1	0,53	10,6	0,34	0,18	1,32
В2, 40-50	-	48,1	6,0	389	-	23,5	-	58,0	-	10,6	-	-	0,85
Скд, 170-180	-	33,7	8,5	302	59,1	18,6	1,23	47,3	0,78	10,8	0,34	0,11	-
Р. 45 Лугово-черноземная карбонатная глубокосолончаковая, там же													
Апк, 0-20	4,5	27,0	8,2	557	25,8	21,8	0,12	56,6	0,36	11,6	0,18	0,09	2,46
В1к, 20-30	2,4	36,7	8,7	489	27,8	25,6	0,59	52,4	0,53	11,8	0,14	0,13	4,16
В2к, 40-60	-	38,0	9,4	415	-	18,1	-	44,5	-	12,1	-	-	6,99
Скс, 130-150	-	37,3	8,5	400	55,3	21,4	0,70	50,7	0,52	12,6	0,13	0,58	10,4

Содержание микроэлементов в почвах засоленного ряда

Горизонт, глубина	Гумус	Ил	pH	Mn		Cu		Zn		Co		Mo	B
	%			1	2	1	2	1	2	1	2		
Р. 3 Солонец лугово-черноземный содово-сульфатный корковый тяжелосуглинистый, Омский р-н													
B1, 0-8	3,3	17,0	7,7	631	13,9	22,5	0,13	52,1	0,42	13,7	0,08	0,46	6,76
B2, 8-24	1,6	22,5	9,0	607	55,3	25,0	0,17	51,9	0,41	14,2	0,09	0,34	7,94
B3к, 24-36	0,8	42,6	9,1	339	-	22,7	-	62,0	-	12,9	-	-	15,9
Ск, 66-92	0,1	38,0	8,7	283	50,2	18,2	0,67	46,5	0,71	12,8	0,18	0,42	13,5
Р. 2а Солонец лугово-черноземный содово-сульфатный мелкий тяжелосуглинистый, там же													
A1, 0-10	6,4	13,6	7,2	485	25,8	23,8	0,11	56,7	0,88	13,1	0,13	0,27	4,12
B1, 10-27	5,4	14,9	8,3	426	12,4	22,7	0,10	55,6	0,40	12,2	0,13	0,29	7,94
B2, 27-40	2,2	38,8	8,5	392	-	20,6	-	64,8	-	13,3	-	-	22,9
B3к, 40-57	1,1	38,7	8,9	278	11,2	19,5	0,14	50,9	0,20	12,8	0,09	0,62	27,6
Ск, 96-120	0,5	31,7	9,0	288	51,8	19,9	0,96	48,3	0,86	13,3	0,23	0,37	11,9
Р. 6а Солончак луговой хлоридно-сульфатный тяжелосуглинистый, Москаленский р-н													
Акс, 0-12	-	27,6	8,8	259	66,3	15,5	0,54	37,4	0,66	9,6	0,18	0,40	9,15
B1кс, 31-53	-	32,2	8,8	248	74,2	11,9	1,02	34,3	0,74	9,1	0,19	0,30	5,90
B2кс, 53-75	-	-	8,9	307	-	14,0	-	32,5	-	11,2	-	-	5,40
Скс, 75-97	-	24,1	8,7	330	106	16,0	0,98	34,9	1,11	11,2	0,20	0,44	-

Влияние солонцового процесса на распределение подвижных форм элементов выражается иным образом. Как указывалось выше, солонцы существенно не отличались от почв черноземного ряда содержанием подвижных Mn, Cu, Co, извлекаемых ААБ. Однако в них наблюдалось некоторое увеличение концентраций подвижного Zn, высокое содержание Mo и наиболее высокий уровень B среди всех почв (табл. 3). Максимальное содержание подвижного B в солонцах определяется его высоким валовым содержанием, способностью адсорбироваться мелкодисперсным веществом, значительной мобильностью его соединений и непромывным режимом почв. Характер распределения микроэлементов в профиле солонцов, прежде всего, обусловлен дифференциацией ила и pH. В щелочной среде наиболее высокой мобильностью обладают Mo и B, максимальные концентрации которых приурочены к иллювиальным горизонтам, играющим роль физико-химических и механических барьеров. По данным литературы, в солонцах концентрации подвижного Mo в иллювиальных горизонтах достигают 1,33-1,68 мг/кг, что составляет 44-59% его валового содержания [6].

Заключение

Таким образом, факторами, определяющими уровень содержания микроэлементов в почвенном покрове лесостепи и степи Омской области, являются степень дисперсности почвенного субстрата, разветвления биогенно- и гидрогенно-аккумулятивных,

элювиальных и иллювиальных процессов. Засоление и иллювиально-солонцовый процесс оказывают значительное влияние на содержание и распределение в почвах водных мигрантов B и Mo, а также подвижных Mn, Cu, Zn. Бор является типоморфным элементом процессов галогенеза.

Библиографический список

1. Гамзиков Г.П. Содержание микроэлементов в почвах Омской области / Г.П. Гамзиков // Микроэлементы в почвах, растительности и водах южной части Западной Сибири. Новосибирск: Наука, Сиб. отд-ние. - 1971. - С.38-55.
2. Орлова Э.Д. Микроэлементы в почвах и растениях Омской области и применение микроудобрений: учеб. пособие / Э.Д. Орлова, Е.Г. Пыхтарева. - Омск: Изд-во ФГОУ ВПО ОмГАУ, 2007. - 76 с.
3. Ильин В.Б. Биогеохимия и агрохимия микроэлементов (Mn, Cu, Mo, B) в южной части Западной Сибири: монография / В.Б. Ильин. - Новосибирск: Наука, Сиб. отд-ние, 1973. - 388 с.
3. Азаренко Ю.А. Эколого-агрохимическая оценка содержания микроэлементов в почвах и растениях лесостепной и степной зон Омской области / Ю.А. Азаренко, В.М. Красницкий, Ю.И. Ермохин // Плодородие. - 2010. - № 5. - С. 49-51.
4. Азаренко Ю.А. Содержание бора в почвах солонцовых комплексов и бorousтойчивость растений / Ю.А. Азаренко // Почвоведение. - 2007. - № 5. - С. 562-573.

5. Даербаяев А.А. Микроэлементы марганец, медь и молибден в солонцовых почвах Омской области: автореф. дис. ...

канд. с.-х. наук / А.А. Даербаяев. – Иркутск, 1970. – 27 с.



УДК 631.445.24.004.12(571.15)

Ю.В. Беховых,
А.Г. Болотов,
Е.Г. Сизов

ХАРАКТЕРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК НЕКОТОРЫХ ТИПОВ ЛЕСНЫХ ПОЧВ АЛТАЙСКОГО КРАЯ

Ключевые слова: теплофизические свойства почв, теплоёмкость, теплопроводность, температуропроводность.

Введение

По природным условиям Алтайский край относится к малолесным регионам, в то же время его лесные экосистемы отличаются большим разнообразием по составу пород, продуктивности, строению, возрастной структуре насаждений. Земли лесного фонда занимают 26% от всех земель края [1]. Леса Алтайского края являются богатым источником древесины: сосны, березы, осины. Неоценима роль лесов в предотвращении водной и ветровой эрозии почвы, в регулировании климата и водного баланса территории края.

За исключением малоизученных таёжных почв Салаира почвенный покров лесных областей края представлен главным образом дерново-подзолистыми почвами, сформированными под ленточными борами и серыми лесными почвами березовых лесов Обь-Чумышского междуречья.

Формирование температурных полей в почве определяется её теплофизическими свойствами, которые являются функциями целого ряда почвенно-физических факторов: влажности, гранулометрического состава, плотности, порозности, содержания органического вещества. Поэтому изучение теплофизических свойств почв во взаимосвязи с их генетическими особенностями, характером и степенью увлажнения, уплотнения и аэрации почвенного профиля необходимо для характеристики

почв и прогноза гидротермических режимов почвенных горизонтов.

Объект и методы исследований

Объектом наших исследований были дерново-подзолистые почвы ленточных боров и серые лесные почвы, сформированные под березовыми лесами Обь-Чумышского междуречья.

Предметом исследований являлось изучение особенностей теплофизических характеристик указанных типов почв.

Определение теплофизических свойств почв проводилось в лабораторных условиях с использованием метода плоского нагревателя [2]. Влажность определялась методом термостатной сушки [3].

Результаты исследований

Физические и теплофизические характеристики дерново-подзолистых почв ленточных боров Алтайского края были исследованы довольно подробно ранее [4-6]. Резюмируя данные работы, можно сделать вывод о том, что свойства дерново-подзолистых почв, сформированных в различных климатических зонах могут сильно отличаться по абсолютным значениям. Однако качественный характер изменения теплофизических характеристик исследованных почв одинаков.

Результаты исследования теплофизических свойств дерново-подзолистых почв зон засушливой и сухой степей Алтайского края при увлажнении, соответствующем почвенно-гидрологическим константам представлены в таблице 1.