

ПОЧВОВЕДЕНИЕ

УДК 631.45

ТРАНСФОРМАЦИЯ СВОЙСТВ СОЛОНЦЕВАТЫХ ПОЧВ ЗАУРАЛЬЯ ПОД ВЛИЯНИЕМ ЛЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЙ

В. И. Каменщикова

Естественнонаучный институт Пермского государственного национального исследовательского университета, 614990, Пермь, ул. Генкеля, 4; zhal@mail.ru; (342)2396213

Изучены свойства гидроморфных солонцов и солонцеватых черноземов Зауралья, изменения морфологии, химического состава, микробиологической активности под пологом леса и в междурядьях после длительного культивирования лесных насаждений.

Ключевые слова: солонцы; черноземы; лесополосы; численность и состав микробных сообществ; биохимическая активность микроорганизмов.

Введение

Проблема изменения свойств почв под пологом леса издавна привлекала внимание ученых. Еще в конце XIX в. В.В. Докучаевым [1948], который предложил систему полесозащитного лесоразведения, была отмечена огромная роль лесополос в изменении почвообразовательных процессов.

Более глубокие и комплексные исследования с использованием микробиологических и биохимических показателей при оценке степени воздействия лесных насаждений начались в конце прошлого столетия. Б.И. Скачков, Е.С. Павловский [1985], изучая особенности роста докучаевских лесополос в Каменной Степи и обобщая опыт восьмидесятилетнего их использования, отметили огромное значение лесополос в защите полей от суховея и эрозии. Ими также отмечено участие лесополос в регулировании микроклимата и водного режима, где относительная влажность воздуха повышается на 5%, ослабляется промерзание почв, усиливая, таким образом, их водопроницаемость. По данным ряда ученых, при посадке лесополос возможно снижение содержания обменного натрия и улучшение физического состояния засоленных почв [Душков, Оловяникова, 1985]. По данным исследований П.Н. Бегучева, В.Г. Тихонова [1972], под 20-летними насаждениями из белой акации, листья и корни которой богаты кальцием, степной солонец может быть полностью трансформирован в ряд незасоленных почв.

Многими авторами подчеркивается изменение питательного режима и урожайности сельскохозяй-

ственных культур в зоне действия лесополос [Милосердов, 1985; Сабо, 1985; Устиновская, 1985].

Изменение водного, питательного и солевого режимов почв способно изменить экологические условия жизнедеятельности микробного населения, а стало быть, повлиять на их биохимическую активность и почвообразовательные процессы.

Е.Н. Мишустин [1956], Е.В. Рунов, И.Е. Мишустина [1960] выявили значительное увеличение численности микроорганизмов в прикорневой зоне древесных растений. Заметное увеличение численности микроскопических грибов в ризосфере древесных пород наблюдали С.В. Егорова, А.Ф. Рагуотис [1968]. Сравнительно слабо изучена биохимическая активность микроорганизмов в зоне влияния лесополос в засоленных почвах.

По мнению Ф.Х. Хазиева [1976], определяющими факторами ферментативной активности почв являются температурный режим, влажность почвы, содержание гумуса, азота, солей и наличие растительности – как раз тех показателей, которые существенно изменяются под воздействием лесных насаждений.

Целью наших исследований явилось установление степени воздействия лесных полос на содержание биогенных элементов, состава микробных сообществ и их функционирования в гидроморфных солонцах Зауралья в сравнении с изменением свойств слабо солонцеватых черноземов.

Объект и методы исследований

Исследования по изучению влияния лесополос на свойства мелких гидроморфных солонцов и чер-

ноземов проводились в Троицком заказнике, расположенном в лесостепном Зауралье. Для заказника характерно разнообразие почв, свойственных Западно-Сибирской низменности, но с более мягким климатом.

Высоко-столбчатые солонцы (Сн) формируются в пониженных элементах рельефа, на пологих склонах на третичных соленосных глинах. Грунтовые воды под ними находятся на глубине 0.8–1.5 м, имеют высокую минерализацию (0.5–3 г/л, минимум весной, максимум в июле и в засушливые годы), оказывают активное влияние на почвообразование. Исследуемые солонцы имеют хлоридно-сульфатный тип засоления. В ППК солонцового горизонта содержится до 40% поглощенного натрия, который определяет неблагоприятные физико-химические свойства (повышенная плотность, низкая водопроницаемость). Гидроморфные солонцы Зауралья формируются под разреженными полынно-разнотравно-типчakovыми сообществами.

Слабо солонцеватые черноземы (Чсн) залегают на повышенных элементах рельефа, формируясь под хорошо развитыми разнотравно-ковыльными сообществами. Грунтовые воды в Чсн залегают на глубине 3–4 м и имеют меньшую, по сравнению с солонцами, минерализацию (0.5–1.0 г/л), почти не принимают участия в почвообразовании.

По морфологическим признакам исследуемые черноземы имеют несколько укороченный профиль в отличие от зональных не солонцеватых черноземов. Наличие сравнительно мощного уплотненного горизонта с ореховато-призматической структурой, с ясно выраженным глянцем, свидетельствует о солонцеватости исследуемых почв.

На участке исследуемых почв в послевоенные годы (1945–1947) были заложены лесополосы с шириной междурядья 6 метров. В составе лесонасаждений основными породами являются береза повислая (*Betula pendula*) и осина (*Populus tremula*).

С целью выяснения действия лесополос на свойства почв были заложены 6 почвенных разрезов, три – на мелком солонце и три – на черноземе слабо солонцеватом, по схеме: на целине (10 м от лесополос), в междурядьях и под пологом леса.

Наблюдения за изменением численности и состава микробных сообществ вели в течение 2 лет. Посев микроорганизмов с последующим подсчетом колониеобразующих единиц осуществлялся чашечным методом на традиционные селективные среды по методу Д.Г. Звягинцева и др. [1980]. Об изменении биохимической активности микроорганизмов судили по активности каталазы, которую определяли по степени разрушения перекиси водорода, с учетом выделяющегося кислорода, активность инвертазы по методу А.Ш. Галстяна [1974]. Качественный и количественный состав аминокислот определяли методом бумажной хроматографии по R. Gilbert, J. Altman [1966], нитрифицирующую

способность – по методу Д.Г. Звягинцева и др. [1980], гумус – по методу И.В. Тюрина

Результаты и их обсуждение

Исследуемые почвы (солонцы и черноземы солонцеватые) расположены на близком расстоянии друг от друга, но формируются на разных элементах рельефа. Поступающая на поверхность влага и солнечная инсоляция поглощаются и преобразуются в них различно. На процесс почвообразования громадное влияние оказывает уровень и степень минерализации грунтовых вод. Поэтому каждая почва характеризуется строго определенными свойствами, что создает специфические условия для жизнедеятельности растений и микроорганизмов.

Резкая дифференциация и различие генетических горизонтов по морфологическим, физико-химическим свойствам и содержанию питательных веществ в целинном солонце сказалась на ходе микробиологических процессов, в частности, на численности, составе и соотношении микроорганизмов в этих горизонтах. В поверхностном аккумулятивном горизонте исследуемых солонцов нами обнаружены все основные эколого-трофические группы микроорганизмов, состав и разнообразие которых определяется содержанием питательных элементов, высокой подвижностью гумуса при резком снижении численности микроорганизмов вглубь по профилю. Это обусловлено содержанием энергетического материала, различной чувствительностью микроорганизмов к содержанию солей и режиму аэрации [Каменщикова, 1982]. Среди автотрофных микроорганизмов значительное место занимают олиготрофные бактерии, которые преобладают в солонцовом горизонте.

Смена состава микроорганизмов в сторону усиления позиций гетеротрофных организмов, снижение содержания олигонитрофильных бактерий и автотрофных бактерий под пологом леса и в междурядьях показано на рис. 1. В большей мере процессы смены условий питания и функциональной активности микроорганизмов происходят в солонцовом горизонте мелкого солонца.

Благодаря мощному травостойу разнотравно-ковыльного сообщества, а, следовательно, высокому содержанию питательных веществ и оптимальной влажности, исследуемые черноземы характеризуются большими, чем в солонце, численностью и разнообразием микроорганизмов, с преобладанием в микробиоценозе гетеротрофных бактерий над автотрофными микроорганизмами в заглубленных горизонтах, а также более равномерным их распределением по генетическим горизонтам (табл. 1).

Действие лесополос оказало положительное влияние на водный режим, что отразилось на смене растительного сообщества в сторону усиления позиций разнотравья, а также на развитии микроорганизмов, увеличив содержание последних в

поверхностном горизонте мелкого солонца на 42% в сравнении с целинным аналогом. Существенные изменения произошли в химизме и морфологии солонцового горизонта. Почти полностью исчезла столбчатая структура, характерная для целинных почв. Численность микроорганизмов здесь увеличилась в 2.4 раза по сравнению с контролем. При этом снизилось относительное содержание ав-

тотрофных бактерий, усилились позиции бактерий, участвующие в ресинтезе органического вещества. Коэффициент минерализации как показатель направленности утилизации органического вещества, в силу изменения водного режима и подкисления pH почвенного раствора, снизился в поверхностном корнеобитаемом слое солонца на порядок, а в солонцовом горизонте понизился и был близок к коэффициенту минерализации в черноземной почве междурядий.

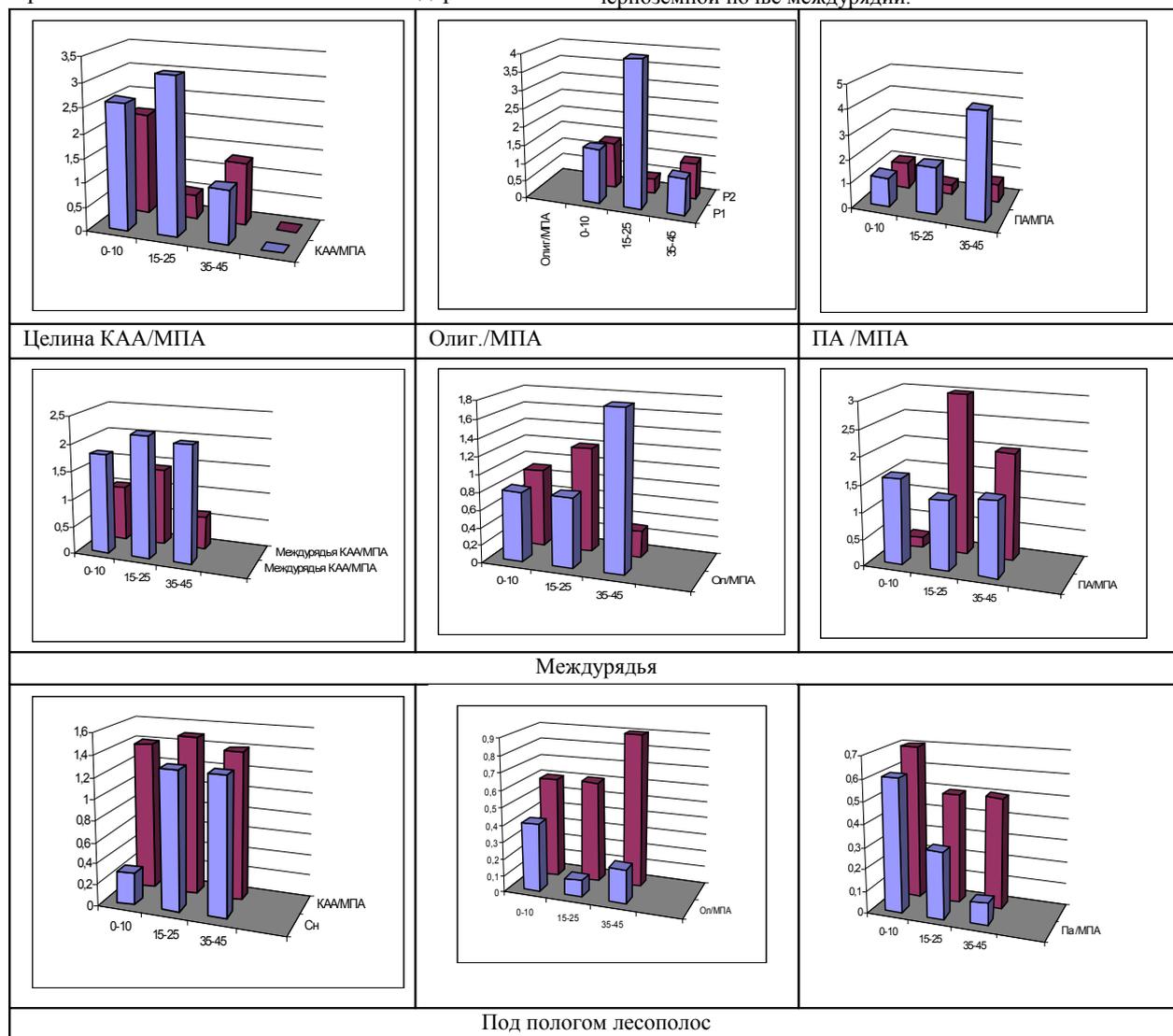


Рис. 1. Изменение соотношения эколого-трофических групп микроорганизмов по профилю солонца (1 ряд) и чернозема при посадке лесополос

Таблица 1

Влияние лесополос на численность и состав микроорганизмов в почвах Зауралья (тыс. КОЕг/почвы)

Вариант	Горизонт, глубина, см	Численность общая	Численность бактерий	Численность автотрофов	Численность актиномицетов	Численность микромицетов	К мин.
Гидроморфный солонец							
Целина	0–10	1500	235	3890	1900	4.0	-
	15–25	160	100	510	150	2.6	3.2
	35–45	80	10	90	23	0.3	1.1
Междурядье	0–10	2400	370	4400	2200	8.0	1.8
	15–25	400	170	865	370	1.4	2.2
	35–45	96	45	205	150	0.5	2.1

Окончание табл. 1

Вариант	Горизонт, глубина, см	Численность об-щая	Численность ба-цилл	Численность автотрофов	Численность актиномицетов	Численность микромицетов	К мин.
Под по-логом леса	0–10	4150	500	1300	700	7.0	0.3
	15–25	756	265	1020	490	19.5	1.3
	35–45	360	45	455	150	0.6	1.3
Чернозем солонцеватый							
Целина	0–10	3560	200	7600	2600	10	2.1
	15–25	840	90	390	300	2.1	0.5
	35–45	240	35	300	230	0.4	1.3
Между-рядье	0–10	4500	185	4400	2100	10	1.0
	15–25	860	235	1240	690	1.7	1.4
	35–45	760	60	430	290	1.4	0.6
Под по-логом леса	0–10	2600	270	3500	1600	12	1.4
	15–25	890	195	1310	470	1.6	1.5
	35–45	529	100	730	580	1.9	-

Перестройка структуры микробоценоза в сторону усиления позиций гетеротрофных бактерий, а также существенное увеличение содержания и разнообразия микроскопических грибов и нитрифицирующих бактерий в бывшем солонцовом горизонте солонца в зоне действия лесополос обусловлены улучшением физико-химических свойств этого горизонта и может служить показателем мелиоративного действия лесополос.

Действие лесополос в зональных солонцеватых

черноземах проявилось в изменении водного режима, смене растительного покрова и, как следствие, в смене цветовой гаммы поверхностного аккумулятивного горизонта в сторону осветления. Это обусловлено некоторым подкислением почвенного раствора и потёчностью гумуса, что повлияло на содержание органического вещества и привело к усилению развития автотрофных микроорганизмов по всему профилю, особенно в солонцовом горизонте (табл. 2).

Таблица 2

Влияние лесополос на содержание биогенных элементов и активность ферментов в гидроморфных солонцах и черноземах лесостепного Зауралья

Вариант	Горизонт глубина, см	Нитрифицирующая способность, мг NO ₃ /100г почвы	Содержание аминокислот, мг лейцина /100г почвы	Гумус, %	Активность каталазы, см ³ O ₂ /мин	Активность инвертазы, мг глюкозы 1г почвы /24 часа
Гидроморфный солонец						
Целина	0-10	1.00	77.3	9.1	8.8	25.2
	10-20	0.60	36.3	6.4	7.8	16.1
	20-30	0.36	18.1	4.4	5.2	11.2
	30-40	-	-	-	2.8	4.3
Междурядья	0-10	0.86	62.4	9.4	10.2	26.3
	10-20	0.72	56.5	7.6	9.4	25.1
	20-30	0.65	44.3	5.7	6.4	21.0
	30-40	-	-	-	6.0	14.0
Под лесом	0-10	1.65	59.7	9.5	10.2	33.0
	10-20	1.08	58.1	7.8	9.8	34.5
	20-30	0.72	55.5	6.3	6.6	30.9
	30-40	-	-	-	6.2	11.6
Чернозем солонцеватый						
Целина	0-10	1.44	94.6	9.4	13.6	50.4
	10-20	1.16	51.2	6.9	9.8	40.1
	20-30	0.90	33.6	4.8	9.6	14.5
	30-40	-	-	-	9.4	7.8
Междурядья	0-10	1.42	63.7	8.2	13.6	42.8
	10-20	1.38	56.5	6.6	11.6	36.9
	20-30	1.00	40.0	5.9	10.8	20.4
	30-40	-	-	-	10.2	12.9
Под лесом	0-10	1.64	66.6	7.8	13.8	44.3
	10-20	1.28	58.1	6.6	11.8	34.5
	20-30	0.98	52.8	6.1	10.8	25.3
	30-40	-	-	-	10.8	11.3

Лесные полосы, изменив водный, солевой и питательный режимы почвы, оказали стимулирующее действие также на развитие чувствительных к условиям среды нитрифицирующих, азотфиксирующих, аммонифицирующих бактерий. При общем увеличении нитратного азота в профиле Сн существенно увеличилась способность к накоплению нитратов, что является показателем благоприятных условий для функционирования микроорганизмов. Это способствовало также усилению биохимической активности микроорганизмов, накоплению

аминокислот в почве, и в целом, улучшению азотного режима почв (табл. 3).

При оценке биологической активности почв под пологом лесных насаждений наряду с изучением численности и состава микронаселения изучали ферментативную активность, которая в значительной степени отражает уровень мобилизационных процессов и интенсивность биологического круговорота веществ в почве. За основу нами были приняты такие ферменты, как активность каталазы и инвертазы (рис. 2).

Таблица 3

Коэффициенты отклонений биологических показателей солонца от чернозема, целинных аналогов от почв лесополос

Фактор	Солонец А 0–10	Солонец В 15–25	Чсн 0–10	Чсн 15–25
Тип почвы Чсн А	1.0	1.0	1.52	1.96
Снежный покров междурядий	1.07	1.57	0.73	1.03
Лесополосы и снежный покров	1.11	1.76	0.82	0.91
Лесополосы	0.04	0.19	0.10	0.12

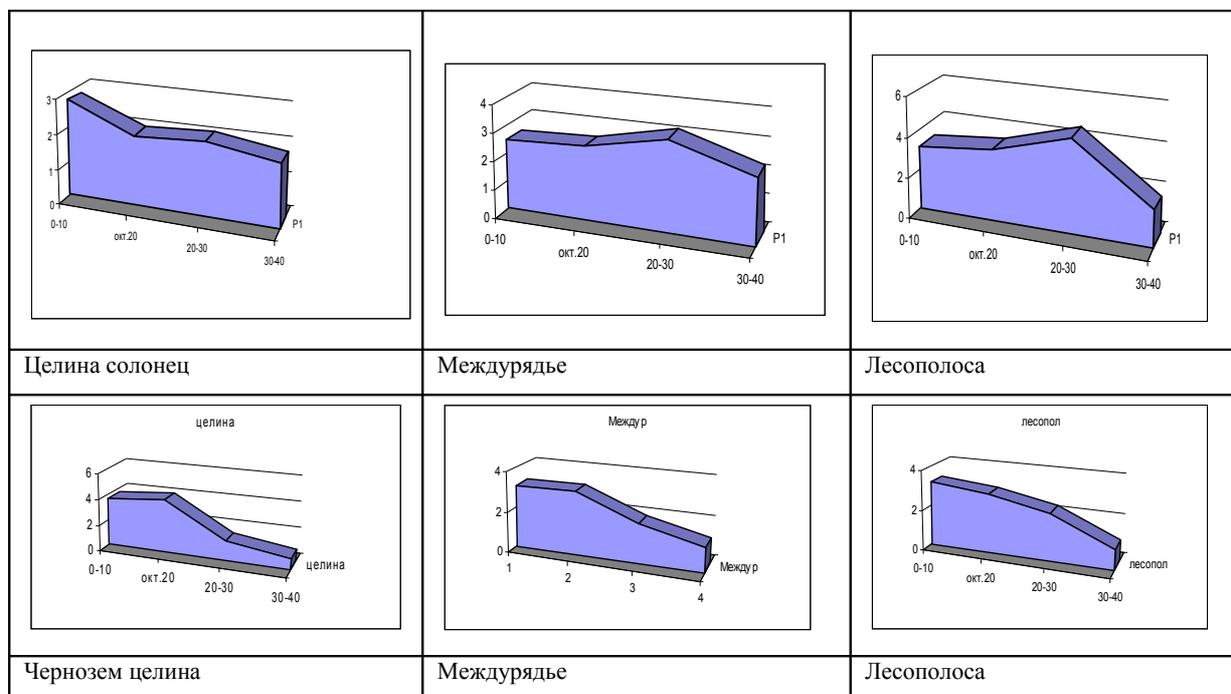


Рис. 2. Влияние лесополос на соотношение гидролитических и окислительных ферментов

Целинный луговой солонец характеризуется высокой активностью окислительных и гидролитических ферментов в гумусовом горизонте, однако процессы аккумуляции органического вещества и тесно связанная с ними активность инвертазы в исследуемом солонце были ниже, чем в черноземе, о чем свидетельствует соотношение инвертаза/ каталаза.

Длительное воздействие лесополос на исследуемые почвы положительно сказалось на активности окислительно-восстановительного фермента каталазы. В солонцовом горизонте гидроморфного солонца под пологом леса активность каталазы

увеличилась на 20% по сравнению с целинным аналогом, что обусловлено улучшением водно-воздушного режима почв и перестройкой состава микробных сообществ.

В черноземе солонцеватом лесонасаждения не оказали существенного влияния на активность каталазы, она незначительно увеличилась лишь в заглубленных горизонтах как в междурядьях, так и под пологом леса.

Посадка лесных полос на гидроморфных солонцах способствовала повышению активности гидролитических ферментов по всему профилю, при максимуме в солонцовом и солевом горизонтах (в

1.5 раза в междурядьях и 2.14 раза под пологом леса). Это в какой-то мере обусловлено изменениями содержания гумуса, а также повышением количества и увеличением разнообразия микромицетов в микробоценозе, которые, по мнению исследователей, являются продуцентами инвертазы.

Действие лесных насаждений на активность инвертазы в зональных черноземах проявилось иначе, чем в солонце. Под пологом леса активность гидролитических ферментов, как и содержание гумуса, снизилась по всему профилю почвы.

Многообразие показателей в наших исследованиях (гумусное состояние, содержание минеральных элементов, активность ферментов, численность микроорганизмов) позволило установить суммарные коэффициенты отклонений этих показателей в солонцах, приняв за основу исследуемые солонцы, и целинное состояние почв (частное от суммы биологических показателей).

На типовом уровне выявлены серьезные различия между почвами чернозем солонцеватый и гидроморфный солонец при максимуме в $C_{сн}$ таких важных показателей как содержание аминокислот, активности инвертазы, численности микроорганизмов. Накопление снежного покрова в междурядьях солонцов оказало положительное влияние на свойства солонцового горизонта, увеличив содержание гумуса и азота в 1.5 раза по сравнению с целинным аналогом. Еще большая трансформация свойств наблюдалась непосредственно под пологом леса.

Накопление избыточного содержания снега в междурядьях чернозема существенно ухудшило гумусное состояние и азотный режим, снизив почти на 40% содержание аминокислот в поверхностном горизонте.

Вычленив действие снегозадержания, отчетливо видим, что растительный опад лесопосадок незначительно улучшает свойства почв.

Таким образом, положительное влияние лесополос на изменение свойств почв обусловлено преимущественно накоплением влаги. Наибольшее положительное влияние лесополос проявляется на солонцах, сближая их по многим свойствам с зональными черноземами.

Избыточное увлажнение в зональных черноземах ведет к усилению минерализационных процессов, снижению содержания гумуса и аммонийных форм азота.

Заключение

Черноземы и гидроморфные солонцы лесостепного Зауралья характеризуются сравнительно небольшим профилем (60–70 см) с ясно выраженной дифференциацией генетических горизонтов по цветовой гамме, плотности сложения, структуре, влажности, содержанию питательных веществ, что накладывает отпечаток на содержание, состав и био-

химическую активность микроорганизмов.

На почвообразование в этой зоне большое влияние оказывают: количество атмосферных осадков, рельеф местности, уровень залегания и степень минерализации грунтовых вод.

Действие лесополос обусловлено пополнением запасов воды и регулированием водного режима, что положительно влияет на развитие растений и микроорганизмов, увеличивая их количество и разнообразие, биохимическую активность.

Наибольшие изменения свойств почв установлены в солонцовом горизонте гидроморфного солонца в междурядьях лесополос и под пологом леса, где за сорокалетний период с момента посадки лесополос происходит сближение многих свойств $C_{сн}$ с зональными черноземами.

Избыточное увлажнение в междурядьях на солонцеватом черноземе приводит к снижению содержания в корнеобитаемом горизонте гумуса, нитратного и аммонийного азота, снижению содержания микроорганизмов и их биохимической активности, что следует учитывать при сельскохозяйственном использовании этих угодий.

Для сохранения природного потенциала этих почв необходимо проведение мероприятий, направленных на пополнение запасов органического вещества.

Библиографический список

- Бегучев П.Н., Тихонова В.Г. Почвенно-мелиоративное значение культурных и дикорастущих растений на солонцовых комплексах // Вопросы подъема производительных сил с/х и развитие орошаемого земледелия в Поволжье. М., 1972. С. 285–287.
- Галстян А.Ш. Ферментативная активность почв Армении. Ереван, 1974. Вып. 8. 210 с.
- Докучаев В.В. Избранные сочинения. М.: Госиздат, 1948. 476 с.
- Душков В.Ю., Оловянная И.Н. Выращивание защитных лесных полос на почвах солонцового комплекса полупустыни Северного Прикаспия // Лесн. хоз-во. 1985. № 9. С. 43–44.
- Егорова С.В., Рагуотис А.Ф. Микрофлора ризосферы ели и березы и некоторые её физиологические особенности // Лесоведение. 1968. № 1. С. 27–36.
- Звягинцев Д.Г. и др. Методы почвенной микробиологии и биохимии. М.: Изд-во МГУ, 1980. 224 с.
- Каменщикова В.И. Влияние химической мелиорации на микробиологические и биохимические процессы в луговых солонцах: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Алма-Ата, 1982. 20 с.
- Милосердов Н.М. Влияние лесных полос на урожай ярового ячменя // Лесн. хоз-во. 1985. № 8. С. 39–42.
- Мишустин Е.Н. Микроорганизмы и плодородие почвы. М.: Изд-во АН СССР, 1956. 342 с.

- Рунов Е.В., Мишустина И.Е.* Влияние лесных насаждений разного состава на микробиологические процессы в выщелоченном черноземе // Тр. лаборатории лесоведения АН СССР. 1960. № 1.
- Сабо Е.Д.* Перспективы развития гидро-лесомелиорации в свете решений Октябрьского (1984) пленума ЦК КПСС // Лесн. журн. 1985. № 5. С. 59.
- Скачков Б.И., Павловский Е.С.* Некоторые особенности роста докучаевских лесных полос Каменной Степи // Лесн. хоз-во. 1985. № 2. С. 47–50.
- Устиновская Л.Т.* Очередные задачи изучения защитного лесоразведения в степях Украины // Лесн. журн. 1985. № 4. С. 120–122.
- Хазиев Ф.Х.* Ферментативная активность почв. М.: Наука, 1976. 180 с.
- Gilbert R., Altman J.* Etanolextraction of free aminoacids from soil // Plant and soil. 1966. Vol. 24.

Поступила в редакцию 28.11.2012

Transformation properties of sodificated soils of the Ural region under the influence of forest stands

V. I. Kamenshchikova, candidate of biology, senior scientist

Natural Sciences Institute of Perm State University, 4 Genkel Str., Perm, Russia, 614990; zhal73@mail.ru; (342)2396213

Studied the properties of hydromorphic salt licks and sodificated soils of the Urals, changes in morphology, chemical composition and microbiological activity under the forest canopy and inter-planted after a long cultivation of forest stands.

Key words: saline soils; soils; forest plantations; the size and composition of microbial communities; biochemical activity of microorganisms.

Каменщикова Вера Иосифовна, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник
Естественнонаучный институт ФГБОУВПО «Пермский государственный национальный исследовательский университет»

