

**ОЦЕНКА ПРОДУКТИВНОСТИ ТРАВЯНИСТОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ  
И СВОЙСТВ ПОЧВ В ИСКУССТВЕННЫХ НАСАЖДЕНИЯХ**

О.Л. Макеева

**PRODUCTIVITY ASSESSMENT OF GRASSY VEGETATION AND SOIL PROPERTIES  
IN ARTIFICIAL PLANTINGS**

**Макеева О.Л.** – инженер-химик, асп. каф. почвоведения и агрохимии Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск. E-mail: flora-m12@mail.ru

**Makeeva O.L.** – Engineer-Chemist, Post-Graduate Student, Chair of Soil Science and Agrochemistry, Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk. E-mail: flora-m12@mail.ru

Дана оценка агроэкологической роли искусственных древесных и кустарниковых насаждений в трансформации некоторых эколого-климатических факторов, изменении почвообразовательных процессов. Изучено влияния различных биодендрогрупп (БДГ) искусственных насаждений на свойства почвы в сухой степи Ширинского района Республики Хакасия. Установлено изменение таких экологических факторов под воздействием искусственных лесных насаждений, как влажность, температура почвы и освещенность. Определена биологическая продуктивность и дана оценка экологической устойчивости искусственных поливидовых насаждений в засушливых условиях. Выявлено незначительное снижение температуры и увеличение влажности почвы под пологом БДГ, отчетливо выраженное в насаждениях с эдификаторными видами древесных растений, характеризующихся густой и раскидистой кроной. Зафиксировано повышение освещенности в разреженных насаждениях с преимущественным присутствием кустарниковых видов, что способствует активному нарастанию вегетативной массы травянистых растений под пологом растительности. В почве этих же насаждений установлено усиление процессов минерализации и увеличение содержания питательных веществ. Не обнаружено статистической взаимосвязи между запасами травянистой фитомассы и содержанием питательных элементов в почве под биодендрогруппами. Установлена достаточно тесная зависимость этого показателя от освещенности. Характерно увеличение биоло-

гического разнообразия за счет изменения структурного состава наземной травянистой растительности и появления в ее составе представителей лесной флоры, что свидетельствует о формировании устойчивых искусственных экосистем в засушливых условиях Хакасии.

**Ключевые слова:** искусственные насаждения, почва, биодендрогруппы, древесная растительность, кустарниковые виды, влажность почвы, температура почвы, питательные элементы, травянистая фитомасса, экологические факторы, освещенность, регрессионный анализ, биологическая продуктивность, устойчивость экосистемы.

The assessment of agroecological role of artificial tree and shrub plantings in the transformation of environmental and climatic factors, changes in soil formation processes was given. The influence of various biodendrogroups (BDG) of artificial plantations on soil properties in dry steppe of Shirinsky area of the Republic of Khakassia was studied. The change of such environmental factors under the influence of artificial forest plantations as soil moisture and temperature was established. Biological productivity was determined and ecological sustainability of artificial plantations of different composition in arid conditions was assessed. Insignificant decrease in temperature and the increase in soil moisture under the canopy of BDG, clearly expressed in plantations with edificatory species of woody plants, characterized by a dense and spreading crown, were revealed. An increase in illumination in sparse stands with predominant

presence of shrub species was recorded, which contributes to active growth of vegetative mass of herbaceous plants under the canopy of these plantations. In the soil of these plantations the strengthening of the processes of mineralization and the increase in the content of nutrients was established. No statistical correlation was found between the reserves of herbaceous phytomass and the nutrient content in the soil under the biodendrogroups. A fairly close dependence of these indicators on the light was established. An increase in biological diversity was typical and due to the changes in structural composition of terrestrial herbaceous vegetation and the appearance in its composition of representatives of forest herbaceous flora, indicating the formation of sustainable artificial ecosystems in arid conditions of Khakassia.

**Keywords:** artificial plantations, soil, biodendrogroups, woody vegetation, shrubs varieties, soil moisture, soil temperature, nutrients, herbaceous phytomass, environmental factors, light intensity, regression analysis, biological productivity, ecosystem stability.

**Введение.** Благоприятное влияние древесной и кустарниковой растительности на почвообразовательные процессы в засушливых условиях Хакасии подтверждено многими исследованиями. Растительность искусственных насаждений способствует изменению микроклимата, режима влажности и температуры почвы, оказывает существенное воздействие на физические и химические свойства почвы, специфику почвообразовательных процессов [1–3]. Изменение этих факторов определяет продуктивность и структуру травянистого покрова, а также развитие почвенной биоты [4]. В зависимости от видового состава растений, их морфологических особенностей происходит формирование эколого-климатических факторов: влажности, температуры воздуха и почвы, освещенности [5]. Изучение процесса взаимовлияния растительности и почвы позволяет дать оценку роли искусственных насаждений в формировании их экологической устойчивости, которая напрямую зависит от продуктивности экосистемы и ее биологического разнообразия.

Актуальность настоящей работы заключается в оценке агроэкологической роли биоденд-

рогрупп поливидовых искусственных насаждений по их воздействию на экологические абиотические факторы и изменение комплекса свойств почв в Ширинской сухой степи. В процессе исследований разрабатываются биоэкологические технологии, при помощи которых возможно создавать устойчивые лечебно-оздоровительные и защитные насаждения в условиях нестабильных степных экосистем, используя не только местные, но и интродуцированные виды древесной и кустарниковой растительности [6, 7].

Мониторинг развития данных искусственных экосистем и их воздействия на почву необходим для дальнейшего устойчивого ландшафтного обустройства зоны исследования и других засушливых регионов [8].

**Цель работы.** Комплексная оценка эколого-фитоценологического воздействия искусственных насаждений на формирование экологических абиотических факторов, свойств почв, биологической продуктивности травянистой растительности и экологической устойчивости искусственных экосистем в засушливых условиях Хакасии.

**Объекты и методы.** Исследования проводились в Ширинском районе Республики Хакасия, где в 1975–1978 гг. на территории Ширинской опытно-экспериментальной базы Института леса СО РАН были созданы лесные насаждения различного видового состава. Наряду с изучением комплекса физических и химических свойств почвы исследования включают оценку специфического воздействия этих искусственных насаждений на изменение экологических факторов и формирование экологической устойчивости биоценозов.

Объекты исследований – это различные по составу искусственные насаждения, организованные в биодендрогруппы (БДГ) округлых очертаний площадью 20–25 м<sup>2</sup>. В каждой группе присутствуют разнообразные виды древесной и кустарниковой растительности с различной кроной и сформировавшимся наземным травянистым ярусом. Древесные растения выполняют эдификаторную функцию, кустарниковые виды являются соподчиненными.

Объектами исследования являются следующие БДГ:

1. Яблоня сибирская, барбарис, вяз, смородина двулистая.

2. Клён, сирень обыкновенная, крушина (жостер), вяз, боярышник.
  3. Барбарис, осина, шиповник, сирень, яблоня.
  4. Таволга, осина, сирень обыкновенная, шиповник.
  5. Вяз приземистый, облепиха, осина, жимолость татарская.
  6. Яблоня, черемуха Маака, жимолость татарская.
  7. Рябина, шиповник, берёза повислая, сирень обыкновенная, карагана.
  8. Ива остролистная, таволга, сосна, черёмуха виргинская, клён.
  9. Сирень венгерская, боярышник, лиственница сибирская.
  10. Жимолость татарская, яблоня сибирская, тополь.
  11. Контрольный участок естественного фитоценоза Ширинской степи, находящийся в непосредственной близости от биодендрогрупп.
- Почвы, на которых произрастают данные биодендрогруппы, это черноземы обыкновенные с укороченным гумусовым горизонтом.
- В течение вегетационных периодов 2016–2018 гг. ежемесячно отбирались почвенные образцы из слоев 0-20, 20-40 см в трехкратной повторности. Влажность почвы определяли термовесовым методом. Нитратный азот (N-NO<sub>3</sub>) анализировали дисульфифеноловым методом в модификации Шаркова (ГОСТ 26951-

86), аммонийный азот (N-NH<sub>4</sub>) – колориметрически с реактивом Несслера, подвижный фосфор (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) и обменный калий (K<sub>2</sub>O) – по Чирикову (ГОСТ 26207-91).

Температуру почвы в слое 0-10 см измеряли термометром Спектemp 1 byHANNA в 10, 15 и 20 часов. Одновременно на всех объектах проводили замер освещенности (Лк) с помощью фотоэкспонетра Ленинград 7 и цифрового фотоаппарата Olympus E-pl5. В августе на каждом объекте исследования проводили учет запасов травянистой фитомассы (т/га) по рамке 0,5x0,5 м в трехкратной повторности. Провели корреляционно-регрессионный анализ для определения статистической зависимости между запасами фитомассы, свойствами почвы и некоторыми экологическими факторами в программе Microsoft Office Excel.

**Результаты исследований и их обсуждение.** Древесная и кустарниковая растительность искусственных насаждений по-разному влияет на влажность почвы, что видно из таблицы 1. В целом содержание общей влаги в почвах практически под всеми БДГ низкое. В ряде случаев оно приближается к величине влажности завядания. Это уменьшает активность биологических процессов в почве и сдерживает развитие травянистой растительности, снижая продуктивность искусственных биоценозов.

Таблица 1

Содержание общей влаги в почве БДГ (среднее за вегетационный период), %

Номер БДГ	Глубина, см	2016 г.	2017 г.	2018 г.
1	2	3	4	5
1	0-20	13,1	9,3	9,9
	20-40	14,5	9,6	7,5
2	0-20	7,3	14,0	11,4
	20-40	10,0	12,1	11,8
3	0-20	14,0	14,7	15,5
	20-40	13,5	16,5	12,4
4	0-20	18,8	17,2	15,2
	20-40	11,6	13,3	12,8
5	0-20	14,3	17,6	19,1
	20-40	11,9	12,9	12,4
6	0-20	14,2	26,8	13,3
	20-40	12,9	18,2	11,1

Окончание табл. 1

1	2	3	4	5
7	0-20	15,4	13,1	6,7
	20-40	10,4	7,0	6,8
8	0-20	7,3	12,1	9,0
	20-40	7,3	11,4	8,7
9	0-20	9,8	15,3	9,9
	20-40	11,0	11,2	8,6
10	0-20	12,0	14,9	12,7
	20-40	12,9	11,2	10,0
11	0-20	9,8	14,1	8,0
	20-40	12,1	10,5	8,4

Развитие корневой системы, ширина кроны, различный по количеству и качеству опад, формирующаяся подстилка – это основные факторы влияния древесных и кустарниковых насаждений на содержание почвенной влаги.

По максимальному содержанию влаги выделяются объекты № 3, 4, 5, 6. Эдификаторными видами здесь являются осина и черемуха Маака, которые имеют хорошо облиственную густую крону. Соподчиненные виды (барбарис, шиповник, яблоня, таволга, облепиха, жимолость татарская) характеризуются обильным и мягким опадом, который быстро включается в процессы минерализации.

На почвообразовательный процесс, почвенную флору и фауну, на формирование наземной

травянистой растительности существенное влияние оказывает температурный режим почвы. В то же время сама растительность, биологические особенности различных видов растений способствуют изменению температурного режима почвы.

В течение всего периода наблюдения было отмечено, что почва на участке естественного фитоценоза наиболее прогрета. Здесь зафиксирована самая высокая температура почвы, которая превышает температуру почвы под био-дендрогруппами в среднем на 5 °С. В искусственных насаждениях почва прогревается меньше, равномерно затенена, а разница в температуре не превышает 1–1,3 °С (табл. 2).

Таблица 2

## Температура почвы в БДГ, °С

Номер БДГ	Температура почвы в слое 0–10 см		
	2016 г.	2017 г.	2018 г.
1	18,4	16,9	18,7
2	18,2	16,0	18,7
3	17,6	16,7	17,8
4	17,4	17,1	17,1
5	17,4	17,3	17,0
6	17,3	16,6	17,1
7	17,4	16,7	17,8
8	17,8	17,2	18,4
9	17,5	16,5	17,5
10	17,5	16,8	18,2
11	22,1	19,7	22,0

Свет – наиболее важный экологический фактор, необходимый для построения растительной

клетки и, соответственно, влияющий на рост растений. Растения, в зависимости от вида,

предъявляют различные требования к освещенности, которая существенно влияет на продуктивность и структуру травянистого покрова. Плотность древостоя, густота и раскидистость крон древесных и кустарниковых растений напрямую влияют на освещенность в биодендрогруппах.

Наибольшее количество света зафиксировано на контрольном участке и на объекте № 8. Видовой состав в этой биодендрогруппе включает сосну, черёмуху Маака, иву остролистную,

клён и таволгу. Эдификаторный вид (сосна) пропускает большое количество солнечного света, так как имеет ажурную, разреженную крону. В БДГ № 9 эдификаторным видом является лиственница сибирская, а соподчиненные виды – боярышник и сирень венгерская. Оба соподчиненных вида хорошо облиственны и образуют густые заросли, что способствует сильному затенению почвы. На данном объекте зафиксировано минимальное количество света (табл.).

Таблица 3

**Освещенность в БДГ (июнь 2018 г.), Лк**

Номер БДГ	Часы			
	10	15	20	Ср. в течение дня
1	11637	9600	1824	7687
2	17000	10360	1368	9576
3	15625	5120	1696	7480
4	15750	7387	2045	8394
5	11130	11300	881	4437
6	6100	4832	1184	4039
7	6600	6550	1000	3977
8	23200	20250	2920	15456
9	4384	3262	981	2876
10	14800	9760	1696	8752
11	16000	25000	8627	16562

Процессы почвообразования тесно связаны с минерализацией органического вещества и сопровождаются образованием азота, биогенного элемента, определяющего плодородие почвы и функционирование живых организмов.

Индикаторным показателем напряженности биологических процессов в почве является интенсивность нитрификации и образование нит-

ратного азота, тесно связанного со спецификой погодных условий, влажностью почвы, особенностями поступающего в почву органического вещества и комплексом свойств почв.

Содержание нитратного азота в почве под БДГ, представленное в таблице 4, свидетельствует о существенном его колебании по годам исследования.

Таблица 4

**Содержание нитратного азота (N-NO<sub>3</sub>) в почве БДГ (среднее за вегетационный период), мг/кг почвы**

Номер БДГ	Глубина, см	2016 г.	2017 г.	2018 г.
1	2	3	4	5
1	0-20	3,3	6,5	14,0
	20-40	0,8	3,9	9,9
2	0-20	0,9	15,5	16,4
	20-40	0,7	5,7	9,7

Окончание табл. 4

1	2	3	4	5
3	0-20	0,6	8,0	21,2
	20-40	0,9	4,2	17,4
4	0-20	1,1	4,5	20,1
	20-40	1,2	5,8	14,5
5	0-20	1,3	9,6	27,0
	20-40	1,0	4,1	11,7
6	0-20	1,7	13,5	21,9
	20-40	1,2	9,9	11,4
7	0-20	0,7	3,5	7,0
	20-40	0,9	2,0	14,2
8	0-20	1,0	6,6	20,3
	20-40	1,9	4,5	16,2
9	0-20	1,2	5,6	19,0
	20-40	0,9	1,7	7,0
10	0-20	1,1	4,2	13,4
	20-40	0,6	3,1	14,0
11	0-20	2,8	14,4	12,5
	20-40	4,3	5,9	12,7

В засушливом 2016 г. обеспеченность нитратным азотом очень низкая, в пределах первого класса, что обусловлено острым дефицитом почвенной влаги в течение периода вегетации. 2017 г. характеризовался очень жарким засушливым июнем с выпадением осадков в последующие летние месяцы. Это положительно сказалось на нитрификации, привело к повышению обеспеченности нитратным азотом за вегетацию на два-три класса. Наиболее оптимальными условиями увлажнения и температуры атмосферного воздуха характеризовался 2018 г. За счет этих факторов в данном году зафиксирована самая активная нитрификация и, как следствие, существенное повышение степени обеспе-

ченности нитратным азотом. Максимальное содержание нитратного азота в 2016 году в обоих слоях почвы отмечено на контрольном участке степного целинного фитоценоза. В 2017 году наибольшим содержанием нитратного азота в верхнем слое почвы характеризуются объекты № 2 и 6, а также контрольный участок. В 2018 году максимальное содержание нитратного азота зафиксировано также в биогенном слое почвы БДГ № 5, что объясняется оптимальными условиями его увлажнения.

Содержание аммонийного азота в почвах под объектами исследования очень варьирует по годам наблюдений (табл. 5).

Таблица 5

**Содержание аммонийного азота (N-NH<sub>4</sub>) в почве БДГ (среднее за вегетационный период), мг/кг почвы**

Номер БДГ	Глубина, см	2016 г.	2017 г.	2018 г.
1	2	3	4	5
1	0-20	9,8	32,9	11,6
	20-40	7,8	27,6	15,7
2	0-20	9,6	26,8	24,0
	20-40	12,8	27,6	15,4

1	2	3	4	5
3	0-20	15,0	32,6	29,4
	20-40	11,2	28,9	25,1
4	0-20	22,2	43,7	18,9
	20-40	15,2	33,8	14,9
5	0-20	10,8	35,1	27,0
	20-40	9,2	30,5	19,9
6	0-20	14,4	41,9	26,3
	20-40	9,2	32,7	19,2
7	0-20	10,2	27,5	17,1
	20-40	6,6	20,8	27,5
8	0-20	10,8	31,4	35,2
	20-40	9,4	25,4	17,5
9	0-20	10,2	32,2	17,9
	20-40	8,0	24,4	13,5
10	0-20	13,4	32,3	20,3
	20-40	7,8	28,4	16,3
11	0-20	10,8	30,8	14,04
	20-40	9,2	28,9	11,5

Максимальное содержание аммонийного азота в почве было зафиксировано под биодендрогруппами № 4 и 6 в 2016 и 2017 годах, чему способствовала наибольшая увлажненность почвы на этих объектах. В 2018 году самое высокое количество аммонийного азота было обнаружено в биодендрогруппе № 8. Здесь отмечено очень низкое содержание влаги, что также

могло способствовать более активной аммонификации и сдерживать процессы нитрификации.

Обеспеченность почв фосфатами, поведение этих солей, процессы химического поглощения фосфатов минеральной частью почвы напрямую зависят от условий увлажнения и реакции почвы.

Таблица 6

**Содержание подвижного фосфора ( $P_2O_5$ ) в почве БДГ (среднее за вегетационный период), мг/кг почвы**

Номер БДГ	Глубина, см	2016 г.	2017 г.	2018 г.
1	2	3	4	5
1	0-20	256	133	182
	20-40	104	73	111
2	0-20	107	141	331
	20-40	341	90	265
3	0-20	147	393	325
	20-40	118	270	212
4	0-20	367	489	28
	20-40	351	404	186
5	0-20	148	350	319
	20-40	91	228	260

Окончание табл. 6

1	2	3	4	5
6	0-20	306	266	158
	20-40	253	113	374
7	0-20	169	224	176
	20-40	133	132	161
8	0-20	126	181	215
	20-40	218	130	125
9	0-20	347	230	265
	20-40	257	226	242
10	0-20	348	266	236
	20-40	303	290	251
11	0-20	136	223	164
	20-40	98	102	124

Поведение в почве подвижных фосфатов, процессы его превращения свидетельствуют о напряженности биологических и химических процессов.

По содержанию фосфора почвы под всеми БДГ характеризуются в целом от низкой до повышенной обеспеченности подвижными фосфатами (см. табл. 6). Для зоны наших исследований характерен дефицит фосфора в почвах.

Как правило, максимальным содержанием подвижного фосфора характеризуются верхние биологически активные слои почвы во всех БДГ. В засушливом 2017 г. было установлено увеличение степени щелочности почв за счет подтягивания карбонатов с восходящими токами почвенных растворов. Величина  $pH_{водн.}$  составляла в некоторых слоях почвы около 8 единиц, что способствовало химическому поглощению фосфатов и некоторому снижению их количества в почве. Обеспеченность подвижным фосфором в 2018 г. повышалась в почве большинства объектов за счет оптимизации условий увлажнения. Наибольшее содержание подвижного фосфора во все годы исследований отмечено в слое почвы 0-20 см, где почва была несколько влажнее. В почве под БДГ, по сравнению с контрольным участком естественной степи, хорошо выражена биогенная аккумуляция фосфора.

Для жизнедеятельности растительной клетки в большой мере важен калий. Этот элемент участвует в синтезе белков и углеводов, способствует холодостойкости растений и их способности сопротивляться болезням. Калий почвенных соединений, их образование и формы

свидетельствуют об интенсивности выветривания минералов, скорости обменных реакций, зависящих от концентрации почвенного раствора, развития корневой системы растений и функционирования микроорганизмов.

Обеспеченность почв объектов исследования обменным калием высокая за счет минералогического и легкоглинистого гранулометрического состава, что также характерно для данной зоны.

За вегетационный период 2016 года наибольшее количество обменного калия отмечено в почве объектов № 4, 6 и 9. В почве под БДГ № 4 максимальное содержание подвижного калия было зафиксировано также в 2017 году (табл. 7). В эти годы почва БДГ № 4 характеризовалась самым оптимальным увлажнением, что привело к биогенной аккумуляции калия.

Устойчивость экосистемы характеризуется высокой биологической продуктивностью и видовым разнообразием. Нарастание травянистой фитомассы – один из показателей этой продуктивности.

За период исследования самыми высокими запасами фитомассы характеризуется контрольный участок естественного степного фитоценоза за счет более высокой освещенности. Среди объектов искусственных насаждений по запасам травянистой фитомассы резко выделяется биодендрогруппа № 8, в состав которой входят: сосна, черёмуха Маака, ива остролистная, клён, таволга. Почва на этом объекте наиболее освещена, что способствует интенсивному нарастанию травянистой фитомассы (табл. 8).

**Содержание обменного калия (K<sub>2</sub>O) в почве БДГ  
(среднее за вегетационный период), мг/кг почвы**

Номер БДГ	Глубина, см	2016 г.	2017 г.	2018 г.
1	0-20	688,2	208,7	592,4
	20-40	535,7	161,3	371,2
2	0-20	390,5	453,8	705,1
	20-40	727,1	241,2	522,0
3	0-20	317,6	477,1	567,6
	20-40	247,8	369,4	504,1
4	0-20	917,1	757,0	415,2
	20-40	867,4	665,7	352,9
5	0-20	682,1	547,3	542,4
	20-40	499,6	434,4	481,4
6	0-20	761,5	547,8	513,2
	20-40	754,8	472,4	419,9
7	0-20	371,0	323,6	412,0
	20-40	247,7	242,2	350,1
8	0-20	551,2	393,2	506,7
	20-40	686,9	280,2	417,7
9	0-20	763,5	581,8	556,2
	20-40	393,4	267,6	314,5
10	0-20	667,8	410,5	446,6
	20-40	320,8	215,0	381,9
11	0-20	797,2	541,9	456,6
	20-40	413,0	239,8	366,8

Таблица 8

**Запасы фитомассы в БДГ, т/га**

Номер БДГ	2016 г.	2017 г.	2018 г.
1	0,48	0,42	1,03
2	0,48	1,25	1,66
3	0,69	0,88	1,11
4	0,64	1,34	1,58
5	0,96	0,52	1,03
6	0,69	1,24	0,60
7	0,37	0,63	1,18
8	1,40	2,41	3,30
9	0,80	0,82	0,69
10	1,23	1,07	2,13
11	1,60	1,99	4,21

С целью установления зависимости запасов фитомассы от агрохимических показателей почвы, влажности, температуры и освещенности в биодендрогруппах был проведен регрессион-

ный анализ. Наиболее достоверная зависимость была установлена между запасами фитомассы и освещенностью в биодендрогруппах (рис.).



Зависимость запасов фитомассы от освещенности в биодендрогруппах

Не выявлено статистической зависимости между запасами травянистой фитомассы, содержанием влаги и питательных элементов в обоих слоях почвы.

Под воздействием изменившихся экологических факторов (влажность, температура почвы, освещенность) изменился структурный состав травянистого покрова в объектах исследования. Если в составе естественного фитоценоза преобладают злаки, то в травянистом покрове под биодендрогруппами появились такие представители лесной флоры, как герань лесная (*Geranium sylvaticum*), василистник (*Thalictrum*) и бобовые виды – донник (*Meililotus*), более требовательные к питательным веществам и влаге.

**Заключение.** В результате исследований установлено, что в биодендрогруппах 4 (таволга, осина, сирень обыкновенная, шиповник), 5 (вяз приземистый, облепиха, осина, жимолость татарская) и 6 (яблоня, черемуха Маака, жимолость татарская) складываются наилучшие условия для аккумуляции питательных элементов, поддержания оптимального температурного режима и увлажнения почвы, что способствует появлению новых видов растительности. Искусственные лесные насаждения за счет затенения способствуют сохранению влаги в почве, оптимизации температурного режима и освещенно-

сти. Трансформация этих экологических факторов способствует интенсификации биологической активности, повышению продуктивности фитоценозов и увеличению биологического разнообразия. В результате формируются экологически устойчивые искусственные экосистемы, имеющие огромное агроэкологическое и эстетическое значение в засушливых условия Ширинской степи.

### Литература

1. Березин Л.В., Карпачевский Л.О. Лесное почвоведение: учеб. пособие. – Омск, 2009. – 27 с.
2. Карпачевский Л.О. Лес и лесные почвы. – М.: Лесная промышленность, 1981. – 4 с.
3. Молчанов А.А. Лес и климат. – М.: Изд-во АН СССР, 1961. – С. 7–114.
4. Попова О.С., Попов В.П., Харахонова Г.У. Древесные растения лесных защитных и зеленых насаждений. – Красноярск, 2005. – 105 с.
5. Двораковский М.С. Экология растений: учеб. пособие. – М.: Высш. шк., 1983.
6. Ковылина О.П., Ковылин Н.В., Сухенко Н.В. Защитное лесоразведение в Ширинской степи. – Красноярск: СибГТУ, 2008. – 168 с.
7. Лобанов А.И., Вараксин Г.С., Савостьянов В.К. Роль защитных лесных насаждений

- Ширинской степи (Хакасия) в предотвращении опустынивания // Опустынивание земель и борьба с ним: мат-лы Междунар. науч. конф. (16–19 мая 2006 г.). – Абакан, 2007. – С. 87–94.
8. *Сорокина Н.Н.* Лесные полосы и насаждения как элемент экологической стабилизации агроландшафтов // Проблемы развития АПК Саяно-Алтая: мат-лы междунар. науч.-практ. конф. (14 декабря 2012 г.). Ч. 2. – Абакан: Хакас. кн. изд-во, 2012. – С. 202–204.
5. *Dvorakovskij M.S.* Jekologija rastenij: ucheb. posobie. – M.: Vyssh. shk., 1983.
6. *Kovylin O.P., Kovylin N.V., Suhenko N.V.* Zashhitnoe lesorazvedenie v Shirinskoj stepi. – Krasnojarsk: SibGTU, 2008. – 168 s.
7. *Lobanov A.I., Varaksin G.S., Savost'janov V.K.* Rol' zashhitnyh lesnyh nasazhdenij Shirinskoj stepi (Hakasiya) v predotvrashhenii opustynivanija // Opustynivanie zemel' i bor'ba s nim: mat-ly Mezhdunar. nauch. konf. (16–19 maja 2006 g.). – Abakan, 2007. – S. 87–94.
8. *Sorokina N.N.* Lesnye polosy i nasazhdenija kak jelement jekologicheskoj stabilizacii agrolandschaftov // Problemy razvitija APK Sajano-Altaja: mat-ly mezhdunar. nauch.-prakt. konf. (14 dekabnja 2012 g.). Ch. 2. – Abakan: Hakas. kn. izd-vo, 2012. – S. 202–204.

#### Literatura

1. *Berezin L.V., Karpachevskij L.O.* Lesnoe pochvovedenie: ucheb. posobie. – Omsk, 2009. – 27 s.
2. *Karpachevskij L.O.* Les i lesnye pochvy. – M.: Lesnaja promyshlennost', 1981. – 4 s.
3. *Molchanov A.A.* Les i klimat. – M.: Izd-vo AN SSSR, 1961. – S. 7–114.
4. *Popova O.S., Popov V.P., Harahonova G.U.*
5. *Dvorakovskij M.S.* Jekologija rastenij: ucheb. posobie. – M.: Vyssh. shk., 1983.
6. *Kovylin O.P., Kovylin N.V., Suhenko N.V.* Zashhitnoe lesorazvedenie v Shirinskoj stepi. – Krasnojarsk: SibGTU, 2008. – 168 s.
7. *Lobanov A.I., Varaksin G.S., Savost'janov V.K.* Rol' zashhitnyh lesnyh nasazhdenij Shirinskoj stepi (Hakasiya) v predotvrashhenii opustynivanija // Opustynivanie zemel' i bor'ba s nim: mat-ly Mezhdunar. nauch. konf. (16–19 maja 2006 g.). – Abakan, 2007. – S. 87–94.
8. *Sorokina N.N.* Lesnye polosy i nasazhdenija kak jelement jekologicheskoj stabilizacii agrolandschaftov // Problemy razvitija APK Sajano-Altaja: mat-ly mezhdunar. nauch.-prakt. konf. (14 dekabnja 2012 g.). Ch. 2. – Abakan: Hakas. kn. izd-vo, 2012. – S. 202–204.

