

ИЗМЕНЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПЛОДРОДИЯ ПОЧВ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ИСКУССТВЕННЫХ ЛЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЙ В ШИРИНСКОЙ СТЕПИ

Искусственные лесные насаждения различного видового состава в возрасте 35 лет оказывают положительное воздействие на свойства агрозема аккумулятивно-карбонатного в прибрежной зоне озера Шира. Исследованиями авторов установлена статистически достоверная аккумуляция гумуса и биогенных элементов в верхних слоях почвы как под лесом, так и на целинных участках, характеризующихся максимальной экологической устойчивостью, почвозащитным и водоохраным значением.

Ключевые слова: лесные насаждения, целина, свойства почв, достоверность различий, пространственное варьирование, показатели плодородия.

Ch.I. Kuular, O.A. Sorokina

CHANGING OF THE SOIL FERTILITY PARAMETERS UNDER THE INFLUENCE OF ARTIFICIAL FOREST PLANTATIONS IN SHIRINSKAYASTEPE

Artificial forest plantings of various specific structure at the age of 35 years exert positive influence on the accumulative and carbonate agrozemproperties in the coastal zone of Shiralake. The authors'research established statistically reliable accumulation of humus and biogenous elements in the soil top layers both under the wood, and on the virgin sites, being characterized by the maximum ecological stability, soil-protective and water preserving value.

Key words: forest plantations, virgin land, soil properties, differencesignificance, spatial variation, fertilityparameters.

Введение. В степных засушливых районах Республики Хакасия интенсивно проявляются процессы ветровой эрозии, которые наносят большой ущерб сельскому хозяйству, экологическому состоянию водных источников, особенно озер, приводят к опустыниванию и деградации почвенно-земельных ресурсов [Савостьянов, 2007]. В Ширинском степном районе Хакасии имеется большое количество лечебных озер, выполняющих рекреационную функцию. Высокоэффективным средством охраны ранимых экосистем в данной зоне является создание системы искусственных лесных насаждений [Выращивание лесных ..., 2001; Лобанов, Вараксин, Савостьянов, 2007]. Лесные насаждения регулируют поверхностный сток, улучшают обеспеченность влагой окрестных полей, сокращают смыв почвы и уменьшают загрязнение водоемов, поддерживают агроэкологические функции почв этой зоны на оптимальном уровне. Они в значительной мере изменяют пейзаж, повышают биоразнообразие, предохраняют берега водоемов от водной и ветровой эрозии, способствуют накоплению в них влаги [Кулик, 2007].

Общая цель комплексных исследований, проводимых в прибрежной зоне озера Шира, – разработка биоэкологических основ и технологий создания устойчивых защитных и лечебно-оздоровительных лесных насаждений на основе использования местных (природных) и интродуцированных растений. Одна из задач исследований наряду с оценкой состояния древостоев в искусственных лесопосадках включает изучение трансформации свойств почв с динамикой изменения их плодородия, а также оценку экологической устойчивости.

Древесные растения потребляют значительное количество воды на рост, образование тканей, различных химических соединений и т.д. Интродукция древесных пород в Ширинской степи ограничивается основными лимитирующими факторами – дефицитом почвенной влаги, а также реакцией среды и наличием доступных питательных веществ [Почвенные условия ..., 1975].

Цель исследований. Оценить изменение показателей плодородия почв под воздействием искусственных лесных насаждений прибрежной зоны озера Шира в сравнении с целинными участками (старая залежь).

Объекты и методы исследований. Работы проводились в искусственных лесных насаждениях, произведенных в этой зоне 35 лет назад. Были заложены опытные экспериментальные площадки в посадках лиственницы, сосны, вяза, караганы, смешанных посадках вяза и лиственницы. Для сравнения взяты участки целины (старой залежи), расположенной в непосредственной близости от лесных насаждений. Все указанные массивы занимают склон юго-восточной экспозиции крутизной 1,5–2°, обращенный к озеру Шира.

Почвы объектов исследования черноземы обыкновенные карбонатные среднегумусные маломощные легкосуглинистые. По новой классификации они относятся к агроземам аккумулятивно-карбонатным темным, которые в основном формируются из черноземов с укороченным гумусовым горизонтом [Классификация и диагностика ..., 2004]. Общее строение профилей этих почв следующее: AUra (PA) – BCAdc – Cca.

Отбор образцов почвы проводили 20 июня, 24 июля и 25 августа 2010 г. из слоев 0–10 и 10–20 см в пятикратной повторности. Агрохимические свойства почв определяли общепринятыми методами: содержание гумуса по Тюрину (ГОСТ 26213-91); актуальную кислотность (рН_{H2O}) ионометрически, нитратный азот (N-NO₃) ионометрически, подвижные соединения фосфора (P₂O₅) и калия (K₂O) по Чирикову в модификации ЦИНАО.

Все полученные экспериментальные материалы статистически обработаны. Рассчитаны коэффициенты пространственного варьирования свойств почв (C_v, %), достоверность их различий по критерию Стьюдента (t_{факт} при t_{теор} 2,1) между объектами и глубинами взятия почвенных образцов.

Результаты исследований и их обсуждение. Подробная характеристика агрохимических свойств почв всех объектов исследований приведена нами ранее [Биогенные показатели ..., 2013]. В данной работе приводятся результаты оценки достоверности различий между агрохимическими показателями в слоях почвы 0–10 и 10–20 см на целине и под лесными насаждениями.

Содержание гумуса в почвах разных объектов колеблется от 4,2 до 9,1 %. Самое высокое содержание гумуса обнаружено на целине. В сравниваемых участках искусственных лесных насаждений максимальное содержание гумуса зафиксировано под сосной (6,6 %), а также караганой (7,4 %). Минимальная степень гумусированности установлена в почве под лиственницей, где содержание гумуса составляет 4,2 %. Это свидетельствует о более интенсивной минерализации гумуса в почвах под хвойной породой лиственницей за счет развития комплекса бактериально-грибной микрофлоры, интенсивно разлагающей поступающий на поверхность почвы опад. Отмечается угнетение развития травянистой растительности под пологом загущенных лиственничных насаждений.

Таблица 1

Достоверность различий (t_ф) агрохимических показателей между объектами исследований в слое 0–10 см

Сравниваемый объект	Гумус, %		рН _{H2O}		N-NO ₃		P ₂ O ₅		K ₂ O	
	Mcp	t _ф	Mcp	t _ф	Mcp	t _ф	Mcp	t _ф	Mcp	t _ф
Целина – лиственница	7,3	6,2	7,2	2,1	11,2	0,3	86,4	2,8	517,6	4,1
	4,2		7,5		13,4		51,1		245,6	
Целина – вяз + лиственница	7,3	4,0	7,2	2,3	11,2	0,5	86,4	0,1	517,6	1,6
	5,3		7,6		7,8		88,7		388,4	
Целина – вяз	6,3	0,6	7,4	0,5	7,0	0,3	76,6	1,0	484,0	0,7
	5,9		7,3		8,1		58,7		393,4	
Вяз – лиственница	5,9	4,3	7,6	0,5	8,1	0,9	58,7	0,5	393,4	1,4
	4,2		7,5		13,4		51,1		245,6	
Лиственница – вяз + лиственница	4,2	2,2	7,5	0,6	13,4	0,9	51,1	3,1	245,6	2,5
	5,3		7,6		7,8		88,7		388,4	
Сосна – целина	6,6	3,5	7,3	1,0	3,4	1,9	53,4	4,2	377,8	4,0
	9,1		7,5		5,9		104,4		801,0	
Сосна – карагана	6,6	2,0	7,3	1,0	3,4	2,3	53,4	1,9	377,8	1,0
	7,4		7,5		5,5		83,1		463,3	
Карагана – целина	7,4	4,2	7,5	0	5,5	0,3	83,1	1,1	463,3	3,0
	9,1		7,5		5,9		104,4		801,0	

Статистически достоверным является увеличение содержание гумуса в верхнем слое почв целинных парных участков (t_{факт} 3,5 – 6,2), расположенных в непосредственной близости от лесных насаждений, а также под вязом и караганой по сравнению с сосной и лиственницей (табл. 1). Это указывает на отчетливо выраженную биогенную аккумуляцию гумуса, особенно в целинных участках и под влиянием лиственных видов древесных насаждений.

Величины актуальной кислотности почвы (рН_{H2O}) всех объектов исследований колеблются от 7,3 до 7,6 единиц. На всех участках реакция почвы близка к нейтральной. Не отмечено подкисляющего действия на почву лесных насаждений. Как правило, различия величины рН статистически не подтверждаются. Достоверными являются различия по реакции среды между сравниваемой парой целина – вяз+лиственница (t_{факт} 2,3), указывающие на подщелачивающее воздействие совместных лесных хвойно-лиственных насаждений.

Несмотря на то что в данной зоне ограничивающими факторами нитрификации является влажность почвы, иногда достигающая значений влажности завядания, содержание нитратного азота колеблется от 2 до 4 класса обеспеченности. В почвах разных объектов его количество составляет от 3,4 до 13,4 мг/кг почвы. Угнетение нитрификации отчетливо выражено под посадками сосны и караганы, где содержание нитратного азота составляет 3,4–5,5 мг/кг почвы. Наиболее интенсивное нитратонакопление за весь период вегетации выявлено на целинном участке (11,2–12,8 мг/кг почвы), под лиственницей (13,4–14,4) и под совместными посадками вяза с лиственницей (7,8–10,5). Существенных различий по содержанию нитратного азота между почвами целины и под искусственными лесными насаждениями не обнаружено, за исключением пары «сосна – карагана».

Обеспеченность почвы всех объектов подвижным фосфором очень низкая, его содержание не превышает 104 мг/кг почвы. Максимальное количество подвижных фосфатов зарегистрировано на целинных участках возле посадок лиственницы и сосны (86–104 мг/кг почвы). Меньше всего содержится фосфора в почве под сосной, вязом и лиственницей (51–59 мг/кг почвы). Как правило, отмечается биогенная аккумуляция фосфора в слое 0–10 см по сравнению со слоем 10–20 см. Особенно это разница видна в сравнении целины и насаждений сосны, лиственницы и вяза с лиственницей, где установлены высокие значения критерия Стьюдента ($t_{\text{факт}}$ 2,8–4,2).

В почвах всех объектов отмечается высокое содержание обменного калия. Почвы относятся к 5–6 классу обеспеченности этим элементом питания. В слое почвы 0–10 см на целинных участках содержание обменного калия максимальное, что связано с высокой зольностью растительных остатков за счет богатого травяного опада. Эти различия подтверждаются высокими значениями критериев достоверности. Минимальное количество обменного калия зафиксировано в посадках лиственницы, вяза с лиственницей и сосны, более интенсивно потребляющих калий из почвы. Отмечается довольно отчетливая дифференциация содержания этого элемента по слоям отбора образцов, указывающая на аккумуляцию калия в самом верхнем слое почвы.

В таблице 2 приведены агрохимические показатели и критерии достоверности их различий между объектами исследования в слое почвы 10–20 см. Содержание гумуса здесь значительно меньше, чем в слое 0–10 см, что является вполне закономерным. Более высокое содержание гумуса в слое почвы 10–20 см, как и в слое 0–10 см, зафиксировано на целинных участках, а также под вязом и совместными насаждениями вяза с лиственницей. Самое низкое содержание гумуса в этом слое отмечается под сосной и караганой. Поэтому практически между всеми сравниваемыми парами установлены статистически достоверные различия. При $t_{\text{теор}}$, составляющим 2,1, значения $t_{\text{факт}}$ равны 2,4–8,0.

Таблица 2

Достоверность различий ($t_{\text{ф}}$) агрохимических показателей между объектами в слое 10–20 см

Объект	Гумус, %		рН _{н2о}		N-NO ₃		P ₂ O ₅		K ₂ O	
	Мср	$t_{\text{ф}}$	Мср	$t_{\text{ф}}$	Мср	$t_{\text{ф}}$	Мср	$t_{\text{ф}}$	Мср	$t_{\text{ф}}$
Целина – лиственница	6,1	5,3	7,3	0,8	12,8	0,2	74,9	2,1	393,8	3,7
	3,9		7,6		14,9		41,9		147,8	
Целина – вяз+лиственница	6,1	3,2	7,3	0	12,8	0,3	74,9	0,7	393,8	2,9
	4,8		7,3		10,5		62,0		193,6	
Целина – вяз	5,7	2,4	7,5	0	4,2	0,9	66,6	1,9	340,4	0,9
	4,9		7,5		6,7		43,9		243,0	
Вяз – лиственница	4,9	3,3	7,6	0,1	6,7	1,2	43,9	0,2	243,0	1,1
	3,9		7,5		14,9		41,9		147,8	
Лиственница – вяз+лиственница	3,9	2,7	7,6	0,9	14,9	0,5	41,9	3,1	147,8	1,5
	4,8		7,3		10,5		66,6		193,6	
Сосна – целина	3,7	4,0	7,6	0,8	4,8	1,4	30,6	2,9	218,0	3,6
	6,9		7,5		6,9		75,2		585,8	
Сосна – карагана	3,7	0	7,5	3,3	4,8	0,6	30,6	1,8	218,0	1,8
	3,7		7,7		3,7		47,3		305,3	
Карагана – целина	3,7	8,0	7,7	0,8	3,7	2,5	47,3	2,1	305,3	2,8
	6,9		7,6		6,9		75,2		585,8	

Не обнаружено достоверных различий между объектами в слое почвы 10–20 см по величине рН и содержанию нитратного азота. Исключение составляет существенно более высокое содержание минерального азота в почве целинного участка по сравнению с насаждениями караганы. Как правило, статистически достоверные различия, указывающие на биогенную аккумуляцию фосфора и калия и в слое почвы 10–20 см, отмечаются на целинных участках в сравнении со всеми лесными насаждениями.

Результаты статических расчетов показывают более значительное пространственное варьирование содержания гумуса в слое 0–10 см по сравнению с нижележащим. Это обусловлено неравномерным распределением органического вещества в виде корней, растительного опада и зообииоты.

Для образцов почв всех объектов, отобранных из разных слоев, установлено очень низкое варьирование актуальной кислотности (табл. 3). Коэффициенты варьирования не выходят за пределы 3,9 %. Самые высокие коэффициенты пространственной вариации, составляющие до 54,5 %, отмечены для нитратного азота. Более высокая пространственная вариабельность характерна по содержанию нитратного азота, особенно в почвах целинных участков. Для них характерна куртинистость произрастания трав, образование микроповышений и кочек землероев, усиливающих неоднородность физических свойств, влияющих на нитрификацию. Здесь величины коэффициентов варьирования составляют от 46,9 до 54,5 %.

Таблица 3

Коэффициенты пространственного варьирования свойств почв (C_v , %)

Объект	Глубина, см	Показатель плодородия				
		Гумус	pH _{H2O}	N-NO ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O
Целина (возле лиственницы)	0-10	5,1	1,2	54,5	14,5	12,1
	10-20	5,9	2,7	46,9	20,8	16,3
Лиственница	0-10	8,3	1,5	41,0	3,4	8,3
	10-20	5,9	3,9	44,7	3,1	12,4
Вяз+лиственница	0-10	7,4	1,7	29,5	19,3	14,0
	10-20	2,9	2,3	58,1	19,7	12,8
Вяз	0-10	2,2	2,6	32,1	23,9	26,7
	10-20	3,2	0,8	40,1	19,9	33,7
Целина (возле вяза)	0-10	10,5	1,4	34,3	14,8	14,9
	10-20	4,9	1,4	14,2	11,9	20,2
Сосна	0-10	5,6	2,5	8,8	25,8	14,7
	10-20	18,9	0,5	31,3	25,8	16,5
Целина (возле сосны)	0-10	5,9	1,9	22,0	11,6	11,2
	10-20	5,8	1,7	8,3	17,4	15,9
Карагана	0-10	0,8	1,2	15,6	18,5	14,4
	10-20	5,6	0,5	32,4	9,9	11,3

Под насаждениями лиственницы пространственная неоднородность по содержанию нитратного азота в почве также высокая. Известно, что свойства почв особенно сильно варьируют под лесными насаждениями. Своеобразную комплексность почв в лесу можно связывать, прежде всего, с различным характером и степенью воздействия растительности на почву. Более низкое варьирование этого показателя плодородия отмечено под вязом и караганой, где коэффициенты варьирования не превышают 32,1 %.

Существенно снижается пространственная вариабельность подвижных форм фосфора и калия. Как правило, варьирование этих форм элементов питания выше в слое 10–20 см, что связано с более легким гранулометрическим составом дефлированного верхнего слоя почв.

Заключение. Биогенная аккумуляция гумуса, азота, фосфора и калия отмечена в верхних слоях почвы как на целине, так и под искусственными лесными насаждениями, что статистически подтверждается. Установлено снижение содержания гумуса под лиственницей и вязом с лиственницей за счет более интенсивной минерализации органического опада. Подкисляющего действия на почву искусственных лесных насаждений не обнаруживается. Лиственные виды древостоев (вяз, карагана) по сравнению с хвойными видами оказывают более положительное воздействие на свойства почв за счет биогенной аккумуляции гумуса и валового азота. Искусственные насаждения лиственницы и сосны формируют лесную подстилку, характеризуются довольно мощным гумусовым горизонтом, что повышают экологическую устойчивость этих биоценозов. Эти посадки не оказывают почвоухудшающего воздействия, выполняют санитарно-гигиеническую и эстетическую функции. Максимальное экологическое почвозащитное и водоохранное значение в прибрежной зоне озера Ширы имеют целинные участки с довольно богатым травяным напочвенным покровом. Наряду с лесными насаждениями целинные участки также выполняют санитарно-гигиеническую и эстетическую функции.

Литература

1. Выращивание лесных полос в степях Сибири / Е.Н. Савин, А.И. Лобанов, В.Н. Невзоров [и др.]. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2001. – 102 с.
2. Классификация и диагностика почв России / Почвенный ин-т им. В.В. Докучаева. – Смоленск: Ойкумена, 2004. – 341 с.
3. Кулик К.Н. Опустынивание земель и защитное лесоразведение в Российской Федерации // Опустынивание земель и борьба с ним: мат-лы Междунар. науч. конф. (Абакан, 16–19 мая 2006 г.). – Абакан, 2007. – С. 25–29.
4. 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. (Абакан, 16–19 мая 2006 г.). – Абакан, 2007. – С. 87–94.
5. Почвенные условия и рост лесных защитных насаждений / под. ред. Н.В. Орловского. – Красноярск, 1975. – 127 с.
6. Савостьянов В.К. Опустынивание на юге Средней Сибири: современное состояние, борьба с ним, использование опустыненных земель, ближайшие задачи // Опустынивание земель и борьба с ним: мат-лы Междунар. науч. конф. (Абакан, 16–19 мая 2006 г.). – Абакан, 2007. – С. 50–57.
7. Биогенные показатели почв под искусственными лесными посадками в прибрежной зоне озера Шира / О.А. Сорокина, Ч.И. Куулар, Н.В. Фомина [и др.] // Вестн. КрасГАУ. – 2013. – № 5. – С. 60–68.



УДК 631.86

О.А. Ульянова, М.С. Бутенко, Е.В. Петрова

ИЗМЕНЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПОТЕНЦИАЛЬНОГО И ЭФФЕКТИВНОГО ПЛОДРОДИЯ АГРОСЕРЫЙ ПОЧВЫ ПОД ДЕЙСТВИЕМ УДОБРЕНИЙ

В статье рассматривается изменение показателей потенциального и эффективного плодородия агросерой почвы под действием биогумуса, азофоски и смесей на их основе. Выявлено, что применение биогумуса в агросерую почву способствовало увеличению в 1,3 раза содержания C_{org} , в 1,2–1,5 раза количества легкогидролизуемого азота и 2,4–2,8 раза подвижного фосфора в зависимости от дозы его внесения по сравнению с контролем. Показано, что наибольшая урожайность кукурузы сформировалась под действием биогумуса, внесенного в количестве 6 т/га.

Ключевые слова: агросерая почва, плодородие, органические удобрения, биогумус, азофоска.

О.А. Ulyanova, M.S. Butenko, E.V. Petrova

CHANGE IN THE POTENTIAL AND EFFECTIVE FERTILITY INDICATORS OF THE AGROGREY SOIL UNDER THE FERTILIZER INFLUENCE

The change in the potential and effective fertility indicators of the agrogrey soil under the influence of biohumus, azophoska and mixtures based on them are considered in the article. It is revealed that the biohumus application facilitates the increase of C_{org} content by 1,3 times, hydrolysable nitrogen amount by 1,2–1,5 times and mobile phosphorus content by 2,4–2,8 times depending on its introduction dose compared with the control group. It is shown that the highest corn yield is formed under the biohumus influence introduced in the amount of 6 t/ha.

Key words: agrogrey soil, fertility, organic waste, biohumus, azophoska.

Введение. Потребность в органических удобрениях для воспроизводства гумуса в пахотных почвах Российской Федерации в настоящее время, по данным Б.М. Кизяева, Л.В. Кирейчевой [5], составляет 840 млн т. Удовлетворяется она лишь на 13 %. В связи с этим происходит снижение плодородия пахотных почв. Плодородие почвы – это способность удовлетворять потребность растений в элементах питания, воде, обеспечивать их корневые системы воздухом и теплом, благоприятной физико-химической средой для их нормальной жизнедеятельности [6]. В целях обеспечения продовольственной безопасности Красноярского края необходимыми являются мероприятия, направленные на сохранение, поддержание и воспроизводство плодородия пахотных почв. Одним из перспективных способов повышения плодородия почв является ис-