



ФОРМИРОВАНИЕ ИСКУССТВЕННЫХ НАСАЖДЕНИЙ В РАЙОНЕ ВОСТОЧНО-УРАЛЬСКОГО РАДИОАКТИВНОГО СЛЕДА

Ю. В. УЖГИН,
аспирант,

С. В. ЗАЛЕСОВ,

доктор сельскохозяйственных наук, профессор,
проректор по научной работе,

В. И. КРЮК,

доктор технических наук, профессор,

Уральский государственный лесотехнический университет

620100, г. Екатеринбург,
Сибирский тракт, д. 37;
e-mail: zalesov@usfeu.ru

Положительная рецензия представлена А. П. Кожевниковым, доктором сельскохозяйственных наук, доцентом, ведущим научным сотрудником Ботанического сада Уральского отделения Российской Академии Наук.

Среди огромного количества загрязнений лесных экосистем, связанных с хозяйственной деятельностью человека, одно из ведущих мест занимает радиационное загрязнение. Не является исключением в этом плане и Уральский регион. Осенью 1957 г. на предприятии ПО «Маяк» Челябинская область произошел тепловой ядерный взрыв одной из емкостей с жидкими радиоактивными отходами. В результате данной аварии возникло облако из радиоактивных отходов, которое двигалось на северо-восток и образовало Восточно-Уральский радиоактивный след (ВУРС) на территории Челябинской, Свердловской и Курганской областей [1].

Полоса загрязнения составила более 300 км по длине и 8–9 км по ширине. Наибольшее загрязнение отмечено в Каслинском, Кунашакском и Аргаяшском районах Челябинской области, при этом основная радиологическая опасность загрязнения связана с радионуклидами стронция-90 и цезия-137. Доля первых из них являлась преобладающей.

В результате аварии сосна полностью погибла на площади около 20 км² при плотности радиоактивного загрязнения почвы (ПРЗП) более 180 Ки/км² ($6,7 \times 10^8$ Бк/м²) с поглощенными дозами 30–40 Гр. На участках, где поглощенные дозы не превышали 5 Гр (при ПРЗП свыше 40 Ки/км² или 150 кБк/м²) радиационные повреждения сосны выражались в пожелтении, усыхании и опадении части хвои, дефектах развития новой хвои, снижении прироста побегов и ствола, разнообразных физиологических и морфологических нарушениях, понижении жизнеспособности семян и пыльцы, фенологических сдвигах и т. п. Однако эти нарушения отмечались в первые два года после аварии, а в дальнейшем нормальный рост деревьев восстановился [2].

Березняки оказались более устойчивыми к радиоактивному загрязнению. Они полностью погибли лишь на участках с плотностью загрязнения почвы 4000 Ки/км² ($1,5 \times 10^{14}$ Бк/м²) и поглощенной дозе свыше 200 Гр. При более низких дозах у березы после

загрязнения усыхает верхний ярус кроны, остальные листья формируются недоразвитыми, кроме того, в течение 4 лет наблюдаются фенологические сдвиги (задержка распускания листьев и цветения, преждевременный листопад и т. п.) [3].

После прекращения выброса, в результате распада короткоживущих радионуклидов мощность дозы излучения начала быстро снижаться. Однако затем данный процесс замедлился, что объясняется длительным процессом распада стронция-90 и цезия-137.

Нами в процессе исследований предпринята попытка анализа роста культур сосны, созданных на территории ВУРС при различной ПРЗП.

При проведении эксперимента были заложены лесные культуры в четырех зонах ПРЗП. Уровень загрязнения радионуклидами стронция-90, основного загрязнителя на территории ВУРС, варьировал по зонам загрязнения в следующих пределах: I зона — до 0,14 Ки/км², II зона — от 0,15 до 0,99 Ки/км²; III зона — от 1,0 до 2,99 Ки/км² и IV зона — 3 Ки/км² и выше.

Опытные культуры сосны обыкновенной были созданы в Багарякском лесничестве Каслинского лесхоза в 1997 г. посадкой 2-летних сеянцев, выращенных на питомнике Вишневогорского лесничества. Посадка проводилась в дно борозд проложенных плугом ПКЛ-70. В каждой зоне установленной по ПРЗП было заложено по одному опытно-производственному объекту. Размер опытно-производственных объектов варьировался от 1,5 до 3,4 га. Тип леса сосняк разнотравно-липняковый. В первый и второй зонах ПРЗП лесные культуры создавались на вырубках прошлых лет, а в третьей и четвертой зонах — на пустырях бывшего населенного Игиш. В первых трех зонах посадка осуществлялась механизированным способом с использованием ЛМУ-1. В четвертой зоне посадка лесных культур производилась вручную под меч Колесова. Густота посадки варьировалась от 5,6 до 6,7 тыс. экз./га (табл. 1).

Таблица 1
Опытно-производственные лесные культуры сосны обыкновенной в Багарякском лесничестве Каслинского лесхоза

Зона загрязнения	Вид лесокультурной площади	Площадь участка, га	Способ посадки	Схема посадки, м	Густота посадки, тыс. экз./га
I	вырубка	1,5	механизированный	2,5 × 0,53	7,5
II	вырубка	2,1	-//-	3,0 × 0,6	5,6
III	пустырь	2,6	-//-	2,5 × 0,56	7,5
IV	пустырь	3,4	ручной	2,5 × 0,6	6,7



На всех опытных участках производился уход за лесными культурами в первые четыре года после посадки. Уход в первые три года проводился в июне-июле и заключался в скашивании травы и ручном рыхлении почвы вокруг высаженных экземпляров сосны. На четвертый год в те же сроки производилось окашивание лесных культур. Однако, несмотря на проводимые уходы, сохранность лесных культур различалась по зонам загрязнения (табл. 2).

Материалы табл. 2 свидетельствуют, что в год посадки сохранность лесных культур сосны на всех опытных участках была достаточно высокой. Даже в четвертой зоне загрязнения при осенней инвентаризации показатель сохранности лесных культур был 76,7 %. Однако, в процессе дальнейшего роста культуры в III и IV зонах загрязнения начали интенсивно изреживаться и их сохранность на пятый год после посадки составила 44,4 и 54,9 %, соответственно. Более высокую сохранность культур сосны, созданных во второй зоне загрязнения, по сравнению с таковой в культурах первой зоны загрязнения можно объяснить, в какой-то мере, более высокой густотой посадки.

На всех опытно-производственных участках лесных культур в июне 2012 г. были заложены пробные площади (ПП) с целью установления основных таксационных показателей древостоев. Результаты исследований показали снижение основных таксационных показателей лесных культур с увеличением интенсивности радиоактивного загрязнения (табл. 3).

Материалы табл. 3 наглядно свидетельствуют, что если в первой зоне загрязнения запас 15-летних культур сосны обыкновенной составляет 81,6 м³/га то в четвертой зоне загрязнения он не превышает 32,1, то есть меньше в 2,5 раза. Последнее объясняется не только меньшей полнотой лесных культур в четвертой зоне загрязнения по сравнению с первой, но и отставанием культур сосны в четвертой зоне загрязнения по показателю средней высоты.

Различия в росте лесных культур сосны и степени загрязнения почвы радионуклидами обусловили, в свою очередь, различия в видовом составе и надземной фитомассе живого напочвенного покрова (ЖНП). Минимальными показателями ЖНП характеризуется вторая зона загрязнения (табл. 4), где произрастает всего 6 видов ЖНП с надземной фитомассой в абсолютно сухом состоянии 39,94 кг/га.

Особо следует отметить максимальное количество видов ЖНП зафиксировано в зоне минимального загрязнения, при этом на долю такого типично лесного вида как костяника обыкновенная приходится более 30 % надземной фитомассы ЖНП. Доминантами в четвертой зоне загрязнения являются крапива двудомная (27,77 %), василисник малый (18,54 %), подмаренник северной (15,48 %) и овсяница овечья (13,4 %). Последние два вида встречаются во всех зонах загрязнения радионуклидами.

Обобщая результаты выполненных исследований, в целом можно сделать следующие выводы:

1. Сосна обыкновенная является одной из наиболее перспективных древесных пород для создания искусственных насаждений в зоне ВУРС, поскольку позволяет в 15-летнем возрасте сформировать насаждения I-II классов бонитета.

2. Показатели сохранности лесных культур сосны обыкновенной в первой и второй зонах ПРЗП различаются несущественно. Однако при увеличении интенсивности загрязнения сохранность культур резко снижается, и не превышает через пять лет после посадки 55 %.

3. По мере увеличения уровня загрязнения радионуклидами от I к IV зоне ПРЗП снижаются все основные таксационные показатели искусственных сосновых древостоев. Так, снижение запаса древостоев в 15-летнем возрасте в IV зоне загрязнения по сравнению с таковым в I зоне загрязнения составляет 49,5 м³/га. Другими словами, запас древостоя в IV зоне загрязнения в 2,5 раза ниже такового в первой зоне загрязнения.

Таблица 2
Сохранность опытно-производственных лесных культур сосны обыкновенной в Багарякском лесничестве Каслинского лесхоза

Зона загрязнения	Сохранность лесных культур, %		
	осенью в год посадки	через 2 г. после посадки	через 5 лет после посадки
I	98,0	79,0	74,1
II	88,3	84,6	84,6
III	94,3	60,9	44,4
IV	76,7	70,0	54,9

Таблица 3
Основные таксационные показатели опытно-производственных лесных культур спустя 15 лет после посадки

Зона загрязнения	Состав древостоя	Средние		Полнота		Запас, м ³ /га	Класс бонитета
		высота, м	диаметр, см	абсолютная, м ³ /га	относительная		
I	9,9С	7,2	7,7	19,6	0,9	80,4	I
	0,1 Б	8,6	6,0	0,2	-	0,8	
	-Е	1,2	1,0	-	-	0,4	
				19,8	0,9	81,6	I
II	10С	6,5	7,2	20,3	1,0	75,0	I
III	10С	6,2	8,1	10,2	0,5	36,5	I
IV	8,3С	5,6	6,5	7,0	0,4	26,5	II
	1,5Е	2,9	2,9	1,3	0,1	5,0	
	0,2Б	3,9	4,7	0,2	-	0,6	
				8,5	0,5	32,1	II



Таблица 4

Надземная фитомасса ЖНП по зонам загрязнения, кг/га абсолютно сухого вещества

Вид растений	Надземная фитомасса ЖНП по зонам загрязнения			
	I	II	III	IV
Крапива двудомная <i>Urtica dioica</i> L.	19,50 13,75	–	238,67 32,85	106,21 27,77
Вейник наземный <i>Calamagrostis epigeios</i> (L.) <i>Roth</i> subsp. <i>epigeios</i>	5,52 3,89	–	137,12 18,88	25,43 6,65
Овсяница овечья <i>Festuca ovina</i> L.	18,41 12,99	16,73 41,89	122,94 16,92	51,27 13,40
Подмаренник северный <i>Galium boreale</i> L.	0,82 0,58	3,66 9,16	5,46 0,75	59,19 15,48
Гречишка вьюнковая <i>Fallopia convolvulus</i> L.	–	–	20,54 2,83	1,39 0,36
Осот полевой <i>Sonchus arvensis</i> L.	1,22 0,86	–	124,34 17,12	6,08 1,59
Чина луговая <i>Lathyrus pratensis</i> L.	–	–	5,04 0,69	–
Горошек мышиный <i>Vicia cracca</i> L.	–	–	2,05 0,28	–
Полынь обыкновенная <i>Artemisia vulgaris</i> L.	–	–	37,12 5,11	–
Наперстянка крупноцветковая <i>Digitalis grandiflora</i> Mill.	3,47 2,45	–	5,31 0,73	–
Будра плющевидная <i>Glechoma hederacea</i> L.	2,62 1,85	–	9,43 1,30	–
Лопух большой <i>Arctium lappa</i> L.	2,56 1,80	–	18,46 2,54	–
Костяника обыкновенная <i>Rubus saxatilis</i> L.	42,61 30,06	–	–	1,86 0,49
Земляника обыкновенная <i>Fragaria vesca</i> L.	16,68 11,77	7,43 18,60	–	5,11 1,34
Вероника дубравная <i>Veronica chamaedrys</i> L.	2,16 1,52	4,03 10,09	–	2,65 0,69
Клевер луговой <i>Trifolium pratense</i> L.	7,67 5,41	2,89 7,24	–	22,80 5,96
Борщевик сибирский <i>Heracleum sibiricum</i> L.	–	–	–	20,32 5,31
Тысячелистник обыкновенный <i>Achillea millefolium</i>	–	–	–	4,08 1,07
Короставник полевой <i>Knautia arvensis</i> (L.) Coult.	–	–	–	5,17 1,35
Василисник малый <i>Thalictrum minus</i> L. subsp. <i>minus</i>	–	–	–	70,91 18,54
Репешок волосистый <i>Agrimonia pilosa</i> Ledeb.	9,08 6,41	–	–	–
Золотарник обыкновенный <i>Solidago virgaurea</i> L.	5,91 4,17	–	–	–
Лабазник шестилепестной <i>Filipendula vulgaris</i> Moench. <i>F. hexapetala</i> Gilis.)	3,53 2,49	–	–	–
Подорожник большой <i>Plantago major</i> L.	–	5,20 13,02	–	–
Итого	141,76 100	39,94 100	726,48 100	382,47 100

4. Интенсивный отпад деревьев в первые годы после посадки в III и IV зонах загрязнения вызывает необходимость дополнения их для ускорения перевода в покрытую лесной растительностью площадь.

5. Различия в степени загрязнения почвы радионуклидами и в росте искусственных основных насаждений обусловили, в свою очередь, различия видового состава и надземной фитомассы ЖНП.

6. Видовой состав ЖНП варьирует по зонам загрязнения от 6 до 15 видов, а надземная фитомасса в абсолютно сухом состоянии от 39,94 до 726,48 кг/га.

7. Только два вида ЖНП (овсяница овечья и подмаренник северный) зафиксированы во всех четырех зонах загрязнения.

Литература

1. Бобров А. Л. Южный Урал : зона экологического напряжения в среде России // Вестник Московского университета. Серия 6. Экономика. 1994. № 2. С. 78–87.
2. Тихомиров Ф. А., Карабань Р. Т. Лучевые поражения радиоактивного загрязнения. Экологические последствия. М. : Наука, 1993. С. 85–95.
3. Спиринов Д. А., Смирнов Е. Г., Суворова И. И. и др. Действие радиоактивного загрязнения на живую природу // Природа. 1990. № 5. С. 58–63.