

Сравнительный анализ состояния древостоев сосны Брянской обл. при разной плотности загрязнения почвы цезием-137

А. Н. Раздайводин, А. А. Белов – Всероссийский научно-исследовательский институт лесоводства и механизации лесного хозяйства

риведены данные полевых исследований в сосновых древостоях, загрязненных радионуклидами в результате аварии на Чернобыльской АЭС в 1986 г. Анализируется соотношение числа деревьев разных категорий состояния в насаждениях с высоким и низким уровнем загрязнения почвы цезием-137.

Ключевые слова: *радиационная биология, радиационное загрязнение лесов, ионизирующее облучение древесной растительности, санитарное состояние древостоев, категории состояния деревьев.*

COMPARATIVE ANALYSIS OF PINE WOODS IN THE BRYANSKAYA REGION WITH VARIOUS DENSITY OF CS-137 SOIL CONTAMINATION

A. N. Razdaivodin, A. A. Belov – All-Russian Research Institute for Silviculture and Mechanization of Forestry

The data of the field investigations in the pine forests that were soiling by the radionuclide in result Chernobyl accident in 1986 are given. The numerical ratio of trees with high and low soiling standard of the ground by cesium-137 is analyzed.

Key words: *radiation biology, forest radioactive contamination, ionizing radiation of woody vegetation, sanitary condition of stands, tree condition categories.*

Ионизирующее излучение является одним из существенных факторов роста деревьев. При исследованиях в зоне Чернобыльской аварии зафиксированы изменения структуры годичных колец древесины [4, 7, 11], ранее выявленные в лабораторных условиях [10]. В 1986 г. у деревьев сосны, подвергшихся облучению, особенно при дозах 3–4 Гр и более, отмечены такие нарушения структуры годичных слоев древесины, как выпадение отдельных рядов трахеид, искривление и расширение радиальных лучей, нарушение рядности трахеид [1], выявлено повышенное количество случаев наличия двойных годичных колец древесины [8].

Умеренные дозы радиации вызывают нарушения морфогенеза, малые дозы могут вызывать усиление ростовых и формообразовательных процессов [3].

В настоящее время долговременные последствия структурных изменений, вызванных ионизирующим облучением, являются предметом дискуссий. По мнению одних исследователей, хроническое ионизирующее облучение должно вызывать ингибирование роста деревьев, другие отвергают какие-либо особенности в его воздействии, а третьи указывают на возможность горемезиса, т.е. позитивного действия относительно невысоких доз радиации.

Оценка воздействия радиационного фактора на состояние и рост древостоев должна проводиться на основе использования современных методов количественной экологии с учетом конкретных обстоятельств места и времени.

Работа выполнена в рамках исследований ФБУ ВНИИЛМ по изучению воздействия ионизирующих излучений на состояние лесных экосистем в зонах радиоактивного загрязнения и выявлению закономерностей миграции радионуклидов в лесных биогеоценозах. С этой целью в Злынковском и Клинцовском лесничествах Брянской обл. заложена серия постоянных пробных площадей в насаждениях с разной плотностью загрязнения почвы радионуклидами.

Данное исследование основано на материалах, полученных в древостоях сосны, созданных путем посадки лесных культур на территории

Красногорского участкового лесничества Клинцовского лесничества. Плотность загрязнения почвы цезием-137 на опытном участке (пробная площадь 11Р) составляет 156,0 Ки/км². Из-за отсутствия участков с естественным радиационным фоном в качестве контрольного был использован сходный участок леса с наименьшей выявленной плотностью загрязнения почвы радиоцезием – 6,2 Ки/км² (пробная площадь 11К). На обоих участках древесная растительность представлена чистыми сосняками II класса бонитета в возрасте 75 лет; на опытном участке отмечена несколько более высокая полнота насаждения (0,8 против 0,7 в контроле). Черничный тип леса и тип условий произрастания В₂, которыми характеризуется как опытное, так и контрольное насаждение, согласно критериям поступления ¹³⁷Cs в древесину сосны [5] предполагают среднюю интенсивность радиоактивного загрязнения древесной биомассы: более интенсивную, чем в сосняках лишайниковых, и менее интенсивную, чем в сосняках сфагнового типа.

В исследуемых древостоях проведен сплошной пересчет деревьев, при котором осуществлен замер диаметра стволов (с помощью мерной вилки) и высоты деревьев (визуально после предварительной тренировки), проведена оценка состояния деревьев по 6-балльной шкале [9]. Как показало обследование, признаки распространения грибных заболеваний деревьев и повреждений хвои отсутствуют [2].

Как видно из таблицы, оба исследованных насаждения характеризуются сравнительно большой густотой древостоя: с учетом деревьев всех категорий состояния на пробной площади 11Р она равна 1480 дер./га, а на пробной площади 11К – 1165 дер./га (с учетом только живых деревьев – соответственно 1172 и 1010). В связи с определенной загущенностью насаждения живые деревья имеют относительно узкие, высокоподнятые кроны с малым объемом зеленой фитомассы, причем в первом насаждении эти признаки при визуальном осмотре представляются более выраженными.

При анализе статистических параметров видно, что между категорией состояния и сред-

Таксационные характеристики сосновых древостоев на пробных площадях 11Р (кв. 19 выд. 6) и 11К (кв. 23 выд. 3) в Красногорском участковом лесничестве по данным перечетов в мае и августе 2010 г.

Показатель	Категории состояния деревьев						Деревья 1–4-й категорий	Все деревья
	1	2	3	4	5	6		
<i>Пробная площадь 11Р</i>								
Число учтенных деревьев	20	122	91	60	16	61	293	370
Число деревьев в пересчете на 1 га	80	488	364	240	64	244	1172	1480
Доля деревьев, %: 1–6-й кат./1–4-й кат.	5,41 6,83	32,97 41,64	24,59 31,06	16,22 20,48	4,32 -	16,49 -	79,19 100	100 -
Средний диаметр, см	22,9	22,1	19,0	14,0	11,6	11,3	19,5	17,8
Средняя высота, м	22,0	21,8	21,6	17,8	12,5	11,5	20,9	18,1
<i>Пробная площадь 11К</i>								
Число учтенных деревьев	9	79	72	42	8	23	202	233
Число деревьев в пересчете на 1 га	45	395	360	210	40	115	1010	1165
Доля деревьев, %: 1–6-й кат./1–4-й кат.	3,86 4,46	33,91 39,11	30,90 35,64	18,03 20,79	3,43 -	9,87 -	86,70 100	100,00 -
Средний диаметр, см	25,5	24,9	21,2	15,7	13,4	8,5	21,7	20,1
Средняя высота, м	20,1	19,8	18,9	16,3	13,2	9,0	18,8	17,6

ним диаметром деревьев прослеживается отчетливая обратная связь. Относительно небольшие различия в оценках среднего диаметра при сравнении деревьев без признаков ослабления и ослабленных (соответственно 22,9 и 22,1 см в опыте и 25,5 и 24,9 см в контроле), по-видимому, отражают определенную условность отнесения некоторых деревьев к первой категории состояния: визуальный осмотр высокорасположенных крон не всегда дает объективные результаты даже при использовании оптических приборов. (В этой связи отметим, что в ряде случаев выбор первой или второй категории состояния вызывал у учетчика затруднения.)

При сопоставлении результатов перечета деревьев отмечено значительное количество старого сухостоя, причем на опытной делянке в сравнении с контролем число таких деревьев заметно больше: соответственно 244 и 115 деревьев в пересчете на 1 га. Это можно объяснить, с одной стороны, отсутствием лесохозяйственных мероприятий по уходу за лесом, а с другой – более близким расположением контрольной делянки к населенным пунктам, что не исключает возможность заготовки для хозяйственных нужд сухостоя деревьев на участке леса с малым уровнем радиоактивного загрязнения.

Из таблицы видно, что на пробной площади 11Р наряду со старым сухостоем так же больше процент свежего сухостоя по сравнению с

контролем: соответственно 4,32 и 3,43%. Причем, если принимать в расчет деревья только первых пяти категорий состояния, то разница окажется еще заметнее: 5,18% в опыте и 3,81% в контроле.

При анализе соотношения живых деревьев по категориям состояния видно, что на пробной площади 11Р в сравнении с контролем несколько выше доля деревьев без визуальных признаков ослабления (6,83 против 4,46%) и ослабленных (41,64 против 39,11%), в то же время несколько меньше доля сильно ослабленных (31,06 против 35,64%) и усыхающих деревьев (20,48 против 20,79%). Средняя категория состояния живых деревьев на обеих пробных площадях близка к 2,7.

Статистическая достоверность отмеченных выше различий может быть оценена с помощью критерия t-Стьюдента для случая сравнения выборочных долей [6]. Вычисленные оценки критерия Стьюдента ($t_{\phi} = 1,10; 0,56; 1,07; 0,08$ и $1,40$ соответственно для категорий состояния деревьев от 1-й до 5-й) показывают, что большая доля деревьев без признаков ослабления на пробной площади 11Р в сравнении с 11К может быть признана с вероятностью около $P = 69\%$, а большая доля свежего сухостоя – с $P = 84\%$, одновременно с $P = 67\%$ можно констатировать меньшую долю сильно ослабленных деревьев. Существенные различия в количестве ослабленных и усы-

хающих деревьев в опыте и контроле отсутствуют ($P < 50\%$).

Таким образом, проанализированные различия в количестве живых деревьев разных категорий состояния и свежего сухостоя в сосновых насаждениях с высоким и низким уровнем загрязнения радионуклидами не достигают уровней вероятности 90–95%, принятых в биологии в качестве стандартных для определения статистической достоверности различий. Результаты статистического анализа позволяют характеризовать отмеченные различия в доле деревьев лишь как слабовыраженные тенденции.

Биологическая основа проявления отмеченных тенденций, возможно, заключается в более быстром усыхании деревьев 3-й и 4-й категорий состояния в загрязненном радионуклидами насаждении, в результате чего их доля на этом участке леса уменьшается с одновремен-

ным увеличением доли свежего сухостоя. Сходный процесс, как известно, происходит в насаждениях, поврежденных насекомыми-фитофагами: при сильном повреждении листвы и хвои интенсифицируется отпад деревьев худшего состояния.

Более значительная доля деревьев 1-й и 2-й категорий состояния на пробной площади 11Р в сравнении с контролем может означать, что процесс ослабления деревьев этих категорий в условиях хронического ионизирующего облучения происходит медленнее, чем в обычных условиях, т.е. радиационный фактор оказывает определенное стимулирующее действие на деревья лучшего физиологического состояния. Имеющиеся данные не позволяют сделать более определенные выводы. Следовательно, вопрос о воздействии хронического ионизирующего облучения на динамику состояния деревьев сосны требует дальнейшего изучения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абатуров, А. В. Особенности пространственного распределения радиационного поражения сосняков вблизи ЧАЭС / А. В. Абатуров // Биологич. и радиоэкологич. аспекты последствий аварии на Чернобыльской атомной станции: Тез. докл. 1-й Междунар. конф. [Ротапринт]. – 1990. – С. 17.
2. Белов, А. А. Оценка санитарного состояния древостоев в сосняке-зеленомошнике Брянской области в зоне с плотностью загрязнения почвы цезием-137 свыше 40 Ки/км² / А. А. Белов // Наука о лесе XXI века: матер. междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 80-летию Института леса НАН Беларуси ; Гомель, 17–19 ноября 2010 г. – Гомель : Ин-т леса НАН Беларуси, 2010. – С. 387–393.
3. Гродзинский, Д. М. Радиобиология растений / Д. М. Гродзинский. – Киев: Наук. думка, 1989. – 380 с.
4. Козубов, Г. М. Радиобиологические и радиоэкологические исследования древесных растений / Г. М. Козубов, А. И. Таскаев. – СПб : Наука. СПб отд., 1994. – 255 с.
5. Критерии, обуславливающие поступление ¹³⁷Cs в древесину сосны в зонах аномально высокого загрязнения радионуклидами растительности / Н. И. Булко, Л. Н. Карбанович, Д. А. Малевич, М. А. Шабалева // Наука о лесе XXI века: матер. междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 80-летию Института леса НАН Беларуси. – Гомель: Институт леса НАН Беларуси, 2010. – С. 403–406.
6. Лакин, Г. Ф. Биометрия / Г. Ф. Лакин. – М.: Высшая школа, 1980. – 283 с.
7. Мусаев, Е. К. Влияние радиационного поражения на годичные кольца сосны в районе Чернобыльской АЭС / Е. К. Мусаев // Лесоведение. – 1993. – № 4. – С. 41–49.
8. Радиационное воздействие на хвойные леса в районе аварии на Чернобыльской АЭС / Отв. ред. Г. М. Козубов, А. И. Таскаев. – Сыктывкар: Коми НЦ РАН, 1990. – 136 с.

9. Санитарные правила в лесах Российской Федерации. – М., 2006. – 20 с.
10. Hamilton, J. R. Characteristic of tracheids produced in gamma and gamma-neutron environment / J. R. Hamilton // For. Prod. J. – 1963. – Vol. 13. – P. 62–67.
11. Histological changes in *Pinus sylvestris* L. in the proximal-zone around the Chernobyl Power / L. Skuterud, N. I. Goltsova, R. Naeumann, T. Sikkeland [et al.] // Plant. Sci. Environm. – 1994. – Vol. 157. – P. 387–397.