

бы оно поддерживало заданную температуру. Во избежание высыхания листьев за 1—2 дня до опыта насытить холодильную камеру парами воды. Для этого в камеру поместить широкий сосуд с водой, в который для лучшего испарения вставить фильтровальную бумагу так, чтобы большая ее часть находилась выше поверхности воды. Перед установкой заданной температуры сосуд с водой (и бумагой) вынуть из камеры.

3. Вынуть листья из воды, смазать срезы побегов и черешки вазелином и поместить в холодильную камеру. Промораживание в августе достаточно проводить при $-1, -3^{\circ}$ в течение 15—45 минут. Для получения более точных результатов промораживания лучше проводить по 23 вариантам, изменяя температуру или длительность промораживания. В таком случае будет снижена или исключена возможность повреждения листьев зимостойкого и незимостойкого растения температурой, лежащей ниже порога морозостойкости их листьев, а также растений с близким порогом морозостойкости листьев. Листья в камере не должны соприкасаться с задевать стенок. Температура в камере наблюдается по двум термометрам, один из которых располагается внутри камеры, второй — у ее стенки (где расположены листья). Разница в показаниях обоих термометров не должна превышать $0,5-1,0^{\circ}$.

4. После истечения времени промораживания листьев выключить холодильную установку и, не открывая камеры, подождать (в течение $0,5-1,0$ часа) повышения температуры в ней до $+7, +10^{\circ}$. При промораживании при температуре ниже -3° , после завершения промораживания сначала необходимо повысить температуру в камере регулировкой установки до -3° и лишь затем выключить ее и ждать повышения температуры.

5. Вынуть листья из камеры и поставить в воду. Для этого нижний конец побега (с листьями) поместить в воду, под водой подновить срез на высоту не менее 10 см и поставить в стеклянную банку или стакан с водой. У листьев, промораживаемых без побегов (сеянцев и саженцев) срезы также подновляются под водой на половину черешка и ставятся в пробирку с водой. Вода повсюду водопроводная. Сосуды с листьями поставить в место, освещенное естественным рассеянным светом. Необходимо ежедневно подновлять срезы у побегов и черешков (лучше под водой).

6. Через 5—7 дней определить количество (и степень) поврежденных листьев и сделать заключение о их холодостойкости (холодостойких листьев повреждений меньше).

П. И. Юшков, С. В. Тарчевская

(Институт экологии Уральского филиала АН СССР)

ИОНИЗИРУЮЩАЯ РАДИАЦИЯ И ОСНОВНЫЕ ЛЕСООБРАЗУЮЩИЕ ПОРОДЫ УРАЛА

Ионизирующая радиация в настоящее время прочно заняла место среди основных факторов среды. Если многолетние исследования по изучению влияния на лесную растительность нерадиационных факторов (свет, влага, температура и др.) позволяют в известных пределах предвидеть последствия изменений их напряженности, что чрезвычайно важно для рационального ведения лесного хозяйства, то прогнозировать последствия повышения радиоактивного фона для судьбы лесных насаждений можно сейчас, видимо, еще только в самой общей форме.

Отрицательные последствия повышения радиоактивного фона довольно многообразны и могут проявиться: а) в изменении видового состава лесных фитоценозов за счет выпадения наиболее радиочувствительных видов; б) снижении продуктивности древостоя вследствие либо торможения роста, либо ранней гибели всего древостоя или части его; в) снижении выхода деловой древесины; г) сужении сферы использования древесины (из-за повышенного содержания радионуклидов в хвое и древесине) как сырья для пищевой, химической промышленности, производства биопрепаратов и т. п.; д) снижении семенной продуктивности и т. д.

С 1965 г. в лаборатории радиационной биологии и биофизики начаты работы по изучению сравнительной радиочувствительности семян основных лесообразующих пород, а также по изучению действия хронического облучения гамма-лучами $Co-60$ на сеянцы хвойных растений. Основное внимание пока было уделено хвойным растениям (сосна обыкновенная, ель сибирская, лиственница Сукачева и др.), но в опытах использовались также семена ивы белой (ветла) и ивы пятильщинковой (чернотал).

Наблюдения за насаждениями, расположенными в зоне действующих реакторов, а также специально поставленные опыты показали (данные многих авторов), что из древесных растений наиболее радиочувствительными являются хвойные, в частности, различные виды сосен.

В наших опытах облучение семян сосны обыкновенной (семена из Миасского лесхоза, репродукции 1965 г.) дозой гамма-лучей в 2500 р. вызвало гибель 50% облученных семян ($LD_{50}=2500$ р.). LD_{50} для семян ели оказалась равной 4000 р., для лиственницы Сукачева — 7500 р. Высоту радиочувствительности семян этих хвойных, можно оценить из сравнения их с видами ив. Семена последних (получены от В. И. Шабурова из Ботанического сада Уральского филиала АН СССР) облучались с помощью того же

радиоактивного источника суммарными дозами 100, 500, 2500, 5000, 10 000, 20 000, 50 000 и 100 000 рентген при мощности источника 2500 р/час. На 10-й день опыта были установлены следующие ЛД₅₀: для семян чернопалы — 20 000 р. и ветлы — 70 000 р. Таким образом, ЛД₅₀ у семян сосны оказались на 1—1,5 порядка ниже, чем у семян указанных видов ив. Полная потеря всхожести семян наблюдалась у сосны при облучении дозой 5000 р, у ели — при 7500 р. и у лиственницы — при 10 000 р, тогда как у обоих видов ивы только при 100 000 р. Всхожесть облученных семян сосны, ели и лиственницы в вегетационных и полевых опытах была ниже, чем в лабораторных условиях.

Большой интерес представляет изучение влияния длительного хронического облучения на вегетирующие растения. В течение 3 сезонов (1965—1967 гг.) на гамма-поле биостанции Миассовского института проводились опыты по изучению действия различных суммарных доз гамма-лучей Co-60 (мощность доз 0,5—1—5—25—50 р. в сутки) на семена сосны. Продолжительность опытов составляла 70—140 дней. Ежесуточное облучение дозами 0,5 и 1 р не оказало влияния на формирование семян, интенсивность поглощения углекислоты и накопление ими сухого вещества. У семян, облучавшихся ежедневно по 5 р, в один из сезонов, по сравнению с контролем, наблюдалось снижение накопления сухого вещества, в другом сезоне семена, облучавшиеся этой суточной дозой, почти не отличались от контроля. Известно, что облучение суточными дозами 1—5 р. в течение нескольких лет вызывало заметное угнетение деревьев сосны жесткой ригиды (Вудвелл и Миллер, 1963).

Ежесуточное облучение дозой 25 р. привело к торможению роста верхушечного побега в длину, к снижению числа первичных хвощков и к снижению сухого веса хвои и корней семян. На 30-й день опыта сухой вес облучавшихся семян составлял 78,3% к весу необлучавшихся растений. Особенно сильное влияние оказало длительное облучение семян суточной дозой 50 р. У них уже через 15 дней после начала облучения нарушалась деятельность апикальной меристемы стеблей и корней, вследствие чего резко тормозился рост этих органов в длину, угнеталось формирование ассимиляционного аппарата. Как правило, у корней этих семян отсутствовала микориза. Если же семена, получившие за 15 дней суммарную дозу 750 р, прекращали облучать, то через некоторое время у них в пазухах хвощков закладывались почки, которые давали 1—2 охвоенных побега. Корни таких семян начинали ветвиться и восстанавливали свой рост в длину. Облучение семян по 50 р. в сутки в течение 30 дней со времени появления всходов приводит клетки апикальной меристемы стебля и корней к полной потере способности делиться, и причем прекращение облучения не приводило к восстановлению утраченных функций. Сухой вес 100-дневных семян, облучавшихся суточной дозой 50 р. в течение первых 30 дней, в течение 100 дней опыта был одинаков

составлял около 22% к контролю, а вес семян, облучавшихся только первые 15 дней, к концу опыта был равен почти 40% от веса контроля.

Внешними признаками сильного лучевого поражения семян в первый год их жизни можно считать снижение числа первичных хвощков, уменьшение их длины, раннее появление антоциановой окраски хвои, а также отмирание верхних концов хвои и прекращение роста верхушечного побега.

Следует отметить, что у 100-дневных семян, облучавшихся по 50 р. в сутки, с помощью радиоуглеродного метода нами было установлено снижение интенсивности фотосинтеза на 25 и 30% соответственно. В другом опыте, у 70-дневных семян, получавших по 50 р. в сутки был обнаружено снижение интенсивности поглощения C¹⁴O₂ на 27%. Биологический эффект облучения во многом зависит от условий в момент облучения и после него, а также от физиологического состояния растений. Должно быть уделено большое внимание изучению совместного действия на растения ионизирующей радиации и других факторов среды.

Существенный интерес имеет изучение накопления и распределения в древесных растениях радионуклидов. Наличие их в тканях приводит, с одной стороны, к облучению клеточного содержимого, с другой, возможны серьезные биохимические последствия в результате превращения атомов радиоактивных нуклидов, включенных в ходе биосинтеза в важные биополимеры, в атомы других элементов. Важно также и то, что повышенное содержание радионуклидов в кроне и древесине ствола может стать серьезным препятствием при использовании этих частей деревьев в лесохимической промышленности.

Исследования, проведенные в нашей лаборатории (Махонина, Юшков, Волкова и Тимофеев-Ресовский, 1963), показали, что, около 52% поступившего в молодые сосны радиоактивного стронция-90 содержалось в надземных частях, причем на долю древесины приходилось 16,8% и на долю хвои — 9,5%. Иным было распределение в таких же соснах рутения-106: в надземных органах находилось 95,8% всего радионуклида, накопленного растением; в древесине — 1,6%, а в хвое — 45,2%.

Химическая обработка различных частей молодых сосен, дуба, липы, березы, содержащих стронций-90, показала, что спиртом и водной экстрагируется 5—15%, 0,5%-раствором КОН — до 30% и 10%-раствором HCl — 60—70% радионуклида (Халтурина, Ю. Абагуров, 1964). Даже эти данные позволяют предвидеть те вопросы, которые могут встать при химической переработке древесины, загрязненной радионуклидами.

В заключение следует отметить, что масштабы работ, проводимых на Урале (да и в других районах страны) по изучению влияния радиационного фактора на лесные биогеоценозы и отдельные их компоненты недостаточны, если учесть возрастание в перспективе его значимости.