

УДК 630*414.22

А.Н. Белов

Белов Анатолий Николаевич родился в 1949 г., окончил в 1972 г. Московский лесотехнический институт, кандидат биологических наук, заведующий лабораторией арборицидов Всероссийского НИИ химизации лесного хозяйства. Имеет более 80 печатных трудов в области лесоведения, лесозащиты и экологии.



РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПЛОТНОСТИ ОСЕДАНИЯ ПЕСТИЦИДОВ ПО ВЕРТИКАЛИ КРОНОВОГО ПРОСТРАНСТВА В БЕРЕЗОВЫХ ДРЕВОСТОЯХ

Приведены материалы измерений плотности оседания химических препаратов на разных высотных уровнях полого березового леса. Дано уравнение зависимости количества препарата от расстояния до вершины кроны.

авиаопрыскивание, пестициды, глифосат (раундап), береза, линейная регрессия (в логарифмах).

Использование химических средств в лесохозяйственном производстве предполагает достижение максимального положительного эффекта при минимальных негативных последствиях. При планировании мероприятий по защите и уходу за лесом посредством авиационных опрыскиваний полого важно знать закономерности распределения плотности оседания (ПО) токсиканта, в частности наличие достоверных количественных сведений о соотношении долей этого вещества, оседающего в кронах деревьев на разной высоте.

В ходе исследовательских и прикладных работ неоднократно отмечалось, что при авиаопрыскивании основная масса химического препарата задерживается верхними слоями полого леса, а доля вещества, проникающего в нижние части полого, зависит от архитектоники крон, густоты древостоя и т. д. Как правило, наблюдения за особенностями пространственного распределения токсикантов проводились по косвенным признакам (интенсивности их воздействия на целевые объекты на разной высоте крон), поскольку прямое измерение ПО препаратов в полевых условиях технически затруднено. В связи с этим не представляется возможным использовать полученные сведения в схемах математической оптимизации работ с применением средств химии в лесном хозяйстве.

Наше исследование проведено в березовых древостоях Костромской области в период с 1987 г. В качестве токсиканта использовали глифосат (раундап) и имитаторы – нейтральные вещества, физические характеристики которых (плотность, кинематическая вязкость, поверхностное натяжение,

скорость испарения) соответствовали аналогичным параметрам фитотоксического препарата. Последний наносили с помощью специального устройства, смонтированного на стреле автомобильного подъемника и имитирующего авиационное опрыскивание на ограниченном пространстве отдельных куртин деревьев. Опрыскивающее устройство имело штангу длиной 8 м с закрепленными на ней через 1,4 м рабочими головками опрыскивателя «Герби-77». Система подачи препарата принудительная, обеспечивалась перистальтическими насосами. Конструкция позволяла варьировать норму расхода препарата в широком диапазоне и четко выдерживать заданные ее значения.

Для измерений плотности оседания вещества токсиканта (имитатора) подбирали дерево в возрасте от 15 до 30 лет в центре куртины, намеченной к химобработке. Перед обработкой у вершины дерева и на границе каждого из 5-8 высотных слоев кроны (толщиной от 0,7 до 1,1 м) с четырех сторон ствола жестко устанавливали тонкие рейки, на которых предварительно были закреплены средства технического контроля (СТК) в виде фильтров АФА или предметных стекол через 25 см по всему диаметру кроны. В одном опыте было до 400 подложек СТК.

Сразу после опрыскивания СТК анализировали в условиях полевой лаборатории. ПО оценивали методом спектрофотометрии с использованием приборов фирмы «Джилфорд» (модель 240), США и «Ультроспек П» (модель 4050), Швеция. Химический анализ смывов выполняли, руководствуясь общепринятыми правилами химико-аналитических работ [1, 2].

В большей части опытов норма расхода препарата колебалась от 2,5 до 5,0 кг в пересчете на 1 га; при использовании вещества-имитатора опробованы нормы расхода 10 ... 15, а в отдельных случаях 50 ... 100 кг/га. Широкий диапазон норм расхода препарата и имитатора позволил при статистической обработке результатов использовать корреляционно-регрессионные способы математического анализа.

В проведении опытов участвовали Е.Н. Радченко, В.И. Радченко, Г.В. Кучер и другие сотрудники Всероссийского НИИ химизации лесного хозяйства.

При анализе полученных данных помимо абсолютных использовали относительные оценки ПО препарата на отдельных высотных уровнях – в процентах от плотности оседания на нулевом уровне (вершина дерева).

Расхождения в оценках относительной ПО на одних и тех же высотных уровнях характеризуются коэффициентом вариации 24 %, что указывает на значительную изменчивость этой величины [4]. Соотношение «средняя арифметическая меньше дисперсии» для относительной ПО на одних и тех же высотах также, согласно [3], показывает, что помимо случайного варьирования имеет место изменчивость в связи с действием определенных факторов. Однако к их числу не относится различие в норме расхода препарата. Связь последней с относительной ПО на одних и тех же высотных уровнях характеризуется коэффициентом корреляции – $0,085 \pm 0,380$, т. е.

практически отсутствует. По-видимому, вариабельность относительной ПО в основном связана с индивидуальной изменчивостью крон деревьев березы.

Зависимость плотности оседания препарата от местоположения СТК в кроне (расстояния от вершины дерева, т. е. нулевого уровня) имеет ярко выраженную гиперболическую форму: вначале резкое, затем все более замедляющееся падение по мере удаления от вершины. При преобразовании исходных данных по логарифмическому типу получаем вполне выраженную линейную форму

$$\lg y = 4,186 - 3,631 \lg (x + 4),$$

где y – относительная ПО, % от плотности у вершины дерева;

x – высотный уровень, расстояние от вершины дерева, м.

Коэффициент корреляции для этого уравнения равен $-0,969 \pm 0,037$ при вероятности более 99,9 %, ошибка уравнения $\pm 0,119$ [5]. Значение коэффициента сглаживания, равное 0,952, свидетельствует о высокой степени аппроксимации экспериментальных данных приведенным уравнением регрессии.

Поскольку это уравнение аккумулирует данные для всей совокупности опытных деревьев, его анализ позволяет выявить наиболее типичные особенности оседания вещества препарата по вертикальному профилю крон деревьев.

Из таблицы видно, что плотность оседания быстро уменьшается по мере продвижения от вершины к основанию кроны дерева. На расстоянии 1 м от вершины она составляет 44,5 % от нулевого уровня, на 2 м – 22,9 % и т. д., на 8 м всего лишь 1,8 % от исходной, т. е. крона березы протяженностью 8 м задерживает 98,2 % вещества препарата.

Разность значений плотности оседания в начале и конце каждого последовательного метрового вертикального слоя кроны дает картину распределения исходного количества вещества токсиканта по этим слоям, т. е. абсолютную оценку доли вещества, задержанного метровым слоем (% от плотности оседания на нулевом уровне). В свою очередь, доля полученную оценку на плотность оседания в начале каждого метрового слоя кроны, можно рассчитать относительную долю вещества, задержанного каждым слоем (% от количества препарата, проникающего к верхней границе слоя).

Из таблицы видно, что чем выше располагался метровый слой кроны, тем сильнее проявлялись его фильтрационные свойства. Так, первый сверху метровый слой задержал более половины (55,5 %), пятый – чуть более трети (34,6 %) вещества токсиканта от его количества на верхней границе слоя. Основные причины этого явления, на наш взгляд, заключаются, во-первых, в уменьшении насыщенности кронового пространства листовой массой в направлении сверху вниз; во-вторых – в снижении доли мелкодисперсных фракций токсического вещества и, соответственно, интенсивности его испарения в том же направлении. (Оценки относительной доли вещества, задержанного метровыми слоями крон, в таблице отражают как процесс

оседания капель токсиканта на кроновую фитомассу, так и процесс их испарения).

Расстояние от вершины дерева, м	Плотность оседания (y), %	Распределение препарата по слоям кроны (z), %	Относительная доля вещества, задержанного метровым слоем кроны (z/y)
0	100,0	55,5	0,555
1	44,5	21,6	0,485
2	22,9	9,8	0,428
3	13,1	5,0	0,382
4	8,1	2,3	0,346
5	5,3	1,7	0,321
6	3,6	1,1	0,300
7	2,5	0,7	0,280
8	1,8		

Результаты исследования показывают, что при имитации авиационного опрыскивания 15–30-летних березовых древостоев (плотность оседания вещества токсиканта по вертикальному профилю полого леса имеет ярко выраженную гиперболоидную форму: в направлении от вершины к основанию кроны сначала наблюдается ее резкое падение, затем скорость падения затухает.

Полученное в результате корреляционно-регрессионного анализа уравнение позволяет с высокой статистической достоверностью прогнозировать ожидаемую плотность оседания токсического вещества на любом высотном уровне кронового пространства и долю вещества, задерживаемого вертикальными слоями полого березового леса любой толщины. Уравнение дает возможность проводить расчеты при варьировании плотности оседания вещества препарата на уровне верхней границы полого в диапазоне от 2,5 до 100 кг/га.

Выявленные регрессионные соотношения могут быть использованы для оценки эффективности воздействия химических препаратов на зеленую кроновую фитомассу березовых молодняков и вредную энтомофауну в пологе березовых древостоев, а также количества химического вещества, проникающего в подкромное пространство в условиях авиационных обработок.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Алексеев В.Н.* Количественный анализ. – М.: Высш. шк., 1972. – 581 с.
2. *Алексеев В.Н.* Курс качественного химического полумикроанализа. – М.: Высш. шк., 1973. – 580 с.
3. *Грейг-Смит П.* Количественная экология растений. – М.: Мир, 1967. – 360 с.
4. *Доспехов Б.А.* Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – М.: Колос, 1979. – 416 с.
5. *Труль О.А.* Математическая статистика в лесном хозяйстве. – Минск: Высш. шк., 1966. – 234 с.

Всероссийский НИИ химизации лесного хозяйства

Поступила 15.06. 98

A.N. Belov

Density Distribution of Pesticide Sedimentation along the Vertical Birch Stands Crowns

The data on chemical sedimentation measurement at different altitude levels of the birch stand crown are presented. The equation reflecting the relationship between the quantity of the chemicals and distance to the crown top is given.
