

## ПРИМЕНЕНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ В СОСНОВЫХ НАСАЖДЕНИЯХ В РАЙОНЕ ФТОРСОДЕРЖАЩИХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ВЫБРОСОВ

С развитием промышленного производства возрастает вероятность увеличения поступающих в атмосферу газообразных и твердых отходов, что повышает опасность отрицательного воздействия выбросов на биосферу в целом и на растения в частности. Среди токсичных ингредиентов выбросов для древесных растений наиболее опасны сернистый ангидрид, окислы азота, фтор, хлор и некоторые другие. Данные вещества, нарушая биохимические процессы в клетках растений, снижают интенсивность их роста, вызывают некрозы ассимиляционных органов, ослабляют устойчивость растений к действию различных неблагоприятных факторов.

Из древесных растений вредному воздействию промышленных выбросов наиболее подвержены хвойные породы. Ассимиляционные органы хвойных пород, в силу своих биологических особенностей (незначительное содержание запасных пластических веществ, низкая регенеративная способность, большая продолжительность жизни), являются самыми чувствительными к загрязнению воздуха. Уже при концентрации фтористого водорода  $0,5 \text{ мг/м}^3$  воздуха хвойные деревья испытывают угнетение (Гудериан, 1979).

Нормальное содержание фтора в хвое в районах, удаленных от промышленных центров, составляет  $0,5\text{—}1,8 \text{ мг/100 г}$  сухого веса. При содержании в хвое фтора  $10\text{—}14 \text{ мг}$  на  $100 \text{ г}$  сухого веса у сосны появляются признаки поражения (Покровская, 1973). По данным Г. М. Илькуна и Г. П. Буналовой (1978), содержание фтора в хвое сосны в районах с чистым атмосферным воздухом не превышает  $10 \text{ мг/100 г}$  сухого веса. Первые признаки повреждения хвои отмечаются при накоплении фтора  $40 \text{ мг/100 г}$  сухого веса.

Установлено, что промышленные газы вызывают в клетках и тканях хвои самые различные повреждения, которые являются следствием нарушения нормального хода физиологических процессов (Рябинин, 1965). Первые видимые макроскопические признаки поражения фтором — это изменения на кончиках игл зеленой окраски в коричневую и бурую. Теряется тургор, уменьшается размер хвоинок (Покровская, 1973). Важный признак повреждения

хвойных пород газами — изреженность крон вследствие сокращения в 1,5—2,4 раза срока жизни хвои и ее массы (Илькун, Буналова, 1978). Потерю большей части хвои текущего года, уменьшение числа и размеров оставшихся хвоинок, частичное пожелтение хвои при действии вредных выбросов отмечают американские ученые.

Исследования, проведенные в районе криолитового завода (основными токсичными выбросами которого являются фтористые соединения), показали, что содержание фтора в хвое сосны значительно превышает нормальное (табл. 1).

Таблица 1

Содержание фтора в хвое сосны, % от сухого вещества

Направление от источника выброса	Расстояние, км	Возраст хвои, лет		
		1	2	3
Восток	1	0,04	0,05	0,05
Восток	3	0,05	0,05	0,05
Восток	7	0,02	0,03	0,04
Восток	15	0,01	0,01	0,01
Запад	17	0,01	0,01	0,01

Накопление хвоей фтора зависит от расстояния до источника выбросов: с приближением к источнику содержание фтора увеличивается. Накопление фтора происходит в течение всей жизни хвои, поэтому хвоя старших возрастов содержит его заметно больше.

Содержание в хвое фтора коррелирует со степенью ее повреждения. Состояние хвои определялось по пятибалльной шкале: 1 — отсутствуют видимые повреждения хвои, 2 — повреждены кончики хвои, 3 — повреждение (побурение) половины хвоинки, 4 — полное повреждение (побурение) хвои, 5 — хвоя отсутствует.

Наиболее сильное поражение газами наблюдается у двух-трехлетней хвои (табл. 2).

Таблица 2

Распределение хвои по степени повреждения, %

Состояние хвои, баллы	Возраст хвои, лет		
	1	2	3
1	52,44	1,4	Нет
2	15,4	9,1	3,5
3	14,7	9,1	10,5
4	9,8	48,9	48,3
5	7,7	31,5	37,7

Отрицательное действие выбросов прослеживается на расстоянии до 15 км по направлению преобладающих ветров. С приближением к источнику выбросов отмечено значительное сокращение средних годовых приростов древостоев сосны по высоте и диаметру (в 3—5 раз).

Исследования различных авторов показали, что состояние хвойных пород в районах воздействия вредных промышленных выбросов улучшается при внесении минеральных удобрений. С целью изучения влияния минеральных удобрений на сосновые насаждения на расстоянии 3, 7 и 15 км от источника выбросов по направлению преобладающих ветров были подобраны участки лесных культур и молодняков естественного происхождения I класса возраста для закладки постоянных пробных площадей. Древостои подобранных участков имели близкие таксационные характеристики. Контрольный участок был заложен на расстоянии 17 км от источника выбросов в направлении, противоположном господствующим ветрам. Каждая пробная площадь была разбита на десять опытных участков и один контрольный. На опытных участках вносились азотные, фосфорные и калийные удобрения в различных сочетаниях. На ряде участков было проведено известкование почв.

Через два года после внесения удобрений на всех опытных участках были взяты образцы почв и проведен лабораторный анализ их на содержание подвижного фосфора и калия и определения рН. В большинстве случаев при использовании удобрений содержание в почве питательных веществ, внесенных с подкормкой, поднялось до достаточного для питания растений уровня. Применение минеральных удобрений без известкования вызвало незначительное подкисление почв (около 0,2 ед. рН), не зависящее от вида внесенного удобрения. На опытных участках с внесением извести подкисливающее влияние минеральных удобрений было нейтрализовано и даже наблюдалось смещение реакции почв к нейтральной, особенно в верхних горизонтах (на 0,2—0,4 ед. рН).

Через три года после внесения удобрений была проведена оценка их влияния на насаждения — определены прирост центрального и бокового побегов, прирост деревьев по диаметру. Полученные данные свидетельствуют о том, что минеральные удобрения оказывают положительное влияние на состояние хвои сосны. В частности, возросли (до 20%) ее размеры, в том числе и вес, увеличились также приросты центрального (до 25%) и боковых (до 27%) побегов. Наибольший прирост центрального и боковых побегов отмечен при применении полных удобрений в дозах по 200—300 кг/га азота, фосфора и калия. Эти же варианты удобрений вызвали наибольшее увеличение приростов деревьев сосны по диаметру (до 30%) и по запасу (до 2 м<sup>3</sup>/га).

Данные об ассимиляционных органах деревьев сосны и их при-

ростах по высоте, диаметру и запасу в условиях фторсодержащих выбросов свидетельствуют об улучшении их состояния под влиянием минеральных удобрений.

Таким образом, по итогам исследований в целях повышения жизнестойкости сосновых молодняков в зоне действия фторсодержащих выбросов для условий сосняка разнотравного рекомендуется применять полное минеральное удобрение (азот, фосфор, калий) по 200 кг/га действующего вещества.

#### ЛИТЕРАТУРА

Гудериан Р. Загрязнение воздушной среды. М.: Мир, 1979. 316 с.

Илькун Г. М., Буналова Г. П. Загрязнители атмосферы и растения. Киев: Наук. думка, 1978. 188 с.

Красинский Н. П. Дымоустойчивость растений и дымоустойчивые сорта-менты/Горьк. ун-т. Горький; Москва, 1950. 214 с.

Покровская С. Ф. Влияние загрязнения воздуха на растения/ВНИИТИ. М., 1973. 32 с.

Рябинин В. М. Лес и промышленные газы. М.: Лесн. пром-сть, 1965. 136 с.