

V. ОХРАНА И ЗАЩИТА ЛЕСА

УДК 630* 443.3

Н.И.Федоров, Е.С.Раптунович,
Г.С.Снигирев

ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА СОСТОЯНИЕ ПОВРЕЖДЕННЫХ КОРНЕВОЙ ГУБКой СОСНОВЫХ НАСАЖДЕНИЙ

Применение минеральных удобрений в лесном хозяйстве — весьма сложная проблема. Она связана с учетом и оценкой их влияния как на рост и продуктивность насаждений, так и на устойчивость к неблагоприятным факторам внешней среды и заболеваниям. Если роль минеральных удобрений в повышении продуктивности лесных насаждений в той или иной мере выяснена, то влияние их на устойчивость насаждений ко многим распространенным и вредоносным заболеваниям почвы совсем не изучено. Не выяснен вопрос и в отношении корневой губки, причиняющей огромный ущерб лесному хозяйству. Хотя большинство исследователей и отводят минеральному питанию важную роль в устойчивости насаждений к корневой гнили, приводимые ими данные разноречивы. Так, С.Ф.Негруцкий [1] связывает поражение насаждений корневой губкой с недостаточным калийным питанием. Исследования, проведенные им в Ворошиловградской области, показали, что почвы под сосновыми насаждениями, пораженными корневой губкой, содержат в 3,6 — 6 раз меньше калия, чем под здоровыми насаждениями. И.Я. Шемякин [2] отмечает, что развитию корневой губки благоприятствует обилие в почве азотистых веществ. По данным Е.Д. Ладейшиковой и А.И. Побегайло [3], использовавших в своих исследованиях метод меченых атомов, поражаемость сосны корневой губкой наступает на фоне недостатка фосфорных питательных веществ. Наиболее обеспеченными фосфором оказались деревья за пределами очага усыхания. Пораженные экземпляры, растущие по краю очага, испытывали недостаток этого элемента,

Ряд исследователей связывают устойчивость насаждений к корневой губке не столько с условиями минерального питания; сколько с другими почвенными факторами: наличием микоризо-

образующих грибов, необходимых сосне для нормального роста [4], развитием в почве грибов-антагонистов [5] и т.д.

Слабая изученность вопроса и противоречивость данных побудили нас провести в лесхозах БССР (Барановичский и Слуцкий лесхозы) работы по изучению влияния минеральных удобрений на состояние поврежденных корневой губкой насаждений. Нам интересовала возможность использования удобрений в зараженных корневой губкой насаждениях с целью повышения их устойчивости к заболеванию.

Полевые опыты были заложены в 1971 г. Объектом исследования явились насаждения 25 - 30-летнего возраста в двух типах леса: мшистом и вересковом. Испытывались чистые (азотные, калийные и фосфорные) и смешанные удобрения (азотно-калийные, фосфорно-калийные и др.) в трех дозах. В качестве азотного удобрения использовалась аммиачная селитра (NH_4NO_3) калийного - калийная соль (KCl) и фосфорного - простой суперфосфат $[\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}]$. Удобрения вносились на пробных площадях на одной из двух секций (вторая служила контролем). Пробные площади закладывались так, чтобы в центре их было окно (прогалина) размером 8 - 12 м, образовавшееся в результате разрушительной деятельности корневой губки. Наблюдения за состоянием насаждений на пробных площадях производились в течение пяти вегетационных периодов. Ежегодно на контрольной и опытной секциях делались переписи деревьев по качественным категориям (здоровые, ослабленные, усыхающие, усохшие). Данные изменения состояния деревьев на пробных площадях (количество деревьев по годам (%)), перешедших в категорию пораженных, приводятся в табл. 1.

Для выяснения влияния аммиачной селитры, калийной соли и суперфосфата на рост грибницы корневой губки были заложены также опыты в лабораторных условиях. Испытывалось действие различных доз указанных удобрений на рост гриба в чистой культуре. Эти исследования показали, что при небольших концентрациях удобрений в питательной среде рост грибницы стимулируется. Однако при повышении концентрации выше определенного уровня рост грибницы замедляется или прекращается. Такими предельными концентрациями, оказывающими ингибирующее влияние на рост грибницы корневой губки в чистой культуре, являются: для азота - 0,35%, для фосфора - 0,12%, для калия - 0,2%.

Устойчивость растений к заболеваниям и неблагоприятным факторам в первую очередь связывают с условиями калийного

питания. Ионы калия регулируют осмотическое давление в клетках и их водный обмен, повышают засухо- и морозостойкость растений. Д.Мак-Нью [5] связывает роль калия с тем, что он стимулирует развитие утолщенных наружных оболочек эпидермальных клеток и обеспечивает таким образом большую устойчивость тканей к разрушению и меньшую подверженность к ослаблению и загниванию. Имеющиеся в литературе данные о повышении устойчивости растений к заболеваниям под влиянием калийных удобрений относятся к сельскохозяйственным культурам (картофель, сахарная свекла и др.), по древесным растениям такие данные практически отсутствуют.

Наши исследования показали, что во всех вариантах опыта с калийными удобрениями различия между контрольными и опытными секциями несущественны (достоверность различий не доказывается ни в одном из вариантов). Это свидетельствует о том, что устойчивость деревьев к гнили в пораженных насаждениях при внесении калийных удобрений существенно не изменяется. Следует отметить, что почвы под исследуемыми насаждениями бедны не только калием, но и другими элементами питания, в частности азотом и фосфором. И слабое влияние чистых калийных удобрений на состояние сосновых насаждений можно объяснить тем, что исследуемые насаждения нуждаются не только в дополнительном калийном питании, но и в питании другими важнейшими элементами. Вероятно, улучшение калийного питания при слабом обеспечении азотом, фосфором и другими элементами питания не может оказать большого влияния на уровень физиолого-биохимических процессов и защитные функции растения.

Калийные удобрения не оказали также ингибирующего влияния на развитие и распространение гриба в очаге усыхания; за пять вегетационных периодов зона усыхания и на контрольной и на опытной секциях раздвинулась на 3-5 м в глубь здоровой части насаждения.

Отсутствие угнетающего влияния калийной соли на корневую губку в почве можно объяснить тем, что большая часть поступающего в верхние почвенные горизонты калия закрепляется в необменной форме. Хотя количество обменного калия при внесении калийной соли в дозе K_{80} и повысилось в гумусовом горизонте в 1,9 раза, содержание его остается низким - во много раз меньшим концентрации, оказывающей угнетающее действие на рост гриба. Не привело также к существенному улучшению состояния сосновых насаждений внесение в почву чистых азот -

Т а б л и ц а 1. Влияние минеральных удобрений на состояние основных насаждений (количество здоровых деревьев, заразившихся корневой губкой, в % от общего количества деревьев на секции)

| Вариант | Секция (опыт, контроль) | Барановичский лесхоз | | | | | Слуцкий лесхоз | | | | |
|------------------|-------------------------|------------------------------|-------------|--------------|--------------------------------------|-------|----------------|-------------|------------|--------------------------------------|-------|
| | | Год после внесения удобрений | | | | | | | | | |
| | | 3-й | 4-й | 5-й | сред- ние пока- зате- ли | t_d | 3-й | 4-й | 5-й | сред- ние пока- зате- ли | t_d |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| N ₄₀ | О К | 2,1 1,1 | 4,1 0,5 | 1,4 3,4 | 2,53 1,67 | 0,72 | 1,1 0 | 3,7 0 | 1,6 0,4 | 2,13 0,13 | 2,48 |
| N ₈₀ | О К | 2,5 0,4 | 1,0 0,2 | 3,6 3,7 | 2,37 1,43 | 0,69 | 0,7 1,3 | 0 3,0 | 5,9 4,6 | 2,20 2,97 | 0,37 |
| N ₁₂₀ | О К | 1,5 2,5 | 2,3 10,0 | 0,3 0,9 | 1,37 4,47 | 1,43 | 5,5 8,3 | 0,8 11,7 | 9,6 7,9 | 5,30 9,30 | 1,42 |
| K ₄₀ | О К | 4,9 4,7 | 1,8 0,5 | 6,0 3,8 | 4,23 3,00 | 0,82 | 2,1 0,8 | 0 3,1 | 1,9 2,3 | 1,33 2,07 | 0,78 |
| K ₈₀ | О К | 2,3 2,7 | 3,6 1,0 | 14,8 12,9 | 6,9 5,53 | 0,25 | 0 2,3 | 4,7 0,6 | 2,5 3,3 | 2,40 2,07 | 0,21 |
| K ₁₂₀ | О К | 3,9 2,8 | 0 0 | 8,7 10,9 | 4,2 4,57 | 0,09 | 0 2,3 | 4,7 0,6 | 2,4 3,0 | 2,37 1,93 | 0,28 |
| P ₂₀ | О К | 0 0 | 1,1 0 | 2,1 3,3 | 1,07 1,10 | 0,03 | 1,8 1,0 | 0 1,7 | 0,6 0,5 | 0,80 1,07 | 0,43 |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|---|--------|------------|------------|-------------|--------------|------|--------------|------------|------------|--------------|------|
| P ₄₀ | O K | 0,8 2,4 | 0,7 2,6 | 4,9 4,4 | 2,13 3,13 | 0,65 | 4,7 0,6 | 2,4 2,1 | 2,7 6,8 | 3,27 3,17 | 0,05 |
| P ₆₀ | O K | 1,2 0,9 | 5,9 1,2 | 0 1,8 | 2,37 1,30 | 0,59 | 4,2 6,1 | 0 0 | 1,5 3,4 | 1,90 3,17 | 0,59 |
| N ₈₀ K ₈₀ | O K | 4,6 0,2 | 0,5 1,7 | 0,4 7,2 | 1,83 3,03 | 0,47 | 1,9 5,6 | 0 0 | 2,2 1,8 | 1,37 2,13 | 0,42 |
| N ₁₂₀ K ₁₂₀ | O K | 1,1 3,0 | 0 0,4 | 5,0 8,7 | 2,03 4,03 | 0,69 | 2,5 1,6 | 0,4 0,8 | 0,5 2,3 | 1,13 1,57 | 0,54 |
| N ₁₆₀ K ₁₆₀ | O K | 1,3 2,6 | 2,0 4,2 | 2,4 3,9 | 1,90 3,57 | 2,84 | 0,1 2,0 | 4,9 5,8 | 2,4 4,5 | 2,47 4,1 | 0,92 |
| K ₈₀ P ₄₀ | O K | 0,2 0 | 0 0,5 | 4,2 5,0 | 1,47 1,83 | 0,17 | 1,7 0 | 0 2,8 | 0,5 1,0 | 0,73 1,27 | 0,56 |
| K ₁₂₀ P ₆₀ | O K | 1,9 1,3 | 0 4,4 | 8,3 7,0 | 3,40 4,23 | 0,28 | 1,5 3,0 | 3,5 0 | 0 1,3 | 1,67 1,43 | 0,13 |
| K ₁₆₀ P ₈₀ | O K | 0 0,7 | 5,2 8,8 | 9,5 11,3 | 4,9 6,93 | 0,48 | 12,5 16,4 | 3,3 0,6 | 2,0 1,5 | 5,93 6,17 | 0,02 |
| N ₄₀ K ₄₀ P ₂₀ | O K | 1,2 0,9 | 0 4,2 | 5,4 7,2 | 2,2 4,1 | 0,78 | 0,5 0,2 | 1,0 2,3 | 0,2 0,2 | 0,57 0,90 | 0,32 |
| N ₈₀ K ₈₀ P ₄₀ | O K | 0,2 0,8 | 0 0 | 2,0 2,7 | 0,73 1,17 | 0,43 | 0,8 5,3 | 2,6 0,1 | 6,0 6,5 | 3,13 3,97 | 0,14 |
| N ₁₂₀ K ₁₂₀ P ₆₀ | O K | 0,8 3,4 | 0,1 1,8 | 1,5 3,0 | 0,80 2,70 | 3,07 | 1,9 2,3 | 0 1,8 | 1,7 3,4 | 0,87 2,5 | 2,17 |

ных и фосфорных удобрений. Внесение аммиачной селитры в поврежденные корневой губкой насаждения в первые два года даже способствовало некоторому увеличению интенсивности усыхания деревьев в очагах поражения. Усыхание происходило за счет ослабленных и поврежденных корневой губкой деревьев. Это можно объяснить резким нарушением равновесия в физиологических процессах, наступающих сразу под влиянием дополнительного азотного питания, которое получают зараженные грибом деревья. Ухудшение состояния здоровых деревьев или появление новых очагов усыхания после внесения азотных удобрений не отмечено. К концу третьего вегетационного периода различия в количестве пораженных, усыхающих и усохших деревьев на опытных и контрольных секциях в большинстве случаев сглаживаются. Количество здоровых деревьев, заразившихся корневой губкой на 3, 4 и 5-й годы после внесения удобрений, осталось примерно на том же уровне ($t_d < t_{st} = 2,8$ для $\beta > 0,95$).

Для практики роль азотных удобрений в физиологической устойчивости насаждений и сопротивляемости к заболеванию представляет большой интерес в связи с их значительным влиянием на рост и продуктивность деревьев. Результаты исследований дают основание говорить о том, что аммиачная селитра, как один из видов азотных удобрений, может, вероятно, без опасения ее отрицательного действия на устойчивость молодых культур сосны к корневой губке найти применение в тех условиях, где ее внесение будет экономически обосновано дополнительным приростом древесины.

На секциях с фосфорными удобрениями существенных различий в интенсивности усыхания деревьев не наблюдалось в течение всех пяти вегетационных периодов со времени их внесения в почву (достоверность различий не доказывается ни в одном из вариантов). Некоторые различия по годам в количестве деревьев, пораженных гнилью и перешедших из одной категории в другую, объясняются ролью случайных факторов — неодинаковым количеством скрытозараженных деревьев на секциях, неравномерным развитием и распространением гриба по площади и т.д.

Результаты наших исследований показали, что только смешанные удобрения в повышенных дозах могут в определенных условиях оказывать положительное влияние на состояние поврежденных корневой губкой насаждений. Повышение устойчивости насаждений наблюдалось в Барановичском лесхозе при внесении азотно-калийного ($N_{160}K_{160}$) и азотно-калийно-фосфорного удобрения ($N_{120}K_{120}P_{60}$). При внесении

указанных удобрений интенсивность усыхания деревьев снижалась по сравнению с контролем в 2 и более раза.

Насаждения Барановичского лесхоза, в которые вносились удобрения, несмотря на расстроенность корневой губкой, имеют высокую полноту. В них напочвенный покров развит слабо, только местами представлен характерными для бруснично-вересковой ассоциации видами травянистой растительности с вкрапленностью зеленых мхов. В этих условиях минеральные удобрения полностью вымываются в нижние подгоризонты лесной подстилки и верхние почвенные горизонты, значительно увеличивая содержание подвижных форм указанных элементов, легко усваиваемых древесной растительностью.

В то же время в Слуцком лесхозе, представленном более разреженными насаждениями с сильным развитием напочвенного покрова из зеленых мхов, смешанные удобрения не оказали такого влияния на состояние сосновых насаждений, какое они оказали в насаждениях Барановичского лесхоза. Это связано с тем, что в данных насаждениях часть удобрений задерживается моховым покровом, который выполняет также роль буфера, сдерживающего интенсивное вымывание удобрений в почвенные горизонты. Положительный эффект в таких условиях можно ожидать только при более высоких дозах смешанных удобрений.

Л и т е р а т у р а

1. Негруцкий С.Ф. О роли минеральных удобрений в устойчивости сосны к поражению корневой губкой. — Вісник с.-г. наук, 1963, № 6. 2. Шемякин И.Я. Опыт борьбы с корневой губкой и направления дальнейших исследований. — Мат-лы 2-й межвуз. конф. по защите леса. М., 1963. 3. Ладейшикова Е.И., Побегайло А.И. Биохимические показатели сосны в связи с устойчивостью ее против корневой губки. — Тр. Харьк.-ков. с.-х. ин-та, 1966. 4. Orlos H., Dominic T. Z. biologii huby Korzeniewej — Fomes annosus (Fr) Cooke, Sylwan, 1960. 5. Мак-Нью Д. Влияние плодородия почвы на болезни растений. — Ежегодник министерства земледелия США. М., 1956. 6. Molin N. Om Fomes annosus spridningaologi. — Medd. Statens Skogsforskningsinst, 1957, N 47.