

АЛЬТЕРНАТИВНЫЙ СПОСОБ ДИАГНОСТИКИ ПИТАНИЯ РАСТЕНИЙ

И.Е. Автухович,

Российский государственный аграрный университет —

Московская сельскохозяйственная академия им. К.А. Тимирязева

При ускоренном выращивании здорового, устойчивого и высококачественного посадочного материала древесных растений основное внимание необходимо уделить их питанию.

В опытах по определению реакции растений на изменения, происходящие в их корневом питании (избыток или недостаток элементов), хорошие результаты показали сравнительные химические анализы концентрации элементов в трех почвенных компонентах: на почвенно-корневой

поверхности (ПКП) — слое, непосредственно прилегающем к корням толщиной 0,5—1 мм, в ризосферной почвенной компоненте (Р) — корнеобитаемом слое толщиной 4,5 мм, в общей массе почвы (ОМП) — слое, наиболее удаленном от корней по сравнению с ПКП и Р.

Эксперимент по изучению особенностей корневого питания цинком был заложен в 1994 г. на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве с высоким содержанием гумуса (3,98%), $pH_{KCl} = 6,8$ и низким содержании как доступного

(0,3 мг/кг), так и общего (13,09 мг/кг) цинка. Использовано 27 вариантов при 4-кратной повторности. В каждом варианте вносили различные концентрации Zn, отличающиеся на 5 мг/кг: I — контроль (без внесения Zn), II — 5, III — 10, ..., XXVII — 130. С целью приближения почвенного распределения Zn к природному нами был выдержан 7-летний инкубационный период. В 2001 г. в почву каждого из вариантов были высеяны семена клена остролистного (*Acer platanoides* L.). Каждая повторность содержала по 8 растений (всего 864 растения). Через 2 вегетационных сезона растения извлекли из почвы для определения накопления Zn в корнях. Почву сеянцев разделили на компоненты (ПКП, Р и ОМП) с целью определения pH и содержания различных форм Zn (обменный, фиксированный органическим веществом, связанный с полуторными оксидами, прочносвязанный, а также валовой по методике на атомно-абсорбционном спектрофотометре Perkin-Elmer). Для оценки жизнедеятельности растений в условиях данного эксперимента определяли следующие физиологические показатели: интенсивность фотосинтеза, суммарное содержание хлорофиллов и активность каталазы.

Выявлено, что с течением времени происходит значительное уменьшение содержания внесенного элемента во фракции обменных металлов за счет его фиксации органическим веществом, полуторными оксидами, гидроксидами и глинистыми минералами почвы. Фиксация Zn осуществляется наиболее интенсивно в первые годы после его внесения и в меньшей степени — в последующие. При этом прочность связывания элемента почвой зависит не только от времени инкубации, но и от свойств почвы (pH, содержание органического вещества, степень обеспеченности питательными веществами).

Нами выявлена взаимосвязь между накоплением Zn корнями растений и характером его распределения по почвенным компонентам. Было выделено 4 зоны обеспеченности цинком сеянцев клена остролистного в пределах вариантов опыта: 1 — зона острого дефицита Zn; 2 — зона сглаживания дефицита Zn; 3 — зона насыщения растений Zn; 4 — зона перенасыщения растений Zn.

В зоне 1 происходит активное поглощение Zn из ПКП (варианты I—V при $C_1=0,15\dots$, $C_5=0,5$ мг/кг). Здесь происходит заметное обеднение данной почвенной компоненты обменным Zn по сравнению с Р и ОМП, вызванное очень высокой потребностью растений в Zn, связанной с его дефицитом. При этом содержание Zn изменяется следующим образом: $ПКП < P < ОМП$. Обычно, в непосредственной близости от корней (в ПКП и Р) почва наиболее обогащена всеми элементами по сравнению с ОМП в силу повышенного содержания здесь органического вещества, органических кислот и скопления микроорганизмов. Кроме этого, более высокое накопление элементов в ПКП осуществляется за счет их подтягивания с массовым потоком из ОМП. В нашем случае вышеуказанной области графика соответствует низкий рост сеянцев и очень низкие физиологические показатели: интенсивность фотосинтеза, содержание хлорофилла, активность каталазы. В этой зоне

отмечается более кислая реакция почвы по сравнению с другими вариантами, что объясняется дополнительной экскрецией органических кислот корнями растений в ответ на дефицит Zn. Подобный механизм защиты от неблагоприятных условий, в данном случае, служит для высвобождения Zn из других фракций.

В зоне 2 (варианты VI—X, при $C_6=0,85, \dots, C_{10}=3,93$ мг/кг) содержание обменного Zn в почве изменяется следующим образом: $ПКП \geq P \geq ОМП$. Этому отрезку кривой соответствует значительное улучшение ростовых и физиологических показателей сеянцев в результате покрытия дефицита Zn. В этой зоне отмечено повышение содержания органического вещества в почве, обусловленное улучшением роста и развития растений, одновременно с этим увеличилось поглощение Zn, Cu, Fe и Mn сеянцами клена и повышается их фиксация органическим веществом, полуторными оксидами и гидроксидами в ПКП и Р почвенных компонентах.

Зона 3 (варианты XI—XXIV, при $C_{11}=5,10, \dots, C_{24}=20,56$ мг/кг) оказалась наиболее продолжительной и отображает полное насыщение растений Zn. Здесь потребности сеянцев в этом элементе полностью удовлетворены и его поступление в их ткани осуществляется уже менее интенсивно. Кривая поглощения Zn растениями выходит на плато. При этом распределение обменного Zn в почве следующее: $ПКП > P > ОМП$. В этой зоне рост растений стабилизируется. В конце зоны отмечается антагонизм между ионами Zn и Cu, Zn и Fe.

В зоне 4 происходит неконтролируемое растениями пассивное поглощение Zn (варианты XXV—XXVII, при $C_{25}=22,61, \dots, C_{27}=25,18$ мг/кг). Здесь содержание обменного Zn в корнеобитаемом слое превышает предел его закрепления за счет внутренних ресурсов почвы, и распределение металлов в ней становится следующим: $ПКП \gg P \gg ОМП$. При этом в корни поступают такие количества металла, которые мембраны уже не могут удержать, что ведет к нарушению их нормального функционирования. В результате этого поступление ионов или соединений металлов перестает регулироваться клеточными механизмами и происходит скачкообразно. В этой зоне отмечается резкое повышение поглощения Zn, Mn, Cu и Fe корнями сеянцев. В ответ на высокие концентрации металлов осуществляется выброс кислот корнями растений в ризосферу, что ведет к снижению pH. Так, в зоне 4 произошло значительное для молодых растений изменение в pH на почвенно-корневой поверхности сеянцев. Органические кислоты выступают в роли хелатообразующих агентов, снижающих токсичность металлов. Однако несмотря на это в зоне 4 отмечены самые низкие ростовые и физиологические показатели сеянцев.

Таким образом, на основании проведенных исследований выявлено, что диагностику питания растений можно осуществлять, ориентируясь на распределение металлов по почвенным компонентам: почвенно-корневой поверхности (ПКП), ризосферной почвенной компоненте (Р) и общей массы почвы (ОМП). 