

УДК: 634.11:631.5

## ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА БАЛАНС ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ В ЛИСТЬЯХ И ЕГО СВЯЗЬ С ПРОДУКТИВНОСТЬЮ И РОСТОМ ЯБЛОНИ

*М.А. Рогачев, Всероссийский НИИ садоводства им. И.В. Мичурина*

Элементы питания взаимосвязаны между собой не только в почве, но и в растении. Так, доказан синергизм и антагонизм между ионами питательных элементов в почве, на чем и основана концепция внесения удобрений Кондакова. Знания об оптимальном балансе NPK в растении, содержании элементов питания в почве, взаимосвязи между ионами дают возможность добиться сокращения использования удобрений и нагрузки на почву, повысить продуктивность насаждений, улучшить качество и сохранность плодов.

В большинстве исследований изучали внесение полного минерального удобрения, причем дозы, как правило, варьировали от 90 до 320 кг/га д.в. Это же касается и плодовых культур. Однако не все растения одинаково отзывчивы на внесение тех или иных удобрений. По литературным данным, на внесение фосфорных удобрений яблоня реагирует слабее, чем на внесение азота и калия. Многочисленными опытами, проведенными в Канаде, США, некоторых странах Европы и Австралии, установлено, что низкая требовательность яблони к фосфору объясняется высокой способностью корней усваивать его из труднорастворимых соединений. В многолетнем опыте Уманского СХИ под влиянием систематического внесения фосфорных удобрений наблюдалось снижение урожайности яблони по сравнению с теми участками, где вносили только азот и калий. Это объясняют тем, что избыточные дозы фосфора ведут к нарушению соотношения содержания элементов питания в растениях.

Мы предположили, что именно содержание фосфора в почве будет определяющим при выборе доз, сроков и способов внесения удобрений, которые способствуют восстановлению баланса NPK в растении. Мы провели корреляционный анализ данных по содержанию NPK в листьях яблони ряда полевых и вегетационных опытов, что позволило выявить ряд закономерностей.

По влиянию на урожайность и рост яблони из проанализированных элементов большее значение принадлежит азоту ( $r=0,62-0,73$ ). С содержанием фосфора в листьях и продуктивностью, наоборот, наблюдается отрицательная корреляция ( $r=-0,41...-0,62$ ). Растения вариантов с повышенным содержанием фосфора в листьях характеризуются меньшей окружностью штамбов и более низкими годичными приростами, у них наблюдается снижение массы плода и площади листовой пластинки, урожайность — меньше. Это обусловлено тем, что почва, где проводятся опыты, характеризуется очень высокой обеспеченностью фосфатами,

превышающей норму в 1,9—2,3 раза, а содержание  $P_2O_5$  в листьях в 1,6—3,35 раза превышает оптимальное валовое содержание. Отмечена сильная отрицательная корреляция между содержанием N и  $P_2O_5$  в листьях  $r=-0,71...-0,51$ , что подтверждает многочисленные работы других ученых. По нашему мнению, это вызвано складывающимся в почве антагонизмом между ионами  $NO_3^-$  и  $PO_4^{3-}$  при поглощении их корнями растений.

Почва опытных участков характеризуется средней обеспеченностью калием (170—265 мг/кг почвы). Однако анализы показывают резкий недостаток  $K_2O$  в листьях практически во всех полевых и вегетационных опытах. Содержание его составляет 0,5—1,1%, при оптимуме 1,4—1,8%. По данным Язвического, при избытке фосфора часто отмечается снижение поступления в растение калия. В наших многолетних полевых и вегетационных опытах на яблоне это не было подтверждено. Лишь в одном опыте на сорте Богатырь корреляция между содержанием фосфора и калия в листьях оказалась близка к нулю, во всех же остальных опытах она, наоборот, была положительной и изменялась в пределах от +0,52 до +0,70. Отмечено, что повышение или понижение уровня калия в растении неоднозначно влияет на продуктивность и рост яблони. Так, на сорте Декабренок повышение содержания калия в некоторых вариантах способствовало уменьшению урожайности ( $r=-0,60$ ) и в то же время стимулировало рост листьев и побегов ( $r=0,60-0,62$ ). Между содержанием N и  $K_2O$  ни в одном из опытов не было отмечено какой-либо сильной зависимости.

Обычно при использовании метода листовой диагностики анализируют содержание не одного, а сразу нескольких элементов питания, что дает возможность вычислить отношение между ними. Рубин, ссылаясь на ряд авторов, пишет, что оптимальным является соотношение в листьях  $N:P_2O_5:K_2O$ , равное 2,5:1:3,5. Нууст в условиях Эстонии определил, что для получения устойчивых высоких урожаев в листьях яблони должно быть не менее 2,8% азота, 0,41 —  $P_2O_5$  и 1,45% —  $K_2O$ .

Баланс между питательными элементами можно выражать и посредством отношений, как, например, это делается для определения потенциала лежкости плодов с использованием показателя  $(K+Mg)/Ca$  или  $Mg/Mn$  для прогнозирования роста пшеницы и томатов в Великобритании. Поэтому нами был проанализирован ряд показателей, которые, на наш взгляд, позволили бы более системно отразить качество минерального питания: N/P,

$P/K, N/K, P/N, K/N, K/P, (N+P)/K, (N+K)/P, (K+P)/N, (N \cdot P)/K, (N \cdot K)/P$  и  $(K \cdot P)/N$  (под  $P$  подразумевается  $P_2O_5$ , под  $K$  —  $K_2O$ ).

Из рассмотренных отношений наибольшее внимание заслуживают  $P/N$  и  $(N+K)/P$ .

Во всех наших опытах наблюдалась сильная отрицательная корреляция между отношением  $P/N$ , продуктивностью и ростом яблони, которая изменялась от  $-0,65$  до  $-0,83$ . Самые высокие урожаи и площади листовых пластинок были получены при отношении  $P/N$ , равном  $0,28—0,40$ . При повышении данного показателя наблюдалось снижение урожайности и ростовой активности.

Комплексный подход к определению качества минерального питания растений обеспечивается при одновременном анализе нескольких питательных элементов. Самым ярким в этом смысле оказался показатель  $(N+K)/P$ . Он имеет сильную положительную корреляцию ( $r=0,66—0,75$ ) практически во всех полевых и вегетационных опытах с урожайностью, окружностью штамба и площадью листьев. По обобщенным данным ряда российских и зарубежных ученых, оказывается, что для сильнорослой яблони данное соотношение должно быть близко к  $9,25$ .

Между показателем  $(N+K)/P$  и урожайностью существует четкая зависимость. Например, в одном из вариантов при изменении соотношения с  $3,49$  до  $4,49$  урожайность выросла на  $42\%$ . Данное отношение показывает большую значимость азотного и калийного питания в жизни яблони. Отсюда также следует, что, чем меньше фосфора поглощено растениями, тем выше окажется урожайность. Но это не означает, что фосфорному питанию не стоит уделять внимание. В наших опытах именно оно и является ограничивающим фактором урожайности растений, а если быть точнее, то его избыток, с которым нужно бороться. Поэтому при избытке фосфора в почве и рас-

тениях, вызванном ежегодным внесением удобрений или чрезмерно высокими дозами навоза, следует особое внимание уделить срокам и способам внесения азотных удобрений и временно исключить из использования фосфорные удобрения.

Анализ содержания элементов питания в почве и листьях за 3 года показал, что в результате внесения аммиачной селитры ( $30$  кг д.в.) осенью в борозды или весной поверхностно уровень  $P_2O_5$  в листьях снижался в  $1,4—1,9$  раза по сравнению с контролем и летним внесением азота. А показатель  $(N+K)/P$  в этих вариантах возрастал в  $1,34—1,44$  раза. Это можно объяснить тем, что поглощение основной доли фосфора происходит в ранневесенний период, и в течение всего вегетационного периода используются именно эти запасы. Внесенные осенью или весной азотные удобрения обильно снабжают почву нитратами, которые, как известно, являются антагонистами фосфатов. Нитраты летних подкормок уже не способны повлиять на накопленный еще с весны фосфор, что, как и в контрольном варианте, приводит к фосфорному «отравлению» и негативно отражается на росте и продуктивности яблони.

Таким образом, содержание азота и калия в почве является основным фактором, определяющим продуктивность яблони. Избыток фосфора снижает урожайность и рост яблони. Избыток фосфора в почве можно блокировать глубоким осенним или поверхностным весенним внесением азотных удобрений. Определяющими в выборе удобрений и сроках и способах их внесения должны стать листовая диагностика и данные о балансе элементов питания. Комплексный подход к определению сбалансированности питания яблони обеспечивается при использовании показателя  $(N+K)/P$ , у которого наблюдается сильная положительная корреляция с ростом и урожайностью яблони.  $\square$