^{1,2}**А. И. Кузин**, к. с.-х. н., доцент,

¹**Ю. В. Трунов**, д. с.-х. н., профессор,

¹**А. В. Соловьев**, к. с.-х. н., доцент,

¹**Л. В. Титова**, к. с.-х. н., доцент

¹ФГБОУ ВО «Мичуринский ГАУ», г. Мичуринск,

²ФГБНУ «ФНЦ им. И. В. Мичурина», г. Мичуринск

¹kuzin@mgau.ru

УДК 634.11:581.192:631.816

10.31676/2073-4948-2018-52-128-135

УТОЧНЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ЛИСТОВОЙ ДИАГНОСТИКИ ФОСФОРНОГО ПИТАНИЯ В РАЗЛИЧНЫЕ ПЕРИОДЫ ВЕГЕТАЦИИ ЯБЛОНИ В ЦЕНТРАЛЬНОМ ЧЕРНОЗЕМЬЕ

Резюме. В интенсивном саду ФНЦ им. И. В. Мичурина в условиях Тамбовской области изучали динамику содержания фосфора в листьях яблони в течение вегетации на фоне различной обеспеченности почвы фосфором. Тесную положительную корреляцию между содержанием валового фосфора в листьях яблони и урожайностью наблюдали только в фазе цветения. Установлено оптимальное содержание фосфора в листьях яблони сорта Жигулевское в фазе цветения. Показана значимость фертигации и некорневых подкормок для оптимизации фосфорного питания в мае.

Ключевые слова: яблоня, валовое содержание фосфора в листьях, содержание фосфора в почве, динамика, урожайность.

Summary. In the intensive orchard of the Michurin Federal Scientific Center in the Tambov region the dynamics of the phosphorus content in the apple tree leaves during the vegetation was studied against the background of different availability of soil with phosphorus. A close positive correlation between the leaf phosphorus and yield was observed only during blossoming. There was determined the optimal content of leaf phosphorus of the Zhigulevskoye variety in flowering stage. The importance of fertigation and foliar fertilizing for optimization of phosphorus nutrition in May is shown.

Keywords: apple tree, leaf phosphorus, soil phosphorus, seasonal changes, yield.

Введение

Продуктивность растений и качество получаемой продукции в значительной мере определяется использованием удобрений. Эффективность их применения зависит от многочисленных факторов, наиболее значимыми из которых являются биологические особенности привойно-подвойных комбинаций, способов, сроков и норм внесения, агротехники сада в целом. Для формирования продуктивной системы удобрений и повышения

урожайности и качества продукции необходимо использовать результаты почвенного и растительного анализа, полученные непосредственно в конкретном насаждении в определенные сроки, т. к. расчетные методы не всегда способны учитывать сортовые особенности, условия года, плодовую нагрузку и т. д. [6].

Интерпретацию результатов проделанных анализов необходимо осуществлять по заранее установленным уровням-параметрам. Уровни-параметры содержания элементов в органах растений определяют на основании высокой коррелятивной зависимости между урожаем и содержанием элемента в растении в определенной фазе [12].

В своей фундаментальной работе В. В. Церлинг [12] приводит огромное количество данных по диагностике минерального питания различных культур в разные фазы вегетации. Однако по яблоне приведены данные только по фазам цветения, окончания роста побегов и в августе, причем наиболее полно для сорта Антоновка обыкновенная, привитого на семенной подвой. В Центрально-Черноземном регионе огромную работу по оптимизации питания растений и изучению методов растительной и почвенной диагностики плодовых и ягодных культур проделал А. К. Кондаков, который определил параметры оптимального содержания элементов питания в данной зоне [5]. Методика проведения мероприятий по диагностике питания, предложенная данным автором, предусматривала проведение диагностических мероприятий во второй половине лета, как правило, в середине августа [4].

В современных интенсивных садах яблони, оборудованных системами капельного орошения и фертигации, можно регулировать обеспечение растений различными элементами питания в течение вегетации как за счет почвенного питания, так и некорневых подкормок. Более того, диагностика питания растений в сочетании с наблюдением за их развитием по фазам вегетации позволяет наиболее полно установить потребность в элементах питания [9]. Отмечено, что во второй половине вегетации содержание основных элементов питания в листьях несколько снижается и при этом диапазон их концентрации в листьях становится значительно уже, чем в первой половине вегетации [10].

Проблема применения фосфорных удобрений и диагностики фосфорного питания связана с его относительно низкой взаимосвязью с продуктивностью растений [15]. В этой связи для оптимизации процессов питания растений для повышения урожайности и качества продукции весьма актуальным становится вопрос о пофазной диагностике фосфорного питания растений в течение всего сезона вегетации. Цель работы – установить ориентировочные уровни-параметры содержания фосфора в листьях яблони относительно урожайности растений в различные фазы вегетации.

Материалы и методы

Исследования были выполнены в экспериментальном саду ФНЦ им. И. В. Мичурина в интенсивных насаждениях яблони, оборудованных системой капельного орошения. Год посадки сада – 2007, схема размещения растений – 4,5х1 м. Опыт выполнен в трехкратной повторности, деланка – 5 деревьев. Агрохимическая характеристика участка перед закладкой опыта: почва – выщелоченная луговато-черноземная, тяжелосуглинистая. Содержание гумуса – 2,8-3,2%, мощность – 40-50 см. Полевая влагоемкость метрового слоя почвы – 27,9-28,7%, pH_{KCl} – 5,5-5,6, сумма поглощенных оснований – 24,8-31,0 мг-экв./100 г почвы. Обеспеченность почвы основными элементами питания представлена в табл. 1.

Таблица 1.

Содержание основных элементов питания в почве опытных деланок перед закладкой опыта в слое 0-40 см, мг/кг

Группы вариантов	Легкогидро- лизуемый азот	Доступный фосфор	Обменный калий	Подвижный кальций
Без внесения удобрений в почву	86,2-116,8	129,8-167,6	138,8-156,4	2639-2767
Внесение в приствольные полосы с заделкой на 10-15 см	147,0-201,6	182,5-217,3	202,2-297,0	2566-2977
Фертигация	154,4-202,2	155,3-187,5	178,5-222,7	2621-2821

В почву вносили следующие нормы удобрений: в приствольные полосы с заделкой однократно весной – $N_{120}P_{70}K_{150}$ (2014) и $N_{60}P_{20}K_{75}$ (2015); фертигация в десять поливов по фазам вегетации в соответствии с потребностями в элементах питания – $N_{25}P_{20}K_{30}$ (2014) и $N_{15}P_{12}K_{15}$ (2015).

На различных почвенных фонах были применены следующие пофазные системы некорневых подкормок:

– система 1 (сформирована на основании рекомендаций компании «АгроМастер» от 2010 г.): 8 «Мастер» (18.18.18+3+МЭ) + 3 «Бороплюс» + 2 «Мегафол» + 1 «Кальбит» (C1);

– система 2: 8 «Мастер» (18.18.18+3+МЭ) + 3 «Бороплюс» + 8 «Мегафол» + 10 «Кальбит» (C2).

Урожайность определяли при съеме путем взвешивания собранных плодов. Листья высушивали и измельчали на лабораторной мельнице MF10 ИКА. Подготовку листьев для анализа проводили методом К. Е. Гинзбург и Г. М. Щегловой [1]. Содержание фосфора определяли методом фотометрии на КФК-3 [8]. Математическую обработку данных выполняли в соответствии с методами, изложенными Б. А. Доспеховым [3], и с использованием программы Microsoft Excel 2007 с надстройкой AgCStat [2].

Результаты исследований

Применение удобрений различными способами в целом оказало позитивное влияние на урожайность яблони в годы исследований (табл. 2). Позитивное действие некорневых подкормок лучше всего проявлялось на фоне оптимизации почвенного питания, в особенности на фоне фертигации. Данные в таблице 2 приведены по нарастанию суммарной урожайности, и видна четкая тенденция роста продуктивности и того, как корневое и листовое питание дополняют друг друга.

Таблица 2.

Суммарная урожайность яблони под влиянием удобрений и некорневых подкормок, т/га

Вариант		2014	2015	Сумма
1	Без удобрений и подкормок (Контроль)	15,2	23,7	38,9
2	Фертигация без некорневых подкормок	18,9	26,6	45,5
3	Удобрения с заделкой без некорневых подкормок	21,2	27,5	48,7
4	C1 на фоне удобрений с заделкой в почву	20,0	29,7	49,7
5	C1 без внесения удобрений в почву	21,5	29,9	51,4
6	C2 без внесения удобрений в почву	23,3	33,0	56,3
7	C2 заделка удобрений в почву на 10-15 см	22,9	33,4	56,3
8	C1 фертигация	22,8	32,2	55,0
9	C2 фертигация	26,9	37,3	64,2
HCP ₀₅		3,2	4,1	7,3

В то же время в вариантах без некорневых подкормок была относительно низкая урожайность, например, при использовании только фертигации она не имела существенной разницы с контролем без внесения удобрений. При внесении удобрений с заделкой урожайность была выше, чем в варианте без удобрений, но на одном уровне с фертигацией без подкормок. Суммарный урожай в вариантах только с некорневыми подкормками за 2 года наблюдений был выше, чем при внесении удобрений в почву.

Содержание в почве доступного фосфора в разных вариантах опыта в 2014 г. в фазе цветения было весьма различным и колебалось от среднего до очень высокого (табл. 3). Концентрация доступного фосфора в почве опытных делянок (особенно при относительно низком содержании в фазу цветения) в следующие 30 и 60 дней увеличивалась, что может быть связано с увеличением микробиологической активности почвы до начала июля, которая снижалась во второй половине лета [14].

Динамика содержания валового фосфора в листьях растений представлена на рисунке 1 (нумерация вариантов указана в соответствии с табл. 2). Содержание фосфора в листьях в период с июня по сентябрь практически не зависело от норм и способов применения удобрений. В наших опытах с саженцами [7] и плодоносящими растениями яблони [11] мы не обнаружили корреляции между содержанием фосфора в листьях и в почве, а также с продуктивностью растений. По результатам, полученным нами в данном эксперименте в 2014 г., видно, что тесная положительная корреляция между содержанием фосфора в листьях и урожайностью в рамках изученного периода была только в период цветения. Через 30 и 60 дней после цветения мы наблюдали отрицательную корреляцию, т. е. применение фосфорных удобрений в этот период как минимум нецелесообразно.

Таблица 3.

Динамика содержания доступного фосфора в почве в 2014 г., мг/кг почвы

Вариант		Цветение	30 дней после цветения	60 дней после цветения	90 дней после цветения	120 дней после цветения
1	Без удобрений и подкормок (Контроль)	116,6	206,0	229,2	151,9	139,0
2	Фертигация без некорневых подкормок	146,8	221,4	197,1	226,6	190,5
3	Удобрения с заделкой без некорневых подкормок	176,1	241,6	230,4	195,2	179,3
4	C1 на фоне удобрений с заделкой в почву	216,3	224,4	180,7	201,3	175,6
5	C1 без внесения удобрений в почву	211,1	229,2	162,2	157,1	133,9
6	C2 без внесения удобрений в почву	203,4	239,5	175,1	169,9	167,4
7	C2 заделка удобрений в почву на 10-15 см	239,5	221,4	291,0	195,7	195,6
8	C1 фертигация	127,0	189,5	206,9	188,9	187,1
9	C2 фертигация	149,3	242,4	234,3	195,7	221,4
Доверительный интервал		±22,0	±15,8	±21,9	±12,3	±14,0

В 2015 г. сезонная динамика содержания валового фосфора в листьях в целом носила такой же характер, как и 2014 г. (рис. 2). О подобном характере

содержания фосфора в листьях яблони в период после цветения и до окончания вегетации по результатам 5-летних исследований в Лаймбурге (Больцано, Северная Италия) сообщают М. Aichner и Е. Stimpfl [13].

Рис. 1. Сезонная динамика содержания валового фосфора в листьях растений яблони и его корреляция с урожайностью в 2014 г.

Наиболее существенным мы считаем тот факт, что как в 2014 г., так и в 2015 г., в период цветения была положительная корреляция между содержанием валового фосфора в листьях и урожайностью, которая в последующем приобретала отрицательный характер.

Заключение

По итогам наших исследований мы можем заключить, что оптимальное содержание фосфора (с точки зрения взаимосвязи с урожайностью растений) в период цветения у сорта Жигулевское составляет **0,3-0,4%** сухого вещества. В последующий период фертигации данный уровень-параметр снижается до **0,2-0,3%** сухого вещества.

Данные результаты нельзя считать окончательными и их следует уточнить со следующими показателями: качество перезимовки растений и

лежкоспособность продукции. Тем не менее мы можем утверждать следующее: 1) для диагностики обеспеченности растений фосфором необходимо проведение анализа листьев не позднее, чем в фазу «розовый бутон», 2) оптимальными способами обеспечения растений фосфором весной являются некорневые подкормки и фертигация.

Рис. 2. Сезонная динамика содержания валового фосфора в листьях растений яблони и его корреляция с урожайностью в 2015 г.

Список использованной литературы

1. Коновалов С. Н., Дебелова Д. Д. Методы разработки адаптивных систем удобрения в интенсивных технологиях выращивания плодовых и ягодных культур // Плодоводство и ягодоводство России, 2005. – Т. 14. – С. 158-163.
2. Церлинг В. В. Диагностика питания сельскохозяйственных культур. – М.: Агропромиздат, 1990. – 235 с.
3. Кондаков А. К. Удобрение плодовых деревьев, ягодников, питомников и цветочных культур. – Мичуринск: ТОГУП «Издательский дом «Мичуринск», 2006. – 253 с.
4. Кондаков А. К. Методические указания по закладке и проведению полевых опытов с удобрением плодовых и ягодных культур. – Мичуринск: Тамбовская областная типография «Пролетарский светоч», 1978. – 48 с.

5. *Сергеева Н. Н., Бунцевич Л. Л.* Морфогенетические особенности развития и режим питания яблони в условиях Юга России // *Сельскохозяйственная биология*, 2010. – № 5. – С. 92-97.
6. *Сергеева, Н. Н., Пестова Н. Г.* Параметры содержания основных минеральных элементов в листьях яблони в зависимости от этапа индивидуального развития растений и конструкции насаждений // *Плодоводство и виноградарство Юга России*, 2015. – № 33(03). – С. 86-96.
7. *Friedrich G. Fischer u. a.* Physiologische Grundlagen des Obstbaues. – Stuttgart: Eugen Ulmer GmbH&Co, 2000. – 512 S.
8. *Гинзбург Е. К., Щеглова Е. К.* Определение азота, фосфора и калия в растительном материале из одной навески // *Почвоведение*, 1960. – № 5. – С. 100-105.
9. *Минеев В. Г. Сычев В. Г., Амелянчик О. А., Большиева Т. Н., Гомонова Н. Ф. и др.* Практикум по агрохимии / 2-е изд.: Учебное пособие. – М.: Изд-во МГУ, 2001. — 689 с.
10. *Доспехов Б. А.* Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / 5-е изд., доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
11. *Гончар-Зайкин П. П., Чертов В. Г.* Надстройка к Excel для статистической оценки и анализа результатов полевых и лабораторных опытов // *Рациональное природопользование и сельскохозяйственное производство в южных регионах Российской Федерации: сборник научных трудов Прикаспийского научно-исследовательского института аридного земледелия*. – М.: Современные тетради, 2003. – С. 559-564.
12. *Chen C. R., Condrón L. M., Davis M. R., Sherlock R. R.* Seasonal changes in soil phosphorus and associated microbial properties under adjacent grassland and forest in New Zealand // *Forest Ecology and Management*, 2003. – Vol.177, No. 1-3. – Pp. 539-557.
13. *Кузин А. И.* Диагностика минерального питания саженцев яблони на слаборослых клоновых подвоях: автореф. дис. ... к. с.-х. наук. - Мичуринск, 1997 – 23 с.
14. *Трунов Ю. В.* Минеральное питание и удобрение яблони. – Воронеж: Изд-во «Кварта», 2010. – 400 с.
15. *Aichner M., Stimpfl E.* Seasonal Pattern and Interpretation of Mineral Nutrient Concentration in Apple Leaves // *Acta Horticulturae*, 2002. – Vol. 594. – P. 377-382.

^{1,2}**A. I. Kuzin, ¹Y. V. Trunov, ¹A. V. Solovyev, ¹L. V. Titova**

Michurinsk State Agrarian University, Michurinsk,
I. V. Michurin Federal Scientific Centre, Michurinsk

CORRECTION OF LEAF DIAGNOSTICS PARAMETERS OF PHOSPHORIC NUTRITION IN DIFFERENT PERIODS OF APPLE VEGETATION IN THE CENTRAL CHERNOZEM REGION