

УДК 581.13:634.11

**ПАРАМЕТРЫ СОДЕРЖАНИЯ
ОСНОВНЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ
ЭЛЕМЕНТОВ В ЛИСТЬЯХ ЯБЛОНИ
В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ЭТАПА
ИНДИВИДУАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ
РАСТЕНИЙ И КОНСТРУКЦИИ
НАСАЖДЕНИЙ**

Сергеева Наталья Николаевна
канд. с.-х. наук
ст. научный сотрудник
лаборатории агрохимии
и мелиорации

Пестова Нина Георгиевна
научный сотрудник
лаборатории агрохимии
и мелиорации

*Федеральное Государственное
бюджетное научное учреждение
«Северо-Кавказский зональный научно-
исследовательский институт
садоводства и виноградарства»,
Краснодар, Россия*

Роль химической диагностики питания растений возрастает в связи с расширением ассортимента специальных комплексных минеральных удобрений, используемых для листовых подкормок. Этот факт предполагает продолжение системных исследований в области выявления оптимальных параметров содержания элементов в индикаторных органах растений во взаимосвязи с урожайностью. Нами проведены исследования, направленные на выявление динамики и параметров содержания макро- и микроэлементов в листьях плодоносящей яблони в зависимости от этапа индивидуального развития растений и конструктивных особенностей агроценоза. Объект исследований – яблоня сортов Прикубанское и Ренет Симиренко на подвоях М9 и СК4, с разной схемой размещения деревьев. Изучение динамики

UDC 581.13:634.11

**PARAMETERS OF CONTENT
OF MAIN MINERAL ELEMENTS
IN THE APPLE-TREE LEAVES
DEPENDING ON THE STAGE
OF INDIVIDUAL PLANTS
DEVELOPMENT AND
CONSTRUCTION OF ORCHARDS**

Sergeeva Natalya
Cand. Agr. Sci.
Senior Research Associate
of Laboratory of Agric Chemistry
and Melioration

Pestova Nina
Research Associate
of Laboratory of Agric Chemistry
and Melioration

*Federal State Budget Scientific
Organization “North Caucasian
Regional Research Institute
of Horticulture and Viticulture”,
Krasnodar, Russia*

The role of chemical diagnostics of plants nutrition increases in connection with expansion of the range of the special complex mineral fertilizers used for foliar application. This fact assumes a continuation of system research in the field of identification of optimal parameters of the elements maintenance in the indicator plants organs in interrelation with productivity. We carried out the research directed on identification of dynamics and parameters of macro- and microelements content in the leaves of fruit-bearing apple-tree depending on a stage of individual plants development and constructional features of an agric cenosis. The object of research are an apple-tree of Prikubanskoye and Renet Simirenko on M9 and CK4 rootstocks, with the different scheme of trees placement. Study of dynamics

питательного режима растений осуществляли с использованием общепринятых методик. Содержание микроэлементов определяли с помощью атомно-эмиссионного спектрофотометра Optima 2100 DV. Установлено, что для яблони в возрастном периоде плодоношения динамика сезонного содержания основных минеральных элементов характеризуется снижением показателей (азота, фосфора, калия, магния) и сокращением диапазона их значений. Во второй половине вегетации, при более плотном размещении деревьев в саду (4,5 x 0,9 м), наблюдалось более высокое содержание в листьях кальция, железа, марганца и бора. Для яблони в возрастном периоде плодоношения, при сокращении площади питания деревьев с 10 м² до 7,5 м², характерно более высокое содержание в листьях фосфора, кальция и магния. Полученный экспериментальный материал станет базовой основой для установления взаимосвязей в системе «почва – многолетнее растение», а также разработки дифференцированной системы удобрения яблони.

Ключевые слова: ЯБЛОНЯ, ЛИСТОВАЯ ДИАГНОСТИКА, ЭТАП РАЗВИТИЯ РАСТЕНИЯ, КОНСТРУКЦИЯ АГРОЦЕНОЗА, ЭЛЕМЕНТЫ ПИТАНИЯ, ПАРАМЕТРЫ СОДЕРЖАНИЯ

of an apple-tree nutritious mode was carried out using the standard techniques. The maintenance of microelements was determined using the nuclear and emission Optima 2100 DV spectrophotometer. It is established that for an apple-tree in the age period of fruitage the dynamics of the basic mineral elements maintenance is characterized by decrease in the indexes (nitrogen, phosphorus, potassium, magnesium) and reduction of their values range. During the second half of vegetation, when trees placement is more dense in a garden (4,5 x 0,9 m), the higher content of calcium, iron, manganese in the leaves was observed. For an apple-tree in the age period of fruitage, when trees food area reduces from 10 sq.m to 7,5 sq.m the high content in the leaves of phosphorus, calcium and magnesium is observed. The received experimental material will become a basis for establishment of interrelations in a system "soil – perennial plant", and also for development of the differentiated system of an apple-tree fertilizer.

Key words: APPLE-TREE, LEAF DIAGNOSTICS, STAGE OF PLANT DEVELOPMENT, DESIGN OF AGRICENOSIS, FOOD ELEMENTS, PARAMETERS OF CONTENT

Введение. Критериальной оценкой оптимизации режима питания сельскохозяйственных растений является уравнированность содержания в растительных тканях элементов питания, анализируемая методом растительной диагностики. Научная основа данного метода – теория минерального питания растений, разработанная Д.А. Сабининым и развиваемая современными учёными. В настоящее время роль химической диагностики питания растений возрастает в связи с расширением ассортимента специальных комплексных минеральных удобрений, используемых для листовых подкормок. Учение о минеральном питании как факторе управления

всей жизнедеятельностью растений и, следовательно, формированием урожая, предполагает продолжение системных исследований в области выявления оптимальных параметров содержания элементов в индикаторных органах во взаимосвязи с урожайностью сельскохозяйственных культур [1-8].

В этой связи нами были проведены исследования, направленные на выявление динамики и параметров содержания макро- и микроэлементов в листьях плодоносящей яблони в зависимости от этапа индивидуального развития растений и конструктивных особенностей агроценоза в условиях Западного Предкавказья. Полученный экспериментальный материал станет базовой основой для установления взаимосвязей в системе «почва – многолетнее растение», а также разработки дифференцированной системы удобрения яблони.

Объекты и методы исследований. Объект исследований – плодоносящая яблоня сорта селекции СКЗНИИСиВ Прикубанское, 1996 и 2009 года посадки на подвоях М9 и СК4, в насаждениях ОПХ «Центральное» (г. Краснодар) со схемой размещения растений соответственно 5 x 2 м, 5 x 1,5 м и 4,5 x 1,2 м, 4,5 x 0,9 м (рис.).



А



Б

Рис. Насаждения яблони сорта Прикубанское: А – 1996 года посадки на подвое М9, Б – 2009 года посадки на подвое СК4

Изучение динамики питательного режима яблони по показателям содержания в листьях общих форм N, P, K, Ca, Mg, Fe, Cu, Zn, Mn, B осуществляли с использованием общепринятых методик [9-15]. На содержание МЭ растительные пробы анализировали с помощью атомно-эмиссионного спектрофотометра Optima 2100 DV.

Обсуждение результатов. Метеоусловия первой половины вегетации яблони были благоприятны для процессов последовательного развития растений. Период от начала цветения до образования завязи характеризовался средними температурами воздуха – от 14 до 16 °С (колебания составили от 9 до 24 °С) при суммарном количестве осадков в апреле ~ 18 мм.

В период роста и развития завязи (апрель-май) средние температуры воздуха изменялись от 16 до 25 °С, а сумма осадков в мае составила ~ 50 мм. Запасов влаги в период роста побегов было достаточно для развития завязи. Значительного осыпания сформировавшейся завязи не наблюдалось. В июне, в фазе снижения ростовой активности, развитие плодов проходило при среднесуточной температуре воздуха 20-24 °С и обилии осадков (~ 130 мм).

Летние месяцы второй половины вегетации были жаркими: в июле максимальные значения температуры воздуха достигали 32-35 °С.

Осадки выпадали регулярно, в основном в количестве 1,4-4 мм, составив в сумме за месяц 51,3 мм. Рост и созревание плодов яблони проходили в условиях максимальных температур воздуха ~ 37-40 °С и отсутствия атмосферных осадков. В этих условиях анализировали валовое содержание минеральных элементов в листьях побегов яблони в центральной зоне пловодства на выщелоченном чернозёме (табл. 1).

В первой половине вегетации диапазон параметров содержания азота в листьях побегов яблони на фоне их ростовой активности значительно шире, чем в период роста и созревания плодов.

Таблица 1 – Параметры содержания минеральных элементов в листьях побегов яблони сорта Прикубанское в зависимости от этапа вегетационного цикла развития растений

Возрастной период ¹	Содержание основных минеральных элементов, %				
«рост и плодоношение»	N	P	K	Ca	Mg
<i>подвой М9, схема размещения растений 5x2 м²</i>	<i>Первая половина вегетации (рост побегов)</i>				
	1,99-2,64	0,13-0,20	1,2-1,6	1,6-1,9	0,48-0,51
	<i>Вторая половина вегетации (рост и созревание плодов)</i>				
	2,0-2,24	0,15	0,5-0,6	1,3-1,9	0,51-0,72
<i>подвой СК4, схема размещения растений 4,5x0,9-1,2 м</i>	<i>Первая половина вегетации (рост побегов)</i>				
	1,81-3,25	0,14-0,17	1,2-1,3	1,6-2,5	0,26-0,36
	<i>Вторая половина вегетации (рост и созревание плодов)</i>				
	2,2-2,3	0,15-0,30	1,0-1,2	2,0	0,4
<i>подвой СК4, схема размещения растений 4,5x0,9-1,2 м</i>	Содержание микроэлементов, мг/кг				
	Fe	Mn	Zn	Cu	B
	31,0-41,0	15,0-25,2	15,4-19,0	3,0-4,4	8,3-12,6

У яблони на подвое СК4, при меньшей площади питания, во второй половине вегетации диапазон значений содержания валового фосфора более значительный, чем у яблони на подвое М9. Характерной особенностью растений яблони на подвое М9 является значительное снижение валового содержания калия в листьях во второй половине вегетации.

У яблони на подвое СК4 наиболее стабильным было валовое содержание в листьях калия, кальция и магния. По содержанию микроэлементов во второй половине вегетации, в период созревания плодов, отмечен наиболее значительный диапазон варьирования валового содержания таких элементов, как железа и марганца.

Для яблони, находящейся в возрастном периоде плодоношения, значение параметров содержания основных элементов было несколько иным. Во второй половине вегетации наблюдалось стабильное снижение содержания в листьях побегов азота, фосфора, калия и магния (табл. 2).

¹ Классификация возрастных этапов индивидуального развития яблони по П.Г. Шитту

² Данные предыдущих лет исследований

Таблица 2 – Параметры содержания основных минеральных элементов в листьях побегов яблони сорта Прикубанское в зависимости от этапа вегетационного цикла развития растений (1996 г. посадки)

Возрастной период	Содержание основных минеральных элементов, %				
«плодоношение» <i>подвой М 9, схема размещения растений 5х2 м</i>	N	P	K	Ca	Mg
	<i>Первая половина вегетации (рост побегов)</i>				
	1,6-2,4	0,22-0,32	1,0-1,2	0,8-1,3	0,4-0,6
	<i>Вторая половина вегетации (рост и созревание плодов)</i>				
	1,5-1,8	0,14-0,23	0,9-1,0	1,4-1,9	0,2-0,4

Анализ содержания микроэлементов выявил увеличение содержания марганца, цинка и бора во второй половине вегетации, при этом диапазон значений был значительно меньше (табл. 3). Корреляционные связи в системе «почва-лист» были выявлены с коэффициентом $\sim 0,68$ для азота и фосфора; $0,54$ – для калия (для слоя почвы 0-20 см). Устойчивой связи между содержанием микроэлементов в почве сада и в листьях побегов яблони на данном этапе исследований выявлено не было.

Таблица 3 – Параметры содержания микроэлементов в листьях побегов яблони сорта Прикубанское в зависимости от этапа вегетационного цикла развития растений (1996 г. посадки)

Возрастной период	Содержание микроэлементов, мг/кг			
«плодоношение» <i>подвой М 9, схема размещения растений 5х2 м</i>	Mn	Zn	Cu	B
	<i>Первая половина вегетации (рост побегов)</i>			
	10,0-30,0	23,0-43,0	10,2-14,6	16,5-24,2
	<i>Вторая половина вегетации (рост и созревание плодов)</i>			
	70,0-90,0	65,0-70,0	10,0-12,7	25,0-30,0

Исследованы параметры содержания минеральных элементов в листьях побегов яблони в зависимости от конструктивных решений формирования агроценоза, имеющих определяющее воздействие на микроклиматические условия произрастания плодовых деревьев (табл. 4).

Отмечено, что в первой половине вегетационного периода в листьях яблони сорта Прикубанское при сокращении площади питания растений

с 5,4 м² до 4,05 м² значительных различий в содержании и диапазоне значений основных минеральных элементов не наблюдается.

Таблица 4 – Параметры содержания основных минеральных элементов в листьях побегов яблони сорта Прикубанское на подвое СК4 в зависимости от конструкции насаждений (2009 г. посадки)

Конструкция насаждений	Содержание основных минеральных элементов, %				
	N	P	K	Ca	Mg
<i>подвой СК4, схема размещения растений 4,5x1,2 м</i>	<i>Первая половина вегетации (рост побегов)</i>				
	2,0-2,8	0,20	0,9-1,2	1,7-2,0	0,36-0,44
	<i>Вторая половина вегетации (рост и созревание плодов)</i>				
	1,9-2,2	0,15-0,16	0,8-1,0	2,0-2,6	0,31-0,46
	Содержание микроэлементов, мг/кг				
	Fe	Mn	Zn	Cu	B
	28,7-36,4	17,6-24,8	14,6-19,0	3,0-3,1	10,0-10,2
<i>подвой СК4, схема размещения растений 4,5x0,9 м</i>	Содержание основных минеральных элементов, %				
	<i>Первая половина вегетации (рост побегов)</i>				
	N	P	K	Ca	Mg
	2,2-2,75	0,20	1,1	1,8-2,1	0,33-0,52
	<i>Вторая половина вегетации (рост и созревание плодов)</i>				
	1,6-2,2	0,15-0,28	0,8-1,2	2,7-3,0	0,24-0,43
	Содержание микроэлементов, мг/кг				
	Fe	Mn	Zn	Cu	B
	34,6-41,0	20,1-25,2	15,6-17,6	3,0-3,3	9,7-12,6

Во второй половине вегетации, в период роста и созревания плодов, наблюдается более высокое содержание валового фосфора, диапазон значений показателя значительно шире. В этот же период определено также более высокое содержание кальция в листьях при схеме размещения растений 4,5 x 0,9 м.

Анализ содержания микроэлементов позволил также определить, что при сокращении площади питания деревьев с 5,4 м² до 4,05 м² валовое содержание железа, марганца, бора в листьях яблони сорта Прикубанское на подвое СК4 выше, а диапазон варьирования значений меньше.

Было проведено сравнительное изучение параметров содержания минеральных элементов в листьях яблони сортов Прикубанское и Ренет

кубанский на подвое СК4 при одинаковой схеме размещения деревьев и системе формирования крон. Анализ данных табл. 5 свидетельствует о том, что наиболее значительные различия в содержании элементов питания и диапазоне их значений наблюдается во второй половине вегетации, на фоне наибольшей напряжённости гидротермических факторов вегетационного периода. В этот период для сорта Ренет кубанский характерно более высокое содержание в листьях побегов азота, фосфора и калия, а содержание микроэлементов ниже, чем у яблони сорта Прикубанское.

Таблица 5 – Параметры содержания основных минеральных элементов в листьях побегов яблони (2009 г. посадки)

Конструкция насаждений	Содержание основных минеральных элементов, %				
	N	P	K	Ca	Mg
<i>Сорт Прикубанское, подвой СК4, схема размещения растений 4,5х1,2 м</i>	<i>Первая половина вегетации (рост побегов)</i>				
	2,0-2,8	0,20	0,9-1,2	1,7-2,0	0,36-0,44
	<i>Вторая половина вегетации (рост и созревание плодов)</i>				
	1,9-2,2	0,15-0,16	0,8-1,0	2,0-2,6	0,31-0,46
	Содержание микроэлементов, мг/кг				
	Fe	Mn	Zn	Cu	B
	28,7-36,4	17,6-24,8	14,6-19,0	3,0-3,1	10,0-10,2
<i>Сорт Ренет кубанский, подвой СК4, схема размещения растений 4,5х1,2 м</i>	Содержание основных минеральных элементов, %				
	N	P	K	Ca	Mg
	<i>Первая половина вегетации (рост побегов)</i>				
	2,6-2,8	0,18-0,24	0,9-1,1	1,5-1,8	0,40-0,44
	<i>Вторая половина вегетации (рост и созревание плодов)</i>				
	2,3-2,7	0,19-0,29	1,0-1,2	1,7-2,0	0,36-0,40
	Содержание микроэлементов, мг/кг				
	Fe	Mn	Zn	Cu	B
	30,6-33,6	15,0-19,2	14,2-17,5	2,6-4,4	8,3-9,5

Исследовали диапазон параметров содержания минеральных элементов в листьях яблони в возрастном периоде плодоношения (табл. 6).

Динамика содержания основных элементов питания в листьях и диапазон значений параметров свидетельствует о том, что для данной возрастной категории деревьев яблони при уменьшении площади питания

с 10 м² до 7,5 м² в период роста и созревания плодов характерно более высокое содержание фосфора, кальция и магния.

Таблица 6 – Параметры содержания основных минеральных элементов в листьях побегов яблони сорта Прикубанское в зависимости от конструкции насаждений (1996 г. посадки)

Конструкция насаждений	Содержание основных минеральных элементов, %				
	N	P	K	Ca	Mg
<i>подвой М 9, схема размещения растений 5x2 м</i>	<i>Первая половина вегетации (рост побегов)</i>				
	1,6-2,4	0,22-0,32	1,0-1,2	0,8-1,3	0,4-0,6
	<i>Вторая половина вегетации (рост и созревание плодов)</i>				
	1,5-1,8	0,14-0,23	0,9-1,0	1,4-1,9	0,2-0,4
<i>подвой М 9, схема размещения растений 5x1,5 м</i>	<i>Первая половина вегетации (рост побегов)</i>				
	2,2	0,25-0,28	0,9-1,2	1,0-1,3	0,1-0,2
	<i>Вторая половина вегетации (рост и созревание плодов)</i>				
	1,8-2,0	0,22-0,24	0,6	2,4-2,5	0,41-0,47

Таким образом, экспериментально определено, что валовое содержание макро- и микроэлементов в листьях яблони и диапазон значений параметров их содержания находится в зависимости от возрастного периода жизни плодового растения, гидротермических факторов вегетационного периода и конструктивных особенностей плодового агроценоза.

Выводы. В результате исследований были выявлены параметры содержания макро- и микроэлементов в индикаторных органах яблони в зависимости от этапа индивидуального развития растений, конструктивных особенностей плодового агроценоза и почвенно-климатических условий.

В зависимости от этапа вегетационного цикла у растений яблони возрастного периода роста и плодоношения отмечен очень широкий диапазон значений параметров содержания азота, железа и марганца. У яблони на подвое СК4 более стабильное в течение вегетации валовое содержание в листьях калия, кальция и магния. Для яблони, находящейся в возрастном периоде плодоношения, динамика сезонного содержания основных минеральных элементов характеризуется снижением показателей (азот, фосфор, калия, магния) и сокращением диапазона их значений.

В зависимости от конструктивных решений формирования агроценоза в первой половине вегетации, в период благоприятного для яблони сочетания гидротермических условий, фактор «конструкция насаждений» не оказывал влияния на валовое содержание и диапазон значений параметров. Во второй половине вегетации, в период максимальной напряжённости гидротермических факторов на фоне более плотного размещения деревьев в саду (4,5 х 0,9 м), наблюдалось более высокое содержание в листьях побегов кальция, железа, марганца и бора. Для яблони, находящейся в возрастном периоде плодоношения, при сокращении площади питания деревьев с 10 м² до 7,5 м² было характерно более высокое содержание в листьях фосфора, кальция и магния.

Литература

1. Церлинг, В.В. Диагностика питания сельскохозяйственных культур: Справочник / В.В. Церлинг. – М.: Агропромиздат, 1990. – 235 с.
2. Turner N.A. Some observations on the distribution of nitrogen in the growing apple shoot // New Zealand J. Agric. Res. – 1962. - №5. – P. 368-372.
3. Trzcinski T., Le diagnostic foliaire en tant que méthode destinée à surveiller l'état nutritive des arbres fruitiers // Rev.Agric.(Bruxelles). – 1962. - № 15. – P. 1485-1492.
4. Фидлер, В. Листовой анализ в плодоводстве / В. Фидлер. – М.: Колос, 1970. – 95с.
5. Трунов, Ю.В. Активизация адаптационных механизмов растений яблони под влиянием специальных удобрений [Электронный ресурс] / Ю.В. Трунов, Е.М. Цуканова, Е.Н. Ткачёв, О.А. Грезнев, Н.Н. Сергеева // Плодоводство и виноградарство Юга России [Электронный ресурс]. – Краснодар: СКЗНИИСиВ, 2011. – № 12 (6). – С. 78-89. – Режим доступа: <http://www.journal.kubansad.ru/pdf/11/06/09.pdf>.
6. Сергеева, Н.Н. Методологические аспекты диагностики режима питания плодовых культур / Н.Н. Сергеева, Л.Л. Бунцевич // Вестник РАСХН. – 2010. – №2. – С. 43-44.
7. Сергеева, Н.Н. Режим питания и особенности морфогенетического развития яблони в связи с применением листовых обработок / Н.Н. Сергеева, Л.Л. Бунцевич, М.А. Костюк // Материалы междунар.науч.-практ.конф. «Наука и образование». – Прага, 2011/2012. – Т. 27. – С. 27-29.
8. Сергеева, Н.Н. Комплексная диагностика минерального питания яблони / Н.Н. Сергеева // Садоводство и виноградарство. – 2009. – №3. – С.2-5.
9. Методические указания по диагностике минерального питания яблони и других садовых культур. – М.: Колос, 1980. – 47 с.
10. Методические указания по проведению исследований в длительных опытах с удобрениями / Под ред. В. Панникова. – М.: ВАСХНИЛ, 1983. – 172 с.

11. ГОСТ 26570-85. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье (Методы определения кальция). – М., 1985. – С. 1-11.
12. Гинзбург, К.Е. Ускоренный метод сжигания почв и растений / К.Е. Гинзбург, Г.М. Щеглова, Е.В. Вульфус // Почвоведение, 1963 – №5. – С. 89-96.
13. Агрохимические методы исследования почв / Под ред. А.В. Соколова. – М.: Наука, 1975. – 656 с.
14. Петербургский, А.В. Практикум по агрономической химии: Учеб. пособие / А.В. Петербургский. – М.: Колос, 1968. – 496 с.
15. Крищенко, В.П. Методы оценки качества растительной продукции: Учеб. пособие / В.П. Крищенко. – М.: Колос, 1983. – 192 с.

References

1. Cerling, V.V. Diagnostika pitaniya sel'skohozjajstvennykh kul'tur: Spravochnik / V.V. Cerling. – М.: Agropromizdat, 1990. – 235 s.
2. Turner N.A. Some observations on the distribution of nitrogen in the growing apple shoot // New Zealand J. Agric. Res. – 1962. - №5. – R. 368-372.
3. Trzcinski T., Le diagnostic foliaire en tant que méthode destinée à surveiller l'état nutritive des arbres fruitiers // Rev.Agric.(Bruxelles). – 1962. - № 15. – R. 1485-1492.
4. Fidler, V. Listovoj analiz v plodovodstve / V. Fidler. – М.: Kolos, 1970. – 95 s.
5. Trunov, Ju.V. Aktivizacija adaptacionnykh mehanizmov rastenij jabloni pod vlijaniem special'nykh udobrenij [Elektronnyj resurs] / Ju.V. Trunov, E.M. Cukanova, E.N. Tkachjov, O.A. Greznev, N.N. Sergeeva // Plodovodstvo i vinogradarstvo Juga Rossii [Elektronnyj resurs]. – Krasnodar: SKZNIISiV, 2011. – № 12 (6). – S. 78-89. – Rezhim dostupa: <http://www.journal.kubansad.ru/pdf/11/06/09.pdf>.
6. Sergeeva, N.N. Metodologicheskie aspekty diagnostiki rezhima pitaniya plodovykh kul'tur / N.N. Sergeeva, L.L. Buncevic // Vestnik RASHN. – 2010. – №2. – S. 43-44.
7. Sergeeva, N.N. Rezhim pitaniya i osobennosti morfogeneticheskogo razvitiya jabloni v svyazi s primeneniem listovykh obrabotok / N.N. Sergeeva, L.L. Buncevic, M.A. Kostjuk // Materialy mezhdunar.nauch.-prakt.konf. «Nauka i obrazovanie». – Praga, 2011/2012. – T. 27. – S. 27-29.
8. Sergeeva, N.N. Kompleksnaja diagnostika mineral'nogo pitaniya jabloni / N.N. Sergeeva // Sadovodstvo i vinogradarstvo. – 2009. – №3. – S.2-5.
9. Metodicheskie ukazaniya po diagnostike mineral'nogo pitaniya jabloni i drugih sadovykh kul'tur. – М.: Kolos, 1980. – 47 s.
10. Metodicheskie ukazaniya po provedeniju issledovanij v dlitel'nykh opytah s udobrenijami / Pod red. V. Pannikova. – М.: VASHNIL, 1983. – 172 s.
11. GOST 26570-85. Korma, kombikorma, kombikormovoe syr'e (Metody opredeleniya kal'cija). – М., 1985. – С. 1-11.
12. Ginzburg, K.E. Uskorennyj metod szhiganiya pochv i rastenij / K.E. Ginzburg, G.M. Shheglava, E.V. Vul'fius // Pochvovedenie, 1963 – №5. – С. 89-96.
13. Агрохимические методы исследования почв / Под ред. А.В. Соколова. – М.: Наука, 1975. – 656 с.
14. Петербургский, А.В. Практикум по агрономической химии: Учеб. пособие / А.В. Петербургский. – М.: Колос, 1968. – 496 с.
15. Krishhenko, V.P. Metody ocenki kachestva rastitel'noj produkcii: Ucheb. posobie / V.P. Krishhenko. – М.: Kolos, 1983. – 192 с.