

УДК 631.81:634.11

**ВЛИЯНИЕ
ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫХ
ПОДКОРМОК НА
АГРОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ
ПОЧВЫ САДА, КАЧЕСТВО
ПИТАНИЯ ЯБЛОНИ И
МИНЕРАЛЬНЫЙ СОСТАВ ПЛОДОВ**

Сергеева Наталья Николаевна
канд.с.-х. наук
Пестова Нина Георгиевна
Ярошенко Олеся Владимировна

*Государственное научное учреждение
Северо-Кавказский зональный научно-
исследовательский институт
садоводства и виноградарства
Россельхозакадемии, Краснодар, Россия*

Проведен анализ химического состава плодов яблони в зависимости от уровня корневого питания в интенсивных насаждениях, на основе результатов агрохимических исследований в опытах с удобрением плодовых культур. Получены уравнения зависимости содержания минеральных элементов в плодах яблони от содержания валовых форм элементов в листьях в связи с уровнем корневого питания.

Ключевые слова:
ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫЕ
ПОДКОРМКИ, МИНЕРАЛЬНЫЕ
ЭЛЕМЕНТЫ, ПОЧВА, КИСЛОТНОСТЬ,
ПИТАТЕЛЬНЫЙ РЕЖИМ, ЯБЛОНЯ

UDK 631.81:634.11

**INFLUENCE OF ORGANOMINERAL
FERTILIZERS ON AGROCHEMICAL
INDICATORS OF THE ORCHARD
SOIL, QUALITY OF THE APPLE-
TREES FEED AND MINERAL
COMPOSITION OF FRUITS.**

Sergeeva Natalya
Cand. Sci. Agr.
Pestova Nina
Yaroshenko Olesya

*State Scientific Organization North
Caucasian Regional Research Institute of
Horticulture and Viticulture of the Russian
Academy of Agricultural Sciences,
Krasnodar, Russia*

The analysis of the chemical composition of the apple-tree fruits depending on the level of root nourishment in the intensive plantings, on the basis of the results of agrochemical research in the course of experiments with fertilizer of fruit crops is carried out. The equations of dependence between the content of mineral elements in the apple-tree fruit and the content of total forms of elements in the leaves in connection with the level of a root nourishment are received.

Keywords: ORGANOMINERAL
FERTILIZERS, MINERAL ELEMENTS,
SOIL, ACIDITY, THE NUTRITION
REGIMEN, APPLE-TREE

Введение. Условия корневого питания являются основным фактором, определяющим питательный режим растений в процессе формирования урожая и его качества. Единство системы «почва-многолетнее растение» включает взаимосвязанные процессы, протекающие в растительном организме и в почве. Интенсивность и направленность их с одной стороны связана с различным уровнем обеспеченности почвы доступными элементами

жизнеобеспечения в связи с насыщенностью агроценоза факторами интенсификации, равномерностью распределения их на отведённой для дерева площади, сбалансированностью ионов в почвенном растворе и т.д., а с другой стороны – с избирательным потреблением питательных веществ, их транспортом в надземную часть растений включением в синтетические реакции, конечной целью которых является формирование урожая.

Установлено, что содержание обменных форм элементов питания в почве, соответствующее требованиям сельскохозяйственных растений, стимулирует фотосинтетическую деятельность, способствует снижению непродуктивной траты воды (Кулаковская, 1990), а химический состав плодов во многом зависит от почвенных условий и насыщенности технологического процесса возделывания специальными агроприёмами (Трусович, 1978; Ефимова, 1988; Сергеева, Причко, Трунов, 2003). В этой связи дальнейшее изучение соответствия факторов жизнеобеспечения специфическим требованиям многолетних растений для оптимизации условий выращивания является актуальным.

Основной целью настоящих исследований было выявление изменений питательного режима яблони, минерального состава плодов и агрохимических показателей садовой почвы при применении органоминеральных удобрений.

Объекты и методы исследований. Для реализации поставленных задач использовали современные методы полевых и лабораторных исследований в соответствии с общепринятыми методиками [1-5]. Опыт по оптимизации минерального питания слаборослой плодоносящей яблони сортов Айдаред и Прикубанское был заложен в опытно-производственном хозяйстве «Центральное» (Краснодар); подвой М9, насаждение неорошаемое, междурядья задернены сеянными травами, схема размещения растений 5×2 м, год посадки 1996. Почвы под плодоносящими насаждениями – малогумусный сверхмощный чернозём выщелоченный.

Осенью 2007 года были внесены органоминеральные удобрения (ОМУ), содержащие макро- и микроэлементы («Универсальное» N – 7%, P₂O₅ – 7%, K₂O – 8,2%, MgO – 1,6%, C_{гум} – 2,5%, Mo – 0,003%, Mn – 0,07%, Cu – 0,01%, Zn – 0,01%, B – 0,02%, pH_{вод} 5,92, pH_{сол} 5,65), в дозе 5,5 т/га (доза основных элементов питания составила N30P30R35). Удобрения вносили локально в борозды на глубину 15-18 см. Повторность опыта трёхкратная, в повторности по 6 учётных деревьев. Агрохимические показатели почвы исследовали на глубину до 60 см через каждые 20 см.

В статье приводятся данные исследований за 2008-2009 гг.

Обсуждение результатов. Применение в саду ОМУ способствовало существенному увеличению содержания подвижных форм макро- и микроэлементов в почве сада (табл. 1, 2).

Таблица 1 – Среднее содержание макроэлементов в почве сада яблони, мг/кг

Выборочные статистические оценки	Слой почвы 0-20 см					
	нитратный азот		подвижный фосфор		обменный калий	
	контроль	органоминеральные подкормки	контроль	органоминеральные подкормки	контроль	органоминеральные подкормки
$\bar{x}$	1,56	60,30	247,67	759,33	131,33	633,67
$Sx(v)$	0,167	1,155	5,364	69,863	5,333	31,072
HCP_{05}	3,72		203,62		99,31	
S	58,74		511,67		502,33	
$Sx, \%$	2,80		9,40		6,04	
Слой почвы 20-40 см						
$\bar{x}$	0,47	234,7	204,33	674,00	98,33	353,33
$Sx(v)$	0,033	16,108	8,413	10,970	3,333	21,858
HCP_{05}	49,07		58,36		76,52	
S	234,23		469,67		255,00	
$Sx, \%$	9,70		3,09		7,88	
Слой почвы 40-60 см						
$\bar{x}$	0,83	238,83	165,67	521,33	87,67	355,00
$Sx(v)$	0,088	13,973	16,128	44,849	3,667	39,154
HCP_{05}	42,64		107,66		114,80	
S	238,00		355,67		267,33	
$Sx, \%$	8,28		7,29		12,06	

Примечание: $\bar{x}$ – средняя арифметическая, $Sx(v)$ – ошибка выборочной средней, HCP_{05} – наименьшая существенная разность, S – стандартное отклонение, $Sx, \%$ – точность опыта.

Таблица 2 – Среднее содержание микроэлементов в почве сада в зависимости от применения удобрений и глубины отбора образцов почвы (мг/кг), яблоня сорта Прикубанское

Выборочные статистические оценки	Слой почвы 0-20 см							
	Zn		Cu		Mn		B	
	контроль	органоминеральные подкормки	контроль	органоминеральные подкормки	контроль	органоминеральные подкормки	контроль	органоминеральные подкормки
$\bar{x}$	1,16	2,10	3,40	3,68	45,90	108,43	0,37	1,78
$Sx(v)$	0,075	0,208	0,154	0,277	2,627	10,598	0,027	0,147
HCP_{05}	0,40		0,68		24,25		0,39	
S	0,94		0,28		62,53		1,40	
$Sx, \%$	5,77		4,44		7,31		8,49	
Слой почвы 20-40 см								
$\bar{x}$	1,11	2,30	3,86	1,88	47,30	194,20	0,41	15,12
$Sx(v)$	0,020	0,173	0,151	0,179	1,305	11,362	0,033	0,012
HCP_{05}	0,53		0,58		30,58		0,07	
S	1,19		-1,98		146,90		14,71	
$Sx, \%$	7,23		4,68		5,89		0,22	
Слой почвы 40-60 см								
$\bar{x}$	0,48	0,36	0,86	0,55	46,43	260,73	0,53	4,48
$Sx(v)$	0,020	0,035	0,020	0,056	3,465	25,383	0,041	0,023
HCP_{05}	0,05		0,13		68,61		0,10	
S	-0,12		-0,31		214,30		3,95	
$Sx, \%$	2,55		4,39		10,39		0,90	

На фоне применения органоминеральных удобрений было выявлено локальное нарушение физиологического равновесия почвенного раствора: снижение $pH_{вод.}$ на 24% (0-20 см), 20% (20-40 см) и 23% (40-60 см); pH_{KCl} – соответственно на 11, 15 и 14% в сравнении с контролем (без удобрений). При этом в зоне внесения удобрений значительно возросла гидролитическая кислотность: она составила 6,83 (0-20 см), 8,00 (20-40 см) и 6,71 мг-экв./100г (40-60 см), тогда как на контроле эти показатели были более стабильны – соответственно 3,44, 3,52 и 3,28 мг-экв./100г.

В связи с изменением кислотности анализировали содержание в почве обменного кальция, оказывающего стабилизирующее влияние на равновесие почвенного раствора. В слое почвы 0-20 см содержание обменного кальция снизилось на 7%, в слое 20-40 см – на 8% и в слое 40-60 см – на

2%. При этом содержание обменного магния увеличилось соответственно по глубинам на 7, 1 и 24%, что также свидетельствует о некотором нарушении баланса и проявлении антагонизма элементов.

При выявлении математической зависимости гидролитической кислотности от содержания обменных форм кальция определено, что существует обратная зависимость, выраженная линейным уравнением (контроль, без удобрений) (рис. 1) с коэффициентом детерминации:

$$R^2 = 0,92 \text{ (0-20 см),}$$

$$R^2 = 0,94 \text{ (20-40 см),}$$

$$R^2 = 0,74 \text{ (40-60 см).}$$

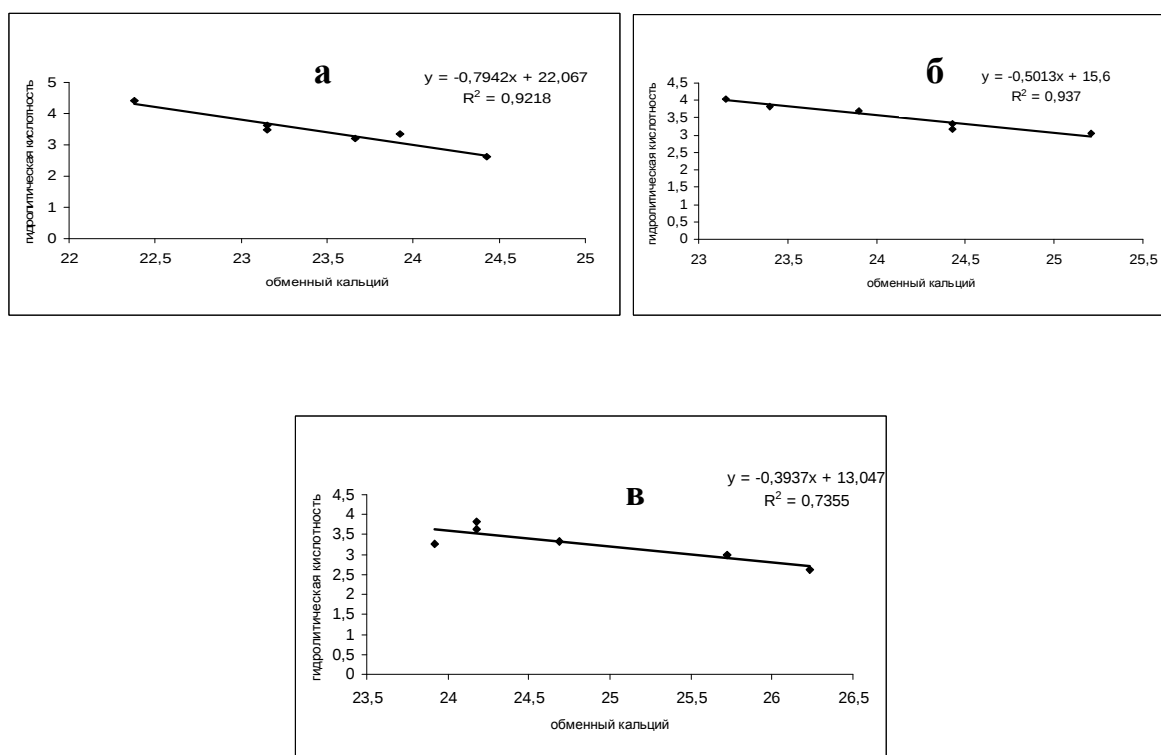


Рис. 1. Зависимость гидролитической кислотности от содержания обменного кальция в почве сада на контроле (без удобрений), мг-экв./100г: а – слой почвы 0-20 см, б – слой почвы 20-40 см, в – слой почвы 40-60 см

При нарушении уравновешенности почвенного раствора в варианте с применением удобрений (рис. 2) теснота связи между показателями снижается и составляет:

$$R^2 = 0,70 \text{ (0-20 см),}$$

$$R^2 = 0,36 \text{ (20-40 см),}$$

$$R^2 = 0,63 \text{ (40-60 см).}$$

Выявленная тенденция при этом сохраняется.

Анализ зависимости гидролитической кислотности от содержания обменного магния выявил взаимосвязь показателей, выраженную нелинейным уравнением с коэффициентом детерминации на контроле 0,88 (0-20 см), 0,76 (20-40 см) и 0,85 (40-60 см); указанная зависимость отсутствовала в варианте с применением удобрений (рис. 3).

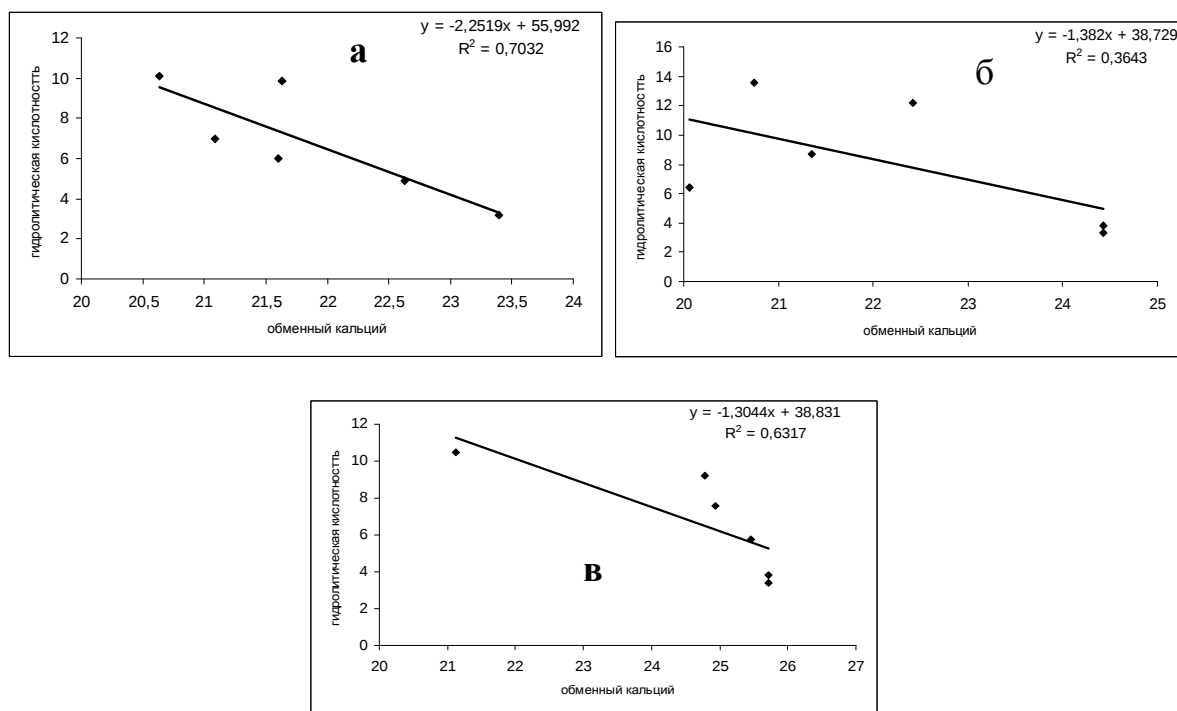


Рис. 2. Зависимость гидролитической кислотности от содержания обменного кальция в почве сада при применении ОМУ, мг-экв./100г: а – слой почвы 0-20 см, б – слой почвы 20-40 см, в – слой почвы 40-60 см

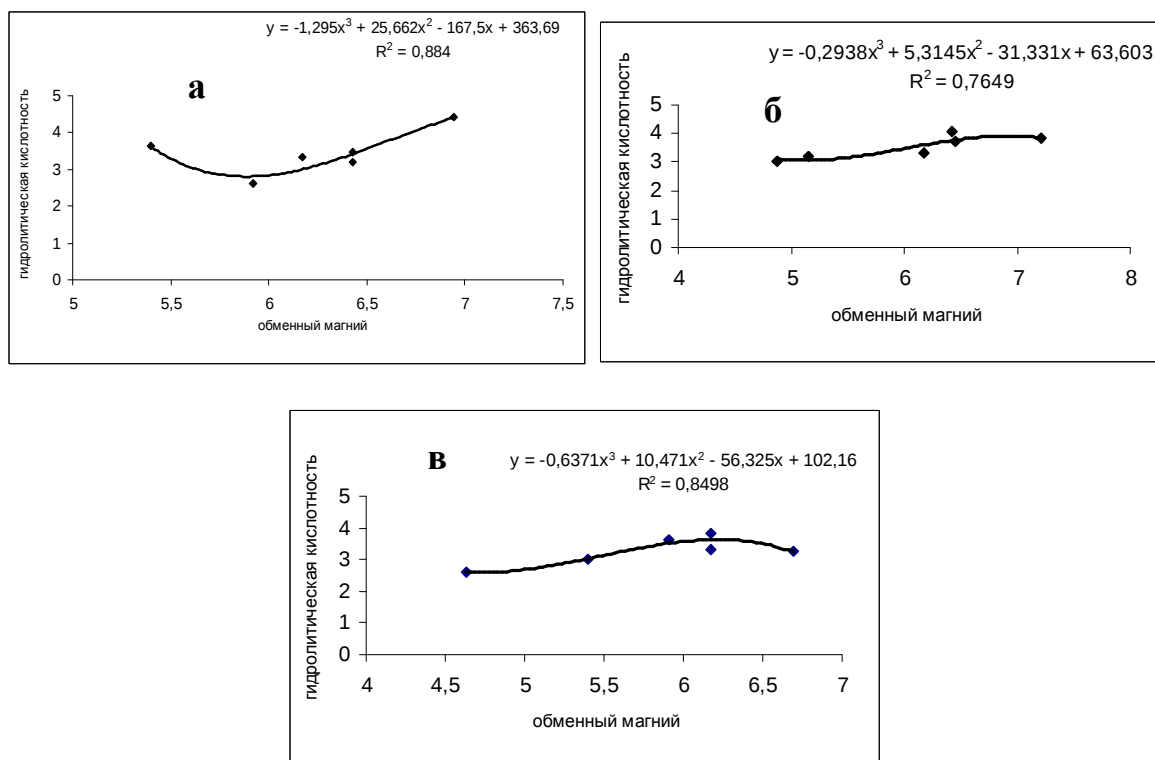


Рис. 3. Зависимость гидролитической кислотности от содержания обменного магния в почве сада на контроле (без удобрений), мг-экв./100г: а – слой почвы 0-20 см, б – слой почвы 20-40 см, в – слой почвы 40-60 см

Выявленные изменения агрохимических показателей почвы при внесении удобрений оказали влияние на качество питания культуры. Изменение питательного режима яблони оценивалось по динамике содержания минеральных элементов в листьях и по показателям, характеризующим качество питания. Анализировались такие показатели как соотношения N/P, N/K, N/P/K, Ca/Mg.

В фазу развития плода «грецкий орех» определено увеличение доли общих форм азота и кальция в листьях яблони* на фоне применения удобрений в соотношениях N/P и Ca/Mg:

	N/P	Ca/Mg
контроль, без удобрений	9,14	3,08
органоминеральные подкормки	9,22-9,75	3,76-3,95

* В весенний период анализировали листья розеток

Изменение пищевого режима почвы сада способствовало также увеличению содержания общих форм марганца и цинка в листьях: на фоне применения удобрений соответственно на 8-16 и 19-24%, в сравнении с контролем. Содержание бора и меди во всех вариантах было близким по значениям.

В середине лета, в период созревания плодов, на удобренном фоне методом листовой диагностики выявлено увеличение содержания общих форм азота и магния в среднем, соответственно, на 22 и 14% в сравнении с контролем, что сопровождалось изменением соотношения основных минеральных элементов в листьях:

	N/P	N/K	N/P/K	Ca/Mg
контроль, без удобрений	9,20	2,2	64:7:29	3,88
органоминеральные подкормки	10,9-12,1	2,9	70:6:24	3,27-3,31

В этот период было выявлено и изменение содержания микроэлементов в листьях ростовых побегов яблони: в контрольном варианте содержания марганца и цинка увеличилось соответственно в 3,7 и 4,8 раза, а в вариантах с применением удобрений – в 4,7-5,5 и 4,1-4,7 раза (рис. 4).

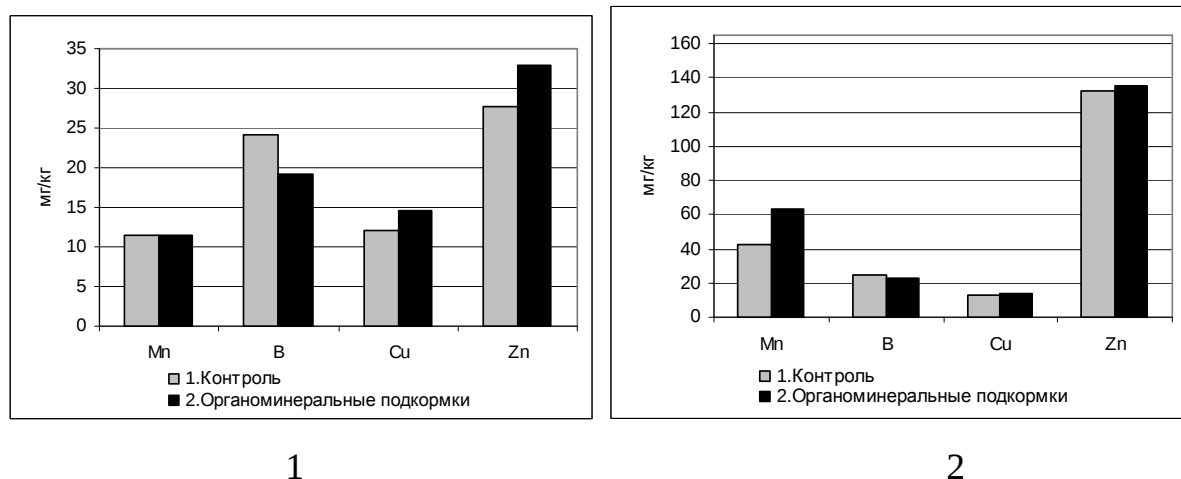


Рис. 4. Содержание микроэлементов в листьях яблони в фазу развития плода «грецкий орех» (1) и в период созревания плодов (2)

В плодах яблони также отмечено увеличение содержания азота и магния. При этом соотношения N/P, N/P/K, Ca/Mg составили:

	N/P	N/P/K	Ca/Mg
контроль, без удобрений	5,97	40:7:53	2,9
органоминеральные подкормки	7,94-8,01	48:6:46	1,9

При диагностировании режима питания соотношения позволяют выявлять уровень сбалансированности минеральных элементов и корректировать систему подкормок яблони.

Анализ содержания микроэлементов в плодах позволил выявить увеличение общих форм меди и цинка, соответственно, на 50% и более и на 28-52% (рис. 5).

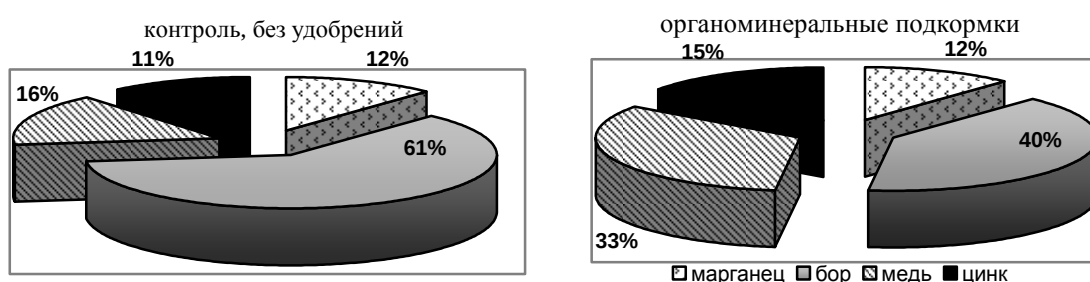


Рис. 5. Среднее содержание микроэлементов в плодах яблони в связи с применением удобрений, % от суммы микроэлементов

К периоду съёмной зрелости плодов превышение содержания общего азота в листьях на вариантах с применением удобрений у обоих изучаемых сортов яблони в сравнении с контролем составило 2-12%, что также влияло на качество питания яблони:

	N/P	N/K	N/P/K	Ca/Mg
контроль, без удобрений	11,0	3,2	71:6:23	3,56
органоминеральные подкормки	13,6-14,9	4,8	78:5:17	3,83-4,60

В плодах на вариантах с применением удобрений соотношение N/K, N/P/K изменялось в более широком диапазоне в сравнении с контролем, а соотношение Ca/Mg было стабильным во всех вариантах опыта (2,2):

	N/K	N/P/K
контроль, без удобрений	0,63	38:2:60
органоминеральные подкормки	0,63-0,93	38-48:2:50-60

На фоне применения удобрений в плодах изучаемых сортов увеличилось содержание марганца (60%), бора (15%) и цинка (40% и более).

Данные исследований были подвергнуты статистической обработке по методу Б.А. Доспехова с последующим анализом взаимосвязи минерального состава плодов и листьев (основные элементы) с помощью программы Microsoft Office Excel.

Определена прямая тесная зависимость содержания общего фосфора и калия в плодах от содержания элементов в листьях по фазам развития:

$$y = 1,2561x - 0,1605 \text{ при } R^2 = 0,7522 \text{ (фосфор) и}$$

$$y = 7,0731x - 7,0723 \text{ при } R^2 = 0,9715 \text{ (калий).}$$

Зависимость содержания общего кальция в плодах от содержания его в листьях, по фазам развития, также довольно значимая и была представлена нелинейной функцией:

$$y = -4,7385x^2 + 11,518x - 6,5389 \text{ при } R^2 = 1$$

Выводы. Исследованиями установлено, что органоминеральные удобрения способствует значительному увеличению содержания подвижных форм макро- и микроэлементов в почве сада и изменению режима питания яблони. Использование таких показателей качества питания культуры, как соотношения N/P, N/K, N/P/K, Ca/Mg позволяет оценивать изменение питательного режима яблони в зависимости от корневого питания.

Выявлена тенденция взаимосвязи содержания минеральных элементов в листьях и плодах яблони. Эта зависимость неоднозначна и требует дальнейшего изучения механизмов распределения и ремобилизации элементов в растении, с целью оптимизации химического состава плодовой продукции.

Литература

1. Методические указания по проведению исследований в длительных опытах с удобрениями/ Под ред. В Панникова. – М.: ВАСХНИЛ, 1983. – 172 с.
2. Агрохимические методы исследования почв/ Под ред. А.В. Соколова. – М.: Наука, 1975. – 656 с.
3. Гинзбург, К.Е. Ускоренный метод сжигания почв и растений / Гинзбург К.Е., Щеглова Г.М., Вульфius Е.В. //Почвоведение, 1963. – №5. – С. 89-96.
4. Крищенко, В.П. Методы оценки качества растительной продукции: Учеб. пособие/ В.П. Крищенко.– М.: Колос, 1983. – 192 с.
5. Петербургский, А.В. Практикум по агрономической химии: Учеб. пособие/ А.В. Петербургский.– М.: Колос, 1968. – 496 с.