

УДК 634.1:631.811.033

СОДЕРЖАНИЕ И СООТНОШЕНИЕ НЕКОТОРЫХ КОМПОНЕНТОВ ЗОЛЬНОГО СОСТАВА В МОЛОДЫХ ДЕРЕВЬЯХ ЯБЛОНИ КАК ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПОРАЖЕННОСТИ ИХ РОЗЕТОЧНОСТЬЮ

В. М. ТАРАСОВ, А. Н. ЖУРАВЛЕВА

(Кафедра плодоводства)

Листья и побеги пораженных розеточностью яблонь содержат, как правило, меньше цинка, чем те же органы здоровых [1, 12 и др.]. Ряд исследователей [18, 19, 21] считают, что содержание цинка в листьях здоровых деревьев должно быть не менее 15 мг/кг. Но так как количество цинка в листьях в значительной степени зависит от почвы, сорта, подвоя, климата, положения листьев в кроне дерева и других факторов [1, 6], то этот уровень содержания цинка нельзя считать критическим. Например, в условиях Поволжья [1] не удалось установить порогового содержания цинка, при котором яблоня заболевает розеточностью. В опытах [3] содержание цинка в листьях больных и здоровых деревьев было довольно близким.

Имеются данные [20, 22], что отношение фосфора к цинку в растительных тканях является более надежным показателем при определении цинковой недостаточности, чем содержание цинка в них, так как в некоторых случаях содержание цинка на единицу массы ткани у растений, испытывающих цинковое голодание, оказывается таким же, как у растений, обеспеченных этим элементом, или даже выше. В опытах [24] оптимальное соотношение этих элементов было в пределах 50—200 в зависимости от вида растений и сорта. При содержании фосфора в листьях яблони в июле — августе больше 0,2 % возможно отрицательное влияние фосфорных удобрений на питание цинком [18]. Однако, по данным других авторов [23], отношение фосфора к цинку не может служить показателем обеспеченности цинком.

Причины антагонизма между цинком и фосфором недостаточно изучены. Одни исследователи считают, что фосфаты образуют с цинком малорастворимые соединения, недоступные или малодоступные растениям [9, 11 и др.], другие [8, 10, 16, 22], что блокирование цинка фосфором происходит в тканях растений.

Таким образом, еще не установлено единства взглядов на диагностические показатели цинковой недостаточности, не выявлены также причины антагонизма между цинком и фосфором. Поэтому представляло интерес выяснить связь между химическим составом молодых яблонь при внесении высоких доз минеральных удобрений и проявлением розеточности.

Методика и условия проведения исследований

Вегетационно-полевые опыты были заложены в 1974 г. в совхозе «Каменка» Каменско-Днепровского района Запорожской области. Подробно методика их проведе-

ния описана нами ранее [15]. Схемы были следующими.

Опыт 1:1 — без внесения удобрений (контроль); 2 — 1 г P_2O_5 на 1 кг почвы

(условно вариант 1P); 3 — 1,5 г P₂O₅ (1,5P); 4 — 1P+0,05 г Zn (1PZn); 5 — 1P+некорневая подкормка ранней весной 8 %-ным раствором цинка из расчета 1200 л на 1 га (1P8 % Zn); 6 — Zn; 7 — 8% Zn.

Опыт II: 1 — без внесения удобрений (контроль); 2 — 1P; 3 — 0,5 г K₂O на 1 кг почвы (условно вариант K); 4 — Zn; 5 — 1PK; 6 — 1PZn; 7 — KZn; 8 — 8% Zn; 9 — 1P8% Zn; 10 — K8% Zn; 11 — 1PK8% Zn.

В вариантах 1P и 1,5P, как мы полагаем, должны были создаваться условия питания яблони, которые складываются при 20- и 30-летнем внесении фосфорных удобрений в садах.

Все учеты и наблюдения проводились на 20 деревьях сорта Джонатан.

Для изучения динамики содержания элементов питания в листьях образцы отбирали в фазы начала роста, интенсивного роста и окончания роста побегов с 10 деревьев варианта по 10 листьев побегов и по 15 листьев 2—3-летних кольчаток. С побегов отбирали закончившие рост листья (4-6-й от верхушки побега). Для определения общего содержания в растениях макро- и микроэлементов в конце августа 1976 г. в опыте I выкопали по 3 типичных дерева в варианте. Листья, побеги, многолетние ветви, кольчатки, ствол, обрастающие и скелетные корни взвешивали, затем в средних образцах весовым методом определяли

влажность и отбирали для анализов средние образцы (25—30 г), которые помещали в сушильный шкаф при температуре 30—40°.

Смешанные почвенные образцы по вариантам в обоих опытах отбирали из 5 проб с глубины 0—30 см.

В почве определяли содержание подвижных форм фосфора и калия по Мачигину, цинка и меди — по Крупскому и Александровой на атомно-абсорбционном спектрофотометре [7, 13], рН_{вод} — на рН-метре рН 340; в растительных образцах — содержание азота, фосфора и калия — методом нейтронно-активационного анализа [14], цинка и меди — атомно-абсорбционным методом [13]. Математическую обработку данных проводили дисперсионным методом. Данные по 1976 г. не приводятся для краткости, поскольку они показали те же тенденции, что и в другие годы.

Исследования проводились в 1974—1976 гг. Лето 1974 г. было прохладнее обычного. В этом году выпало наибольшее количество осадков за весь период исследований и составило полторы годовые нормы. Вегетационный период 1975 г. оказался жарким и засушливым. Особенно засушливыми были летние и осенние месяцы. Осадков за год выпало на 40 % меньше нормы. Лето 1976 г. было прохладным, количество выпавших осадков за год на 17 % превысило норму.

Результаты исследований

Содержание подвижного фосфора в почве всех вариантов вегетационно-полевых опытов высокое или очень высокое (табл. 1, 2). Через 5 мес после внесения удобрений в вариантах с фосфором оно возросло в I опыте до 138—172, во II — до 80—117 мг на 1 кг почвы.

Обеспеченность подвижным калием низкая и средняя. В I опыте по этому показателю существенных различий между вариантами не наблюдалось, а во II опыте при внесении одних калийных удобрений и совместно с фосфорными она возросла через 5 мес после закладки опыта соответственно до 262 и 303 мг на 1 кг почвы. В последнем варианте значительно увеличилось и содержание подвижных форм калия. В результате изменились соотношения между этими элементами и цинком, что и вызвало, по-видимому, усиление отрицательного влияния на растения фосфорных и калийных удобрений.

Т а б л и ц а 1

Содержание в почве подвижных форм фосфора, калия, цинка и меди (мг/кг) в 1974—1975 гг. Опыт I

Варианты опыта	P ₂ O ₅		K ₂ O		Zn		Cu	
	1974	1975	1974	1975	1974	1975	1974	1975
Контроль	43,0	43,0	209	212	0,63	0,67	0,35	0,18
1P	138,0	108,0	192	190	0,60	0,55	0,35	0,16
1,5P	172,5	145,5	182	172	0,62	0,60	0,40	0,17
1PZn	144,1	115,5	209	198	6,07	5,90	0,26	0,25
1P8 % Zn	141,5	117,5	192	189	1,10	1,04	0,27	0,25
Zn	51,5	49,0	186	202	4,66	4,85	0,25	0,16
8 % Zn	42,5	41,5	194	204	1,05	1,12	0,28	0,25

Содержание в почве подвижных форм фосфора, калия, цинка и меди (мг/кг)
в 1974 и 1975 гг. Опыт II

Варианты опыта	P ₂ O ₅		K ₂ O		Zn		Cu	
	1974	1975	1974	1975	1974	1975	1974	1975
Контроль	40,5	39,7	178	163	0,72	0,68	0,35	0,18
IP	79,5	76,5	192	202	0,66	0,60	0,42	0,40
K	41,0	39,0	262	245	0,60	0,55	0,38	0,25
Zn	53,0	42,7	199	202	5,85	5,30	0,30	0,25
IPK	103,0	94,0	303	282	0,62	0,70	0,25	0,37
IPZn	100,0	61,2	182	182	5,15	4,87	0,35	0,27
KZn	37,5	38,2	244	230	5,68	5,50	0,38	0,35
8 % Zn	39,0	36,5	179	158	0,70	0,75	0,38	0,40
IP8 % Zn	109,5	81,0	184	179	0,75	0,68	0,20	0,15
K8 % Zn	34,0	36,0	238	232	0,64	0,70	0,30	0,26
IPK8 % Zn	117,0	109,5	264	246	0,85	0,76	0,40	0,26

Почва бедна подвижным цинком — 0,58—0,72 мг на 1 кг почвы. При использовании цинковых удобрений его количество резко возросло, особенно при совместном внесении с высокими дозами фосфора в I опыте. Это можно объяснить некоторым снижением pH почвы (7,85 против 8,04 в контроле). На 3-й год после закладки опытов в вариантах с цинком количество подвижного цинка снизилось на 60—73 % в результате закрепления его почвой. Но при внесении высоких доз фосфора этого не произошло. Следовательно, антагонизм между фосфором и цинком носит физиологический характер.

Почва опытных участков содержала мало подвижной меди. Существенных различий между вариантами по данному показателю не установлено.

Высокие дозы фосфора, калия и цинка как на 2-й, так и на 3-й год после закладки опыта оказали значительное влияние на поглощение питательных веществ яблоней. При определении содержания макро- и микроэлементов в отдельных органах, а также в растении в I опыте (табл. 3) подтвердились приведенные в литературе [2, 12] данные о том, что при улучшении питания цинком повышается содержание общего азота в растениях. Вместе с тем общее количество азота снижалось в вариантах с высокими дозами фосфора, а процентное его содержание во всех органах яблони, кроме обрастающих корней в варианте P, было либо близко к контролю, либо несколько выше (табл. 4). По-видимому, здесь имеет место своеобразное «концентрирование» поступающих в растение азотистых веществ в меньшей вегетативной массе. Внесение одного цинка влияло на содержание азота слабо. Исключение составили листья побегов и обрастающие корни. В первом случае содержание азота достоверно повысилось, во втором — снизилось.

Во все сроки отбора образцов существенных различий между вариантами в I и II опытах по этому показателю в листьях побегов не наблюдалось. Лишь в I опыте в период окончания роста побегов в 1976 г. он увеличился при внесении как одних цинковых удобрений, так и одних фосфорных (табл. 5, 6).

Согласно литературным данным [4], объективным показателем обеспеченности растений элементами питания является соотношение между ними, а не процентное содержание каждого элемента.

Относительное содержание азота в листьях побегов уменьшалось при внесении в почву фосфорных и фосфорно-калийных удобрений и увеличивалось почти во всех вариантах с цинком (табл. 7, 8), а содержание фосфора в первых двух вариантах существенно повышалось и

Валовое содержание макро- и микроэлементов (г)
в трехлетних яблонях в 1976 г. Опыт I

Варианты опыта	N	P	K	Zn	Cu
Контроль	13,28	1,23	9,07	36,10	8,45
	% к контролю				
1P	60,4	65,9	64,1	46,3	61,3
1,5P	52,4	64,2	58,3	37,8	65,0
1PZn	171,6	165,0	172,4	172,4	184,5
1P8%Zn	118,5	112,2	121,5	116,9	142,7
Zn	141,2	121,1	135,6	143,9	127,7
НСП _{об}	1,15	0,11	0,81	2,88	0,83

уменьшалось в большинстве вариантов с цинком (табл. 5, 6). Эти показатели мало изменялись при внесении одних калийных удобрений.

Имеются данные об увеличении содержания фосфора в корнях при внесении цинка [1]. В наших исследованиях применение цинка даже совместно с фосфором не давало такого эффекта. Этот показатель как в обрастающих и скелетных корнях, так и в остальных изучаемых орга-

Таблица 4

Содержание азота, фосфора, калия (% на сухое вещество), цинка и меди
(мг на 1 кг сухой массы) в органах яблони в 1976 г. Опыт I

Показатели	Контроль	1P	1,5P	1PZn	1P8 % Zn	Zn	НСП _{об}
	Побеги						
N	$\frac{2,22}{0,92}$	$\frac{2,44}{0,99}$	$\frac{2,40}{0,99}$	$\frac{2,39}{0,85}$	$\frac{2,32}{0,89}$	$\frac{2,56}{0,88}$	$\frac{0,09}{0,13}$
P	$\frac{0,13}{0,12}$	$\frac{0,16}{0,13}$	$\frac{0,18}{0,14}$	$\frac{0,11}{0,10}$	$\frac{0,11}{0,11}$	$\frac{0,10}{0,10}$	$\frac{0,01}{0,02}$
K	$\frac{1,66}{0,79}$	$\frac{1,71}{0,94}$	$\frac{1,86}{0,87}$	$\frac{1,64}{0,77}$	$\frac{1,66}{0,79}$	$\frac{1,64}{0,69}$	$\frac{0,08}{0,12}$
Zn	$\frac{17,2}{19,5}$	$\frac{12,4}{15,8}$	$\frac{9,5}{15,0}$	$\frac{22,3}{21,3}$	$\frac{17,6}{21,5}$	$\frac{24,2}{21,2}$	$\frac{1,1}{0,9}$
Cu	$\frac{6,0}{6,7}$	$\frac{5,6}{7,1}$	$\frac{6,4}{8,5}$	$\frac{5,7}{5,4}$	$\frac{6,4}{6,5}$	$\frac{5,8}{6,1}$	$\frac{0,5}{0,3}$
	Корни						
N	$\frac{1,58}{0,89}$	$\frac{1,38}{1,27}$	$\frac{1,45}{1,03}$	$\frac{1,61}{1,01}$	$\frac{1,65}{1,18}$	$\frac{1,22}{0,90}$	$\frac{0,14}{0,12}$
P	$\frac{0,17}{0,11}$	$\frac{0,18}{0,14}$	$\frac{0,19}{0,15}$	$\frac{0,18}{0,12}$	$\frac{0,17}{0,12}$	$\frac{0,16}{0,10}$	$\frac{0,02}{0,02}$
K	$\frac{0,78}{0,72}$	$\frac{0,78}{0,85}$	$\frac{0,70}{0,85}$	$\frac{0,58}{0,65}$	$\frac{0,76}{0,67}$	$\frac{0,59}{0,51}$	$\frac{0,10}{0,08}$
Zn	$\frac{28,2}{9,6}$	$\frac{23,5}{9,0}$	$\frac{22,0}{8,2}$	$\frac{36,9}{14,1}$	$\frac{30,5}{11,8}$	$\frac{38,6}{14,5}$	$\frac{1,3}{1,1}$
Cu	$\frac{5,0}{3,0}$	$\frac{6,2}{4,1}$	$\frac{6,4}{4,2}$	$\frac{4,6}{2,9}$	$\frac{5,1}{3,4}$	$\frac{5,0}{2,9}$	$\frac{0,4}{0,3}$

Примечание. Побеги: в числителе — листья, в знаменателе — стебли; корни — соответственно обрастающие и скелетные.

Содержание в листьях азота, фосфора, калия (% на сухое вещество), цинка и меди (мг на 1 кг сухой массы) в 1975 г. Опыт I

Варианты опыта	19 мая				31 июля				
	N	P	K	Zn	N	P	K	Zn	Cu
Контроль	3,43	0,31	2,61	22,0	2,09	0,10	1,54	16,5	6,7
1P	3,36	0,38	2,70	15,3	2,16	0,15	1,58	11,5	6,6
1,5P	3,33	0,42	2,67	12,6	2,09	0,18	1,57	8,5	6,4
1PZn	3,35	0,29	2,59	24,9	2,19	0,11	1,49	23,0	6,5
1P8%Zn	3,39	0,31	2,63	23,2	2,15	0,11	1,51	15,5	6,4
Zn	3,34	0,25	2,66	31,0	2,11	0,10	1,50	24,7	6,4
8%Zn	3,40	0,26	2,58	26,3	2,08	0,11	1,47	20,7	6,7
HCP ₀₅	0,12	0,03	0,12	0,8	0,12	0,11	0,11	0,8	0,3

нах яблони оставался на уровне контроля (табл. 4). Но при внесении одного фосфора он возрастал в различной степени во всех органах яблони. Однако общее содержание фосфора в растении было выше в вариантах с одним цинком и значительно меньше — в вариантах с одним фосфором (табл. 3).

Н. А. Афанасенко [1] отмечал антагонизм ионов калия и цинка при цинковом голодании яблони. В его опытах при внесении цинка содержание калия в листьях уменьшалось. Напротив, в опытах Ф. Н. Рыкалина [12] обработка растений цинком способствовала более интенсивному поступлению калия в листья растений в июле и августе.

В наших исследованиях относительное содержание калия в листьях побегов значительно повышалось во всех вариантах с внесением калийных удобрений, а в остальных случаях оно изменялось незначительно (табл. 5, 6). Соотношение K : P уменьшалось при внесении в почву высоких доз фосфора, фосфора и калия и увеличивалось почти во всех вариантах с калием и цинком (табл. 7, 8).

При внесении одного фосфора содержание калия в большинстве изучаемых органов яблони увеличивалось, а в вариантах Zn, 1P Zn и

Таблица 6

Содержание в листьях азота, фосфора, калия (% на сухое вещество), цинка и меди (мг на 1 кг сухой массы) в 1975 г. Опыт II

Варианты опыта	19 мая				31 июля				
	N	P	K	Zn	N	P	K	Zn	Cu
Контроль	3,54	0,38	2,53	27,3	2,07	0,13	1,57	15,2	6,8
1P	3,51	0,44	2,55	19,0	2,15	0,18	1,58	13,5	6,6
K	3,49	0,37	2,76	26,3	2,02	0,13	1,75	17,0	7,1
Zn	3,60	0,33	2,57	31,8	2,10	0,09	1,48	28,0	7,0
1PK	3,60	0,46	2,80	18,5	2,13	0,19	1,78	11,0	6,6
1PZn	3,52	0,34	2,58	31,3	2,08	0,09	1,62	22,5	6,7
KZn	3,49	0,33	2,77	29,8	2,10	0,09	1,72	25,3	6,8
8%Zn	3,49	0,34	2,54	32,6	2,12	0,12	1,58	20,8	7,0
1P8%Zn	3,51	0,34	2,58	22,5	2,14	0,12	1,62	16,5	6,7
K8%Zn	Не опр.			28,0	Не опр.			18,8	6,8
1PK8%Zn	3,56	0,35	2,81	24,8	2,06	0,11	1,76	17,5	6,6
HCP ₀₅	0,13	0,03	0,12	1,0	0,14	0,02	0,10	1,0	0,3

Примечание. При определении 27 июня содержание указанных элементов было ниже, чем 19 мая, и выше, чем 31 июля, т. е. наблюдалось постепенное снижение их содержания от начала к концу вегетационного периода.

Соотношение элементов питания в листьях в 1975 г. Опыт I

Варианты опыта	19 мая			31 июля			
	N:P	K:P	P:Zn	N:P	K:P	P:Zn	Cu:Zn
Контроль	11,1	8,4	141	20,8	15,4	61	0,4
1P	8,8	7,1	248	14,4	10,5	130	0,6
1,5P	7,9	6,4	333	11,6	8,7	212	0,8
1PZn	11,6	8,9	116	19,9	13,6	48	0,3
1P8%Zn	10,9	8,5	134	19,6	13,7	71	0,4
Zn	13,4	10,6	81	21,1	15,0	40	0,3
8%Zn	13,1	9,9	99	18,9	13,4	53	0,3

П р и м е ч а н и е. Значения рассматриваемых отношений 27 июня были близкими к их значениям при определении 19 мая.

1P8% Zn было близким к контролю (табл. 4). Однако общее количество калия во всем растении увеличивалось в вариантах с цинком и снижалось при внесении в почву одного фосфора (табл. 3).

В литературе [16] отмечено увеличение содержания цинка в листьях яблони под влиянием повышенных доз фосфорных удобрений. Однако большинство авторов наблюдали снижение содержания цинка в растениях при повышенных дозах фосфора и увеличение его содержания при внесении цинковых удобрений [5, 8, 9, 23].

В наших опытах высокие дозы фосфора, а также фосфора и калия вызывали значительное снижение содержания цинка в листьях побегов яблони, причем с увеличением дозы фосфора эта тенденция усиливалась (табл. 5, 6). Применение цинковых удобрений способствовало повышению значения данного показателя. При внесении в почву калия количество цинка в листьях побегов было близким к контролю либо несколько выше. Оно уменьшалось в вариантах с одним фосфором и увеличивалось под влиянием цинка. Такая же картина наблюдалась и при анализе остальных органов яблони (табл. 4).

По мнению одних исследователей [8, 17], причиной цинковой недостаточности является то, что анионы фосфорной кислоты препятствуют поглощению цинка корнями. Другие авторы [23] считают, что увеличение дозы фосфора ведет к уменьшению содержания цинка в надземных органах и увеличению его содержания в корнях, что свидетельствует о замедлении передвижения цинка из корней в надземные части растения. В наших опытах фосфорные удобрения вызывали снижение, а цинковые — возрастание содержания цинка в корнях, т. е. угнетения передвижения цинка из корней в надземные части растения не наблюдалось. Следовательно, антагонизм между цинком и фосфором проявляется, по-видимому, при поглощении ионов корнями растения.

Валовое содержание цинка в растениях также возрастало при внесении цинковых удобрений и снижалось при внесении высоких доз фосфора (табл. 3).

Имеются данные [16] о некотором уменьшении содержания меди в листьях яблони под влиянием повышенных доз фосфорных удобрений. Мы в своих опытах не выявили такой закономерности. Противоречивость результатов можно объяснить тем, что в опытах, описанных в [16], яблони росли в условиях медной недостаточности. Нижним пределом нормального обеспечения яблони медью в указанной работе считается 4—5 мг/кг при отборе образцов в период роста побегов. В наших опытах в этот срок отбора образцов содержание меди в листьях побегов было несколько выше предельного уровня и составляло 5,6—6,4 мг на 1 кг

Соотношение элементов питания в листьях в 1975 г. Опыт II

Варианты опыта	19 мая			31 июля			
	N:P	K:P	P:Zn	N:P	K:P	P:Zn	Cu:Zn
Контроль	9,3	6,7	139	15,9	12,1	86	0,4
1P	8,0	5,8	232	11,9	8,8	133	0,5
K	9,4	7,5	141	15,5	13,5	76	0,4
Zn	10,9	7,8	104	23,3	16,4	32	0,3
1PK	7,8	6,1	249	11,2	9,4	173	0,6
1PZn	10,4	7,6	109	23,1	18,0	40	0,3
KZn	10,6	8,4	111	23,3	19,1	36	0,3
8% Zn	10,3	7,5	104	17,7	13,2	58	0,3
1P8%Zn	10,3	7,6	151	17,8	13,5	73	0,4
1PK8%Zn	10,2	8,0	141	18,7	16,0	63	0,4

П р и м е ч а н и е. Значения отношений 27 июня были близкими к их значениям, полученным при определении 31 июля.

сухого вещества. В Крыму [12] при обработке растений медьсодержащими фунгицидами установлено, что цинк способствует уменьшению содержания меди в листьях побегов яблони. Как видно из табл. 5 и 6, содержание меди в листьях побегов яблони незначительно изменялось под влиянием внесенных удобрений. Однако отношение Cu:Zn возрастало в вариантах 1P, 1,5P и 1PK и снижалось в вариантах с цинком (табл. 7, 8).

Содержание меди во всех остальных органах яблони увеличивалось при внесении фосфорных удобрений и уменьшалось либо оставалось близким к контролю при внесении в почву цинка (табл. 4).

Валовое содержание меди в растении снижалось при высоких дозах фосфора и повышалось в вариантах с цинком (табл. 3). Однако отношение Cu:Zn уменьшалось при внесении в почву цинка и значительно возрастало при внесении фосфора (табл. 7). В контроле оно составило 0,23:1, при внесении цинка в почву — 0,21:1, а в варианте 1,5P — 0,40:1.

Итак, высокие дозы фосфора, калия и цинка оказывают существенное влияние на поглощение питательных элементов, вследствие чего изменяются и соотношение между их содержанием в растении, и режим минерального питания яблони в целом. Наиболее значительное влияние эти удобрения оказали на поглощение растениями фосфора и цинка.

Интенсивное развитие симптомов розеточности в два различных по погодным условиям года в I опыте (1974 и 1975) наблюдалось при содержании в период начала роста побегов фосфора больше 0,33% (на сухое вещество), цинка — меньше 15,3 мг (на 1 кг сухой массы), во II опыте — соответственно больше 0,39% и меньше 20,1 мг. Деревья были здоровыми в I опыте при содержании фосфора меньше 0,28%, цинка — больше 22,8 мг, во II — меньше 0,33% и больше 28,0 мг. Как мы полагаем, основным диагностическим показателем развития розеточности является соотношение между фосфором и цинком, так как на фоне достаточной обеспеченности цинком яблоня хорошо растет при очень высоком насыщении почвы фосфором. Наиболее интенсивное развитие симптомов болезни наблюдалось при отношении P:Zn в период роста побегов в I опыте больше 200 и во втором — больше 170, деревья были здоровыми при отношении меньше 116.

Выводы

1. Высокие дозы фосфорных, калийных и цинковых удобрений оказывают существенное влияние на поглощение питательных элементов, вследствие чего изменяется соотношение между их содержанием в растении и режим минерального питания яблони в целом. В наибольшей степени от внесения удобрений зависят содержание фосфора и цинка, особенно их соотношение в растениях.

2. При использовании высоких доз фосфора не наблюдалось закрепления подвижного цинка фосфатами. Следовательно, антагонизм между фосфором и цинком на данном типе почв носит физиологический характер. При этом фосфорные удобрения вызывали снижение, а цинковые — увеличение содержания цинка в корнях, т. е. передвижение цинка из корней в надземные части растения не замедлялось. Антагонизм между цинком и фосфором проявляется, по-видимому, в процессе поглощения ионов корнями растения.

3. О режиме питания яблони цинком можно судить по химическому составу листьев. Деревья были поражены розеточностью при содержании в листьях в фазу роста побегов фосфора больше 0,3 % (на сухое вещество), а цинка — меньше 20 мг (на 1 кг сухой массы). При скрытой форме заболевания количество фосфора в листьях составляло 0,25—0,30 %, цинка — 15—25 мг, а у здоровых деревьев — соответственно 0,20—0,25 % и 25—35 мг. Однако более надежным диагностическим показателем является не содержание в листьях фосфора и цинка, а их соотношение. У растений с симптомами розеточности соотношение фосфор : цинк в листьях в фазу роста побегов больше 150, при скрытой форме заболевания — 100—150 и у здоровых — меньше 100.

ЛИТЕРАТУРА

1. Афанасенко Н. А. Цинковая недостаточность в минеральном питании яблони в условиях Волгоградской области. — Автореф. канд. дис. М., 1972. — 2. Викторов Д. П., Молисова Д. М. Влияние цинка и регулятора роста КАНУ на некоторые стороны обмена веществ яблони. — Тр. Воронеж. гос. ун-та. Воронеж, 1971, т. 78, с. 19—23. — 3. Власюк П. А., Рудакова Е. В., Каракис К. Д. Розетковость дрибнолистной яблони та заходи боротьби з нею. — Вісник с.-г. науки, 1971, № 6, с. 46—53. — 4. Гордецкая С. П. Влияние удобрений на рост и химический состав яблони в контролируемых условиях. — В сб.: Почвенные условия, удобрение и урожайность плодовых и ягодных культур. Киев: Урожай, 1970, с. 562—566. — 5. Дьёри Д., Матц Г. Влияние фосфорного минерального удобрения на содержание цинка и триптофана в семенах кукурузы. — VIII Междунар. конгресс по минеральным удобрениям. М.: Внешторгиздат, 1976, т. II, с. 242—249. — 6. Канивец И. И. Основные причины функциональных заболеваний плодовых растений и меры по их предупреждению. — В сб.: Почв. условия, удобрение и урожайность плодовых и ягодных культур. Киев: Урожай, 1970, с. 402—416. — 7. Лернер Л. А., Иванов Д. Н. Определение содержания подвижных форм меди, кобальта, цинка, марганца в почвах методом атомно-абсорбционной спектрофотометрии. — Агрохимия, 1970, № 7, с. 137—143. — 8. Ликсандру Г., Корлацеану Е., Тэрнауца-ну Е. Взаимозависимость эффекта фосфора и цинка, вносимых в качестве удобрений под сою. — VIII Междунар. конгресс по минеральным удобрениям. М.: Внешторгиздат, 1976, т. IV, с. 42—49. — 9. Мокриевич Г. Л., Яровой Н. В. Влияние фосфорных удобрений на использование цинка растениями. — Агрохимия, 1970, № 7, с. 147—149. — 10. Негреев В. Н., Тарасов В. М. Влияние основных удобрений и цинка на розеточность яблони в условиях степного Крыма. — Изв. ТСХА, 1978, вып. 1, с. 124—132. — 11. Панин М. С., Лобода Б. П. Влияние минеральных удобрений на содержание цинка в системе почва — растение в условиях орошения. — Агрохимия, 1978, № 10, с. 107—112. — 12. Рыкалин Ф. Н. Цинковая недостаточность в минеральном питании яблони в степной зоне Крыма. — Автореф. канд. дис. М., 1973. — 13. Самохвалов С. Г., Чеботарева Н. А. Метод. указания по атомно-абсорбционному определению микроэлементов в вытяжках из почв и в растворах золь кормов и растений. М.: ЦИНАО, 1977. — 14. Срапеняц Р. А. Метод нейтронно-активационного анализа растений на азот, фосфор и калий. — Химия в сельск. хоз-ве, 1977, № 1, с. 30—32. — 15. Тарасов В. М., Журавлева А. Н. Рост, плодоношение и заболеваемость розеточностью молодых яблонь при внесении высоких доз фосфорно-калийных и цинковых удобрений. Изв. ТСХА, 1980, вып. 6, с. 110—118. — 16. Тарасов В. М., Коваленко В. Ф. Со-

держание меди в почве и листьях при усы-
хании побегов яблони — Изв. ТСХА, 1972,
вып. 4, с. 122—134. — 17. Bingham F. T.,
Garber M. Y. — Soil Sci. Soc. Amer.
Proc., 1960, vol. 24, N 3, p. 209—213. —
18. Bould C. — In: Fruit nutrition. New
Brunswick. New Jersey, 1966, p. 651—684. —
19. Boynton D., Oberly G. H. — In:
Fruit nutrition. New Brunswick. New Jersey,
1966, p. 1—50. — 20. Bucher R. — Wein-
berg Keller, 1970, Bd 17, H. 9, S. 427—

447. — 21. Heeney H. B. et al. — Can.
J. Plant Sci., 1964, vol. 44, N 2, p. 195—
200. — 22. Millikan C. R. — Austral.
Agr. Res., 1963, vol. 14, N 2, p. 180—205. —
23. Stukenholtz D. D. et al. — Soil
Sci. Soc. Amer. Proc., 1966, vol. 30, N 6,
p. 759—763. — 24. Trier K., Berg-
mann W. — Arch. Acker-u. Pflanzenbau
u. Bodenkunde, 1974, Bd 18, H. 1, S. 53—
63.

Статья поступила 27 марта 1981 г.

SUMMARY

Pot and field experiments with young Jonatan apple trees were conducted on the state farm "Kamenka" (Zaporozhsky region) in 1974—1976.

Applying high doses of phosphorus into the soil did not result in immobilization of mobile zinc by phosphates. The fertilizers produced simultaneous substantial effect on the uptake of several elements, which changed the correlation between them. The greatest changes occurred in the amount of phosphorus and zinc in plants. The ratio between phosphorus and zinc rather than their content in the leaves proved to be a more reliable diagnostic indicator of appearing rosetting symptoms in the apple tree. At the stage of sprout growth in the leaves of plants having symptoms of the disease P:Zn in >150 , in those with the latent form of the disease — 100—150, while in healthy plants <100 .