

УДК 634.11:632.16:531.811.1'2'94

## РОСТ И ЗАБОЛЕВАЕМОСТЬ РОЗЕТОЧНОСТЬЮ МОЛОДЫХ ЯБЛОНЫ ПРИ ВНЕСЕНИИ ВЫСОКИХ ДОЗ АЗОТНЫХ, ФОСФОРНЫХ УДОБРЕНИЙ, ЦИНКА И МЕДИ

В. М. ТАРАСОВ, В. И. АКИМОВ

(Кафедра плодоводства)

В условиях интенсификации плодоводства особо важное значение приобретает рациональное использование минеральных удобрений. Неправильное применение удобрений не только не окупает расходы, но и приводит к возникновению у растений ряда функциональных заболеваний. Установленное за последние 10—15 лет широкое распространение розеточности яблони в садах ряда районов страны объясняется преимущественно влиянием антропогенных факторов, в частности длительным и интенсивным применением фосфорных удобрений, медьсодержащих фунгицидов и др. [9]. Однако роль фосфорных удобрений и особенно меди в этиологии заболевания изучена пока очень слабо.

По данным ряда авторов, механизмы поглощения цинка и меди различны [14, 15]. Некоторые исследователи отмечают явление синергизма при воздействии этих элементов [5, 7], но большинство — антагонистическое взаимовлияние [6, 10—12].

### Условия и методика исследований

Для изучения роли основных, цинковых и медных удобрений в этиологии розеточности осенью 1975 г. в совхозе «Каменка» Запорожской области, где заболеваемость яблонь розеточностью довольно высокая, были заложены три вегетационно-полевых опыта.

Почва — чернозем обыкновенный карбонатный легкосуглинистый<sup>1</sup>. Содержание гумуса в плантажированном слое 1,2—1,5 %, калия по Протасову — 24,6—26,8 мг, подвижного фосфора по Мачигину — 5,9—6,9 мг на 100 г почвы, подвижного цинка — 0,15—0,35, меди — 0,37—0,45 мг на 1 кг сухой почвы, рН<sub>сол</sub> — 8,4—8,5.

Однолетние саженцы сорта Джонатан на подвое М-9 высаживали на расстоянии 50 см друг от друга в траншеи 100×60 см. Из-за сильного подмерзания и гибели значительной части деревьев в зиму 1975/76 г. они были заменены новыми однолетними саженцами сорта Джонатан на сеянцах Сары синап.

В опыте I исследовали пораженность и рост молодых яблонь в зависимости от азотных, фосфорных и медных удобрений.

Схема опыта: вариант 1 — без удобрений (контроль), 2 — N, 3 — P, 4 — Zn, 5 — Cu, 6 — NP, 7 — NZn, 8 — NCu, 9 — PZn, 10 — PCu, 11 — ZnCu, 12 — PZnCu. Нормы удобрений: P — 1500 мг, N — 31, Zn и Cu — по 75 мг на 1 кг почвы.

В опытах II и III изучали те же показатели, но в условиях применения различных доз медных и цинковых и одних цинковых удобрений. Схема опыта II: вариант 1 — без удобрений (контроль), 2 — Cu<sub>10</sub>, 3 — Cu<sub>25</sub>, 4 — Cu<sub>50</sub>, 5 — Cu<sub>100</sub>, 6 — Cu<sub>25</sub>Zn<sub>25</sub>, 7 — Cu<sub>50</sub>Zn<sub>25</sub>, 8 — Cu<sub>100</sub>Zn<sub>25</sub>; опыта III: 1 — без удобрений (контроль), 2 — Zn<sub>10</sub>, 3 — Zn<sub>25</sub>, 4 — Zn<sub>50</sub>, 5 — Zn<sub>100</sub> (индексом показано количество мг д. в. на 1 кг почвы).

Итак, в опытных вариантах воспроизводились условия питания яблони, которые создаются в результате длительного применения фосфорных удобрений, а также медь- и цинксодержащих фунгицидов.

Удобрения в форме аммиачной селитры, гранулированного суперфосфата, сернокислого цинка и сульфата меди внесли послойно через каждые 10 см и тщательно сме-

<sup>1</sup> Кауричев И. С., Тарасов В. М., Ганжара Н. Ф. Почвенно-геохимическое обследование садов совхоза «Каменка» с целью выяснения причин функциональных заболеваний плодовых культур. Окончательный отчет за 1974—1975 гг. М., ТСХА, 1975.

шали с почвой. В последующие годы удобрения, за исключением азотных, не применяли. Аммиачную селитру вносили ежегодно поверхностно из расчета 240 кг д. в. на 1 га.

Деревья различных вариантов отделяли деревянными щитами, обтянутыми полиэтиленовой пленкой, на глубину траншеи. В I и III опытах в варианте было по 20 деревьев, а во II — по 12. Повторность в I и III опытах 20-, а во II — 12-кратная (повторность — дерево).

Пораженность розеточностью оценивали по методике кафедры плодоводства Тимирязевской академии [8], суммарный прирост побегов — измерением длины всех побегов на всех учетных деревьях, диаметр

штамба — на высоте 10 см от поверхности почвы, общую площадь листьев — весовым методом. Во II и III опытах для определения массы деревьев в начале сентября 1978 г. взвешивали по три типичных растения в варианте. Содержание азота, фосфора, калия в сухих листьях определяли на автоматической установке нейтронно-активационного анализа, цинка и меди — атомно-адсорбционным методом, содержание в почве подвижных форм фосфора и калия — по Мачигину, цинка и меди — по Крупскому и Александровой,  $pH_{вод}$  на pH-метре и pH-340. Достоверность полученных результатов оценивали при помощи дисперсионного анализа.

## Результаты

Рост и пораженность розеточностью молодых яблонь в контроле опыта I были средними, интенсивность проявления симптомов заболевания слабой (табл. 1).

Азотные удобрения способствовали снижению количества пораженных деревьев в 1977 г., но индекс пораженности при их внесении несколько возрос. В 1978 г. в 3 раза уменьшилось количество пораженных растений, так и индекс поражения, а в 1979 г. эти показатели были на уровне контроля. Есть основание полагать, что действие азотных удобрений обусловлено их подкисляющим влиянием на почву [13].

В вариантах с фосфорными удобрениями и сульфатом меди резко увеличилось число пораженных растений и интенсивность поражения. Так, в 1977 г. в вариантах P и Cu количество пораженных деревьев повысилось соответственно на 20 и 10 %, а индекс пораженности — в 14 и 11 раз. При совместном внесении фосфора и меди (а также фосфора и азота) отрицательный эффект усиливался. В этих вариантах были поражены все деревья, индекс поражения достигал максимума. Совместное применение азотных и медных удобрений уменьшало проявление симптомов заболевания по сравнению с вариантом, где внеслась одна медь, в 1977—1978 гг. в 2, а в 1979 г. — в 1,5 раза.

Предпосадочное внесение цинка во всех случаях приводило к полному выздоровлению или значительному оздоровлению растений.

Опыт II показал, что с увеличением количества медных удобрений возрастало как число розеточных деревьев, так и интенсивность их поражения (табл. 2). Дозы меди 10 и 25 мг на 1 кг почвы не оказывали заметного влияния на эти показатели, а дозы 50 и 100 мг не только приводили к увеличению пораженности болезнью, но и угнетали развитие яблонь. На фонах  $Cu_{50}$  и  $Cu_{100}$  внесение 25 мг цинка на 1 кг почвы хотя и улучшило общее состояние деревьев, но не смогло нейтрализовать отрицательное действие меди. Вероятно, в таких случаях необходимо применять более высокие дозы цинка. Так, в I опыте при внесении меди и цинка по 75 мг на 1 кг почвы не наблюдалось угнетения растений и развития розеточности.

Высокие дозы меди оказывали значительное влияние на рост и облиственность деревьев (рисунок). Высота деревьев в 1977 г. в вариантах  $Cu_{50}$  и  $Cu_{100}$  была соответственно на 10,4 и 19,4 % меньше, чем в контроле. Внесение цинка нейтрализовало отрицательное действие меди. Так, в варианте  $Cu_{50}Zn_{25}$  растения по высоте не отличались от контрольных, а в варианте  $Cu_{100}Zn_{25}$  этот показатель был в 2,5 раза больше, чем при внесении  $Cu_{100}$ .

Медные удобрения существенно влияли также на суммарный прирост побегов и утолщение штамбов молодых яблонь. В 1977 г. в ва-

## Пораженность яблони Джонатан розеточностью в опыте I (в числителе — 1977, в знаменателе — 1979 г.)

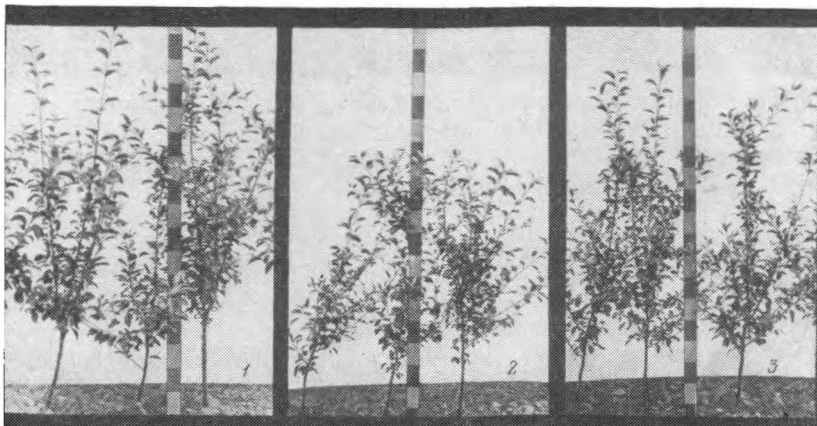
Варианты	Больные деревья		Варианты	Больные деревья	
	%	И <sub>пор</sub>		%	И <sub>пор</sub>
Контроль	60	0,06	NZn	10	0,03
	40	0,05		5	0,01
N	30	0,28	NCu	80	0,32*
	35	0,05		35	0,05
P	80	0,85*	PZn	0	0
	70	0,22*		5	0,01
Zn	0	0	PCu	100	0,86*
	0	0		70	0,28*
Cu	70	0,66*	ZnCu	10	0,01
	40	0,08		25	0,03
NP	100	0,85*	PZnCu	10	0,01
	75	0,35*		15	0,02

П р и м е ч а н и я: 1. И<sub>пор</sub> — индекс пораженности. 2. Звездочкой обозначена существенность различий при 5% уровне значимости.

риантах Cu<sub>50</sub> и Cu<sub>100</sub> прирост побегов по сравнению с контролем был меньше соответственно на 18,6 и 30,8%, а утолщение штамбов — на 12,8 и 31,9%. В 1979 г. различия сократились до 10,9 и 19,8 и 3,3—13,0%. Следовательно, с возрастом деревьев токсическое действие высоких доз меди постепенно снижается, что можно объяснить уменьшением содержания подвижных форм меди в почве, а также выходом корней за пределы траншеи, в которую вносились удобрения.

Высокие дозы меди значительно снижали облиственность растений. Так, последняя в вариантах Cu<sub>50</sub> и Cu<sub>100</sub> составила 89,5 и 63,8% от контрольной. Медь в большей степени угнетала рост надземной системы, в результате отношение массы стеблей к массе корней снижалось. В корневой системе несколько усиливался рост мелких корней.

Как показали результаты опыта III, цинковые удобрения способствуют оздоровлению деревьев. Причем с повышением дозы их эффективность увеличивается (табл. 3). Следует отметить, что при максимальной дозе цинка признаков токсического его действия или визуаль-



Двухлетние яблони сорта Джонатан.

1 — без удобрений (контроль); 2 — Cu<sub>100</sub>; 3 — Cu<sub>100</sub>Zn<sub>25</sub>.

Рост и пораженность розеточностью молодых яблонь Джонатан в опыте II  
(в числителе — 1977, в знаменателе — 1979 г.)

Варианты	Количество больших деревьев, %	И <sub>пор</sub>	Высота растений, см	Суммарный прирост побегов, см	Прирост диаметра штамба, мм	Площадь листьев на 1 дереве, м <sup>2</sup>	Сырая масса двухлетних растений, кг
Контроль	37	0,09	134	333	4,7	1,05	1,08
	42	0,05	214	1762	9,2		
Cu <sub>10</sub>	50	0,05	131	344	4,8	1,07	1,10
	42	0,05	214	1780	9,3		
Cu <sub>25</sub>	58	0,06	125	308	4,7	1,02	1,05
	50	0,08	216	1726	9,1		
Cu <sub>50</sub>	66	0,28*	120	271	4,1	0,94	0,98
	58	0,08	203	1570	8,9		
Cu <sub>100</sub>	91	0,64*	108	232	3,2	0,67	0,79
	83	0,19*	193	1414	8,0		
Cu <sub>25</sub> Zn <sub>25</sub>	25	0,03	140	334	5,3	1,09	1,19
	17	0,02	220	1816	9,7		
Cu <sub>50</sub> Zn <sub>25</sub>	25	0,03	134	305	4,5	1,03	1,04
	25	0,03	215	1817	9,1		
Cu <sub>100</sub> Zn <sub>25</sub>	25	0,03	124	256	4,2	0,93	0,96
	42	0,08	207	1673	8,4		
НСР <sub>05</sub>	—	—	9,7	26,4	1,2	0,12	0,08
			8,5	87,3	1,0		

ных симптомов нарушения питания другими элементами не наблюдалось, но деревья росли несколько хуже, чем в вариантах с меньшими дозами. Так, масса надземной части в варианте Zn<sub>100</sub> была на 21,9, корней — на 7,7, а целых растений — на 18,6 % меньше, чем в варианте Zn<sub>50</sub>.

Цинк оказал положительное влияние на рост яблони. Высота де-

Таблица 3

Рост яблонь Джонатан и пораженность их розеточностью в опыте III  
(в числителе — 1977, в знаменателе — 1979 г.)

Варианты	Количество больших деревьев, %	И <sub>пор</sub>	Высота деревьев, см	Суммарный прирост побегов, см	Прирост диаметра штамба, мм	Площадь листьев на 1 дереве, м <sup>2</sup>	Сырая масса двухлетних деревьев, кг
Контроль	65	0,130	131	322	4,8	1,05	1,08
	45	0,072	215	1875	9,6		
Zn <sub>10</sub>	15	0,015*	146	404	6,1	1,44	1,54
	25	0,033*	219	2200	12,1		
Zn <sub>25</sub>	15	0,015*	145	389	5,7	1,40	1,47
	15	0,017*	221	2231	11,7		
Zn <sub>50</sub>	10	0,010*	114	397	5,9	1,44	1,53
	0	0*	224	2070	12,0		
Zn <sub>100</sub>	5	0,005*	147	318	5,3	1,27	1,33
	0	0*	221	1986	10,9		
НСР <sub>05</sub>	—	—	9,6	37,9	0,9	0,14	0,11
			8,9	175,4	1,2		

ревьев в зависимости от дозы предпосадочного внесения увеличилась в 1977 г. на 9,9—12,2 %. Особенно сильно повысился суммарный прирост побегов (в 1977 г. на 20,8—25,5 %). Аналогичное действие оказал цинк на утолщение штамбов и площадь листовой поверхности. Этот элемент в большей степени стимулировал рост надземной системы, чем корней, вследствие чего отношение массы стеблей к массе корней возрастало.

Результаты опыта подтверждают ранее полученные данные о положительном влиянии цинка на рост и продуктивность яблони [1, 6 и др.]. Однако в последние годы получены данные о токсическом действии очень высоких доз цинка [4].

Как уже отмечалось выше, эффективность сульфата цинка снизилась при повышении содержания его подвижных форм до 11,15 мг на 1 кг почвы.

Применение высоких доз фосфора и азота, совместное внесение фосфора и цинка, фосфора и азота, цинка и меди в I опыте, а также больших доз меди и цинка во II и III опытах способствовало некоторому снижению рН (до 8,10—8,25). При внесении фосфорных удобрений отмечалось резкое увеличение содержания подвижных форм фосфора — до 18,6 мг на 100 г почвы (табл. 4).

Количество обменного калия по вариантам опытов изменялось незначительно. Лишь в III опыте с повышением предпосадочной дозы цинка оно несколько снизилось, вероятно, вследствие усиления его выноса растениями.

Содержание подвижного цинка и меди с увеличением их внесения возрастало и достигало максимума в вариантах  $Cu_{100}$  и  $Zn_{100}$ . При повышении доз меди наблюдалось увеличение содержания подвижного цинка. Видимо, это обусловлено более высокой химической активностью меди в процессе поглощения ионов почвой. Подвижность меди при внесении цинка не изменялась. Высокие дозы фосфора не оказали заметного влияния на содержание подвижных форм цинка и меди в почве, что свидетельствует о физиологическом характере антагонизма между ними.

По скорости закрепления почвой элементы располагаются в следующей последовательности: медь > цинк > фосфор.

Результаты изучения минерального состава листьев ростовых побегов представлены в табл. 5—7.

Процентное содержание азота в листьях во всех вариантах опытов было близким к контролю, хотя и наблюдалась тенденция к его уве-

Т а б л и ц а 4

Содержание подвижных форм фосфора, цинка и меди (мг на 1 кг почвы) и  $pH_{\text{сод}}$  в слое почвы 0—30 см в опыте I

Варианты	рН		$P_2O_5$		Zn		Cu	
	1976	1978	1976	1978	1976	1978	1976	1978
Контроль	8,40	8,23	36,4	32,7	0,80	0,90	0,32	0,30
N	8,25	8,22	36,9	33,4	0,85	0,97	0,37	0,31
P	8,20	8,19	185,5	119,3	0,75	0,87	0,25	0,27
Zn	8,35	8,21	35,7	33,1	8,12	3,43	0,35	0,30
Cu	8,32	8,21	35,5	32,1	1,35	1,05	4,25	1,97
NP	8,27	8,18	187,8	118,2	0,82	0,95	0,30	0,29
NZn	8,33	8,23	37,1	33,3	8,20	3,24	0,35	0,32
NCu	8,30	8,20	36,3	33,8	1,15	1,00	4,22	1,83
PZn	8,25	8,21	189,4	120,1	8,23	2,78	0,30	0,32
PCu	8,30	8,19	191,7	120,3	1,05	0,90	4,05	1,85
ZnCu	8,35	8,24	35,8	32,5	8,47	3,94	4,33	1,94
PZnCu	8,27	8,22	187,3	121,4	8,25	3,31	4,15	1,87

Содержание N, P, K, Zn, Cu и соотношение P : Zn, Zn : Cu в сухих листьях яблони Джонатан в опыте I, 29/VI 1978 г.

Вариант	N	P	K	Zn	Cu	P:Zn	Zn:Cu
	%			мг/кг			
Контроль	2,39	0,17	1,59	23,4	17,2	73	1,4
N	2,40	0,18	1,48	25,1	17,9	72	1,4
P	2,42	0,20	1,72	16,2	14,7	123	1,1
Zn	2,45	0,14	1,64	33,4	14,3	42	2,3
Cu	2,51	0,14	1,69	22,1	52,4	63	0,4
NP	2,43	0,22	1,66	17,2	16,0	128	1,1
NZn	2,35	0,16	1,60	32,1	13,7	50	2,3
NCu	2,40	0,16	1,54	21,4	33,9	75	0,6
PZn	2,45	0,15	1,62	27,8	11,2	54	2,5
PCu	2,47	0,16	1,52	15,4	37,8	103	0,4
ZnCu	2,49	0,14	1,59	28,8	32,4	49	0,9
PZnCu	2,41	0,15	1,48	22,1	13,9	68	1,6
HCP <sub>05</sub>	0,13	0,02	0,1	1,0	0,9	—	—

Таблица 6

Содержание N, P, K, Zn, Cu и соотношения P : Zn, Zn : Cu в сухих листьях яблони в опыте II, 29/VI 1978 г.

Варианты	N	P	K	Zn	Cu	P:Zn	Zn:Cu
	%			мг/кг			
Контроль	2,55	0,18	1,61	21,5	16,1	84	1,3
Cu <sub>10</sub>	2,60	0,19	1,60	22,3	24,7	85	0,9
Cu <sub>25</sub>	2,70	0,18	1,55	20,9	29,4	86	0,7
Cu <sub>50</sub>	2,75	0,16	1,47	17,2	36,5	98	0,5
Cu <sub>100</sub>	2,75	0,14	1,45	17,0	45,2	82	0,4
Cu <sub>25</sub> Zn <sub>25</sub>	2,55	0,20	1,65	23,1	22,7	87	1,0
Cu <sub>50</sub> Zn <sub>25</sub>	2,60	0,17	1,67	20,3	29,4	83	0,7
Cu <sub>100</sub> Zn <sub>25</sub>	2,65	0,15	1,58	20,0	37,5	75	0,5
HCP <sub>05</sub>	0,13	0,03	0,10	1,8	1,3	—	—

личению под влиянием азотных и медных удобрений. Высокие дозы фосфора и цинка не оказали существенного влияния на этот показатель, в то время как отношение N:P значительно увеличивалось при внесении цинковых и уменьшалось в вариантах с фосфорными удобрениями.

Фосфорные удобрения, несмотря на то что они способствовали повышению обеспеченности почвы подвижными формами фосфора, вызывали лишь небольшое увеличение содержания этого элемента в листьях. Полученные данные соответствуют результатам, приведенным в [2]. При внесении фосфорных удобрений количество цинка и меди в

Таблица 7

Содержание N, P, K, Zn, Cu и соотношение P : Zn, Zn : Cu в сухих листьях яблони в опыте III, 29/VI 1978 г.

Варианты	N	P	K	Zn	Cu	P:Zn	Zn:Cu
	%			мг/кг			
Контроль	2,46	0,20	1,55	22,1	18,3	90	1,2
Zn <sub>10</sub>	2,70	0,18	1,45	27,3	19,1	66	1,4
Zn <sub>25</sub>	2,55	0,15	1,45	30,2	20,7	50	1,5
Zn <sub>50</sub>	2,50	0,14	1,40	35,3	16,8	40	2,1
Zn <sub>100</sub>	2,45	0,12	1,50	40,2	14,2	30	2,8
HCP <sub>05</sub>	0,17	0,04	0,14	1,9	1,3	—	—

листьях значительно уменьшалось, а медные и цинковые удобрения привели к снижению поступления фосфора.

Содержание калия мало изменялось под действием удобрений, в то время как отношение К:Р заметно уменьшалось в вариантах с фосфорными удобрениями и увеличивалось при внесении цинка и меди.

При внесении медных и цинковых удобрений в равных дозах (опыт I) содержание меди и цинка в листьях возрастало по сравнению с контролем соответственно в 2,4—3,2 и 1,3—1,6 раза по вариантам и срокам отбора образцов. Таким образом, при одних и тех же предпосадочных дозах, меди и цинка (75 мг/кг почвы) накопление первой в листьях было более высоким, чем последнего.

По мере увеличения доз меди и цинка увеличивалось и содержание этих элементов в листьях. Характер их взаимовлияния зависел от дозы и менялся от синергического до антагонистического. Следует отметить, что цинк сильнее угнетал поглощение меди яблоней. Вероятно, это обусловлено тем, что вследствие более высокой химической активности медь снижает закрепление цинка почвой и повышает его доступность растениям.

Симптомы розеточности были сильно выражены при содержании фосфора в почве больше 35 мг, цинка —  $<1$ , меди —  $>2,5$  мг на 1 кг почвы, а в листьях — соответственно  $>0,30\%$ ,  $<20$  и  $>25$  мг на 1 кг сухой массы листьев. Однако состояние растений в большей степени характеризуют не уровни содержания отдельных элементов, а соотношение между ними. Розеточность интенсивно развивалась при отношении Р:Zn в почве  $>35$ , Zn:Cu —  $<0,4$ , а в листьях — соответственно  $>200$  и  $<0,7$ .

Таким образом, высокие дозы азота, фосфора, цинка и меди оказали заметное влияние одновременно на поглощение нескольких элементов, в результате заметно изменялось и соотношение между ними. Для надежной диагностики розеточности яблони, вероятно, недостаточно определения только основных элементов питания. Необходимо иметь данные по 10—12 элементам, в том числе по группе основных микроэлементов (железо, цинк, медь, бор, молибден).

### Выводы

1. При внесении высоких доз медных удобрений отмечалось резкое угнетение роста растений и усиление развития розеточности. По мере увеличения доз меди интенсивность проявления симптомов заболевания возрастала. Наибольшая пораженность яблони розеточностью наблюдалась при совместном внесении высоких доз фосфорных удобрений и меди. Следовательно, на фоне избыточной обеспеченности фосфором и медью отрицательное влияние этих элементов взаимно усиливается.

2. Азотные удобрения при отдельном и совместном внесении с медью ослабляли симптомы заболевания, но усиливали отрицательное влияние избытка фосфора.

3. При внесении цинка устранялось отрицательное действие избытка фосфора и частично меди. Вместе с тем высокая доза цинка (100 мг на 1 кг почвы) хотя и не вызвала никаких визуально определяемых симптомов нарушения питания растений, но заметно ослабила рост молодых деревьев яблони.

4. Фосфорные удобрения не снижали подвижности меди и цинка в почве, что указывает на физиологический характер антагонизма между ними.

5. При высоких дозах медных удобрений достоверно увеличивалось содержание подвижного цинка в почве, что объясняется, вероятно, большей химической активностью меди и снижением вследствие этого прочного закрепления цинка почвой.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Власюк П. А. и др. Химические элементы и аминокислоты в жизни растений, животных и человека. Киев: Наукова думка, 1979.
2. Журавлева А. Н. Изучение причин и разработка мер борьбы с розеточностью яблони в условиях Запорожской области. — Автореф. канд. дис. М., 1980.
3. Кудло К. К., Кудло Т. А. Техногенное загрязнение почв микроэлементами и его влияние на урожайность с.-х. растений. — Тез. докл. VIII Всесоюз. конф. «Биологич. роль микроэлементов и их применение в сельск. хоз-ве и медицине». Т. 2. Ивано-Франковск, 1978, с. 199—200.
4. Порохневич Н. В. Влияние взаимодействия цинка и меди в питании растений на морфогенез и фотосинтетический аппарат льна. — Физиол. растений, 1970, т. 17, вып. 1, с. 96—102.
5. Сапатый С. Е., Шкварук Н. М. Влияние микроэлементов на урожай и содержание питательных веществ в разных органах яблони. — В кн.: Диагностика потребности растений в удобрениях. М., 1970, с. 135—138.
6. Сташускайте С. А. Значение меди и цинка в процессах роста и фосфорно-углеводного обмена растений. — Автореф. докт. дис. Вильнюс, 1969.
7. Тарасов В. М. Розеточность яблони. М.: Россельхозиздат, 1968.
8. Тарасов В. М. Предупреждение и устранение нарушений питания яблони цинком. — В сб.: Рекоменд. НТС МСХ СССР. М.: ВНИИТЭИСХ, 1979, № 4, с. 25—41.
9. Упитас В. В., Пакалне Д. С. Об антагонистическом действии микроэлементов на рост гриба *Aspergillus niger*. — В сб.: Микроэлементы в сельск. хоз-ве и медицине. Киев: Сельхозиздат, 1963, с. 194—196.
10. Dolan S. G., Keeney D. R. — Can. J. Soil Sci., 1974, vol. 54, N 2, p. 225—233.
11. Chandhry F. M., Lonegagen I. F. — Soil. Sci. Soc. Amer. Proc., 1972, vol. 36, N 2, p. 327—331.
12. Stukenholtz D. D. et al. — Soil. Sci. Soc. Amer. Proc., 1966, vol. 30, N 6, p. 759—763.
13. Veltrup W. — Z. Pflanzenphysiol., 1977, Bd 83, N 3, S. 201—205.
14. Veltrup W. — Physiol. plant, 1978, vol. 42, N 2, p. 190—194.

*Статья поступила 2 апреля 1982 г.*

## SUMMARY

With the increase of copper doses intensity of showing rosetting cymptoms in young apple trees increased. It was noticed that the disease in trees was at its worst stage when there was a joint application of high doses of phosphorus and copper fertilizers. Nitrogen fertilizers helped to remove the negative influence of copper, but they increased the phosphorus effect. Zinc application removed the negative effect of surplus of phosphorus and partly copper, but the high dose of zinc (100 mg per 1 kg of soil) markedly retarded the growth of young apple trees. Phosphorus fertilizers did not reduce mobility of copper and zinc in the soil and with high copper doses the content of mobile zinc increased.