

УДК 634.11-15:632.93:631.81.095.337

ВЛИЯНИЕ ОСНОВНЫХ УДОБРЕНИЙ, ЦИНКА И МЕДИ НА РОСТ И ПОРАЖАЕМОСТЬ РОЗЕТОЧНОСТЬЮ МОЛОДЫХ ЯБЛОНЬ

Д. И. КОЗЫР, В. М. ТАРАСОВ, А. Е. ПОПОВ

(Кафедра плодоводства)

Представлены данные трехлетнего изучения влияния азотных, фосфорных, калийных, цинковых и медных удобрений на молодые яблони сорта Синап северный в условиях Нижнего Поволжья. Установлены критические уровни содержания и соотношения макро- и микроэлементов в почве и листьях, при которых возможно заболевание яблони розеточностью.

Заболевание яблони розеточностью на Украине, в Поволжье, Молдавии и ряде других плодоводческих районах страны за последние годы усилилось, особенно в молодых насаждениях на карбонатных почвах, и в садах, которые закладывались на месте старых раскорчеванных садов и виноградников [10, 16 и др.].

Большинство исследователей [1, 4, 7, 11] считают, что основной причиной заболевания являются условия питания яблони цинком, фосфором и медью. Однако в тех зонах, где проводились исследования, ни один из этих факторов в отдельности не определял состояние растений. Решающее значение имеет не содержание тех или иных элементов в почве и растениях, а соотношение между цинком, с одной стороны, фосфором и медью — с другой. Роль каждого из этих элементов в этиологии розеточности в разных зонах изменяется. Так, в Поволжье [1, 16] заболевание развивается преимущественно из-за низкой обеспеченности почв подвижным цинком, в Крыму [7] и Молдавии [16] — из-за повышенного содержания подвижных форм фосфора и меди на фоне продолжающегося интенсивного применения фосфорных удобрений и медьсодержащих фунгицидов, а в Запорожской области [4, 6] — вследствие взаимовлияния всех трех факторов.

В нашей стране в садах вносят преимущественно макроэлементы, а микроудобрения до сих пор практически не применяются, что приводит к нарушению баланса питательных веществ и обуславливает развитие функциональных болезней.

Целью наших исследований было установить причины заболевания яблони розеточностью и способы его устранения в условиях Волгоградской области.

Методика

Вегетационно-полевые опыты были заложены в 1981 г. в совхозе «Первомайский» Городищенского района Волгоградской области. В опытах двулетние яблони сорта Синап северный на сеянцах Антоновки обыкновенной высаживали в траншеи глубиной 0,6 и шириной 1,0 м. Расстояние между рядами 5 м, между растениями в рядах — 0,5 м. Траншеи заполняли почвой послонно. В каждый 10-сантиметровый слой вносили расчетную дозу удобрений и почву тщательно перемешивали. Варианты отделяли друг от друга полимерной пленкой. Схемы опытов были следующими.

Опыт 1. Варианты: 1 — контроль (без

удобрений); 2 — 50N; 3 — 100N; 4 — 250N; 5 — 500N; 6 — 1000N; 7 — 50K; 8 — 100K; 9 — 250K; 10 — 500K; 11 — 1000K; 12 — 50P; 13 — 100P; 14 — 250P; 15 — 500P; 16 — 1000P; 17 — 50N50P50K; 18 — 100N100P100K; 19 — 250N50P250K; 20 — 500N500P500K; 21 — 1000N1000P1000K.

Опыт 2 (фон 500N500P500K). Варианты: 1 — контроль; 2 — 25Cu; 3 — 50Cu; 4 — 100Cu; 5 — 150Cu; 6 — 200Cu; 7 — 25Zn; 8 — 50Zn; 9 — 100Zn; 10 — 150Zn; 11 — 200Zn; 12 — 25Cu25Zn; 13 — 50Cu50Zn; 14 — 100Cu100Zn; 15 — 150Cu150Zn; 16 — 200Cu200Zn.

Опыт 3 (фон 500N500P500K). Варианты: 1 — контроль; 2 — 200Cu; 3 — 150Cu25Zn; 4 — 100Cu50Zn; 5 — 50Cu100Zn; 6 — 25Cu150Zn; 7 — 200Zn.

Числа в схемах соответствуют количеству миллиграмм действующего вещества удобрения на 1 кг почвы. При выборе доз NPK исходили из того, что доза 100 мг/кг примерно соответствует количеству удобрений, вносимых в молодых садах до их вступления в плодоношение, 500 мг — 12—15-летнему, а 1000 мг — 25-летнему внесению основных удобрений в плодоносящих насаждениях. В опыте 1 в вариантах было по 10, в опытах 2 и 3 — по 5 деревьев. Во всех опытах за повторность принято одно дерево. Расчетные дозы фосфорных, калийных, цинковых, медных и треть азотных удобрений вносили при закладке опытов весной 1981 г., остальные две трети азота — поверхностно соответственно весной 1982 и 1983 гг.

Пораженность садов розеточностью и карбонатным хлорозом определяли по методике кафедры плодоводства ТСХА [11]. Почвенные и растительные образцы отбирали по методике ЦИНАО и ВНИИ садоводства им. И. В. Мичурина [5].

В опыте 1 для определения сухой массы растений, химического состава отдельных структурных элементов и валового содержания элементов питания в сентябре 1983 г. у трех типичных деревьев в варианте срезали и расчленили надземную систему, затем раскапывали и расчленили на фракции корни.

Биометрические учеты проводили по методике ЦИНАО и ВНИИ садоводства им. И. В. Мичурина [5], площадь листьев и сухую массу растений определяли весовым методом, содержание подвижных форм фосфора и калия — по Мачигину, цинка и меди — в вытяжке по Крупскому и Александровой на атомно-абсорбционном спектрофотометре [14], азота, фосфора и калия в растительных образцах — методом нейтронно-активационного анализа [15], цинка и меди в растительных образцах — атомно-абсорбционным методом [14], pH — на pH-метре 340. Полученные данные обрабатывали дисперсионным методом [3].

Погодные условия в период проведения исследований были благоприятными для роста яблони. Почва опытных участков каштановая слабосолонцеватая среднесуглинистого механического состава с повышенным содержанием карбонатов, щелочной реакцией почвенного раствора, невысоким содержанием гумуса и небольшой мощностью гумусового горизонта. Согласно общепринятым нормам оценки, почвы опытных участков пригодны для выращивания яблони. Почва содержалась под черным паром. Ежегодно на опытных участках проводили поливы по бороздам: 3 вегетационных и один осенний влагозарядковый. Органические и минеральные удобрения (за исключением азотных) после закладки опытов не вносили.

Результаты

Опыт 1. Возрастающие дозы аммиачной селитры привели к снижению щелочности почвы, существенно повысили подвижность фосфора и отношение $P_2O_5:Zn$ (табл. 1). Ряд исследователей [9, 20, 25] устано-

Таблица 1

Агрохимические свойства почвы в опыте 1 (в среднем за 1981—1983 гг.)

Вариант	P_2O_5	K_2O	Zn	Cu	CaO , г/кг	$P_2O_5:Zn$	Cu:Zn	pH _{вод}
	мг/кг							
Контроль	26,3	268,1	0,9	1,6	13,3	29,2	1,8	8,3
50N	26,0	254,3	0,8	1,6	14,1	32,5	2,0	8,4
100N	31,4	259,6	0,8	1,5	13,8	39,2	1,9	8,3
250N	37,8	279,0	0,9	1,6	13,3	42,0	1,7	8,1
500N	43,5	284,3	0,9	1,3	13,2	48,3	1,5	8,0
1000N	55,3	286,1	1,0	1,4	11,6	55,3	1,4	7,8
50K	32,1	296,0	0,9	1,7	13,6	35,7	1,9	8,5
100K	31,2	312,2	0,9	1,7	13,7	34,7	1,9	8,4
250K	30,4	350,1	1,0	1,8	15,9	30,4	1,8	8,5
500K	29,0	395,5	1,2	1,5	16,1	24,2	1,2	8,5
1000K	28,0	445,7	1,1	1,7	16,2	25,4	1,5	8,6
50P	32,3	262,4	0,9	1,5	14,9	35,9	1,7	8,6
100P	59,6	278,8	0,8	2,0	16,4	74,5	2,5	8,6
250P	71,7	292,2	0,6	1,9	15,7	119,5	3,1	8,6
500P	87,2	332,0	0,5	1,9	15,8	174,4	4,0	8,6
1000P	185,4	345,5	0,6	2,0	16,9	309,0	3,3	8,5
50N50P50K	44,3	303,1	0,9	2,1	15,6	49,2	2,3	8,5
100N100P100K	40,1	295,0	0,9	1,9	17,9	44,5	2,1	8,5
250N250P250K	61,7	371,3	0,6	1,7	17,8	102,8	2,8	8,4
500N500P500K	76,6	405,6	0,4	1,7	16,3	191,5	4,2	8,3
1000N1000P1000K	165,3	430,8	0,6	2,0	15,0	275,5	3,3	8,3
HCP ₀₅	7,5	21,0	0,11	0,30	2,21	—	—	0,16

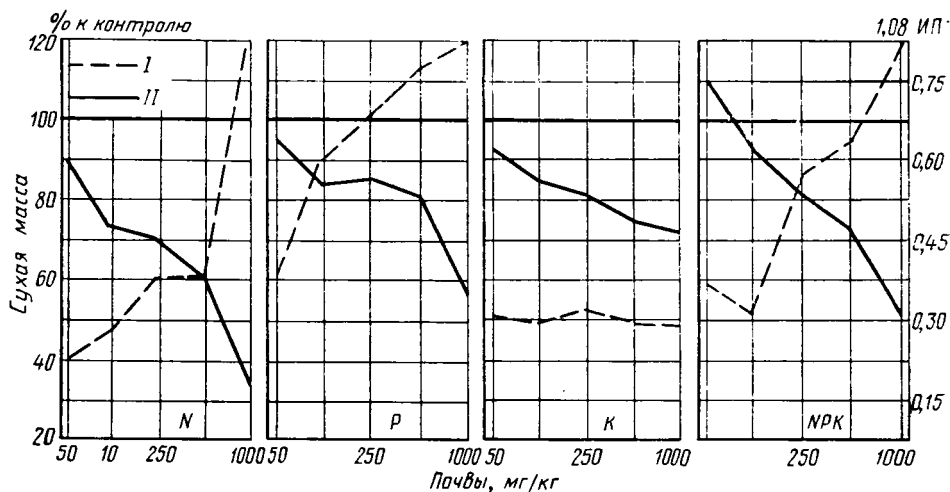


Рис. 1. Рост и поражаемость яблони розеточностью в опыте 1.

I — средний индекс поражения розеточностью (ИП) при ИП в контроле 0,28; II — сухая масса одного растения, 1983 г.

вили положительное влияние различных видов азотных удобрений на подвижность цинка, которое было пропорционально их подкисляющему влиянию на почву. В наших исследованиях эта закономерность не подтвердилась.

Внесение калийных удобрений повысило лишь обеспеченность почвы обменным калием, все остальные агрохимические свойства почвы не изменились. С увеличением доз суперфосфата возрастало содержание подвижного фосфора, достоверно повысилась также обеспеченность почвы обменным калием, а подвижность цинка, наоборот, снизилась. Вследствие этого повышения $P_2O_5:Zn$ и $Cu:Zn$ возросли в значительно большей степени, чем изменилось содержание подвижных форм фосфора и меди.

Таблица 2

Сухая масса (г) 3-летних деревьев яблони сорта Синап северный в опыте (1983 г.)

Вариант	Листья	Кольчат-ки	Однолет-ные ветви	Многолет-ные ветви	Ствол	Обраста-ющие корни	Скелет-ные корни	Все растение
Контроль	37,5	7,9	41,8	181,1	369,0	66,7	454,5	1198,5
50N	34,5	6,6	34,5	134,0	361,0	55,3	426,7	1093,0
100N	22,8	6,3	23,4	128,9	267,5	37,2	408,6	894,7
250N	24,2	4,5	18,3	115,4	211,6	33,7	343,7	851,4
500N	25,3	6,4	23,5	129,1	254,5	35,1	235,5	709,5
1000N	10,7	3,2	9,2	41,2	131,1	26,6	178,7	400,7
50K	50,5	6,6	55,5	160,6	311,5	75,7	437,1	1087,5
100K	38,8	5,4	38,1	158,3	301,9	55,7	433,4	1031,6
250K	32,3	6,4	36,0	188,2	310,2	48,8	382,3	1004,2
500K	19,5	6,0	36,0	171,5	280,8	40,6	361,7	916,1
1000K	18,0	5,5	24,0	134,4	271,8	34,8	405,5	894,0
50P	36,0	4,8	35,9	231,9	306,2	55,5	490,7	1116,1
100P	37,0	5,5	37,5	157,4	310,4	51,6	414,7	1016,8
250P	25,5	6,2	19,1	151,5	339,6	62,2	445,2	1049,3
500P	22,3	5,4	17,8	164,2	249,1	74,9	463,4	996,1
1000P	14,7	3,3	19,8	86,9	204,1	54,7	311,2	694,7
50N50P50K	43,5	7,1	38,6	205,5	408,4	64,1	553,9	1321,1
100N100P100K	28,2	6,6	21,4	197,0	333,3	58,7	458,2	1103,4
250N250P250K	26,2	4,4	23,8	144,8	300,7	47,2	443,6	990,7
500N500P500K	28,0	5,6	28,8	130,3	298,3	72,2	352,1	915,3
1000N1000P1000K	9,0	4,3	8,0	91,1	215,0	34,9	245,2	607,5
HCP ₀₅	6,60	3,3	17,9	32,3	100,7	8,9	45,1	116,9

Следовательно, высокие дозы основных удобрений и сложные процессы взаимовлияния элементов в почве сильно изменяют ее агрохимические свойства и условия питания растений, что четко отражается на росте и развитии растений (рис. 1, табл. 2). Так, сухая масса одного растения с увеличением доз аммиачной селитры уменьшалась и в варианте 1000N составила лишь 33,4 % к контролю. Возрастающие дозы калия также угнетали рост деревьев, но в меньшей степени, чем азот. В варианте 50K различия по отношению к контролю оказались несущественными, в варианте 1000K сухая масса трехлетнего дерева была на 25,4 % меньше, чем в контроле, но более чем в 2 раза выше массы растений в варианте 1000N. Фосфор по этому показателю занял промежуточное положение. В вариантах с фосфором самая низкая масса растения была на 42,0 % меньше контрольной. Эти данные вполне согласовались с интенсивностью утолщения штамба и побегообразования.

Удобрения оказывали определенное влияние на массу надземной и корневой систем. Если влияние азота и калия на отношение массы надземной системы к массе корней не было ярко выраженным, то фосфор в большей степени угнетал рост надземной системы, чем корневой, причем такая особенность его воздействия сохранялась при совместном внесении с азотными и калийными удобрениями.

Отмечены различия в проявлении розеточности по вариантам опыта (рис. 1). Так, высокие дозы калия, хотя и сильно угнетали рост растений, но не повлияли на их пораженность розеточностью. С увеличением доз азота пораженность розеточностью усиливалась, но достоверная разница по сравнению с контролем наблюдалась лишь в варианте 1000N.

Как и в ряде других исследований [1, 4, 17—19], в наибольшей степени повлияли на пораженность розеточностью фосфорные удобрения. Уже в варианте 100P различия по сравнению с контролем были существенными, в варианте 1000P пораженность усилилась в 2,9 раза. На фоне азотных и калийных удобрений отрицательное влияние фосфора проявлялось несколько слабее. Однако в варианте 1000N1000P1000K интенсивность поражения существенно увеличилась и составила 385,7 % к контролю.

Имеются данные, что соотношение фосфора и цинка в почве [10, 16] и растительных тканях [4, 11, 22, 24] является более надежным диагностическим показателем при определении цинковой недостаточности, чем абсолютное содержание цинка. В некоторых случаях содержание подвижных его форм в почве и на единицу массы ткани у растений, испытывающих цинковое голодание, оказывается таким же, как и у растений, обеспеченных этим элементом, или даже более высоким. Аналогичные данные имеются и о значении отношения меди к цинку [10, 16]. В то же время другие авторы [23] считают, что отношение фосфора к цинку не может служить показателем обеспеченности цинком.

В наших исследованиях степень поражения деревьев розеточностью находилась в прямой зависимости от соотношения $P_2O_5:Zn$ в почве и в листьях. Так, если в вариантах со средней степенью поражения отношение $P_2O_5:Zn$ в почве было равно 36,2, $Cu:Zn$ — 1,8, а в листьях — соответственно 300 и 0,8, то в вариантах с сильным поражением деревьев — соответственно 162,8 и 3,1; 448,5 и 1,4 (табл. 1, рис. 2).

Изменения режима почвенного питания в опыте существенным образом отразилось на химическом составе листьев побегов (рис. 2). Так, достоверное увеличение содержания азота в листьях по сравнению с контролем наблюдалось лишь в варианте 50N, при более высоких дозах азота оно оказалось ниже, чем в варианте 50N, однако это снижение не было пропорционально увеличению доз удобрения. Под влиянием азотного удобрения снизилась концентрация фосфора в листьях, но различия по сравнению с контролем были несущественными. Азотные удобрения снижали содержание в листьях цинка и меди, а на содержание калия не влияли. Отношения $P_2O_5:Zn$ и $Cu:Zn$ практически не изменились.

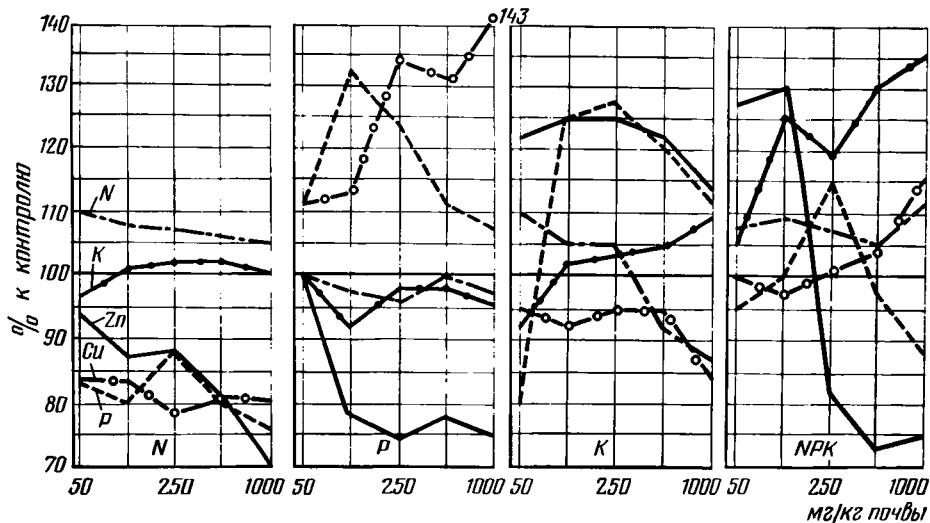


Рис. 2. Содержание элементов питания в листьях побегов яблони в опыте 1 (в контроле содержание N—2,46; P_2O_5 —0,25; K_2O —1,47 %).

Высокие дозы калия (1000К) снизили, а низкие (50К), наоборот, повысили содержание азота в листьях. Количество фосфора и меди не изменилось, а цинка повысилось во всех вариантах, где применялся калий. С увеличением доз калия содержание этого элемента в листьях повышалось, но существенные различия отмечены лишь в варианте 1000 К. Под влиянием калия уменьшилось отношение $Cu:Zn$, отношение $P_2O_5:Zn$ снизилось только в варианте 50К.

Под влиянием высоких доз суперфосфата содержание фосфора в листьях повысилось лишь в варианте 100Р, во всех остальных оно не изменилось, что согласуется с литературными данными об отсутствии корреляции между обеспеченностью почв фосфором и содержанием этого элемента в листьях [8]. Фосфорные удобрения не повлияли на концентрацию в листьях азота и калия; с увеличением их доз происходило обеднение листьев цинком и обогащение медью, вследствие чего отношения $P_2O_5:Zn$ и $Cu:Zn$ возрастали соответственно с 320 и 0,87 в контроле до 364—535 и 0,99—1,64.

На фоне совместного внесения основных удобрений наиболее существенные изменения в химическом составе листьев произошли при дозах $NPk250$, 500 и 1000 мг на 1 кг почвы. Важно отметить, что азотные и калийные удобрения лишь незначительно ослабили отрицательное влияние фосфора. В частности, отношение $P_2O_5:Zn$ понизилось до 380—453, а отношение $Cu:Zn$ — до 1,08—1,36.

Следовательно, химический состав листьев в большей степени обуславливается особенностями химического состава почв, но не только этим. В ряде случаев содержание отдельных элементов зависело от характера и степени взаимовлияния всех элементов питания.

Валовое содержание элементов питания в растениях определяется их концентрацией и массой отдельных органов. В большей степени на этот показатель влияла масса растений (рис. 3).

Валовое содержание азота в растениях по вариантам опыта изменялось более чем в 2 раза. Низкие дозы NPk при отдельном и совместном их внесении повышали валовое содержание азота на 8,8—45,8 % по сравнению с контролем. С увеличением доз азота поглощение его снижалось на 47,8—17,0 % (варианты 1000N, 1000P, 1000K и 1000N1000P1000K). Высокие дозы аммиачной селитры очень сильно уменьшали поглощение фосфора растениями, что согласуется с результатами, полученными другими исследователями [21]. В варианте 1000N количество фосфора было более чем в 4 раза меньше по сравне-

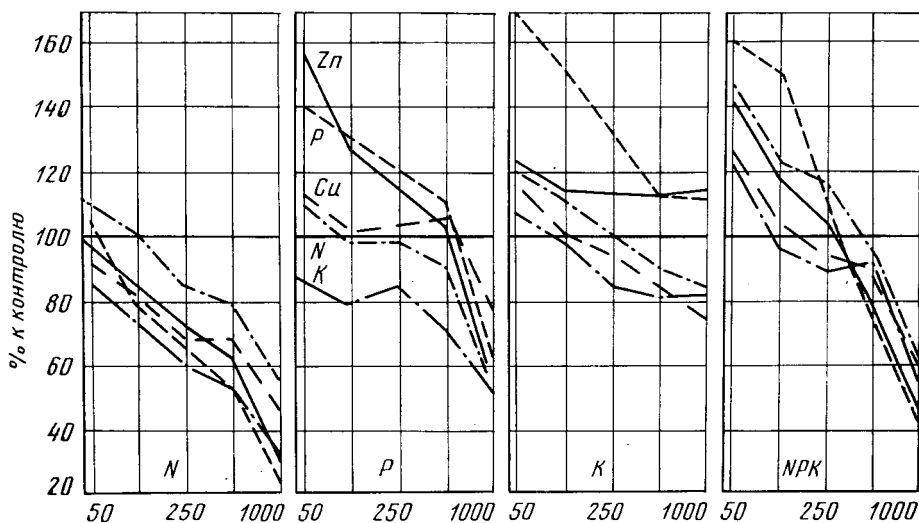


Рис. 3. Содержание элементов питания в 3-летних деревьях яблони в опыте 1 (в контроле содержание N — 6,55; P₂O₅ — 580; K₂O — 3280; Zn — 10,5; Cu — 4,4 мг на 1 дерево).

нию с контролем. В вариантах с фосфором его биологический вынос повысился на 10—31 %, и лишь в варианте 1000P он уменьшился на 37,9 %.

При внесении калийных удобрений поглощение фосфора увеличилось на 12,1—70,7 %. При совместном внесении высоких доз NPK количество поглощенного фосфора снизилось на 22,4—56,9 %. Валовое содержание калия во всех вариантах, за исключением 50K и 50N50P50K, было ниже, чем в контроле. Поглощение калия оказалось самым слабым в вариантах с азотным удобрением, а также при 1000P и 1000N1000P1000K.

Азот в наибольшей степени уменьшил поглощение цинка. Фосфор лишь в дозе 1000 мг/кг снизил почти в 2 раза поглощение цинка, а при дозах 50—250 мг/кг оно повысилось на 16—57 %. В вариантах с калием количество цинка увеличилось на 12,9—22,5 %. При совместном внесении 50N50P50K цинка в растениях было на 42,5 % больше, чем в контроле, а при 1000N1000P1000K — на 51,3 % меньше. Примерно так же влияли удобрения и на поглощение меди.

Сильно изменялось соотношение элементов питания. Так, в контроле отношение N:P:K составило 11,3:1,0:5,7, в варианте 1000N — 24,4:1,0:7,3, а в варианте 1000K — 8,4:1,0:4,2. Отношение P₂O₅:Zn изменялось в пределах 43—77, а Cu:Zn — 0,2—0,4.

Опыты 2 и 3 были заложены для определения оптимальных доз и соотношений цинковых и медных удобрений на высоком фоне NPK (500N500P500K), который соответствует примерно 12—15-летнему их внесению в плодоносящих насаждениях. Из табл. 3 видно, что с увеличением доз медного купороса существенно увеличивалось содержание в почве подвижных форм меди. Причем ее подвижность повышалась пропорционально дозам. Так, если в варианте 25Cu количество подвижной меди составило 6,0 мг/кг, то в варианте 1000Cu оно достигло уже 21,7, а в варианте 200 Cu — 50,5 мг/кг. При этом наблюдались незначительное снижение подвижности фосфора и калия и резкое увеличение отношения Cu:Zn. Отношение P₂O₅:Zn и содержание подвижных форм цинка в этих вариантах были на уровне контроля. Подвижность цинка при внесении соответствующих доз цинковых удобрений увеличивалась с той же закономерностью, но значительно слабее, и даже в варианте 200Zn количество подвижного цинка в почве составило всего 19,8 мг/кг. В варианте 25Zn подвижность калия снизилась, а меди — повысилась.

Агрохимические свойства почвы в опыте 2 (в среднем за 1982—1983 гг.)

Вариант	P ₂ O ₅	K ₂ O	Zn	Cu	рН _{вод}	P ₂ O ₅ :Zn	Cu:Zn
	мг/кг						
Контроль (фон)	86,1	346,5	1,1	1,8	8,3	78,2	1,6
25Cu	88,5	368,5	1,2	6,0	8,3	73,7	5,0
50Cu	84,7	362,7	1,0	10,5	8,5	84,7	10,5
100Cu	80,4	313,5	1,3	21,7	8,4	61,8	16,7
160Cu	73,6	311,2	1,0	25,0	8,4	73,6	25,0
200Cu	71,0	310,0	1,0	50,5	8,3	71,0	50,5
25Zn	85,1	330,8	5,4	2,3	8,3	15,7	0,4
50Zn	80,5	364,5	7,1	2,1	8,4	11,3	0,3
100Zn	84,3	396,6	8,6	2,0	8,3	9,8	0,2
150Zn	81,7	365,3	12,5	1,9	8,3	6,5	0,1
200Zn	83,4	348,7	19,8	1,8	8,1	4,2	0,1
25Cu25Zn	84,1	363,5	4,0	8,6	8,3	21,0	2,1
50Cu50Zn	80,8	385,7	6,0	10,0	8,2	13,5	1,7
100Cu100Zn	87,5	391,3	16,4	18,0	8,1	5,3	1,1
150Cu50Zn	89,6	387,4	23,7	41,6	8,0	3,8	1,7
200Cu200Zn	85,0	393,8	39,5	53,0	8,1	2,1	1,3
НСП ₀₅	24,3	37,1	0,9	1,3	0,2	—	—

С увеличением доз цинковых удобрений подвижность меди в почве снижалась и увеличивалось содержание обменного калия. Содержание подвижных форм фосфора в этих вариантах было на уровне контроля. Поэтому отношения P₂O₅:Zn и Cu:Zn резко снизились.

В вариантах с совместным внесением цинковых и медных удобрений повышение их доз приводило к существенному увеличению подвижности цинка, меди и калия, а при дозах по 100 мг/кг и более отмечалось подкисление почвы. Подвижность фосфора в этих вариантах была на уровне контроля, отношение P₂O₅:Zn резко уменьшилось, а Cu:Zn при всех дозах было больше единицы, что указывает на более высокую активность меди по сравнению с цинком.

Внесение в почву микроэлементов существенно влияло на содержание элементов питания в листьях побегов яблони (рис. 4). Внесение медных удобрений привело к существенному увеличению содержания в листьях меди и азота, которое возрастало с повышением доз. Так, если

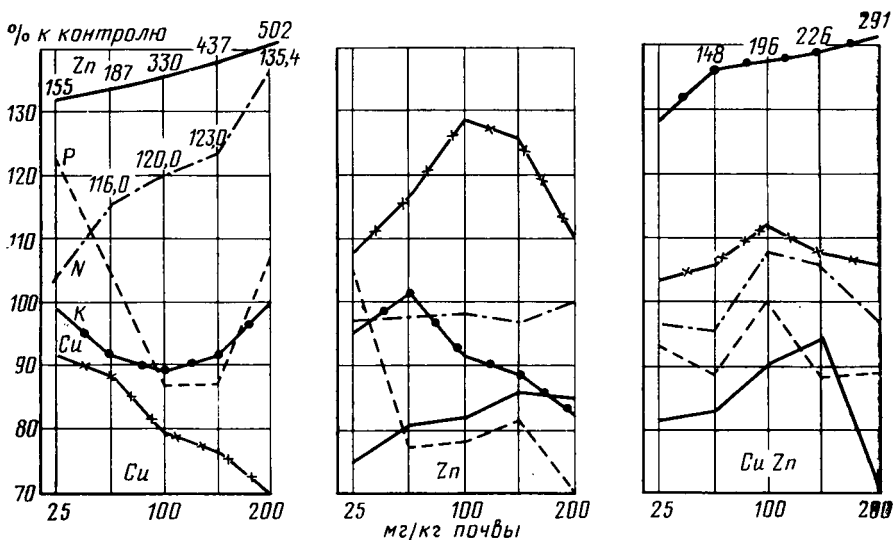


Рис. 4. Содержание элементов питания в листьях побегов яблони в опыте 2 (в контроле содержание N — 2,43; P₂O₅ — 0,17; K₂O — 1,67; Zn — 9,8; Cu — 4,4 мг на 1 кг сухого вещества).

в варианте 25Cu содержание меди возросло в 1,6, то в варианте 200Cu — в 5 раз, а содержание азота — соответственно на 4,1 и 35,4 %, что согласуется с данными других исследователей [16, 23 и др.]. С такой же закономерностью увеличивалось и отношение Cu:Zn.

Результаты анализа почвы, а также четкое проявление антагонизма между медью и цинком при поступлении этих элементов в листья указывают на избыточное содержание меди в почве. Так, согласно данным Г. Я. Ринькиса [12], при повышении содержания меди от недостаточного до оптимального уровня наблюдается явление синергизма с цинком. Если же концентрация меди превышает оптимальную, то начинает четко проявляться антагонизм между этими элементами. В нашем опыте антагонизм начинал проявляться уже при дозе 25 мг меди на 1 кг почвы и усиливался с увеличением доз. Так, если в варианте 25Cu содержание цинка в листьях составило 92, то в варианте 200Cu — всего 70% к контролю.

Увеличение доз меди мало влияло на содержание в листьях фосфора и калия, только в варианте 25Cu достоверно возросло содержание фосфора.

Согласно литературным данным, при внесении цинка в почву в листьях снижается содержание фосфора [17] и повышается количество азота [2], калия [13], цинка [4] и меди [16]. В наших исследованиях содержание в листьях азота при внесении цинковых удобрений не только не увеличивалось, но даже наблюдалась тенденция к его снижению. Количество цинка в листьях достоверно возрастало во всех вариантах с внесением этого элемента. При дозах 25Zn и 200Zn увеличение было минимальным, а при 100Zn — максимальным. Концентрация меди в растениях изменялась прямо пропорционально дозам цинка. Предпосадочное его внесение на фоне NPK достоверно снижало содержание в листьях фосфора и калия, а при дозах 150Zn и 200Zn — содержание меди.

При совместном применении цинковых и медных удобрений содержание цинка и меди в листьях достоверно увеличилось, а концентрация азота, фосфора и калия в большинстве вариантов этой группы оставалась на уровне контроля. Достоверно уменьшилось содержание калия в листьях при дозах цинка и меди по 25, 50 и 200 мг/кг и достоверно увеличилось содержание азота в варианте 100Cu100Zn.

Несмотря на значительное расширение интервала доз микроэлементов, вносимых на высоком фоне основных удобрений, между отношениями $P_2O_5:Zn$ и $Cu:Zn$ как в почве, так и в листьях и степенью поражения деревьев яблони розеточностью установлена такая же прямолинейная зависимость, как и в опыте 1.

Внесение медных удобрений на фоне NPK привело к достоверному увеличению пораженности деревьев розеточностью при всех испытанных нами дозах. Индекс поражения повышался с увеличением доз меди. Так, если в варианте 25Cu этот показатель увеличился в 1,3, то в варианте 50Cu — в 1,5, 200Cu — в 2,4 раза по сравнению с контролем (рис. 5). Самое сильное угнетение роста деревьев отмечено в варианте 200Cu, в котором прирост диаметра был меньше, чем в контроле, на 38,1 %, средняя длина побегов — на 70,0, а суммарная длина побегов на одном дереве — на 47,6 % меньше. Наиболее приемлемой оказалась доза меди 25 мг. В этом варианте увеличились прирост диаметра штамба и суммарная длина побегов.

Результаты опыта подтверждают выводы многих исследователей [1, 4, 13, 16] о высокой эффективности цинка в борьбе с розеточностью. Достоверное снижение пораженности наблюдалось во всех вариантах с одним цинком, а также при совместном внесении цинка и меди по 100 мг/кг. Уже при дозах цинка по 25 и 50 мг/кг рост растений усиливался, а при дозе 100 мг/кг был максимальным. Прирост диаметра штамба увеличился на 33,3, а суммарная длина побегов на дереве — на 29,7 % по сравнению с контролем. Дальнейшее увеличение доз цинка приводило к угнетению растений. Так, в варианте 200Zn прирост

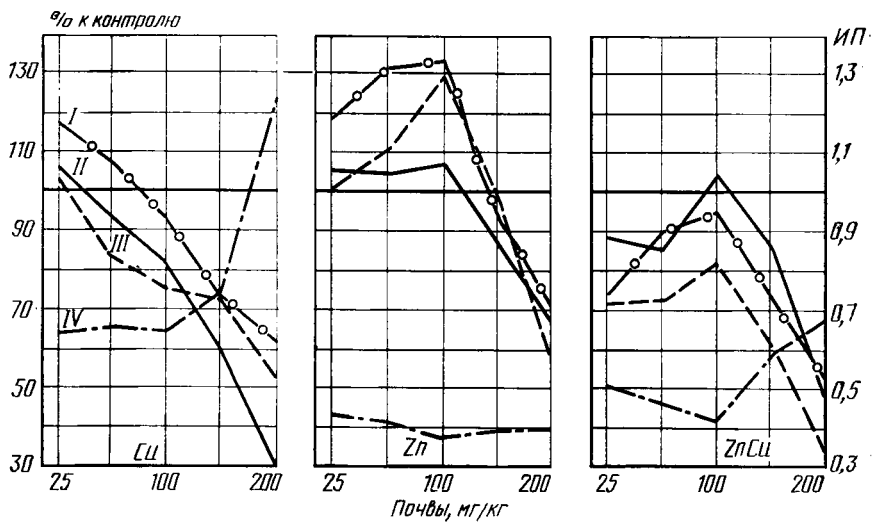


Рис. 5. Поражаемость яблони розеточностью в опыте 2.
 I — суммарный прирост диаметра штамба; II — средняя длина побега; III — суммарный прирост побегов; IV — ИП (в контроле ИП 0,51).

диаметра штамба составил 69,8, а суммарная длина побегов — 56,2 % к контролю.

При совместном внесении цинка и меди угнетение роста растений наблюдалось уже при дозе 25 мг каждого элемента. Однако с увеличением их доз угнетение и пораженность снижались и были минимальными в варианте 100Cu100Zn, затем при более высоких дозах отмечалось усиление пораженности и угнетения роста яблони.

Результаты опыта 2 свидетельствуют о том, что угнетение растений вследствие избытка всех макроудобрений в наибольшей степени устраняется только при внесении цинка. На фоне 500N500P500K оптимальной оказалась доза цинка 100 мг/кг.

С целью установления оптимального соотношения между дозами цинковых и медных удобрений на этом же фоне НРК нами был заложен опыт 3. Результаты анализов почвы и листьев показали (табл. 4, 5), что содержание цинка и меди в почве и в листьях зависело от доз удобрений. Применение микроэлементов не оказало существенного влияния на подвижность фосфора и калия в почве, но значительно изменило содержание в листьях этих элементов, а также азота. Как и в опыте 2, внесение цинка достоверно снижало содержание калия в листьях, а внесение меди увеличивало содержание азота и снижало количество фосфора. Уменьшение дозы одного из микроэлементов при одновременном увеличении дозы другого четко отражалось на химическом составе листьев яблони.

Таблица 4
 Агрохимические свойства почвы в опыте 3 (в среднем за 1981—1983 гг.)

Вариант	P ₂ O ₅	K ₂ O	Zn	Cu	pH _{вод}	P ₂ O ₅ : Zn	Cu: Zn
	мг/кг						
Контроль (фон 500N500P500K)	72,1	313,3	1,2	1,6	8,3	60,1	1,8
200Zn	77,3	342,7	21,3	1,7	8,2	3,6	0,1
150Zn25Cu	86,6	326,5	12,1	2,5	8,2	7,1	0,2
100Zn50Cu	80,0	339,1	9,2	5,2	8,3	8,7	0,6
50Zn100Cu	82,7	346,2	3,6	17,1	8,3	23,0	4,7
25Zn150Cu	74,7	328,4	2,2	12,9	8,3	33,6	5,9
200Cu	66,9	318,8	1,7	23,3	8,3	38,8	13,7
НСР ₀₅	23,1	43,7	0,9	1,0	0,1	—	—

Содержание элементов питания в листьях побегов яблони в опыте 3
(в среднем за 1981—1983 гг.)

Вариант	N	P	K	Zn	Cu	P ₂ O ₅ :Zn	Cu:Zn
	% на сухую массу, мг на 1 кг						
Контроль (фон)	2,45	0,15	1,81	8,85	4,75	171,4	0,60
200Zn	2,58	0,14	1,27	34,55	5,30	40,5	0,15
150Zn25Cu	2,68	0,13	1,20	24,90	5,50	52,2	0,22
100Zn50Cu	2,82	0,13	1,56	19,05	6,55	68,2	0,34
50Zn100Cu	2,79	0,10	1,65	13,55	7,35	73,8	0,54
25Zn150Cu	2,82	0,10	1,81	9,10	17,40	109,9	1,91
200Cu	2,87	0,11	1,78	5,05	34,05	217,8	6,74
HCP ₀₈	0,21	0,03	0,35	0,67	0,65	—	—

Изменение пищевого режима растений существенно сказывалось на росте и пораженности яблони розеточностью (рис. 6). Так, в варианте 200 Cu, где угнетение растений было максимальным, индекс поражения розеточностью увеличился по сравнению с контролем в 2,6 раза, а суммарный прирост диаметра штамба составил всего 49,0%, средняя длина побегов — 54,7, а суммарная длина побегов на дереве — 40,7% к контролю.

При снижении доз меди и добавлении цинка угнетение и пораженность яблонь снижались, но отрицательное влияние на растения высоких фоновых доз полностью устранялось только в варианте с одновременным внесением цинка в дозе 100, а меди — 50 мг/кг. Однако в этом случае эффект от внесения цинка был значительно ниже, чем в опыте 2 при той же его дозе (рис. 5), что также свидетельствует о значительном снижении эффективности цинка при добавлении меди на высоком фоне основных удобрений.

Между отношениями P₂O₅:Zn и Cu:Zn в почве и в листьях и степенью поражения деревьев розеточностью в этом опыте наблюдалась та же закономерность, что и в опытах 1,2, т. е. с увеличением отношений возрастала и степень поражения деревьев розеточностью (табл. 4, 5, рис. 6).

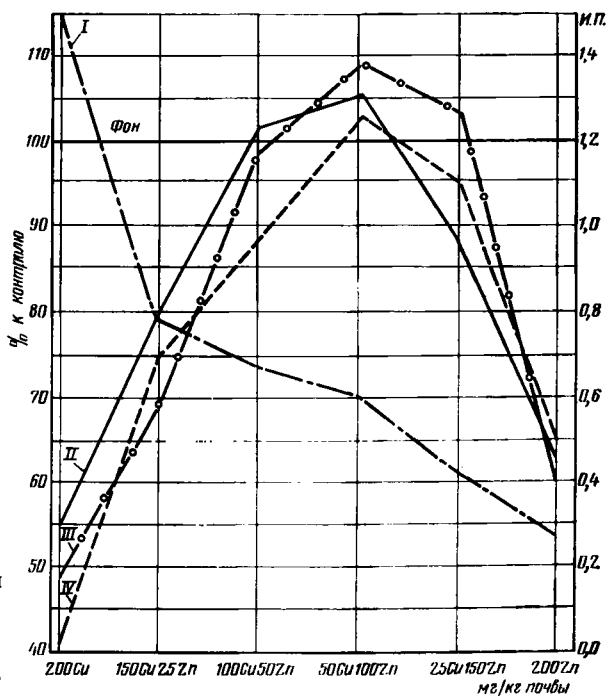


Рис. 6. Поражаемость яблони розеточностью в опыте 3.

I — средний ИП (в контроле ИП 0,57); II — средняя длина побегов; III — суммарный прирост диаметра штамба; IV — суммарный прирост побегов на 1 дереве.

Выводы

1. При внесении в почву макроудобрений в ней существенно увеличивается содержание подвижных форм вносимого элемента. Высокие дозы аммиачной селитры привели к снижению щелочности почвы, повышению подвижности фосфора, а увеличение доз суперфосфата повысило содержание обменного калия и понизило — подвижного цинка. Применение цинковых и медных удобрений увеличило количество подвижных форм этих элементов в почве, но не влияло на содержание макроэлементов.

2. Химический состав листьев в большой мере зависел от химического состава почв и характера взаимовлияния элементов питания при поступлении их в растение. При внесении меди увеличивалось содержание в листьях азота и снижалось — цинка, при внесении цинка уменьшалось содержание фосфора, меди и калия. Характер взаимодействия между медью и цинком был антагонистическим. Азот препятствовал поступлению в листьях фосфора, цинка и меди, а фосфор — меди. Калий повышал содержание цинка, фосфора и снижал — меди.

3. Резкое изменение питательного режима, вызванное избытком одного или трех макроэлементов, приводило к угнетению роста деревьев. Калий вызывал минимальное, а азот — максимальное подавление роста. Изменялось при этом соотношение массы надземной и корневой систем. Фосфор в большей степени угнетал, а цинк и медь усиливали рост надземной системы по сравнению с корневой. Влияние азота и калия на этот показатель было менее определенным.

4. При высоких дозах калия угнетался рост яблонь, но не усиливалась розеточность. С увеличением доз азотных удобрений пораженность розеточностью возрастала. Фосфорные и медные удобрения усиливали, а цинковые устраняли это заболевание. Степень поражения яблонь розеточностью находилась в прямой зависимости от отношения $P_2O_5:Zn$ и $Cu:Zn$ в почве и листьях. Состояние яблонь было хорошим в вариантах, где отношение $P_2O_5:Zn$ в почве было в среднем 3,0, в листьях — 100, а $Cu:Zn$ — соответственно 0,1 и 0,3.

Максимальный положительный эффект на высоком фоне основных удобрений (500N500P500K) наблюдался в варианте 100Zn50Cu.

5. В зонах распространения розеточности эффективный контроль за питанием яблони можно осуществлять лишь на основе комплексной диагностики: растительной, почвенной и визуальной. При этом количество определяемых элементов необходимо повысить до 5, поскольку данных о содержании в почвах и растениях только азота, фосфора и калия совершенно недостаточно для оценки условий питания растений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Афанасьенко 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 регуляторов роста КАНУ на некоторые стороны обмена веществ яблони. Тр. Воронеж. Гос. ун-та. — Воронеж, 1971, т. 78, с. 19—23. — 3. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. — М.: Колос, 1979. — 4. Журавлева А. Н. Изучение причин и разработка мер борьбы с розеточностью яблони в условиях Запорожской области. — Автореф. канд. дис. — М., 1980. — 5. Кондаков А. К. Методические указания по проведению агрохимического обследования почв, закладке и проведению полевых опытов с удобрениями и составлению рекомендаций по применению удобрений в плодовых и ягодных насаждениях. Изд. 2-е, перераб. и доп. — М.: Колос, 1976. — 6. Наумов В. Д., Тарасов В. М., Ганжара Н. Ф. и др. Свойства почв и роль фосфорных удобрений в заболевании яблонь розеточностью и хлорозом в Запорожской области. — Агрехимия, 1978, № 6, с. 68—74. — 7. Негреев В. И., Тарасов В. М. Влияние основных удобрений и цинка на розеточность яблони в условиях степного Крыма. — Изв. ТСХА, 1978, вып. 1, с. 124—131. — 8. Островская Л. К., Яковенко Г. М., Гамаюнова М. С. Комплексная недостаточность микроэлементов в известковых почвах. — Тр. Биогеохим. лаб. АН СССР, 1960, вып. 11, с. 92—101. — 9. Панин М. С., Лобова Б. П. Влияние минеральных удобрений на содержание цинка в системе почва — растение в условиях орошения. — Агрехимия, 1978, № 10, с. 107—112. — 10. Попов А. Е., Козыр Д. И., Пыш-

кина Е. А. Результаты почвенно-биологического обследования садов в совхозе «Первомайский» Волгоградской области в связи с функциональными заболеваниями. — В сб.: Прогрессивные технологии в плодоводстве и виноградарстве. — М.: ТСХА, 1982. — 11. Рекомендации по предупреждению и устранению питания яблони цинком / В. М. Тарасов, В. Д. Наумов, Н. Ф. Ганжара и др. — М.: Колос, 1980. — 12. Ринькис Г. Я. Оптимизация минерального питания растений в песчаном субстрате. — В сб.: Микроэлементы — регуляторы жизнедеятельности и продуктивности растений. — Рига: Знание, 1971. — 13. Рыкалин Ф. Н. Цинковая недостаточность в минеральном питании яблони в степной зоне Крыма. — Автореф. канд. дис. — М., 1973. — 14. Самохвалов С. Г., Чеботарева Н. А. Методические указания по атомно-абсорбционному определению микроэлементов в вытяжках из почв и в растворах золь кормов и растений. — М.: ЦИНАО, 1977. — 15. Срапенянц Г. А. Метод нейтронно-активационного анализа растений на азот, фосфор и калий. — Химия в сельск. хозяйстве, 1977, № 1, с. 30—32. — 16. Тарасов В. М. Розеточность и усыхание побегов яблони как следствие нарушений питания цинком и медью, меры борьбы с ними. — Автореф. докт. дис. — М., 1980. — 17. Тарасов В. М., Акимов В. И.

Рост и заболеваемость розеточностью молодых яблонь при внесении высоких доз азотных, фосфорных удобрений, цинка и меди. — Изв. ТСХА, 1982, вып. 5, с. 110—116. — 18. Тарасов В. М., Журавлева А. Н. Влияние фосфорных удобрений на розеточность яблони. — Сб. науч. тр. ТСХА: Плодоводство и овощеводство, 1977, вып. 231, с. 34—39. — 19. Тарасов В. М., Копылов П. И. Влияние высоких доз фосфора и меди на рост и пораженность розеточностью яблони. — Докл. ТСХА, 1976, вып. 221, с. 11—15. — 20. Bandijopadhy A. K., Adhikari M. — Effect of fertilisers on the availability of trace element in rice soils. — II Riso, 1968, vol. 17(4), p. 265—270. — 21. Langin E. J., Ward R. C., Olson R. A., Roades H. F. — Soil Sci. Soc. Amer. Proc., 1962, vol. 26, N 6, p. 574—578. — 22. Millikan C. R. — Austral. Agr. Res., 1963, vol. 14, N 2, p. 180—205. — 23. Stuckenholts D. D., Olsen R. J., Cogan G., Olson R. A. — Soil Sci. Soc. Amer. Proc., 1966, vol. 30, N 6, p. 759—763. — 24. Trier K., Bergmann W. — Archiv. für ackerund pflanzenbau und bodenkunde. Berlin, 1974, Bd. 18, N 1, S. 53—63. — 25. Viets F. G., Boawn L. C., Crawford C. L. — Soil Sci. Soc. Amer. Proc., 1957, vol. 21, N 2, p. 197—201.

Статья поступила 24 марта 1988 г.

SUMMARY

The data obtained after studying for three years in the Lower Volga area the effect of nitrogenous, phosphorous, potash, zinc and copper fertilizers on young apple trees of North Synap variety are presented in the paper. Critical levels for the amount and ratio of macro- and microelements in the soil which may result in rosette disease of the trees are established.