

УДК 634.1:581.13:631.543

## ПОГЛОЩЕНИЕ И ВЫНОС АЗОТА, ФОСФОРА И КАЛИЯ ЯБЛОНЬМИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СХЕМ ПОСАДКИ

В. М. ТАРАСОВ, И. И. ХАНЖИЯН

(Кафедра плодоводства)

В связи с интенсификацией плодоводства в настоящее время широко внедряются новые типы насаждений (интенсивные, суперинтенсивные), увеличивается их плотность.

В Ульяновской области урожайность яблони до сих пор остается невысокой, что прежде всего обусловлено большими площадями питания ( $8 \times 6$ ,  $8 \times 4$ ) и изреженностью насаждений.

Переход на загущенные посадки ( $5-4 \times 5-3$ ) в этих условиях должен обеспечить более раннее вступление садов в товарное плодоношение и значительное повышение урожайности. Однако прежде чем использовать уплотненные насаждения, необходимо решить такие вопросы, как оптимизация схем посадки, параметров деревьев, а также уровня минерального питания. В основе разработки наиболее рациональной системы применения удобрений в садах лежит изучение выноса и распределения элементов питания [2, 4-7].

Весной 1970 г. В. А. Жоголевым был заложен специальный опыт в Самайкинском плодопитомническом совхозе Ново-Спасского района Ульяновской области, целью которого являлось изучить влияние схем посадки на плодоношение и вынос азота, фосфора и калия деревьями яблони. Наши исследования явились продолжением работ В. А. Жоголева и выполнены в 1976-1980 гг.

### Условия и методика

Опыт заложен 2-летними саженцами районированных в данной зоне сортов: Спартак на лесной яблоне и Жигулевское на сеянцах Китайки санинской. (Данные по последнему сорту не приводятся, так как они аналогичны данным, полученным по сорту Спартак.)

Изучали три схемы посадки:  $8 \times 4$  м (контроль),  $5 \times 5$  и  $4 \times 3$  м. Повторность 3-кратная, в варианте по 24 дерева каждого сорта.

Почва опытного участка — чернозем выщелоченный слабогумусированный, среднеспособный, легкосуглинистый, среднее содержание гумуса по Тюрину в слое 0-45 см — 2,6 %, подвижного фосфора по Чирикову — 9 мг, обменного калия по Масловой — 14,4 мг на 100 г почвы.

Перед посадкой сада под плантаж был внесен навоз 30 т/га,  $P_2O_5$ , 80 кг/га в форме простого суперфосфата,  $K_2O$ , 120 кг/га в форме калийной соли, а в посадочные ямы — по 20 кг смеси перегноя с торфом (1:1).

С 1971 по 1980 г. внесено азота 553 кг, фосфора — 200,8 и калия — 537 кг на 1 га (по действующему веществу).

Для определения фитомассы растений в 1980 г. выкопали по 3 типичных дерева в каждом варианте опыта. Надземную и корневую части расчленили на структурные элементы, в которых определяли сухую массу и химический состав. На основании результатов анализа растительных образцов рассчитывали вынос, локализацию и поглощение основных элементов минерального питания. При этом допускали, что 50 % питательных веществ, содержащихся в листьях, возвращается в почву [9].

Содержание валового азота в листьях, ветвях и корнях определяли по микрометоду Кьельдаля, фосфора — по Лоури и Лопес в модификации В. Г. Скулачева [8], калия — на пламенном фотометре, озоление растительных образцов производили по К. Е. Гинзбург и Г. М. Щегловой [1].

### Результаты исследований

Опыты показали, что на долю стеблей 11-летней яблони сорта Спартак приходилось 53 % всей сухой массы, на корни — 26,9 %, или почти в 2 раза меньше, на плоды и листья — соответственно 13,9 и 6,2 %

Сухая масса отдельных частей и тканей 11-летних яблонь сорта Спартак и содержание в них основных элементов питания. Схема посадки 5×5 м. Сентябрь 1980 г.

Части и ткани дерева	Сухая масса		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
	кг/дерева	% от общей			
Плоды	6,31	13,93	9,8	2,4	11,0
Листья	2,79	6,16	23,8	3,4	13,8
Древесина:					
штамба	3,19	7,04	1,9	0,6	1,1
скелетных ветвей	15,18	33,50	3,8	1,9	1,5
2-летних ветвей	1,18	2,60	6,7	2,4	2,5
побегов	0,35	0,77	10,5	2,3	5,7
Кора:					
штамба	0,22	0,49	5,9	2,0	4,3
скелетных ветвей	3,24	7,15	6,4	2,2	4,1
2-летних ветвей	0,49	1,08	12,4	3,4	5,8
побегов	0,17	0,38	12,5	2,1	13,1
Надземная система	33,12	73,10	—	—	—
Корни диаметром, мм:					
до 3	1,01	2,23	12,5	2,7	3,6
3—5	1,05	2,32	15,7	4,2	4,5
5—10	1,14	2,52	16,6	3,3	3,3
более 10	8,99	19,84	11,0	2,9	3,5
Корневая система	12,19	26,90	—	—	—
Все растение	45,31	100,0	—	—	—

Пр и м е ч а н и е. Масса листьев средняя за 1976—1980 гг.; масса стеблей учитывалась с массой удаленных при обрезке ветвей.

(табл. 1). В контроле сухая масса одного растения составила 40,37 кг, в варианте 4×3 м — 24,17 кг.

У яблонь сорта Спартак содержание азота было самым высоким в листьях — 2,38 %, в стеблях побегов оно составляло 1,11 %, в двухлетних ветвях — 1,14, в скелетных ветвях — 0,55, в штамбе — 0,23 и в плодах — 0,98 %, в корнях оно повышалось по мере увеличения их диаметра до 10 мм и снижалось в более толстых корнях. В древесине ветвей содержание азота снижалось с увеличением их возраста и было самым низким в древесине штамба (0,19 %). В коре этот показатель оказался в 1,2—3,1 раза больше, чем в древесине.

Фосфор в большем количестве накапливался в листьях яблонь (0,34 %), несколько меньше — в коре и древесине двухлетних ветвей (0,34 и 0,24 %), плодах (0,24 %), древесине и коре однолетних побегов (0,23 и 0,21 %). Наиболее высокой концентрацией фосфора отличались корни диаметром 3—5 мм.

Содержание калия было наибольшим в листьях (1,38 %), коре побегов (1,31 %) и плодах (1,10 %). Меньше всего его отмечалось в более старых тканях. Так, в древесине побегов концентрация калия составила 0,57, а в древесине скелетных ветвей и штамба — соответственно 0,15 и 0,11 %. Повышенным содержанием калия отличались корни диаметром 3—5 мм.

Валовое содержание азота в 11-летних деревьях составило 380,7 г, фосфора — 105,6 и калия — 202,0 г на дерево (табл. 2). Причем на долю надземной части приходилось 61,3 % азота, 65,0 — фосфора и 78,6 % калия.

У 11-летних яблонь Спартак наибольшее количество азота отмечено в корнях толще 10 мм (98,9 г на дерево), затем в листьях (66,4 г), плодах (61,8 г), древесине (57,7 г) и коре скелетных ветвей (20,7 г); значительно меньше его было в скелетных и полускелетных корнях диаметром 3—10 мм, обрастающих корнях, древесине двухлетних ветвей, штамба, однолетних побегов и в коре.

Большая часть фосфора накапливалась в древесине скелетных ветвей (28,8 г), несколько меньше — в корнях толще 10 мм (26,1 г), пло-

Валовое содержание азота, фосфора и калия в различных частях и тканях 11-летних яблонь сорта Спартак. Схема посадки 5×5 м. Сентябрь 1980 г.

Части и ткани дерева	N		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		K <sub>2</sub> O	
	г/дерево	% от общего	г/дерево	% от общего	г/дерево	% от общего
Плоды	61,8	16,2	15,14	14,3	69,41	34,4
Листья	66,4	17,4	9,49	9,0	38,50	19,1
Древесина:						
штамба	6,06	1,6	1,91	1,8	3,51	1,7
скелетных ветвей	57,68	15,2	28,84	27,3	22,77	11,3
2-летних ветвей	7,91	2,1	2,83	2,7	2,95	1,5
побегов	3,68	0,9	0,81	0,8	2,0	1,0
Кора:						
штамба	1,3	0,3	0,44	0,4	0,95	0,5
скелетных ветвей	20,74	5,4	7,13	6,8	13,28	6,6
2-летних ветвей	6,08	1,6	1,67	1,6	2,84	1,4
побегов	2,13	0,6	0,36	0,3	2,23	1,1
Надземная система	233,78	61,3	68,62	65,0	158,44	78,6
Корни диаметром, мм:						
до 3	12,63	3,3	2,73	2,6	3,64	1,8
3—5	16,49	4,3	4,41	4,2	4,73	2,3
5—10	18,92	5,0	3,76	3,6	3,76	1,9
более 10	98,89	26,1	26,07	24,6	31,47	15,4
Корневая система	146,93	38,7	36,97	35,0	43,60	21,4
Все растение	380,71	100,0	105,59	100,0	202,04	100,0

дах (15,1 г) и листьях (9,5 г). По валовому содержанию калия первое место занимали плоды (69,4 г), второе — листья (38,5 г), третье — корни диаметром более 10 мм (31,5 г) и четвертое — древесина скелетных ветвей (28,8 г на дерево).

Площадь питания оказала существенное влияние на количество питательных веществ, поглощенных из почвы одним растением и с единицы площади сада. Одной яблоней сорта Спартак при схеме посадки 8×4 м за 11 лет было поглощено из почвы азота, фосфора и калия 1235,4 г, а в варианте 4×3 м — 1022,8 г. Меньшее поглощение питательных веществ при уплотнении посадок объясняется более ослабленным ростом, меньшим урожаем с дерева и, возможно, снижением уровня минерального питания в загущенных посадках. Из общего количества поглощенных элементов питания в контроле в корнях и стеблях было локализовано 28,4 %, в варианте 5×5 м — 30,8 и при схеме размещения 4×3 м — 20,8 %; отчуждалось плодами — соответственно 40,8, 44,1 и 49,5 %, листьями — 28,0, 22,6 и 25,1 %, обрезанными ветвями — 2,8; 2,6 и 4,7 %.

Нами установлено, что при уплотненном размещении растений доля азота, фосфора и калия плодов в выносе и общем поглощении увеличилась по сравнению с начальным периодом роста деревьев (1970—1975 гг.). В. А. Жоголев, подводя итоги первого этапа исследований, отмечал, что при загущении растений доля азота, фосфора и калия плодов в выносе и общем поглощении снижалась [3]. В контроле она составила 53 % от общего поглощения, в варианте 5×5 м — 52 и в варианте 4×3 м — 38 %. Это было связано с тем, что удельный вес биомассы плодов в общей биомассе растения был очень мал, так как в товарное плодоношение насаждения еще не вступили. Автор сообщил также, что темпы поглощения питательных веществ возрастали особенно резко после вступления деревьев в плодоношение. Так, в контроле общее поглощение азота, фосфора и калия за 1970—1974 гг. составило 279,0 г. В 1974 г. было получено 117,9 ц плодов с 1 га, поглощение основных элементов составило 235,2 г, или 84 % от общего поглощения за весь период.

В наших исследованиях доля азота, фосфора и калия плодов в общем поглощении у 11-летних деревьев в контроле составила 40,8 %, в варианте 5×5 м — 44,1, а при схеме размещения 4×3 м — 49,5 %, а от

Поглощение и вынос азота, фосфора и калия яблонями сорта Спартак за 11 лет в насаждениях различной конструкции

Показатель	8×4	5×5	4×3
Накопление в стеблях и корнях			
N	$\frac{64,0}{32,1}$	$\frac{101,0}{35,4}$	$\frac{105,7}{24,6}$
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	$\frac{21,1}{43,8}$	$\frac{32,4}{46,0}$	$\frac{32,7}{32,6}$
K <sub>2</sub> O	$\frac{24,5}{17,7}$	$\frac{37,7}{18,8}$	$\frac{39,1}{12,1}$
Всего	$\frac{109,6}{28,4}$	$\frac{171,1}{30,8}$	$\frac{177,5}{20,8}$
Вынос с плодами, листьями и обрезанными ветвями			
N	$\frac{135,3}{67,9}$	$\frac{184,1}{64,6}$	$\frac{324,2}{75,4}$
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	$\frac{27,1}{56,2}$	$\frac{38,0}{53,9}$	$\frac{67,7}{67,4}$
K <sub>2</sub> O	$\frac{114,3}{82,3}$	$\frac{162,6}{81,2}$	$\frac{284,8}{87,9}$
Всего	$\frac{276,7}{71,6}$	$\frac{384,7}{69,2}$	$\frac{676,7}{79,2}$
Общее поглощение			
N	$\frac{199,3}{100,0}$	$\frac{285,1}{143,1}$	$\frac{429,9}{215,7}$
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	$\frac{48,2}{100,0}$	$\frac{70,4}{146,1}$	$\frac{100,4}{208,3}$
K <sub>2</sub> O	$\frac{138,8}{100,0}$	$\frac{200,3}{144,3}$	$\frac{323,9}{233,4}$
Всего	$\frac{386,3}{100,0}$	$\frac{555,8}{143,8}$	$\frac{854,2}{221,1}$

Примечание. В числителе — в кг/га, в знаменателе — % от общего поглощения.

выноса — соответственно 57,0 63,6 и 62,5 %. Такое увеличение выноса питательных веществ плодами объясняется постепенным повышением их удельного веса в общей фитомассе.

Значительные различия между вариантами схем посадки наблюдались в поглощении, накоплении и выносе азота, фосфора и калия с единицы площади сада (табл. 3). Так, если общее поглощение элементов минерального питания яблоней Спартак в варианте 8×4 м составило 386,3 кг с 1 га, то по мере уплотнения насаждений четко прослеживалось увеличение этого показателя: при схеме размещения 5×5 м — 555,8 кг, в варианте 4×3 м — 854,2 кг, или соответственно 143,9 и 221,1 % к контролю.

Из приведенных данных видно, что при загущении растений количество извлеченных из почвы элементов питания значительно увеличивается. Эти различия особенно заметны между контролем и вариантом 4×3 м, в котором данный показатель возрос в 2,2 раза. Следует также отметить, что между числом растений на единице площади и поглощением питательных веществ не наблюдалось прямо пропорциональной зависимости. Это объясняется, как указывалось выше, угнетением роста отдельных растений и снижением их продуктивности при площадях питания менее 20 м<sup>2</sup>.

Поглощение и вынос основных элементов питания яблоней сорта Спартак  
(% от д. в. внесенных туков)

Вариант	Общее поглощение				Вынос			
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	всего	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	всего
1970—1974 гг.								
8×4	21,2	11,4	18,7	18,6	13,4	6,7	13,1	12,3
5×5	26,1	14,0	22,3	22,8	16,1	7,9	15,7	14,7
4×3	42,1	23,1	34,7	36,1	21,4	10,5	20,0	19,2
1975—1980 гг.								
8×4	43,3	30,1	30,7	36,3	29,9	16,8	26,8	26,5
5×5	64,0	45,3	47,5	54,5	41,8	24,3	40,2	38,3
4×3	95,3	63,1	77,8	83,2	77,1	45,0	75,4	71,2
1970—1980 гг.								
8×4	36,0	24,0	25,8	29,9	24,4	13,5	21,3	17,0
5×5	51,6	35,1	37,3	43,1	33,3	18,9	30,3	29,8
4×3	77,7	50,0	60,3	66,2	58,6	33,7	53,0	52,4

Примечание. В 1970—1974 гг. внесено 183N65,8P217K, в 1975—1980 гг. — 370N135P320K.

Из общего количества поглощенных элементов питания 20,8—30,8 % накапливалось в стеблях и корнях, а 69,2—79,2 % приходилось на вынос с плодами, листьями, обрезанными ветвями. По мере загущения деревьев устойчиво снижался удельный вес элементов минерального питания, содержащихся в вегетативных частях растений, и возрастал их вынос. Если в контроле вынос составил 71,6 %, а в вегетативных частях было локализовано 28,4 % от общего их поглощения, то в варианте 4×3 м — соответственно 79,2 и 20,8 %.

Сравнение наших исследований с данными В. А. Жоголева, полученными в период первого этапа исследований (1970—1975 гг.), показало, что в стеблях и корнях 5-летних яблонь сорта Спартак накапливалось больше питательных веществ, чем у 11-летних деревьев, — соответственно 33—46 и 20,8—30,8 %. Вынос элементов минерального питания плодами за 11-летний период роста и плодоношения яблонь в контроле составил 157,8 кг/га, в варианте 5×5 — 244,7, 4×3 м — 423,2 кг/га, а за первые 5 лет — соответственно 46,9; 55,8 и 63,6 % от общего выноса.

В табл. 4 приведены данные о поглощении и выносе основных элементов питания по этапам исследований в процентах от внесенных с удобрениями. При этом было условно принято, что все элементы питания поглощались из удобрений. В первое пятилетие в контроле поглощение азота составило 21,2 %, фосфора — лишь 11,4 и калия — 18,7 % (отчуждено соответственно 13,4; 6,7 и 13,1 %). В последующие 6 лет с увеличением темпов нарастания биомассы и усилением плодоношения поглощение азота повысилось в 2 раза, фосфора — в 2,6 и калия — в 1,6 раза (отчуждено соответственно в 2,2; 2,5 и 2,0 раза больше). В среднем за 11 лет азот удобрений использовался на 36,0 %, фосфор — 24,0, калий — 25,8 % (отчуждено соответственно 24,4, 13,5 и 21,3 %). Следовательно, в контроле удобрения вносились с большим избытком. Это указывает на необходимость критической переоценки рекомендованных норм удобрений в неплодоносящих и вступивших в плодоношение молодых садах.

Густота посадки яблони оказала очень большое влияние на использование растениями элементов питания удобрений. Так, в варианте 5×5 м в первое пятилетие поглощено азота 26,1 % от внесенного, фосфора — 14,0, калия — 22,3 %, а в варианте 4×3 м соответственно 42,1; 23,1 и 34,7 %. В последующие 6 лет эти показатели возросли соответст-

венно до 64,0; 45,3; 47,5 и 95,3; 63,1 и 77,8 %. Поглощение питательных веществ в варианте 4×3 м увеличилось в 2,2; 2,1 и 2,5 раза по сравнению с контролем. Следовательно, в варианте 4×3 м в 1975—1980 гг. использование азота удобрений яблонями составило 95,3 %. Столь напряженный азотный баланс в загущенных посадках мог явиться дополнительным фактором, ограничивающим рост деревьев и их продуктивность. Менее интенсивно использовались калий (77,8 % от внесенного) и фосфор (63,1 %).

### Заключение

Результаты наших исследований дают основание считать, что с вступлением яблони в плодоношение резко увеличивается потребность растений в элементах питания. Схемы посадки, возраст сада, продуктивность насаждений сильно влияют на поглощение и вынос питательных веществ. При размещении деревьев 5×4 и 4×3 м применявшиеся в опытах дозы удобрений не обеспечивают биологической потребности яблони, вступившей в товарное плодоношение.

После вступления садов в плодоношение принятые в производстве нормы внесения азотных удобрений при площадях питания 25 м<sup>2</sup> и менее следует увеличить на 30—50, а фосфорных и калийных — на 20—30 %.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Гинзбург К. Е., Щеглова Г. М. Определение азота, фосфора и калия в растительном материале из одной навески. — Почвоведение, № 5, 1960, с. 34—43.
2. Деметьева В. М. Влияние минеральных удобрений на химический состав и вынос питательных веществ пятилетней яблоней. — В сб. Эффективное применение удобрений в садоводстве и виноградарстве. Кишинев, 1975, т. II, с. 94—96.
3. Жоголев В. А. Рост и плодоношение молодых деревьев яблони при различных схемах посадки. — Автореф. канд. дис. М., 1977.
4. Кордуняну П. Н. Круговорот основных элементов питания сельскохозяйственных культур. Кишинев, 1978.
5. Петербургский А. В. Круговорот и баланс питательных веществ в земледелии. М.: Наука, 1979.
6. Рубин С. С. Удобрение плодовых и ягодных культур. М.: Колос, 1974.
7. Рубин С. С., Мойсеенко В. К. Вынос основных элементов питания молодыми деревьями яблони и использование ими предпосадочного удобрения. — Агрохимия, 1970, № 6, с. 84—90.
8. Скулачев В. Г. Биофизика, т. 3, ч. I, М.: Изд-во АН СССР, 1962, с. 40—43.
9. Чилдерс Н. Ф. Минеральное питание плодовых и ягодных культур Пер. с англ. М.: Сельхозиздат, 1960.

*Статья поступила 29 июня 1984 г.*

### SUMMARY

Experiments have been carried out in the Novo-Spassk district of the Ulyanovsk region. It has been found that apple trees of the varieties Spartak and Zhigulevskoye sharply increase the requirement in nutrition elements when reaching the fruit bearing stage. In this connection, after the orchards have achieved the fruit bearing stage, the adopted rates of nitrogen fertilization under the nutrition area of 25 m<sup>2</sup> and less are to be increased by 30—50 %, and those of phosphorous and potassium fertilizers, by 20—30 %.