

УДК 634.11:631.82

## ВЫНОС ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ МОЛОДЫМИ ЯБЛОНЬМИ НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЕ ПРИ ЕЖЕГОДНОМ И ПЕРИОДИЧЕСКОМ ВНЕСЕНИИ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ

В. М. ТАРАСОВ, Л. В. МАЙМУСОВА, В. Ф. КОВАЛЕНКО

(Кафедра плодоводства)

На основании изучения выноса элементов питания деревьями яблони установлено, что лучшие условия для их роста в первые 5 лет после посадки создавались при ежегодном внесении 60N90P60K, а в последующем в период роста и плодоношения — при периодичном (один раз в 5 лет) внесении 450P300K в сочетании с ежегодным внесением 180N или 60N.

В настоящее время в сельском хозяйстве, и в частности в плодоводстве, одной из самых важных задач является разработка приемов наиболее рационального использования удобрений. Установлена целесообразность запасного (раз в 3—5 лет) внесения фосфорно-калийных удобрений, которое позволяет значительно повысить урожайность плодов и сократить затраты труда в 2,5—3 раза по сравнению с ежегодным внесением [1, 5, 7].

Основными составляющими биологического круговорота питательных веществ в плодовых деревьях является вынос минеральных элементов, локализация их в растениях, возврат в почву и отчуждение с урожаем [10]. Количество и соотношение элементов, вовлекаемых в круговорот, зависит от биологических особенностей растений, почвенно-климатических условий, способа культуры, агротехники, урожайности [6, 11, 15, 16].

При выборе наиболее эффективных доз удобрений в садах необходимо знать потребность плодовых растений в удобрениях. Один из методов определения основывается на оценке общего выноса основных элементов питания, по которому рассчитывается потребность деревьев в элементах питания и оптимальное их соотношение [9, 14]. Так как изучение выноса питательных веществ плодовыми деревьями чрезвычайно трудоемко и методически сложно, данных по этому вопросу крайне недостаточно [6, 8, 12, 13].

Целью нашей работы было изучить вынос основных элементов питания молодыми деревьями яблони при периодичном и ежегодном внесении минеральных удобрений.

### Методика

Опыты проводили в 1970—1984 гг. на экспериментальной базе Тимирязевской академии «Михайловское» в саду посадки 1970 г. на деревьях Антоновки обыкновенной, привитых на сеянцах Антоновки. Почва опытного участка дерново-подзолистая среднесуглинистая, подстилаемая покровными суглинками. Содержание гумуса в пахотном горизонте 2,6%, запасы подвижного фосфора низкие (3,0 мг  $P_2O_5$  на 100 г по Кирсанову), обеспеченность калием — средняя (11,0—13,5 мг  $K_2O$  на 100 г по Масловой). Реакция почвы слабокислая —  $pH_{\text{СОЛ}}$  5,4. Степень насыщенности поглощенными основаниями высокая (81,6 %).

Схема опытов следующая. Вариант 1 — 60N90P60K ежегодно; 2 — 180N90P60K ежегодно; 3 — 60N ежегодно+450P300K в запас на 5 лет; 4 — 180N ежегодно+450P300K в запас на 5 лет; 5 — без удобрений (контроль).

Удобрения вносили осенью 1970 г. перед предпосадочной вспашкой почвы, а в последующем согласно схеме опыта; фосфорно-калийные — осенью, азотные — весной на всю площадь делянки перед обработкой почвы. Схема посадки яблони 4×5 м. В каждом варианте опыта 18 деревьев, размещение делянок на участке рандомизи-

рованное. Система содержания почвы в междурядьях — чередование через год черного и занятого (горчица на зеленое удобрение) пара.

Осенью 1975 и 1980 гг. определяли полный вынос азота, фосфора и калия деревом. С этой целью были отобраны типичные для каждого варианта дерева по длине окружности штамба и внешнему состоянию. Перед началом раскопки надземную часть срезали для предупреждения оттока питательных веществ в корни и сохранения принципа равенства длины вегетационного периода по всем вариантам опыта. Надземную часть разделяли на отдельные

структурные элементы (листья, стебли побегов, скелетные и полускелетные ветви, плодородные органы, кора и древесина штамба). Корневую систему после отмычки расчленили на отдельные фракции по диаметру (<1, >1, <10 и >10 мм). Все части деревьев высушивали, взвешивали и измельчали. Растительные образцы озоляли в смеси серной и хлорной кислот по методу [3], содержание азота определяли феноловым методом в модификации В. Н. Кудрярова, фосфора — по Труогу — Мейеру на электрофотоколориметре ФЭК-М, калия — на пламенном фотометре.

## Результаты исследований

Детальный химический анализ надземных органов и корневой системы 5- и 10-летних деревьев Антоновки обыкновенной показал, что в различных структурных элементах дерева содержится неодинаковое количество основных элементов питания (табл. 1). Наиболее богаты питательными элементами молодые физиологически активные части дерева — листья, плодородные ветви и тонкие корни. В стеблях побегов этих элементов содержалось больше, чем в полускелетных и скелетных ветвях. Наименьшее содержание питательных элементов наблюдалось в древесине штамба. Наши данные согласуются с результатами других исследователей [2, 13].

Содержание основных элементов минерального питания в корнях плодовых деревьев может значительно изменяться в зависимости от количества питательных веществ в окружающей корню почве. Однако корни не следует использовать в качестве индикаторного органа при диагностике питания плодовых деревьев, так как при раскопке почти невозможно отобрать сравнимые образцы.

Характер изменения содержания основных элементов питания в тканях различных органов по вариантам внесения минеральных удобрений был аналогичным. Следует отметить, что наиболее чувствительными к изменению уровня минерального питания оказались основные ассимилирующие органы — тонкие корни и листовой аппарат. Так, в контроле в листьях 5-летней яблони содержалось азота 1,38 %, фосфора — 0,31 и калия — 1,27% (табл. 1). При внесении минеральных удобрений содержание в листьях фосфора увеличилось во всех вариантах, азота — лишь в вариантах 180N90P60K и 180N + 450P300K. в запас, а концентрация калия существенно не изменилась. В тонких корнях яблони в контроле без удобрений содержалось азота 0,42 %, фосфора — 0,24 и калия — 0,36 %. Под влиянием минеральных удобрений содержание азота увеличилось во всех вариантах, фосфора тоже, кроме варианта с внесением 60N + 450P300K в запас, содержание калия повысилось только при внесении 60N90P60K.

При периодическом внесении фосфорно-калийных удобрений в первые 5 лет после посадки деревьев общая фитомасса молодых яблонь была ниже, чем в контроле, а при ежегодном внесении, наоборот, выше. Так, сухая фитомасса 5-летних деревьев в варианте 60N90P60K. составила в среднем 16,11 кг, что выше, чем в контроле, на 4,33 кг. Немного меньше, чем в этом варианте, но выше контрольной была масса деревьев в варианте 180N90P60K. Увеличение фитомассы дерева в этих вариантах происходило в основном за счет увеличения массы надземной части дерева, особенно листьев и скелетных ветвей.

Данные, полученные ранее [4], свидетельствуют о положительной связи между уровнем содержания в почве питательных веществ и отношением массы надземной части к массе корней плодовых деревьев. Результаты наших опытов подтверждают эту закономерность (табл. 2).

Содержание основных элементов минерального питания (% к сухому веществу) в деревьях Антоновки обыкновенной.

| Элемент питания                  | Плоды (10-летние деревья) | Листья | Стебли побегов | Ветви       |               |           | Древесина штамба | Кора штамба | Корни |         |       |
|----------------------------------|---------------------------|--------|----------------|-------------|---------------|-----------|------------------|-------------|-------|---------|-------|
|                                  |                           |        |                | плодоносные | полускелетные | скелетные |                  |             | 1 мм  | 1-10 мм | 10 мм |
| 60N90P60K ежегодно               |                           |        |                |             |               |           |                  |             |       |         |       |
| N                                | 0,88                      | 1,27   | 0,38           | 0,46        | 0,53          | 0,36      | 0,12             | 0,65        | 0,55  | 0,47    | 0,24  |
|                                  |                           | 1,47   | 1,10           | 1,29        | 0,98          | 0,82      | 0,65             | 0,75        | 1,01  | 0,81    | 0,48  |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>    | 0,25                      | 0,37   | 0,28           | 0,29        | 0,23          | 0,19      | 0,09             | 0,13        | 0,29  | 0,24    | 0,17  |
|                                  |                           | 0,34   | 0,28           | 0,29        | 0,24          | 0,19      | 0,09             | 0,15        | 0,34  | 0,28    | 0,14  |
| K <sub>2</sub> O                 | 1,12                      | 1,17   | 0,75           | 0,34        | 0,29          | 0,48      | 0,17             | 0,45        | 0,49  | 0,43    | 0,26  |
|                                  |                           | 1,39   | 0,78           | 0,62        | 0,59          | 0,40      | 0,19             | 0,34        | 0,70  | 0,50    | 0,43  |
| 180N90P60K ежегодно              |                           |        |                |             |               |           |                  |             |       |         |       |
| N                                | 0,87                      | 2,15   | 1,05           | 1,40        | 1,15          | 0,52      | 0,45             | 0,81        | 0,52  | 0,45    | 0,41  |
|                                  |                           | 1,55   | 1,00           | 1,16        | 1,01          | 0,79      | 0,59             | 0,69        | 1,05  | 0,69    | 0,43  |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>    | 0,24                      | 0,44   | 0,32           | 0,30        | 0,30          | 0,28      | 0,12             | 0,16        | 0,32  | 0,29    | 0,20  |
|                                  |                           | 0,44   | 0,32           | 0,30        | 0,25          | 0,11      | 0,08             | 0,11        | 0,32  | 0,29    | 0,13  |
| K <sub>2</sub> O                 | 1,09                      | 0,96   | 0,65           | 0,35        | 0,26          | 0,23      | 0,19             | 0,29        | 0,32  | 0,51    | 0,33  |
|                                  |                           | 1,33   | 0,68           | 0,64        | 0,55          | 0,39      | 0,17             | 0,33        | 0,45  | 0,44    | 0,36  |
| 60N ежегодно + 450P300K в запас  |                           |        |                |             |               |           |                  |             |       |         |       |
| N                                | 0,89                      | 1,35   | 0,50           | 1,20        | 0,43          | 0,15      | 0,05             | 0,50        | 0,51  | 0,47    | 0,21  |
|                                  |                           | 1,45   | 1,15           | 1,40        | 1,08          | 0,83      | 0,55             | 0,81        | 1,09  | 0,85    | 0,49  |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>    | 0,30                      | 0,32   | 0,26           | 0,34        | 0,13          | 0,06      | 0,02             | 0,16        | 0,19  | 0,21    | 0,08  |
|                                  |                           | 0,37   | 0,26           | 0,34        | 0,26          | 0,19      | 0,12             | 0,17        | 0,35  | 0,27    | 0,16  |
| K <sub>2</sub> O                 | 1,17                      | 1,05   | 0,50           | 0,41        | 0,37          | 0,24      | 0,06             | 0,40        | 0,18  | 0,38    | 0,43  |
|                                  |                           | 1,41   | 0,87           | 0,78        | 0,74          | 0,40      | 0,19             | 0,35        | 0,67  | 0,49    | 0,53  |
| 180N ежегодно + 450P300K в запас |                           |        |                |             |               |           |                  |             |       |         |       |
| N                                | 0,91                      | 1,48   | 0,50           | 1,37        | 0,28          | 0,43      | 0,21             | 0,28        | 0,55  | 0,53    | 0,37  |
|                                  |                           | 1,59   | 1,23           | 1,38        | 1,14          | 0,83      | 0,69             | 0,88        | 1,25  | 0,87    | 0,57  |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>    | 0,25                      | 0,35   | 0,29           | 0,40        | 0,17          | 0,17      | 0,09             | 0,12        | 0,31  | 0,32    | 0,19  |
|                                  |                           | 0,45   | 0,29           | 0,40        | 0,26          | 0,20      | 0,11             | 0,19        | 0,38  | 0,29    | 0,15  |
| K <sub>2</sub> O                 | 1,21                      | 0,95   | 0,56           | 0,37        | 0,26          | 0,26      | 0,16             | 0,37        | 0,40  | 0,39    | 0,35  |
|                                  |                           | 1,51   | 0,79           | 0,77        | 0,67          | 0,42      | 0,21             | 0,35        | 0,71  | 0,52    | 0,55  |
| Контроль                         |                           |        |                |             |               |           |                  |             |       |         |       |
| N                                | 0,89                      | 1,38   | 0,52           | 0,98        | 0,32          | 0,48      | 0,30             | 0,65        | 0,42  | 0,33    | 0,35  |
|                                  |                           | 1,38   | 0,91           | 1,17        | 0,87          | 0,76      | 0,52             | 0,71        | 0,94  | 0,68    | 0,41  |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>    | 0,23                      | 0,31   | 0,27           | 0,34        | 0,12          | 0,16      | 0,09             | 0,19        | 0,24  | 0,25    | 0,08  |
|                                  |                           | 0,30   | 0,27           | 0,34        | 0,24          | 0,16      | 0,09             | 0,12        | 0,30  | 0,25    | 0,12  |
| K <sub>2</sub> O                 | 1,07                      | 1,27   | 0,87           | 0,42        | 0,39          | 0,39      | 0,14             | 0,48        | 0,36  | 0,59    | 0,32  |
|                                  |                           | 1,30   | 0,65           | 0,59        | 0,49          | 0,33      | 0,14             | 0,31        | 0,54  | 0,41    | 0,32  |

Примечание. Здесь и в табл. 2 и 3 в числителе — 5-летние, в знаменателе — 10-летние деревья.

Внесение фосфорных и калийных удобрений в запас на фоне ежегодного применения 60N и 180N отрицательно сказалось на накоплении сухого вещества деревьев яблони. По нашему мнению, это связано, во-первых, с повышенной чувствительностью корневой системы молодых деревьев яблони к повышенной концентрации почвенного раствора, что подтверждается данными о соотношении фитомассы надземной части и корневой системы (табл. 2). Фитомасса надземной части в вариантах с удобрениями оказалась выше контрольной, а корневой системы — ниже. Во-вторых, это может быть обусловлено не совсем благоприятным

Накопление фитомассы у деревьев Антоновки обыкновенной

| Показатель   | 60N90P60K<br>ежегодно | 180N90P60K<br>ежегодно | 60N еже-<br>годно+<br>450P300K<br>в запас | 180N еже-<br>годно+<br>450P300K<br>в запас | Контроль              |
|--|-----------------------|------------------------|---|--|-----------------------|
| Сухая фитомасса де-<br>рева, кг                              | 16,11<br><u>69,18</u> | 15,10<br><u>60,40</u>  | 11,28<br><u>78,57</u>                     | 12,79<br><u>80,34</u>                      | 11,78<br><u>54,16</u> |
| В т. ч., %:  |                       |                        |   |  |                       |
| плоды*   | 6,4                   | 2,9                    | 11,3                                      | 16,6                                       | 10,2                  |
| листья   | 53,1<br><u>42,6</u>   | 54,6<br><u>45,5</u>    | 43,4<br><u>38,2</u>                       | 45,8<br><u>37,9</u>                        | 36,6<br><u>40,7</u>   |
| побеги   | 1,6<br><u>0,9</u>     | 1,7<br><u>1,0</u>      | 1,3<br><u>1,0</u>                         | 1,8<br><u>0,8</u>                          | 2,1<br><u>0,9</u>     |
| плодоносные ветви  | 0,7<br><u>0,8</u>     | 1,5<br><u>0,8</u>      | 2,6<br><u>0,9</u>                         | 2,1<br><u>1,0</u>                          | 1,1<br><u>0,8</u>     |
| полускелетные<br>ветви                                       | 3,6<br><u>13,2</u>    | 5,1<br><u>12,7</u>     | 6,0<br><u>14,8</u>                        | 6,9<br><u>10,8</u>                         | 11,0<br><u>10,2</u>   |
| скелетные ветви  | 17,7<br><u>16,6</u>   | 12,8<br><u>16,6</u>    | 15,6<br><u>18,2</u>                       | 13,8<br><u>15,9</u>                        | 12,3<br><u>18,2</u>   |
| кора штамба  | 0,4<br><u>1,0</u>     | 0,5<br><u>0,8</u>      | 0,7<br><u>0,6</u>                         | 0,5<br><u>0,9</u>                          | 0,7<br><u>0,7</u>     |
| древесина штамба   | 1,8<br><u>7,4</u>     | 1,9<br><u>7,6</u>      | 3,2<br><u>4,8</u>                         | 2,6<br><u>6,7</u>                          | 2,6<br><u>5,7</u>     |
| корни диаметром,<br>мм:                                      |                       |                        |   |  |                       |
| <1   | 3,8<br><u>1,5</u>     | 3,8<br><u>1,6</u>      | 5,3<br><u>2,0</u>                         | 5,3<br><u>1,4</u>                          | 4,2<br><u>1,7</u>     |
| 1—10   | 5,7<br><u>2,9</u>     | 3,9<br><u>3,0</u>      | 4,1<br><u>2,7</u>                         | 5,8<br><u>2,5</u>                          | 5,8<br><u>3,1</u>     |
| >10  | 11,6<br><u>6,7</u>    | 12,2<br><u>7,5</u>     | 17,8<br><u>5,5</u>                        | 15,4<br><u>5,5</u>                         | 21,6<br><u>7,8</u>    |
| Сухая фитомасса, кг:   |                       |                        |   |  |                       |
| надземной части  | 12,70<br><u>61,50</u> | 11,79<br><u>53,09</u>  | 9,21<br><u>70,56</u>                      | 8,40<br><u>72,77</u>                       | 8,06<br><u>47,35</u>  |
| корневой системы   | 3,41<br><u>7,68</u>   | 3,31<br><u>7,31</u>    | 3,07<br><u>8,01</u>                       | 3,39<br><u>7,57</u>                        | 3,72<br><u>6,81</u>   |
| Соотношение между<br>надземной частью и<br>корневой системой | 3,72<br><u>8,00</u>   | 3,56<br><u>7,26</u>    | 3,00<br><u>8,81</u>                       | 2,48<br><u>9,61</u>                        | 2,17<br><u>6,95</u>   |

\* У 10-летних деревьев.

соотношением питательных элементов в удобрениях, так как по мере увеличения норм азотных удобрений на фоне 450P300K в запас отрицательное действие фосфорных и калийных удобрений ослабевало. По-видимому, нормы азотных удобрений в вариантах с периодическим внесением фосфорно-калийных удобрений были недостаточно высокими.

С увеличением возраста насаждений реакция на удобрения изменялась (табл. 2). Фитомасса деревьев в вариантах с периодическим внесением 450P300K была больше, чем в вариантах с ежегодным внесением удобрений и в контроле.

Результаты определения выноса азота, фосфора и калия деревьями Антоновки обыкновенной на различных фонах питания представлены в табл. 3. Общий вынос азота и фосфора в вариантах 180N90P60K, 60N90P60K и 180N + 450P300K в запас увеличился соответственно в 2,39; 1,5; 1,3 и 2,21; 1,92; 1,65 раза, а вынос калия увеличился только в вариантах 60N90P60K и 180N90P60K.

## Общее содержание питательных элементов и степень их использования из удобрений

| Показатель                                     | 60N90P60K<br>ежегодно  | 180N90P60K<br>ежегодно  | 60N еже-<br>годно+<br>450P300K<br>в запас | 180N еже-<br>годно+<br>450P300K<br>в запас | Контроль               |
|--|------------------------|-------------------------|---|--|------------------------|
| Сухая фитомасса, кг                            | $\frac{16,11}{69,18}$  | $\frac{15,10}{60,40}$   | $\frac{11,28}{78,57}$                     | $\frac{12,79}{80,34}$                      | $\frac{11,78}{54,16}$  |
| Содержание в дере-<br>ве, г:                   |                        |                         |   |  |                        |
| N  | $\frac{136,5}{767,9}$  | $\frac{218,5}{691,1}$   | $\frac{85,9}{875,5}$                      | $\frac{118,3}{945,7}$                      | $\frac{91,10}{551,3}$  |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>                  | $\frac{47,0}{183,8}$   | $\frac{54,1}{179,6}$    | $\frac{22,9}{226,7}$                      | $\frac{40,5}{253,0}$                       | $\frac{24,4}{127,7}$   |
| K <sub>2</sub> O                               | $\frac{130,5}{626,7}$  | $\frac{101,3}{520,1}$   | $\frac{72,1}{746,5}$                      | $\frac{78,9}{811,2}$                       | $\frac{90,6}{448,3}$   |
| Содержание в деревь-<br>ях на 1 га, кг:        |                        |                         |   |  |                        |
| N  | $\frac{68,23}{383,95}$ | $\frac{109,25}{345,55}$ | $\frac{42,95}{437,75}$                    | $\frac{59,25}{472,85}$                     | $\frac{45,55}{275,65}$ |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>                  | $\frac{23,50}{91,90}$  | $\frac{27,05}{89,80}$   | $\frac{11,45}{113,35}$                    | $\frac{20,25}{126,50}$                     | $\frac{12,20}{63,85}$  |
| K <sub>2</sub> O                               | $\frac{65,25}{313,35}$ | $\frac{50,65}{260,05}$  | $\frac{36,05}{373,25}$                    | $\frac{39,45}{405,60}$                     | $\frac{45,30}{224,15}$ |
| Разница к контролю,<br>кг/га:                  |                        |                         |   |  |                        |
| N  | $\frac{22,70}{108,30}$ | $\frac{63,70}{69,90}$   | $\frac{-2,65}{162,10}$                    | $\frac{13,70}{197,20}$                     | —                      |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>                  | $\frac{11,30}{28,05}$  | $\frac{14,85}{25,95}$   | $\frac{-0,75}{49,50}$                     | $\frac{8,05}{62,65}$                       | —                      |
| K <sub>2</sub> O                               | $\frac{19,95}{89,20}$  | $\frac{5,35}{35,90}$    | $\frac{-9,25}{149,10}$                    | $\frac{-5,85}{181,45}$                     | —                      |
| Степень использова-<br>ния из удобрений,<br>%: |                        |                         |   |  |                        |
| N  | $\frac{7,6}{18,1}$     | $\frac{7,1}{3,9}$       | $\frac{0}{27,0}$                          | $\frac{1,5}{11,0}$                         | —                      |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>                  | $\frac{2,5}{3,1}$      | $\frac{3,3}{2,9}$       | $\frac{0}{5,5}$                           | $\frac{1,8}{7,0}$                          | —                      |
| K <sub>2</sub> O                               | $\frac{6,6}{14,9}$     | $\frac{1,8}{6,0}$       | $\frac{0}{24,9}$                          | $\frac{0}{30,2}$                           | —                      |

С возрастом деревьев эти показатели существенно повышались. Так, если в 5-летних деревьях в контроле азота содержалось 91,1 г, фосфора — 24,4 и калия — 90,6 г на дерево, то в 10-летних — соответственно — 551,3; 127,7 и 448,3 г (табл. 3).

В вариантах с удобрениями вынос элементов питания из почвы был выше контрольного на 23,4—78,3 %. При внесении фосфорно-калийных удобрений в запас в сочетании с 180N и 60N он оказался выше, чем в вариантах с ежегодным внесением, хотя в годы определения общее количество внесенных фосфорных и калийных удобрений при ежегодном и запасном внесении было равным. Следует отметить, что для роста и развития деревьев яблони в первые 5 лет после посадки лучшим соотношением N : P : K в общем выносе элементов питания было 2,9:1:2,78 (вариант 60N90P60K), а в последующие 5 лет 3,74:1:3,21 (варианты 180N + 450P300K в запас и 60N + 450P300K в запас).

По суммарному содержанию питательных веществ в деревьях контрольных и опытных делянок можно рассчитать коэффициент использо-

Биологический вынос основных элементов питания (кг/га)  
яблоней сорта Антоновка обыкновенная и его структура (1970—1980 гг.)

| Вариант                                  | Биологический вынос |                               |                  | Локализация в растениях |                               |                  | Возврат в почву |                               |                  | Отчуждение из сада |                               |                  |
|--|---------------------|-------------------------------|------------------|-------------------------|-------------------------------|------------------|-----------------|-------------------------------|------------------|--------------------|-------------------------------|------------------|
|  | N                   | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O | N                       | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O | N               | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O | N                  | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O |
| 60N90P60K                                | 68,3                | 23,5                          | 65,2             | 13,9                    | 7,7                           | 15,2             | 27,2            | 7,9                           | 25,0             | 27,2               | 7,9                           | 25,0             |
|  | 383,9               | 91,9                          | 313,4            | 145,0                   | 35,0                          | 82,3             | 108,2           | 25,3                          | 102,3            | 130,7              | 31,6                          | 128,8            |
| 180N90P60K                               | 109,3               | 27,4                          | 50,6             | 20,7                    | 9,2                           | 11,0             | 44,3            | 9,1                           | 19,8             | 44,3               | 9,1                           | 19,8             |
|  | 345,6               | 89,8                          | 260,1            | 122,6                   | 26,6                          | 66,3             | 106,4           | 30,2                          | 91,8             | 116,6              | 33,0                          | 102,0            |
| 60N ежегодно +<br>+ 450P300K в<br>запас  | 43,0                | 11,5                          | 36,0             | 9,8                     | 3,7                           | 10,0             | 16,6            | 3,9                           | 13,0             | 16,6               | 3,9                           | 13,0             |
|  | 437,8               | 113,4                         | 373,3            | 176,2                   | 43,5                          | 106,6            | 108,9           | 27,8                          | 105,9            | 152,7              | 42,1                          | 160,8            |
| 180N ежегодно +<br>+ 450P300K в<br>запас | 59,3                | 20,3                          | 39,5             | 15,9                    | 10,1                          | 11,7             | 21,7            | 5,1                           | 13,9             | 21,7               | 5,1                           | 13,9             |
|  | 472,9               | 126,5                         | 405,6            | 166,9                   | 40,6                          | 93,4             | 121,0           | 34,2                          | 114,8            | 185,0              | 51,7                          | 197,4            |
| Контроль                                 | 45,6                | 12,2                          | 45,3             | 14,2                    | 5,2                           | 16,5             | 15,7            | 3,5                           | 14,4             | 15,7               | 3,5                           | 14,4             |
|  | 275,7               | 63,8                          | 224,1            | 96,9                    | 23,4                          | 50,4             | 76,3            | 16,8                          | 71,6             | 102,5              | 23,6                          | 102,1            |

Примечание. В числителе — 1970—1975; в знаменателе — 1970—1980 гг.

вания удобрений разностным методом с учетом внесения удобрений за первые 5 лет насаждения использовали азота 1,5—7,6 %, фосфора — 1,8—3,3 % и калия — 1,8—6,6 %, а за 10 лет соответственно 3,9—27,0, 2,9—7,0 и 6,0—30,2 %.

На низкий коэффициент использования удобрений в садах указывали исследователи [2, 8, 12].

Кроме общего биологического выноса, была исследована его структура, т. е. определено, сколько азота, фосфора и калия локализовалось в растениях, возвращалось в почву с опавшими листьями и отчуждалось с ветвями, при обрезке и с урожаем (табл. 4). Соотношение между статьями биологического выноса в значительной степени определялось условиями минерального питания, особенно с увеличением возраста деревьев.

При одинаковых нормах удобрений питательные элементы лучше используются в первые 5 лет при ежегодном внесении фосфорно-калийных удобрений, а в последующие 5 лет — при запасном. Вероятно, в первые годы после посадки для обеспечения хорошего роста и развития деревьев достаточно вносить удобрения в небольших дозах, но чаще. Малый коэффициент использования фосфорно-калийных удобрений при запасном внесении свидетельствует о том, что в молодых садах в первые годы после посадки изучаемые нормы оказались завышенными.

Таким образом, в целом при внесении удобрений создавался благоприятный пищевой режим почвы, улучшалось минеральное питание яблони азотом, фосфором и калием, увеличивался вынос этих элементов из почвы. Яблоня выносит из почвы больше азота, меньше калия, а вынос фосфора значительно меньше, чем азота и калия. Лучшие условия для роста деревьев создавались в первые 5 лет после посадки при ежегодном внесении 60N90P60K и 180N90P60K, а в последующем в период роста и плодоношения — при внесении 450P300K в сочетании с ежегодным внесением 180N и 60N.

### Выводы

1. В различных структурных элементах деревьев яблони содержится неодинаковое количество основных питательных веществ. Наиболее богаты ими молодые, физиологически активные части дерева — листья,

плодоносные ветви и тонкие корни. В стеблях побегов этих веществ содержится больше, чем в полускелетных и скелетных ветвях, меньше всего их в древесине штамба.

2. Содержание основных питательных веществ минерального питания в корнях яблони сильно зависит от содержания питательных веществ в почве и глубины залегания корней.

3. При внесении минеральных удобрений содержание в листьях фосфора увеличивалось во всех опытных вариантах, азота — лишь при внесении 180N90P60K и 180N + 450P300K в запас, а концентрация калия существенно не изменялась. В тонких корнях содержание азота увеличивалось во всех опытных вариантах, фосфора тоже, кроме варианта с внесением 60N + 450P300K в запас, калия — только при внесении 60N90P60K.

4. Фитомасса деревьев в первые 5 лет после посадки при периодическом внесении фосфорно-калийных удобрений была ниже, чем в контроле, а при ежегодном их внесении — выше, особенно надземной части.

В период роста лучшими вариантами удобрения оказались 60N90P60K и 180N90P60K, а в период роста и плодоношения — периодическое внесение 450P300K в сочетании с ежегодным применением 180N и 60N.

5. Фосфорно-калийные удобрения, особенно при запасном внесении, способствовали увеличению выноса элементов минерального питания. При этом лучшим соотношением N : P : K в общем выносе для роста и развития деревьев яблони в первые 5 лет после посадки было 2,9 : 1 : : 2,78 (вариант 60N90P60K), а в последующие 5 лет — 3,74 : 1 ; 3,21 (варианты 180N + 450P300K и 60N + 450P300K).

6. За первые 5 лет яблоня из внесенных удобрений использовала азота 1,5—7,6 %, фосфора — 1,8—3,3 и калия — 1,8—6,6%, а за 10 лет соответственно 3,9—27,0; 2,9—7,0 и 6,0—30,2 %. При этом питательные элементы в первые 5 лет использовались лучше при ежегодном внесении фосфорно-калийных удобрений, а в последующие 5 лет — при запасном.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Балобин В. Н., Матвеева Р. В., Солдатенко Н. П. и др. Эффективность удобрений в яблонево-м саду и плодовых питомниках Белорусской ССР. — Тр. ВИАУ, 1971, вып. 52, с. 86—96. — 2. Барбарош М. Н. Влияние сорта, подвоя и предплантаных удобрений на рост и продуктивность насаждений яблони. — Автореф. канд. дис. М., 1982. — 3. Гинзбург К. Е., Щеглова Г. М. Определение азота, фосфора и калия в растительном материале из одной навески. — Почвоведение, 1960, № 5, с. 47—52. — 4. Девятое А. С., Радюк А. Ф. Почвообразующие породы и рост яблони. — Садоводство, 1964, № 4, с. 113—118. — 5. Дегтярь И. А. Влияние предпосадочного удобрения на рост и плодоношение яблони в первые годы после посадки в условиях Молдавии. — Тр. ВИАУ, 1971, вып. 52, с. 96—103. — 6. Зеленская Е. Д., Шепельская А. Г. Основы питания и удобрения плодовых деревьев. — Киев: Урожай, 1973. — 7. Качарава А. П. Влияние глубокого рыхления почвы и глубокого внесения удобрений на рост и урожай яблони в поливных условиях. — Садоводство, виноградарство и виноделие Молдавии, 1965, № 12, с. 21—24. — 8. Мойсейченко В. Ф. Поступление питательных веществ в растения яблони и их распределение в за-

висимости от условий корневого питания. — Автореф. канд. дис. Киев, 1965. — 9. Мойсейченко В. Ф. Некоторые агрохимические и физиологические показатели плодовых деревьев и их использование в диагностике минерального питания. — В сб.: Диагностика потребности растений. М.: Колос, 1970, с. 34—39. — 10. Родин Л. Е., Ремезов Н. П., Базилович Н. И. Методические указания к изучению динамики и биологического круговорота в фитосензах. — Л.: Наука, 1968. — 11. Рубин С. С. Удобрения плодовых и ягодных культур. — М.: Колос, 1974. — 12. Рубин С. С., Моисеенко В. К. Вынос основных элементов питания молодыми деревьями яблони и использование ими предпосадочного удобрения. — Агрохимия, 1970, № 6, с. 84—91. — 13. Рубин С. С., Мойсейченко В. Ф. Поглощение питательных веществ яблоней сорта Пепинка литовская в 30-летних опытах с удобрением. — Садоводство. Киев, 1964, вып. 1, с. 130—137. — 14. Синягин И. И. Элементы современной теории площадей питания растений. — Вести, с.-х. науки, 1969, № 3, с. 10—18. — 15. Чендлер У. Плодовый сад. Листопадные плодовые культуры. — М.: Сельхозгиз, 1960. — 16. Язвчикий М. Н. Удобрение сада / Изд. 5-е. М.: Московский рабочий, 1972.

Статья поступила 10 февраля 1986 г.