

УДК 634.7: 631.81

## СПОСОБЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОТРЕБНОСТИ ПЛОДОВЫХ И ЯГОДНЫХ КУЛЬТУР В ЭЛЕМЕНТАХ ПИТАНИЯ

**Юрий Викторович Трунов**

доктор сельскохозяйственных наук, профессор

trunov.yu58@mail.ru

**Светлана Александровна Брюхина**

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

**Анна Юрьевна Медеяева**

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

Мичуринский государственный аграрный университет

г. Мичуринск, Россия

**Аннотация.** В статье представлены результаты расчетов норм внесения в почву минеральных удобрений на основе определения потребности плодовых и ягодных культур в элементах питания.

Величина нормы внесения азотных, фосфорных и калийных удобрений складывается из двух составляющих: нормы удобрений на основе повышения содержания элемента в почве до ее благоприятного значения и нормы удобрений, корректирующей вынос минеральных элементов растениями.

В молодых насаждениях, до вступления в плодоношение, можно использовать средние рекомендуемые нормы минеральных удобрений с использованием поправочных коэффициентов на обеспеченность почвы и растений минеральными элементами. В плодоносящем возрасте потребность в минеральных элементах существенно возрастает в связи с их активным использованием на формирование биомассы и вынос с урожаем.

Разработаны поправочные коэффициенты к средней норме азотных, фосфорных и калийных удобрений по плотности посадки и плановой урожайности, по способу содержания почвы в междурядьях и приствольной полосе, по степени обрезки растений.

**Ключевые слова:** минеральные удобрения, нормы внесения, вынос элементов, компенсация.

Для создания оптимального уровня почвенного питания и удовлетворения потребностей растений в элементах минерального питания необходимо, прежде всего, установить норму внесения каждого элемента в почву. В качестве таких норм могут быть приняты рекомендованные научными учреждениями средние зональные нормы для каждой культуры.

Применение средних зональных норм удобрений невозможно без корректировки на действие целого ряда существенных факторов, определяющих биологическую, экологическую и экономическую целесообразность применения удобрений.

Наиболее значимыми **факторами**, существенно влияющими на целесообразность применения удобрений в садоводстве, являются:

1. **Почвенные** (эдафические) факторы – и, прежде всего, исходная концентрация элементов в почвенном растворе. Если концентрация элемента в почве равна оптимальной концентрации для данной культуры, то вносить удобрения в почву экономически не целесообразно. Если концентрация элемента в почве ниже оптимальной концентрации, то необходимо внести некоторое количество удобрений для повышения содержания элемента в почве до минимально необходимого оптимального уровня.

2. **Биологические** (генотипические, возрастные) факторы – и, прежде всего, величины ежегодного прироста биомассы садовых растений и ежегодного выноса (круговорота) элементов минерального питания с биомассой, в том числе с урожаем, обусловлены, главным образом, сортовыми особенностями и возрастом насаждений, а также величиной урожая, плотностью посадки деревьев и (в меньшей степени) изменениями этих показателей в результате влияния агрометеорологических и агротехнических факторов.

Самыми распространенными **методами** расчета норм удобрений в растениеводстве являются:

1. Метод корректировки рекомендуемой нормы по результатам анализа

почвы и растений;

2. Корректировка рекомендуемой нормы по результатам анализа почвы, выносу элементов с биомассой и коэффициентам использования питательных веществ из почвы и удобрений.

**Контроль** за состоянием минерального питания деревьев в садах необходимо осуществлять ежегодно:

- почвенный контроль – определение концентрации элементов минерального питания в корнеобитаемом слое почвы и принятие решения о необходимости внесения удобрений (до начала или после окончания вегетации);

- листовой контроль – определение концентрации элементов минерального питания в листьях (контрольный орган, во второй половине августа) и принятие поправки к дозе удобрений в отношении этих элементов на следующий год.

Анализ почвы и листьев плодовых культур для определения нормы удобрений проводят в агрохимических лабораториях. По обеспеченности растений азотом (N), фосфором ( $P_2O_5$ ) и калием ( $K_2O$ ) в листьях и запасам этих веществ в почве устанавливают оптимальные нормы удобрений для каждого участка.

Анализ почвы проводят обязательно 1 раз в год, весной или осенью, можно отбирать и в течение всего вегетационного периода. Примерно 30 точек отбора проб должны быть равномерно распределены по площади участка под закладку сада (квартала). Отбор проб проводится на глубине 0-20 и 20-40 см. Если на данной местности ранее уже были посажены садовые культуры, берутся отдельные пробы из междурядий и приствольных полос. Более глубокие слои почвы могут быть изучены с помощью взятия второй пробы с глубины 40-60 см.

Таблица 1

Оценка содержания минеральных элементов в почве (по А.К. Кондакову)

Уровень содержания	Содержание в почве, мг/кг почвы		
	Легкогидролизуемый азот (N)	Фосфор (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	Калий (K <sub>2</sub> O)
Низкий	< 150	< 100	< 100
Средний	150-200	100-200	100-180
Высокий	> 200	> 200	> 180

А.К. Кондаков (1999, 2007) рекомендует использовать величину средней зональной нормы с умножением ее на поправочные коэффициенты. Если обеспеченность почвы средняя, то коэффициент равен 0,5, если низкая, то коэффициент равен 1.

Одним из наиболее значимых факторов, существенно влияющих на целесообразность применения удобрений в садоводстве, является концентрация основных элементов питания в почвенном растворе. Если концентрация элемента в почве равна или близка к оптимальной концентрации для данной культуры, то вносить удобрения в почву нет необходимости для растений и экономически нецелесообразно. Если концентрация элемента в почве ниже оптимальной концентрации, то необходимо внести определенное количество удобрений для повышения содержания элементов в почве до минимального необходимого оптимального уровня.

Норма удобрений, рассчитанная на основе повышения содержания элемента в почве до ее благоприятного значения, может быть получена по формуле:

$$\text{Допт.} = (\text{Сср.} - \text{Сфакт.}) \times \text{Км}, \text{ где} \quad [1]$$

Допт. = норма удобрений, оптимизирующая содержание минерального элемента в почве, кг/га;

Сср. = средняя (минимальная эффективная) концентрация минерального элемента в почве, мг/кг;

Сфакт. = фактическая концентрация минерального элемента в почве, мг/кг;

Км = массовый коэффициент удобряемого слоя почвы.

**Примерные расчеты массового коэффициента удобряемого слоя почвы:**

$K_m = \rho S h = 5$ , где

плотность почвы  $\rho = 1,25 \text{ г/см}^3$ ;

площадь участка  $S = 1 \text{ га}$ ;

толщина слоя почвы  $h = 40 \text{ см}$ .

Из формулы 1 и дальнейших расчетов видно, что для повышения содержания в почве (в слое 0-50 см) любого минерального элемента на 10 мг/кг почвы, нужно внести в почву соответствующее минеральное удобрение в норме 50 кг действующего вещества на 1 га:

- внесение аммиачной селитры (33-35% д.в.) – 150 кг/га
- внесение двойного суперфосфата (45% д.в.) – 110 кг/га
- внесение калийной соли (40 % д.в.) – 120 кг/га

С учетом основных поправочных коэффициентов (К) необходимо рассчитать корректирующую норму удобрений, которая должна компенсировать вынос минерального элемента из почвы с биомассой и урожаем в зависимости от типа сада, системы содержания почвы, степени обрезки и других факторов.

Норма удобрений, корректирующая вынос минерального элемента растениями, может быть рассчитана по формуле:

$D_{\text{корр.}} = D_{\text{ср.}} \times (1 + K_p)$ , где [2]

$D_{\text{корр.}}$  = корректирующая норма удобрений, кг/га;

$D_{\text{ср.}}$  = средняя рекомендуемая зональная норма удобрений, кг/га;

$K_p$  = поправочные коэффициенты к средней норме удобрений по наиболее значимым факторам.

Наибольшую практическую ценность имеет валовой анализ листьев на содержание в них, в первую очередь: N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O, MgO и CaO.

Оптимальное содержание элементов в листьях говорит о том, что растения успешно поглощают эти элементы из почвы. Анализ листьев проводят примерно во второй половине августа.

Образцы листьев яблони отбирают во второй половине лета, ягодных культур – в конце плодоношения, на каждом из 5 растений данного сорта по 1-2 листа со средней части приростов текущего года, растущих под углом 45° к горизонту, равномерно вокруг дерева или куста.

Таблица 2

Уровни содержания минеральных элементов в листьях

Элементы	Содержание минеральных элементов питания		
	Дефицит	Низкое	Оптимальное
Азот – N%	<1,8	1,8-2,1	2,1-2,4
Калий – K%	<0,7	0,7-1,2	1,2-1,8
Магний – Mg%	<0,2	0,2-0,4	0,4-0,6
Фосфор – P%	-	<0,3	0,3-0,5
Бор – B мг%	<18	18-24	25-45
Марганец – Mn мг%	<20	21-40	41-100

Таблица 3

Оптимальное содержание минеральных микроэлементов в листьях

Элементы	S	Fe	Cu	Zn	Mn	B
Содержание в листьях, мг/кг	0,25	180	15	40	120	30

Таблица 4

Поправочные коэффициенты к средней норме удобрений (по А.К. Кондакову)

Содержание в почве	Валовое содержание элементов в листьях		
	Недостаточное	Оптимальное	Избыточное
Низкое	2,0	1,0	Удобрений не требуется
Среднее	1,5	0,5	
Высокое	1,0	-	

При расчёте ежегодных норм удобрений необходимо учитывать потери минеральных элементов из почвы, которые для азота и калия могут составлять до 50%, для фосфора – до 30% от внесённых удобрений.

Нормы удобрений нуждаются в их регулярной **корректировке** в зависимости от ряда биологических, почвенных и агротехнических факторов:

- содержание элемента в листьях (как показатель уровня минерального обмена в растения);
- содержание элемента в почвенном растворе;
- плотность размещения растений на 1 га (вероятный вынос элемента с биомассой);
- уровень плановой урожайности (вероятный вынос элемента с урожаем);
- степень обрезки растений (интенсивность ростовых процессов);
- возраст насаждения (степень накопления биомассы).

В средней зоне садоводства России садовые культуры в молодых насаждениях особенно нуждается в азотных удобрениях, а в плодоносящих – в азотных и калийных удобрениях. Азот наиболее подвижен и слабо закреплен в почве из всех элементов минерального питания, легко вымывается, улетучивается в атмосферу, участвует в процессах микробиологического превращения органического вещества. Азот активно выносится из круговорота с биомассой плодовых растений и с урожаем.

В молодых насаждениях, до вступления в плодоношение, когда растения еще не освоили всю отведенную им площадь питания и когда отсутствует



вынос элементов питания с урожаем, можно использовать средние рекомендуемые нормы минеральных удобрений с учетом обеспеченности почвы и растений минеральными элементами, с использованием поправочных коэффициентов.

Таблица 5

Базовые нормы внесения основных минеральных элементов в молодых насаждениях садовых культур, кг/га д.в.

Культура	Азот	Фосфор	Калий
Яблоня	60	30	90
Смородина черная	90	30	60
Жимолость	60	20	60
Малина	60	30	90
Голубика	50	20	30
Земляника	30	20	20

Потребность в элементах питания определяют по выносу из почвы азота, калия и фосфора.

Таблица 6

Вынос основных минеральных элементов с урожаем садовых культур, кг д.в./т

Культура	Азот	Фосфор	Калий
Яблоня	5-6	1,5-2	12-15
Смородина черная	6-8	2-4	6-8
Жимолость	4-6	1-2	6-8
Малина	4-6	2-4	8-12
Голубика	2-4	0,5-1	3-3,5
Земляника	6-11	4-6	6-12

В плодоносящем возрасте потребность в минеральных элементах существенно возрастает в связи с их активным использованием на формирование биомассы и вынос с урожаем. При этом в насаждениях с плотными схемами размещения растений в связи с более высокими урожаями

плодов потребление элементов питания, особенно калия, значительно выше, чем в насаждениях с более редкими схемами посадки.

При залужении междурядий растениям требуется, в первую очередь, внесение азотных удобрений.

К агротехническим приемам, оказывающим сильное воздействие на азотное питание растений, относится обрезка. В результате обрезки поступающие минеральные элементы расходуются на формирование значительного числа новых побегов и листьев. Эти потери требуют восполнения.

При использовании гербицидов или мульчирования потребность садовых насаждений в азотном удобрении уменьшается, что связано с повышением содержания этого элемента в почве в результате микробиологического образования нитратов от разложения органического вещества, резко усиливающегося при освобождении почвы от растений.

Таблица 7

Поправочные коэффициенты к средней норме азотных удобрений по плотности посадки и плановой урожайности ( $K_1$ )

Урожайность, т/га	Плотность посадки (кол-во растений на 1 га, шт.)			
	300-500	600-1200	1500-3500	>3500
0	0	+0,05	+0,10	+0,15
5-10	0	+0,10	+0,15	+0,20
10-20	+0,10	+0,15	+0,20	+0,25
20-30	+0,15	+0,20	+0,25	+0,30
30-40	+0,20	+0,25	+0,30	+0,35

Таблица 8

Поправочные коэффициенты к средней норме азотных удобрений по способу содержания почвы в междурядьях и приствольной полосе ( $K_2$ )

Способ содержания почвы	Возраст насаждений		
	1-3 года	4-6 лет	более 6 лет

Гербицидный пар	-0,15	-0,10	0,05
Мульчирование	-0,15	-0,10	-0,05
Черный пар	0	0	0
Залужение	+0,50	+0,25	+0,10

Таблица 9

Поправочные коэффициенты к средней норме азотных, фосфорных и калийных удобрений по степени обрезки (К<sub>3</sub>)

Степень обрезки	Возраст насаждений		
	1-3 года	4-6 лет	более 6 лет
Без обрезки	0	0	0
Слабая обрезка	0	0,10	0,10
Средняя обрезка	0,10	0,20	0,25
Сильная обрезка	0,20	0,30	0,50

Таблица 10

Поправочные коэффициенты к средней норме фосфорных удобрений по плотности посадки и плановой урожайности (К<sub>1</sub>)

Урожайность, т/га	Плотность посадки (кол-во растений на 1 га, шт.)			
	300-500	600-1200	1500-3500	>3500
0	-0,25	-0,20	-0,15	-0,10
5-10	0	0	0,10	0,15
10-20	0,05	0,10	0,15	0,20
20-30	0,10	0,15	0,20	0,25
30-40	0,15	0,20	0,25	0,30

Таблица 11

Поправочные коэффициенты к средней норме калийных удобрений по плотности посадки и плановой урожайности (К<sub>1</sub>)

Урожайность, т/га	Плотность посадки (кол-во растений на 1 га, шт.)
-------------------	--

	300-500	600-1200	1500-3500	>3500
0	0	0	0,10	0,15
5-10	0,20	0,25	0,30	0,40
10-20	0,30	0,40	0,50	0,60
20-30	0,40	0,50	0,70	0,80
30-40	0,50	0,70	0,90	1,00

Окончательную величину нормы азотных, фосфорных и калийных удобрений рассчитывают на основании формул 1 и 2 по формуле:

$$D = D_{\text{опт.}} + D_{\text{корр.}}, \text{ или}$$

$$D = (C_{\text{ср.}} - C_{\text{факт.}}) \times K_m + D_{\text{ср.}} \times (1 + K_1 + K_2 + K_3) + D_{\text{в.}}, \text{ где}$$

$D_{\text{корр.}}$  = корректирующая норма удобрений, кг/га;

$D_{\text{ср.}}$  = средняя рекомендуемая зональная норма удобрений, кг/га;

$D_{\text{опт.}}$  = доза удобрений, оптимизирующая содержание минерального элемента в почве, кг/га;

$D_{\text{в.}}$  = доза удобрений, восполняющая вынос минерального элемента с урожаем, кг/га;

$K_m$  = массовый коэффициент удобряемого слоя почвы;

$K_1$  – поправочный коэффициент по плотности посадки и плановой урожайности для азота, фосфора и калия;

$K_2$  – поправочный коэффициент для азота по способу содержания почвы (для фосфорных и калийных удобрений принимается равными 0);

$K_3$  – поправочный коэффициент для азота, фосфора и калия по степени обрезки.

### **Заключение**

Величина нормы внесения азотных, фосфорных и калийных удобрений складывается из двух составляющих: нормы удобрений на основе повышения содержания элемента в почве до ее благоприятного значения и нормы удобрений, корректирующей вынос минеральных элементов растениями.

В молодых насаждениях, до вступления в плодоношение, можно использовать средние рекомендуемые нормы минеральных удобрений с использованием поправочных коэффициентов на обеспеченность почвы и растений минеральными элементами. В плодоносящем возрасте потребность в минеральных элементах существенно возрастает в связи с их активным использованием на формирование биомассы и вынос с урожаем.

Разработаны поправочные коэффициенты к средней норме азотных, фосфорных и калийных удобрений по плотности посадки и плановой урожайности, по способу содержания почвы в междурядьях и пристволевой полосе, по степени обрезки растений.

#### **Список литературы:**

1. Интенсивные сады яблони средней полосы России / Под ред. Ю.В. Трунова. Мичуринск-научоград РФ. Воронеж: изд. ООО «Кварта». 2016. 192 с.
2. Кондаков А.К. Удобрение плодовых деревьев, ягодников, питомников и цветочных культур. 2-е изд. Мичуринск: ООО «БИС». 2007. 328 с.
3. Кузин А.И., Трунов Ю.В. Особенности почвенно-лиственной диагностики калийного питания яблони // Вестник российской сельскохозяйственной науки. 2016. № 1. С. 16-17.
4. Лебедев, В.М. Минеральное питание и биологическая продуктивность яблони: Автореф. дисс. ... докт. с.-х. наук / В.М. Лебедев. Мичуринск. 1985. 49 с.
5. Методика вегетационных (микрочаговых) опытов с многолетними садовыми культурами / Ю.В. Трунов [и др.] // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. 2019. № 4 (59). С. 9-12.
6. Трунов Ю.В. Биологические основы минерального питания яблони. 2-е изд., перераб. и доп./ Ю.В. Трунов. Мичуринск-научоград РФ: ФГБНУ ВНИИС им. И.В. Мичурина. Воронеж: Кварта. 2016. 418 с.

7. Трунов Ю. В., Соловьев А.В. Проблемы интенсивного садоводства в средней полосе России // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. 2023. №3(74). С. 6-11.

8. Трунов Ю.В. Разработка научных основ применения удобрений в интенсивном садоводстве средней зоны России // Субтропическое и декоративное садоводство. 2020. №1. Вып. 72. С. 139-150.

9. Трунов Ю.В., Завражнов А.А., Куликов И.М., Завражнов А.И. Концепция научных исследований «Садоводство будущего» // Плодородие. 2019. № 1. (106). С. 51-55.

**UDC 634.75: 631.2**

## **ASSESSMENT OF ADAPTABILITY OF GARDEN STRAWBERRY VARIETIES FOR HEALTHY NUTRITION**

**Yury V. Trunov**

Doctor of agricultural Sciences, Professor

trunov.yu58@mail.ru

**Svetlana A. Bryukhina**

candidate of agricultural Sciences, associate Professor

**Anna Yu. Medelyaeva**

candidate of agricultural Sciences, associate Professor

Michurinsk State Agrarian University

Michurinsk, Russia

**Abstract.** The article presents the results of calculations of the norms for applying mineral fertilizers to the soil based on determining the need for fruit and berry crops in nutrients. The rate of application of nitrogen, phosphorus and potassium fertilizers consists of two components: the rate of fertilizers based on

increasing the content of the element in the soil to its favorable value and the rate of fertilizers that corrects the removal of mineral elements by plants.

In young plantings, before entering fruiting, you can use the average recommended rates of mineral fertilizers using correction factors for the supply of soil and plants with mineral elements. At fruiting age, the need for mineral elements increases significantly due to their active use in the formation of biomass and removal with the harvest. Correction factors have been developed to the average rate of nitrogen, phosphorus and potassium fertilizers for planting density and planned yield, for the method of maintaining soil between rows and near tree trunks, and for the degree of pruning of plants.

**Key words:** mineral fertilizers, application rates, removal of elements, compensation.

Статья поступила в редакцию 01.02.2024; одобрена после рецензирования 20.03.2024; принята к публикации 22.03.2024.

The article was submitted 01.02.2024; approved after reviewing 20.03.2024; accepted for publication 22.03.2024.

