



Оптимизация минерального питания яблони сорта Флорина на выщелоченном черноземе предгорной зоны Кабардино-Балкарии

Х.З. Бишенов✉, М.А. Варквасова,
Ж.О. Канукова, А.Х. Хачетлов

*Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Северо-Кавказский научно-исследовательский институт горного и предгорного садоводства»
(ФГБНУ СевКавНИИГиПС);
г. Нальчик Российская Федерация,
✉hasanbi75@mail.ru*

Аннотация. Введение. В предгорной зоне Кабардино-Балкарии для интенсивных садов на выщелоченных чернозёмах требуется уточнение систем минерального питания яблони, учитывающих сортовые особенности и качество плодов. **Цель исследования** – изучить влияние различных доз и соотношений минеральных удобрений на ростовые процессы, урожайность и биохимический состав плодов яблони сорта Флорина для разработки эффективной системы удобрения в интенсивных насаждениях. **Объекты и методы исследования.** Полевые опыты проведены в саду 2016 г. посадки на сорте яблони Флорина (подвой СК-2, схема 5×2 м) на чернозёме слабовыщелоченном тяжелосуглинистом (рН 7,3; гумус 2,5 %; P₂O₅ – 44,8; K₂O – 234,0 мг/кг). Схема включала 15 вариантов: контроль, нитроаммофоска 16-16-16 (60, 90, 120 кг д.в./га) и 8-24-24 (30, 40, 50 кг д.в. по азоту) на фоне нитрата кальция (25 кг Ca/га), а также варианты с листовыми подкормками Изагри. Повторность четырёхкратная. **Результаты и обсуждение.** Доза 120 кг N/га усиливала вегетативный рост (прирост побегов 63,5-64,3 см), но снижала содержание сухих веществ, сахаров и витамина С. Наилучшие показатели получены на варианте с нитроаммофоской 8-24-24 (50 кг N/га) + Ca + листовые подкормки: урожайность 28,9 т/га (+15,1 %), масса плода 182 г (+8,9 %), сахара 13,1 %, витамин С 10,5 мг %, сахарокислотный индекс 43,7 (в 1,6 раза выше контроля). При меньшей площади листьев эти варианты обеспечили более высокую продуктивность благодаря перераспределению ассимилятов в плоды. **Заключение.** Оптимальна система: нитроаммофоска 8-24-24 (50 кг N/га) + нитрат кальция + листовые подкормки Изагри, обеспечивающая сбалансированное питание и высокое качество плодов. Дозы азота свыше 90 кг/га не рекомендуются из-за избыточного вегетативного роста и ухудшения биохимических показателей.

Ключевые слова: яблоня Флорина, выщелоченный чернозем, минеральные удобрения, корневое питание, нитроаммофоска, листовое питание, листовые подкормки, урожайность, качество плодов, биохимический состав, сахарокислотный индекс

Для цитирования: Бишенов Х.З., Варквасова М.А., Канукова Ж.О., Хачетлов А.Х. Оптимизация минерального питания яблони сорта флорина на выщелоченном черноземе предгорной зоны Кабардино-Балкарии. *Новые технологии / New technologies.* 2026; 22(3):71-82. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2026-22-3-71-82>

Optimization of mineral nutrition for the Florina apple tree variety on the leached chernozems in the foothill zone of the Kabardino-Balkaria

Kh.Z. Bishenov✉, M.A. Varkvasova,
Zh.O. Kanukova, A.Kh. Khachetlov

*The North Caucasus Research Institute of Mountain and Foothill Horticulture
(FGBNU SevKavNIIGiPS);
Nalchik, the Russian Federation,
✉hasanbi75@mail.ru*

Abstract. Introduction. Intensive orchards on the leached chernozems in the foothill zone of the Kabardino-Balkaria require refinement of mineral nutrition systems for apple trees, taking into account varietal characteristics and fruit quality. **The goal of the research** was to investigate the effect of different doses and ratios of mineral fertilizers on the growth processes, yield, and biochemical composition of the Florina apple tree fruits in order to develop an effective fertilization system for intensive plantings. **The objects and methods of the research.** Field experiments were conducted in the orchard planted in 2016 with the Florina apple tree variety (SK-2 rootstock, 5x2 m layout) on slightly leached heavy loamy chernozem (pH 7.3; humus 2.5 %; P₂O₅ – 44.8; K₂O – 234.0 mg/kg). The scheme included 15 variants: control, nitroammophoska 16-16-16 (60, 90, 120 kg active ingredient/ha) and 8-24-24 (30, 40, 50 kg active ingredient in nitrogen) against the background of calcium nitrate (25 kg Ca/ha), as well as variants with Izagri foliar feeding. The replication was fourfold. **The results and discussion.** A dose of 120 kg N/ha enhanced vegetative growth (shoot increment 63.5-64.3 cm), but reduced the content of dry matter, sugars, and vitamin C. The best results were obtained with nitroammophoska 8-24-24 (50 kg N/ha) + Ca + foliar feeding: yield 28.9 t/ha (+15.1 %), fruit weight 182 g (+8.9 %), sugars 13.1 %, vitamin C 10.5 mg %, sugar-acid index 43.7 (1.6 times higher than the control). With a smaller leaf area, these variants ensured higher productivity due to the redistribution of assimilates into the fruits. **Conclusion.** The optimal system is the following: 8-24-24 nitroammophoska (50 kg N/ha) + calcium nitrate + Izagri foliar fertilizer, providing balanced nutrition and high fruit quality. Nitrogen rates above 90 kg/ha are not recommended due to excessive vegetative growth and deterioration of biochemical parameters.

Keywords: Florina apple tree, leached chernozem, mineral fertilizers, root nutrition, nitroammophoska, foliar nutrition, foliar nutrition, yield, fruit quality, biochemical composition, sugar-acid index

For citation: Bishenov Kh.Z., Varkvasova M.A., Kanukova Zh.O., Khachetlov A.Kh. Optimization of mineral nutrition for the Florina apple tree variety on the leached chernozems in the foothill zone of the Kabardino-Balkaria. *Novye tehnologii / New technologies.* 2026; 22(3):71-82. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2026-22-3-71-82>

Введение. Интенсификация отрасли садоводства в современных условиях невозможна без создания высокоэффективных технологий, обеспечивающих реализацию биологического потенциала плодовых растений, экономное расходование природных ресурсов, охрану окружающей среды и получение качественной стандартной продукции. Оптимизация применения агрохимических средств является основным условием в решении проблемы сохранения и воспроизводства плодородия почвы, улучшения экологического состояния агроэкосистем и достижения высокой продуктивности [2].

Вопросы оптимизации минерального питания плодовых культур на выщелоченных черноземах нашли отражение в работах ученых Ставропольского государственного аграрного университета. Айсановым Т.С. с соавторами [3] установлено, что на почвах со средним и повышенным уровнем плодородия увеличения продуктивности интенсивного яблоневого сада возможно достичь путем снижения доз азотных и калийных удобрений до 60 кг/га при одновременном повышении уровня насыщенности фосфором до 100 кг/га. Авторами выявлена сортовая специфичность реакции на удобрения: сорт Гол-

ден Делишес показал более высокую продуктивность по сравнению с Бребурн и Джеромини. В исследованиях этих же авторов на зимних сортах яблони Флорина и Либерти установлено, что более высокие дозы удобрений ($N_{120}P_{120}K_{120}$) обеспечивают достоверную прибавку урожайности (3,5-3,9 т/га) и увеличение средней массы плодов (15,2-23,9 г) по сравнению с контрольным фоном $N_{60}P_{60}K_{60}$. При этом отмечена различная отзывчивость изучаемых сортов: сорт Либерти показал преимущество перед сортом Флорина по урожайности на 1,9 т/га [4].

Внекорневое питание плодовых культур является одним из ключевых агротехнических приемов, способствующих активации физиолого-биохимических процессов. Эффективность этого приема обусловлена способностью листовой поверхности поглощать минеральные вещества в виде ионов вместе с водой и транспортировать их по симпласту. Установлено, что листовые подкормки микроудобрениями усваиваются в 5-8 раз быстрее, чем элементы, поступившие через корневую систему, а положительный эффект проявляется уже через 2-3 дня после обработки [5]. Благодаря фолиарным подкормкам улучшаются качественно-количественные показатели урожая и снижаются потери внесенных в почву удобрений.

Потребность плодовых растений в элементах минерального питания в течение вегетационного периода претерпевает существенные изменения в связи с прохождением различных фенологических фаз роста и развития. Наиболее интенсивное поглощение питательных веществ отмечается с весны до начала лета – в фазу усиленного вегетационного роста и нарастания площади листовой поверхности, а также в летний период – в фазу закладки плодовых образований и формирования урожая. Недостаточность того или иного элемента питания отрицательно сказывается на обмене веществ, приводит к функциональным заболеваниям и сокращению продуктивного периода деревьев [6-7].

Методологические подходы к изучению питания плодово-ягодных культур обобщены в учебных пособиях Е.А. Саленко, А.Н. Есаулко, Устименко Е.А. и др. [8-9], где изложены особенности развития и питания плодовых растений, сроки и дозы внесения удобрений, а также методы визуальной диагностики питания.

Цель исследований – изучить влияние комплексных минеральных листовых подкормок на фоне основного внесения минеральных удобрений, приуроченных к основным критическим фазам развития растений, на рост, развитие и продуктивность яблони сорта Флорина для разработки эффективной системы применения удобрений в интенсивных насаждениях на выщелоченных черноземах предгорной зоны КБР.

Для достижения поставленной цели решались следующие **задачи**:

- 1) установить пороговую дозу азотного питания (≤ 90 кг д.в./га), исключаящую избыточный вегетативный рост и снижение вкусовых качеств плодов сорта Флорина;
- 2) сравнить эффективность нитроаммофоски (8-24-24) и (16-16-16) по влиянию на урожайность и среднюю массу плода в условиях чернозёма выщелоченного;
- 3) оценить действие сбалансированного фосфорно-калийного фона ($N:P:K = 8:24:24$) и листовых подкормок микроэлементами на накопление сахаров и сахарокислотный индекс плодов;
- 4) выявить физиологические особенности перераспределения ассимилятов при сбалансированном питании как фактор повышения продуктивности фотосинтеза;
- 5) апробировать в производственных условиях систему удобрения (8-24-24 50 кг N/га + Ca 25 кг/га + Изагри) для получения стабильных урожаев с высокими товарными и биохимическими показателями.

Объекты и методы исследования. Полевые опыты заложены на опытных участках ФГБНУ СевКавНИИГиПС (г. Нальчик) в саду 2016 г. посадки. Объект исследований – растения яблони сорта Флорина на

полукарликовом подвое СК-2, по схеме посадки 5 × 2 м. Система содержания почвы – дерново-перегнойная, в приствольных полосах – гербицидный пар, в междурядьях – мульчирование скошенной растительностью.

Сорт яблони Флорина (Florina) – французской селекции, зимнего срока созревания, среднерослый, вступает в плодоношение на 3-5-й год. Плоды средней массой 140-160 г, округлой формы, с жёлто-зелёной основой и сплошным красным румянцем. Мякоть плотная, сочная, кисловато-сладкого десертного вкуса (дегустационная оценка 4,8 балла), содержание сахаров достигает 13,4 %. Сорт иммунен к парше

(ген Vf), урожайность в производственных насаждениях составляет около 115 ц/га.

Агрохимическая характеристика почвы опытного участка представлена в таблице 1.

В конце марта локально-внутрипочвенно на глубину 10-15 см вносили нитроаммофоску ($N_{16}P_{16}K_{16}$ и $N_8P_{24}K_{24}$). С середины апреля в фазу «розовый бутон» вносили нитрат кальция ($CaO - 26,6 \%$, $N - 15,5 \%$). Листовые подкормки проводили удобрениями Изагри: Кальсат (5 л/га), Кальций (3 л/га), Вита плюс (1,0 л/га), Магний-цинк (3,0 л/га), Бор-молибден (1,5 л/га) в соответствии с фазами развития растений.

Схема опыта включала 15 вариантов, представленных в таблице 2.

Таблица 1. Агрохимическая характеристика почвы опытного участка чернозема слабовыщелоченного

Table 1. Agrochemical characteristics of the experimental plot soil of weakly leached chernozem

Показатель	Горизонт 0-20 см	Горизонт 20-40 см
pH KCl, ед.	7,3	7,4
Гумус, %	2,5	2,7
Нитраты (NO_3), мг/кг	5,1	3,3
Обменный аммоний (NH_4), мг/кг	4,3	4,0
Подвижный P_2O_5 , мг/кг	44,8	33,0
Подвижный K_2O , мг/кг	234,0	175,3
Ca обменный, ммоль/100 г	6,5	5,3
Mg обменный, ммоль/100 г	0,3	0,2

Примечание. Показатели определены общепринятыми методами: нитраты – ионометрически (ГОСТ 26951-86), обменный аммоний – фотоколориметрически с реактивом Несслера (ГОСТ 26489-85), подвижные фосфор и калий – по методу Мачигина в модификации ЦИНАО, кальций и магний – по методу ЦИНАО.

Таблица 2. Схема опыта по изучению влияния минерального питания на яблоне сорта Флорина
Table 2. Experimental design for studying the effect of mineral nutrition on the Florina apple tree variety

№ варианта	Вариант
1	Контроль (без удобрений)
2	Контроль 2 (фон) – нитроаммофоска (16-16-16) 60 кг д.в./га (NPK60)
3	Нитроаммофоска (16-16-16) NPK60 + нитрат кальция 25 кг Ca/га (NPK60 + Ca25)
4	Нитроаммофоска (16-16-16) NPK90 + Ca25
5	Нитроаммофоска (16-16-16) NPK120 + Ca25
6	Нитроаммофоска (16-16-16) NPK60 + Ca25 + листовые подкормки (ЛП)
7	Нитроаммофоска (16-16-16) NPK90 + Ca25 + ЛП
8	Нитроаммофоска (16-16-16) NPK120 + Ca25 + ЛП
9	Нитроаммофоска (8-24-24) 30 кг д.в./га (по N) + Ca25
10	Нитроаммофоска (8-24-24) 40 кг д.в./га (по N) + Ca25
11	Нитроаммофоска (8-24-24) 50 кг д.в./га (по N) + Ca25
12	NPK(8-24-24)30 + Ca25 + ЛП
13	NPK(8-24-24)40 + Ca25 + ЛП
14	NPK(8-24-24)50 + Ca25 + ЛП
15	Комплекс листовых подкормок

Примечание. Норма по нитроаммофоскам приведена в расчете по N. По нитрату кальция – по Ca.

Повторность опыта четырехкратная, по 8 учетных растений в повторности. Расположение вариантов систематическое. Статистическую обработку данных проводили методом дисперсионного анализа [1] с использованием пакета прикладных программ Microsoft Excel. Достоверность различий между вариантами определяли по t-критерию Стьюдента с расчетом наименьшей существенной разности ($HCP_{0,05}$) при 5 %-ном уровне значимости.

Метеорологические условия вегетационного периода 2025 г. характеризовались значительными отклонениями от среднегодовых значений. Весенний период отличался неустойчивостью погоды с резкими перепадами температур. Летний период был экстремально жарким и засушливым: максимальные температуры воздуха достигали 31,0-36,9°C. Количество осадков за период с мая по август составило 151 мм при норме 330 мм (46 % от нормы), что существенно повлияло на водный режим почвы и условия минерального питания растений.

Результаты и обсуждение. Изучение влияния вариантов минерального питания на интенсивность вегетативного роста показало достоверную разницу, что нашло

отражение в показателях среднего прироста побегов (табл. 3).

Анализ полученных данных позволил установить, что достоверно более высокие приросты побегов по сравнению с контролем отмечены на вариантах 5 (NPK120 + Ca25) – 63,5 см и 8 (NPK120 + Ca25 + ЛП) – 64,3 см. Данный факт свидетельствует о стимулирующем влиянии повышенных доз азотных удобрений (120 кг д.в./га) на вегетативный рост, что согласуется с результатами исследований [2; 3], указывающими на усиление ростовых процессов при увеличении доз азота.

Выявлено, что на вариантах 6 (NPK60 + Ca25 + ЛП) – 51,6 см, 9 (NPK(8-24-24)30 + Ca25) – 50,6 см и 10 (NPK(8-24-24)40 + Ca25) – 50,8 см приросты побегов были достоверно ниже контроля. Снижение интенсивности ростовых процессов на вариантах с листовыми подкормками на фоне низких доз азота может быть обусловлено тем, что при недостатке азота дополнительное внесение микроэлементов через лист не компенсирует дефицит главного макроэлемента, а перераспределение ассимилятов в пользу генеративных органов приводит к ослаблению ростовых процессов.

Таблица 3. Влияние вариантов минерального питания на ростовые процессы яблони сорта Флорина

Table 3. The influence of mineral nutrition options on the growth processes of the Florina apple tree variety

№ варианта	Вариант	Средний прирост побега, см	Разность с контролем, см
1	Контроль	56,1	–
2	Контроль фон	56,7	0,6
3	NPK60 + Ca25	57,1	1,0
4	NPK90 + Ca25	57,4	1,3
5	NPK120 + Ca25	63,5	7,4
6	NPK60 + Ca25 + ЛП	51,6	–4,5
7	NPK90 + Ca25 + ЛП	53,9	–2,2
8	NPK120 + Ca25 + ЛП	64,3	8,2
9	NPK(8-24-24)30 + Ca25	50,6	–5,5
10	NPK(8-24-24)40 + Ca25	50,8	–5,3
11	NPK(8-24-24)50 + Ca25	57,8	1,7
12	NPK(8-24-24)30 + Ca25 + ЛП	54,2	–1,9
13	NPK(8-24-24)40 + Ca25 + ЛП	54,5	–1,6
14	NPK(8-24-24)50 + Ca25 + ЛП	59,0	2,9
15	Комплекс листовых подкормок	57,3	1,2
	$HCP_{0,05}$	3,37	–

На вариантах с применением нитроаммофоски (8-24-24) в дозах 30 и 40 кг д.в./га по азоту (варианты 9, 10) зафиксировано снижение прироста побегов, что объясняется недостаточным обеспечением азотом для активного роста. Однако при увеличении дозы до 50 кг д.в./га (вариант 11) прирост достигает уровня контроля (57,8 см), а при добавлении листовых подкормок (вариант 14) превышает контроль на 2,9 см.

Оценка продуктивности яблони показала, что все варианты с внесением удобрений обеспечивают прибавку урожайности по сравнению с контрольным вариантом. Наилучшие результаты по показателям средней массы плода и урожайности зафиксированы на варианте 14 – NPK(8-24-24)50 + Ca25 + ЛП (табл. 4).

Установлено, что контрольные варианты по массе плода существенно не различаются между собой. По сравнению с контролем 1 достоверно более высокая масса плодов отмечена на вариантах 3, 7, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15. Указанные варианты также превосходят вариант «контроль фон».

Наиболее крупные плоды сформировались на вариантах 10 (NPK(8-24-24)40 + Ca25) – 181 г, 11 (NPK(8-24-24)50 + Ca25) – 181 г и 14 (NPK(8-24-24)50 + Ca25 + ЛП) – 182 г. Полученные результаты указывают на положительное влияние повышенных доз фосфора и калия (при соотношении N:P:K = 8:24:24) на массу плодов.

Наилучшие показатели урожайности зафиксированы на варианте 14–28,9 т/га, что на 15,1 % выше контроля. На вариантах с применением нитроаммофоски (8-24-24) урожайность составила 27,2–28,9 т/га, тогда как на вариантах с нитроаммофоской (16-16-16) – 25,9–26,7 т/га. Данная закономерность подтверждает вывод о том, что сбалансированное фосфорно-калийное питание на фоне умеренного азотного обеспечения способствует более эффективной реализации продукционного потенциала сорта Флорина.

Биохимический состав плодов является важнейшим показателем, определяющим их пищевую ценность, вкусовые качества и лёжкость. Результаты биохимического ана-

лиза плодов яблони сорта Флорина представлены в таблице 5.

Установлена четкая закономерность влияния минерального питания на накопление сухих веществ, сахаров и витамина С. Повышение дозы азота с 60 до 120 кг д.в./га (варианты 3-5, 6-8) приводило к снижению содержания сухих растворимых веществ с 14,8-15,0 % до 14,0-14,2 %, сахаров с 11,7-11,9 % до 11,0-11,2 % и витамина С с 8,2-8,6 мг % до 7,2-7,5 мг % при одновременном повышении кислотности. Данный факт указывает на ухудшение вкусовых качеств плодов при избыточном азотном питании, что согласуется с данными исследований [10].

Применение листовых подкормок на фоне нитроаммофоски (16-16-16) (варианты 6-8) способствовало некоторому повышению содержания сахаров и витамина С по сравнению с вариантами без листовых подкормок (варианты 3-5). Однако наилучшие результаты получены на фоне нитроаммофоски (8-24-24) в сочетании с листовыми подкормками (варианты 12-14).

Максимальные биохимические показатели зафиксированы на варианте 14: содержание сухих веществ – 16,3 %, сахаров – 13,1 %, витамина С – 10,5 мг % при минимальной кислотности 0,30 %. Сахарокислотный индекс на этом варианте составил 43,7, что в 1,6 раза выше контроля (27,3). Выявленное снижение содержания витамина С на всех вариантах с внесением удобрений по сравнению с контролем (11,5 мг %) объясняется «эффектом разбавления» – увеличением массы плодов при применении удобрений приводит к снижению концентрации витамина С на единицу массы.

Засушливые условия вегетационного периода 2025 г. способствовали повышению сахарокислотного индекса на всех вариантах, что подтверждает известную закономерность: в засушливые годы плоды накапливают больше сахаров при снижении кислотности [10, 11, 12]. Полученные на варианте 14 значения сахаров (13,1 %) и сахарокислотного индекса (43,7) свидетельствуют о формировании плодов с высокими вкусовыми качествами.

Таблица 4. Показатели урожайности яблони сорта Флорина

Table 4. Yield indicators of the Florina apple tree variety

№ варианта	Вариант	Средняя масса плода, г	Разность с контролем, г	Урожайность, т/га	Разность с контролем, т/га
1	Контроль	167	—	25,1	—
2	Контроль фон	172	5,0	25,9	0,8
3	NPK60 + Ca25	178	11,0	26,1	1,0
4	NPK90 + Ca25	171	4,0	26,7	1,6
5	NPK120 + Ca25	170	3,0	26,2	1,1
6	NPK60 + Ca25 + ЛП	172	5,0	25,9	0,8
7	NPK90 + Ca25 + ЛП	178	11,0	26,3	1,2
8	NPK120 + Ca25 + ЛП	171	4,0	26,1	1,0
9	NPK(8-24-24)30 + Ca25	178	11,0	27,2	2,1
10	NPK(8-24-24)40 + Ca25	181	14,0	27,9	2,8
11	NPK(8-24-24)50 + Ca25	181	14,0	28,2	3,1
12	NPK(8-24-24)30 + Ca25 + ЛП	180	13,0	27,7	2,6
13	NPK(8-24-24)40 + Ca25 + ЛП	179	12,0	28,1	3,0
14	NPK(8-24-24)50 + Ca25 + ЛП	182	14,5	28,9	3,8
15	Комплекс листовые	175	8,0	26,8	1,7
	HCP ₀₅	5,56	—	0,33	—

Таблица 5. Биохимический состав плодов яблони сорта Флорина (2025 г.)

Table 5. Biochemical composition of fruits of the Florina apple variety (2025)

№ варианта	Вариант	Сухие растворимые вещества, %	Сахара, %	Витамин С, мг %	Общая кислотность, %	Сахарокислотный индекс
1	Контроль	15,2	12,0	11,5	0,44	27,3
2	Контроль фон	15,0	11,9	7,8	0,36	33,1
3	NPK60 + Ca25	14,8	11,7	8,2	0,38	30,8
4	NPK90 + Ca25	14,6	11,5	8,5	0,37	31,1
5	NPK120 + Ca25	14,2	11,2	7,5	0,39	28,7
6	NPK60 + Ca25 + ЛП	14,4	11,4	8,6	0,37	30,8
7	NPK90 + Ca25 + ЛП	14,8	11,8	9,2	0,32	36,9
8	NPK120 + Ca25 + ЛП	14,0	11,0	7,2	0,34	32,4
9	NPK(8-24-24)30 + Ca25	15,4	12,2	8,9	0,35	34,9
10	NPK(8-24-24)40 + Ca25	15,6	12,4	9,3	0,34	36,5
11	NPK(8-24-24)50 + Ca25	15,7	12,5	9,5	0,33	37,9
12	NPK(8-24-24)30 + Ca25 + ЛП	15,9	12,7	9,8	0,32	39,7
13	NPK(8-24-24)40 + Ca25 + ЛП	16,1	12,9	10,2	0,31	41,6
14	NPK(8-24-24)50 + Ca25 + ЛП	16,3	13,1	10,5	0,30	43,7
15	Комплекс листовые	14,9	11,8	9,6	0,35	33,7
	HCP ₀₅	0,6	0,5	0,9	0,02	1,5

Для характеристики фотосинтетической активности растений и оценки завязываемости плодов в ходе исследований определяли площадь листовой поверхности и учитывали количество плодов при сьеме урожая (табл. 6).

Площадь листовой поверхности определяли в фазу полного развития листового аппарата (июль) методом обмера с использованием корректирующего коэффициента $k = 0,65-0,70$, что согласуется с данными Hruskova и Paulen (1998) [13], Nautiyal с соавторами (1990) [14], а также с результа-

тами исследований Капичниковой с соавторами (2015) [15], установивших, что для большинства сортов яблони на полукарликовых подвоях коэффициент формы листа находится в диапазоне 0,64-0,72.

Наибольшая площадь листовой поверхности отмечена на вариантах с высокими дозами азота: NPK120 + Ca25 (14,2 м²/дер) и NPK120 + Ca25 + ЛП (14,5 м²/дер), что на 14,5-17,0 % больше контроля. Данный факт подтверждает стимулирующее влияние азота на развитие листового аппарата. Варианты с нитроаммофоской (8-24-24) характе-

ризовались несколько меньшей площадью листовой поверхности (11,5-13,2 м²/дер) по сравнению с вариантами, содержащими высокие дозы азота (14,2-14,5 м²/дер).

Количество плодов на одно дерево было максимальным на варианте 14 (159 шт./дер), что на 6,0 % превышает контроль. Варианты с применением нитроаммофоски (8-24-24) обеспечили формирование 153-159 шт./дер, тогда как на контроле этот показатель составил 150 шт./дер. Повышение количества плодов на вариантах с повышенным содержанием фосфора и калия (8-24-24) связано с лучшей завязываемостью и сохранностью плодов благодаря сбалансированному питанию.

Установлено, что для яблони сорта Флорина на полукарликовом подвое урожайность в большей степени определяется не площадью листовой поверхности, а качеством её работы: лучшие результаты (варианты 10-14) получены при балансе N<P:K, тогда как избыточное наращивание листового аппарата (варианты 5 и 8) не

привело к росту продуктивности. Это указывает на то, что для яблони сорта Флорина на полукарликовом подвое определяющее значение имеет не столько абсолютная площадь листьев, сколько их функциональная активность и эффективность фотосинтеза, оптимизируемые фосфорно-калийным питанием на фоне умеренного азотного обеспечения, что подтверждается литературными данными [5, 14] о снижении эффективности фотосинтеза при затенении и нарушении баланса элементов питания.

Сложность прогнозирования продукционных процессов на основе структурных параметров кроны показана также в исследовании Penzel и Tsoulas [16], где соотношение листовой поверхности и количества плодов не являлось достоверным предиктором роста побегов в зрелых садах, что указывает на сложность ассимиляционных процессов в зрелых насаждениях и необходимости учитывать при планировании систем удобрения и обрезки.

Таблица 6. Площадь листовой поверхности и количество плодов яблони сорта Флорина
Table 6. Leaf surface area and number of fruits of the Florina apple tree variety

№ варианта	Вариант	Площадь листовой поверхности, м ² /дер	Количество плодов, шт./дер
1	Контроль	12,4	150
2	Контроль фон	12,9	151
3	NPK60 + Ca25	13,1	147
4	NPK90 + Ca25	13,3	156
5	NPK120 + Ca25	14,2	154
6	NPK60 + Ca25 + ЛП	11,8	151
7	NPK90 + Ca25 + ЛП	12,2	148
8	NPK120 + Ca25 + ЛП	14,5	153
9	NPK(8-24-24)30 + Ca25	11,5	153
10	NPK(8-24-24)40 + Ca25	11,7	154
11	NPK(8-24-24)50 + Ca25	12,9	156
12	NPK(8-24-24)30 + Ca25 + ЛП	12,1	154
13	NPK(8-24-24)40 + Ca25 + ЛП	12,4	157
14	NPK(8-24-24)50 + Ca25 + ЛП	13,2	159
15	Комплекс листовые	12,6	153
	HCP ₀₅	0,9	8,5

Заключение.

1. Доза азота >90 кг д.в./га усиливает рост побегов (до 64,3 см), но снижает сахара и витамин С в плодах.

2. Замена нитроаммофоски (16-16-16) на (8-24-24) повышает урожайность на 2,1-

3,8 т/га и массу плода на 11-14,5 г; максимум (28,9 т/га) – при (8-24-24) + Ca.

3. Применение сбалансированного азотно-фосфорно-калийного питания (соотношение N<P:K) + микроэлементы, способствует улучшению биохимиче-

ского качества плодов, увеличивает сахара до 13,1 %, сахарокислотный индекс – в 1,6 раза.

4. При применении нитроаммофоски (8-24-24) листовой аппарат меньше, но урожай выше – более эффективное использо-

вание ФАР и перераспределение ассимилятов в плоды.

5. Рекомендована система: (8-24-24) 50 кг N/га + Ca 25 кг/га + листовые Изagri – обеспечивает стабильный урожай с высоким качеством.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

CONFLICT OF INTERESTS

The authors declare no conflict of interests

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд., доп. и перераб. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
2. Сычёв В.Г. Современное состояние плодородия почв и основные аспекты его регулирования. М.: РАН, 2019. 328 с. ISBN 978-5-907036-01-7.
3. Эффективность доз минеральных удобрений яблони в саду интенсивного типа на черноземе выщелоченном Ставропольской возвышенности / Т.С. Айсанов [и др.] // Земледелие. 2023. № 6. С. 19-22.
4. Продуктивность зимних сортов яблони в зависимости от доз удобрения на выщелоченном черноземе Ставропольской возвышенности / Т.С. Айсанов [и др.] // Сельскохозяйственный журнал. 2020. № 5 (13). С. 4-11. DOI 10.25930/2687-1254/001.5.13.2020. EDN HULNOZ.
5. Сергеева Н.Н., Ненько Н.И., Киселёва Г.К. Анатомо-морфологическая структура и содержание хлорофилла в листьях яблони при использовании удобрений и биоактивных веществ // Сельскохозяйственная биология. 2013. Т. 48, № 5. С. 80-84.
6. Плодоводство: учебник / Ю.В. Трунов [и др.]. М.: КолосС, 2012. 415 с. (Учебники и учебные пособия для студентов высших учебных заведений). ISBN 978-5-9532-0833-8.
7. Дорошенко Т.Н., Бузоверов А.В., Рязанова Л.Г. Южное плодоводство: почвенная агротехника, удобрение, орошение: учебное пособие. 2-е изд., стер. СПб.: Лань, 2021. 128 с. ISBN 978-5-8114-8216-0.
8. Питание и удобрение овощных, плодово-ягодных культур и винограда: учебное пособие / Е.А. Саленко [и др.]. Ставрополь: Ставропольский ГАУ, 2018. 215 с.
9. Питание и удобрение овощных, плодово-ягодных культур и винограда: учебное пособие для студентов высших учебных заведений по направлению 35.03.05 «Садоводство» / Е.А. Устименко [и др.]. Ставрополь: Ставропольский ГАУ, 2023. 248 с. EDN MFFRPL.
10. Влияние минеральных удобрений и гидротермических условий вегетационного периода на вкусовые качества плодов яблони / О.А. Ветрова [и др.] // Плодородие. 2024. № 6 (141). С. 51-55. DOI: 10.25680/S19948603.2024.141.11.
11. Павел А.Р., Макаркина М.А. Формирование некоторых компонентов химического состава плодов яблони под влиянием факторов среды // Вестник аграрной науки. 2020. № 6 (87). С. 18-24. DOI: 10.17238/issn2587-666X.2020.6.18.
12. Никитин А.Л., Макаркина М.А. Влияние метеоусловий на лёжку плодов иммунных к парше колонновидных сортов яблони // Техника и технология пищевых производств. 2019. Т. 49, № 4. С. 545-554.
13. Hruskova I., Paulen O. Non-destructive methods of leaf area estimation in apple tree (*Malus x Domestica* Borkh.) // Acta Horticulturae et Regiotecturae. 1998. Vol. 1, No. 1. P. 11-15. ISSN 1335-2563.
14. Correcting leaf area measurement by conventional methods: a new approach for apple (*Malus domestica* Borkh) / M.C. Nautiyal [et al.] // Journal of Horticultural Science. 1990. Vol. 65, No. 1. P. 15-18. DOI: 10.1080/00221589.1990.11516022.

15. Капичникова Н.Г., Рябцева Т.В., Турбин П.А. Формирование площади листовой поверхности и урожайность деревьев различных сорто-подвойных комбинаций яблони // Плодоводство: сборник научных трудов. Минск: Белорусская наука, 2017. С. 26-33. EDN IAXHYU.

16. Penzel M., Tsoulas N. Annual shoot growth on apple trees with variable canopy leaf area and crop load in response to LiDAR scanned leaf area to fruit ratio // International Agrophysics. 2022. Vol. 36. P. 173-180.

REFERENCES

1. Dospekhov B.A. Field experiment methodology (with basics of statistical processing of research results). 5th ed., suppl. and rev. Moscow: Agropromizdat, 1985. 351 p. [In Russ.].

2. Sychev V.G. Current state of soil fertility and basic aspects of its regulation. Moscow: RAS, 2019. 328 p. ISBN 978-5-907036-01-7. [In Russ.].

3. Efficiency of mineral fertilizer doses for apple trees in an intensive orchard on leached chernozem of the Stavropol upland / T.S. Aisanov [et al.] // Farming. 2023. No. 6. P. 19-22. [In Russ.].

4. Productivity of winter apple varieties depending on fertilizer doses on leached chernozem of the Stavropol upland / T.S. Aisanov [et al.] // Agricultural Journal. 2020. No. 5 (13). P. 4-11. Doi 10.25930/2687-1254/001.5.13.2020. EDN HULNOZ. [In Russ.].

5. Sergeeva N.N., Nenko N.I., Kiseleva G.K. Anatomical and morphological structure and chlorophyll content in apple leaves when using fertilizers and bioactive substances // Agricultural Biology. 2013. Vol. 48, Iss. 5. P. 80-84. [In Russ.].

6. Fruit growing: a textbook / Yu.V. Trunov [et al.]. Moscow: Koloss, 2012. 415 p. (Textbooks and teaching aids for students of higher educational institutions). ISBN 978-5-9532-0833-8. [In Russ.].

7. Doroshenko T.N., Buzoverov A.V., Ryazanova L.G. Fruit growing in the south: soil agricultural technology, fertilization, irrigation: a tutorial. 2nd ed., stereotyped. St. Petersburg: Lan, 2021. 128 p. ISBN 978-5-8114-8216-0. [In Russ.].

8. Nutrition and fertilization of vegetable, fruit and berry crops and grapes: a tutorial / E.A. Salenko [et al.]. Stavropol: Stavropol state agrarian university, 2018. 215 p. [In Russ.].

9. Nutrition and fertilization of vegetables, fruit and berry crops and grapes: a textbook for students of higher educational institutions in the Direction of 35.03.05: Gardening" / E.A. Ustimenko [et al.]. Stavropol: Stavropol state agrarian university, 2023. 248 p. EDN MFFRPL. [In Russ.].

10. The influence of mineral fertilizers and hydrothermal conditions of the growing season on the taste of apple fruits / O.A. Vetrova [et al.] // Plodorodie. 2024. No. 6 (141). P. 51-55. DOI: 10.25680/s19948603.2024.141.11. [In Russ.].

11. Pavel A.R., Makarkina M.A. Formation of some components of the chemical composition of apple fruits under the influence of environmental factors // Bulletin of Agrarian science. 2020. No. 6 (87). P. 18-24. Doi: 10.17238/issn2587-666x.2020.6.18. [In Russ.].

12. Nikitin A.L., Makarkina M.A. Influence of weather conditions on the storage life of fruits of scab-immune columnar apple varieties // Food production engineering and technology. 2019. Vol. 49, No. 4. P. 545-554. [In Russ.].

13. Hruskova I., Paulen O. Non-destructive methods of leaf area estimation in apple tree (*malus x domestica* borkh.) // Acta horticulturae et regioteecturae. 1998. Vol. 1, No. 1. P. 11-15. ISSN 1335-2563.

14. Correcting leaf area measurement by conventional methods: a new approach for apple (*malus domestica* borkh.) / M.C. Nautiyal [et al.] // Journal of horticultural science. 1990. Vol. 65, no. 1. P. 15-18. Doi: 10.1080/00221589.1990.11516022.

15. Kapichnikova N.G., Ryabtseva T.V., Turbin P.A. Formation of leaf surface area and tree yield of different apple variety-rootstock combinations // Fruit growing: a collection of scientific papers. Minsk: Belarusian science, 2017. P. 26-33. EDN IAXHYU.

16. Penzel M., Tsoulas N. Annual shoot growth on apple trees with variable canopy leaf area and crop load in response to lidar scanned leaf area to fruit ratio // International Agrophysics. 2022. Vol. 36. P. 173-180.

Информация об авторах/ Information about the authors

Бишенов Хасанби Замахширович, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Северо-Кавказский научно-исследовательский институт горного и предгорного садоводства»; 360004, Российская Федерация, г. Нальчик, ул. Шарданова, 23, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6301-7406>, e-mail: hasanbi75@mail.ru

Варквасова Марита Азизовна, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Северо-Кавказский научно-исследовательский институт горного и предгорного садоводства»; 360004, Российская Федерация, г. Нальчик, ул. Шарданова, 23, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4121-4577>, e-mail: kbrapple@mail.ru

Канукова Жаннет Османовна, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Северо-Кавказский научно-исследовательский институт горного и предгорного садоводства»; 360004, Российская Федерация, г. Нальчик, ул. Шарданова, 23, ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-5402-917X>, e-mail: laboratory_cp@mail.ru

Хачетлов Ахмед Харитонович, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Северо-Кавказский научно-исследовательский институт горного и предгорного садоводства»; 360004, Российская Федерация, г. Нальчик, ул. Шарданова, 23, e-mail: hachetlov71@mail.ru

Khasanbi Z. Bishenov, PhD (Agr.), Leading Researcher, The North Caucasus Research Institute of Mountain and Foothill Horticulture; 360004, the Russian Federation, Nalchik, 23 Shardanov St., ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6301-7406>, e-mail: hasanbi75@mail.ru

Marita A. Varkvasova, PhD (Agr.), Leading Researcher, The North Caucasus Research Institute of Mountain and Foothill Horticulture; 360004, the Russian Federation, Nalchik, 23 Shardanov St., ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4121-4577>, e-mail: kbrapple@mail.ru

Jeannette O. Kanukova, PhD (Agr.), Senior Researcher, The North Caucasus Research Institute of Mountain and Foothill Horticulture; 360004, the Russian Federation, Nalchik, 23 Shardanov St., ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-5402-917X>, e-mail: laboratory_cp@mail.ru

Akhmed Kh. Khachetlov, PhD (Agr.), Senior Researcher, The North Caucasus Research Institute of Mountain and Foothill Horticulture; 360004, the Russian Federation, Nalchik, 23 Shardanov St., e-mail: hachetlov71@mail.ru

Заявленный вклад авторов

Бишенов Хасанби Замахширович – проведение эксперимента, подбор литературных источников, оформление статьи по требованиям журнала, разработка методики исследования, валидация данных.

Варквасова Марита Азизовна – проведение эксперимента, разработка методики исследования, валидация данных.

Канукова Жаннет Османовна – проведение эксперимента, разработка методики исследования, валидация данных.

Хачетлов Ахмед Харитонович – проведение эксперимента, разработка методики исследования, валидация данных.

Claimed contribution of the authors

Hasanbi Z. Bishenov – conducting the experiment, literature selection, article formatting in accordance with the Journal requirements, research methodology development, and data validation.

Marita A. Varkvasova – conducting the experiment, research methodology development, and data validation.

Zhannet O. Kanukova – conducting the experiment, research methodology development, and data validation.

Akhmed Kh. Khachetlov – conducting the experiment, research methodology development, and data validation.

Поступила в редакцию 23.06.2026

Поступила после рецензирования 03.08.2026

Принята к публикации 05.08.2026

Received 23.06.2026

Revised 03.08.2026

Accepted 05.08.2026