

**АГРОХИМИЯ, АГРОПОЧВОВЕДЕНИЕ, ЗАЩИТА И КАРАНТИН РАСТЕНИЙ/AGROCHEMISTRY,
AGROSOIL SCIENCE, PLANT PROTECTION AND QUARANTINE**DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.167.106> EDN: ZMSUFR**ОПТИМИЗАЦИЯ ПИТАНИЯ ПЛОДОНОСЯЩИХ ВИНОГРАДНЫХ КУСТОВ ТЕХНИЧЕСКИХ СОРТОВ НА
ОСНОВЕ ДАННЫХ ЛИСТОВОЙ ДИАГНОСТИКИ**

Научная статья

Тиби́рьков А.П.^{1,*}, Кондратьева А.А.², Филин В.И.³, Тиби́ркова Н.Н.⁴, Алейникова С.С.⁵¹ORCID : 0009-0002-5551-4917;⁵ORCID : 0009-0005-9115-3110;^{1, 2, 3, 4, 5}Волгоградский государственный аграрный университет, Волгоград, Российская Федерация

* Корреспондирующий автор (a.tibirkov[at]mail.ru)

Предложена: 30.03.2026; Принята: 05.05.2026; Опубликовано: 18.05.2026

Аннотация

Балансовый метод (расчетно-балансовый метод) при процессе оптимизации минерального питания винограда является отправной точкой корректировки доз внесения удобрений для получения планируемого урожая. Целью опыта являлась оптимизация минерального питания плодоносящих виноградных растений технического направления за счет корректировки (дополнения) расчетно-балансового метода данными функциональной диагностики при территориальном расположении на светло-каштановых почвах Нижнего Поволжья. Объектами исследований стали сорта белого технического винограда различных генетико-географических групп (Шардоне, Ркацители, Рислинг рейнский), наиболее часто используемые на юге Волгоградской области. Установлено, что в синергизме с функциональной диагностикой данная методика (расчетно-балансовый метод) позволяет установить физиологическую, более точную потребность элементов питания, исключая их взаимное влияние друг на друга при несбалансированных дозах внесения. Оригинальными исследованиями отмечено, что расчетно-балансовые значения $N_{100}P_{30}K_0$ при использовании под плодоносящий виноград на светло-каштановых почвах должны быть скорректированы по результатам функциональной диагностики питания до $N_{160}P_{40}K_{40}$. При таком сбалансированном питании на физиологическом уровне на исследуемых сортах данные дозы внесения позволили получить урожай ягод 10,161–10,472 т/га.

Ключевые слова: виноград, минеральные удобрения, функциональная диагностика, макроудобрения, элементы питания, светло-каштановые почвы.

**OPTIMISING THE NUTRITION OF FRUITING GRAPEVINES OF WINE GRAPE VARIETIES BASED ON LEAF
DIAGNOSTIC DATA**

Research article

Tibirkov A.P.^{1,*}, Kondrateva A.A.², Filin V.I.³, Tibirkova N.N.⁴, Aleinikova S.S.⁵¹ORCID : 0009-0002-5551-4917;⁵ORCID : 0009-0005-9115-3110;^{1, 2, 3, 4, 5}Volgograd State Agrarian University, Volgograd, Russian Federation

* Corresponding author (a.tibirkov[at]mail.ru)

Suggested: 30.03.2026; Accepted: 05.05.2026; Published: 18.05.2026

Abstract

The balance method (calculation-balance method) is used in the process of optimising mineral nutrition for grapes as a starting point for adjusting fertiliser application rates to achieve the target yield. The aim of the experiment was to improve the mineral nutrition of fruiting wine grapes for industrial purposes by refining (supplementing) the calculation-balance method with functional diagnostic data, in the context of light chestnut soils in the Lower Volga region. The study objects were varieties of white wine grapes from various genetic-geographical groups (Chardonnay, Rkatsiteli, Riesling), most commonly used in the south of Volgograd Oblast. It has been established that, in synergy with functional diagnostics, this methodology (the calculation-balance method) allows for the determination of physiological, more accurate nutrient requirements, excluding their mutual influence on one another when applied in unbalanced doses. Original research has noted that the calculated balance values of $N_{100}P_{30}K_0$, when used for fruiting vines on light brown soils, should be adjusted based on the results of functional nutrient diagnostics to $N_{160}P_{40}K_{40}$. With such balanced nutrition at the physiological level in the varieties studied, these application rates yielded a berry harvest of 10,161–10,472 t/ha.

Keywords: grapes, mineral fertilisers, functional diagnostics, macronutrients, plant nutrients, light brown soils.

Введение

Развитию виноградарства в Нижневолжском регионе, а именно в южной части Волгоградской области, помимо резкого дефицита климатически обеспеченной влажности, препятствуют иные факторы, тормозящие развитие растений и снижающие общую доступность и усваиваемость элементов питания. Среди таких явлений наблюдаются нередкие возвратные заморозки в мае до $-5...-7^{\circ}\text{C}$ (в большинстве своем они приводят к потере первичного

ассимиляционного аппарата вегетирующих растений, а также 30...50%-ой гибели соцветий); изменение доступности валовых, подвижных и обменных форм главенствующих элементов питания (в первую очередь NPK), приводящих к серьезным корректировкам доз и норм внесения минеральных удобрений; резкий диспаритет цен на агрохимикаты [2], [5], [11], [15].

Как отмечалось в ранее опубликованных статьях природно-климатический потенциал Волгоградской области допускает возделывание винограда разных направлений использования, довольно высокого качества, но небольших по значениям урожайностям — до 10...15 т/га.

Актуальной агрохимической концепцией для стабильности производства винограда в Волгоградской области остается использование полного минерального питания на основе расчетно-балансового метода построения картины обеспечения отрасли удобрением [6], [12]. Корректировать агрохимическую карту обеспечения выращивания винограда, особенно плодоносящих посадок, при начальных балансовых значениях элементов питания в процессе вегетации возможно благодаря отдельной физиологической картине содержания питательных элементов в клеточном соке, чему способствует функциональная листовая диагностика.

Методы и принципы исследования

С 2021 г. в УНПЦ «Горная поляна» Волгоградского государственного аграрного университета ведутся исследования на предмет корректировки минерального питания плодоносящих растений винограда технических сортов с учетом заложеного полевого многофакторного опыта по методике Б.А. Доспехова [5].

Объектами исследований стали сорта белого технического винограда различных генетико-географических групп, наиболее часто используемые на юге Волгоградской области. Целью опыта являлось оптимизация минерального питания плодоносящих виноградных растений технического направления за счет корректировки (дополнения) расчетно-балансового метода данными функциональной диагностики при территориальном расположении на светло-каштановых почвах Нижнего Поволжья. В задачи исследований входили:

- анализ почвенных агрохимических характеристик под виноградом исследуемых сортов;
- проведение функциональной диагностики и установление реальных значений элементов питания в растениях;
- поиск и оптимизация физиологически достоверной дозировки минеральных удобрений для полного обеспечения периода роста и развития растений винограда элементами питания;
- получение фактической урожайности ягод исследуемых сортов винограда.

Схема опыта включала двухфакторный опыт — фактор А (использование различных доз минеральных удобрений в физиологически оптимальной дозировке) (контроль фактора А — балансовые значения элементов питания) и фактор В (сорта белого технического винограда — Шардоне, Ркацители и Рислинг рейнский) (контроль фактора В — Ркацители). Площадь опытной делянки 360 м², длина 30 м, ширина 12 м (4 ряда, из них 2 внутренних — учетные (180 м²), 2 наружных — защитные). Схема посадки кустов 3х1,5. Повторность четырехкратная, расположение делянок в опытах — систематическое. Почва опытного участка — светло-каштановая маломощная малогумусная солонцеватая среднесуглинистая. Функциональная диагностика: (1-я — рост побегов (до цветения)); 2-я — рост ягод (после цветения, завязывание ягод). Режим орошения — капельное, 150 м³/га, 70% НВ [9].

На каждой делянке выделено по 10 модельных кустов для проведения учетов и наблюдений за ростом и развитием растений. Перед внесением минеральных удобрений были отобраны почвенные образцы для определения содержания в них важнейших агрохимических характеристик. Внесение минеральных удобрений на делянки опыта проводилось весной перед началом и во время вегетации растений, вручную (корневое внесение) из смесей в подготовленные продольные ямы (0,30...0,40 м глубиной) [11]. Для подбора необходимой дозы внесения элементов питания по д.в. из исследуемой группы технических сортов белого винограда Шардоне, Ркацители и Рислинг рейнский был взят самый низкопродуктивный по среднему количеству соцветий на один побег сорт Ркацители: Средний коэффициент плодоношения (K1) и плодородности (K2) по сортам: Шардоне — 1,4–1,7 (K1) и 1,5–1,8 (K2) [7], [8]; Ркацители — 0,7–0,8 (K1) и 1,2–1,3 (K2) [1], [7], [13]; Рислинг рейнский — 1,2–1,6 (K1) и 1,6–2,0 (K2) [1], [3], [4], [7].

Основные результаты

При составлении картины начальной дозы внесения элементов питания макрогруппы (NPK) применялся балансовый метод расчета потребности, акцентируя внимание на имеющиеся агрохимические характеристики почвы (светло-каштановая солонцеватая среднесуглинистая, см. табл. 1) под посадкой плодоносящих кустов 5...6 года экологического сортоиспытания.

Таблица 1 - Почвенные характеристики образцов до начала исследования (2021 год)

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.167.106.1>

Варианты	Слой почвы, м	Органическое вещество, %	Плотность почвы, т/м ³	мг/кг воздушно-сухой почвы			
				N-NO ₃	N-NH ₄	P ₂ O ₅	K ₂ O
Проба 1	0-0,2	1,51	1,28	6,50	4,40	16,65	205
Проба 2	0,2-0,5	1,27	1,35	6,50	3,80	12,53	156

Приняв во внимание общепринятый средний вынос элементов питания (кг д.в./т) продукции винограда $N_{6,5}P_2K_6$ [2], [10] и данные таблицы 1 получаем расчетные балансовые значения вносимого в кг д.в./га элементов питания на светло-каштановой почве для планируемого урожая 10,0 т/га — $N_{100}P_{30}K_0$. При этом отмечено, что обменного калия по расчетным значениям в почвах было очень много.

Однако, дальнейшая проведенная функциональная диагностика по методике Ягодина-Плешкова (уровень активности хлоропластов) [14] с использованием прибора «ЭКОТЕСТ-2020-1» (см. табл. 2, рис. 1–3), выявила серьезные нарушения (недостаток) в расчетном уровне питания, а правильнее сказать поглощении элементов макрогруппы — NPK.

Таблица 2 - Результат активности хлоропластов первой листовой диагностики по показателям NPK-критериев (до цветения) (ЭКОТЕСТ-2020-1) (среднее за 2021-2023 гг.)

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.167.106.2>

Сорт винограда	Вариант использования дозы элемента (в т.ч. балансовые), д.в. кг/га			Активность хлоропластов, отклонения от контроля («-» - избыток питания; «+» - недостаток питания)								
	N	P	K	Элемент			Элемент			Элемент		
				Конт.	N	Откл.	Конт.	P	Откл.	Конт.	KS/KCl	Откл.
Ркацители	100	30	0	24	34	+10	24	27	+3	24	30 / 31	+6 / +7
	120			34	41	+7	34	36	+2	34	39 / 41	+5 / +7
	140			33	36	+3	33	34	+1	33	39 / 39	+6 / +6
	160			30	28	-2	30	31	+1	30	34 / 36	+4 / +6
	180			27	21	-6	27	28	+1	27	31 / 31	+4 / +4

Данные табличного материала демонстрируют неординарные значения уровня активности хлоропластов относительно уровня азотного питания. Так данный критерий с каждым вариантом повышения азотного питания (достоверные уровни дозировок по азотному, фосфорному и калийному питанию в условиях сухостепной и полупустынной зон для установления отзывчивости на применяемые удобрения) [12], [14] показывал снижение от +10 до -2 и на дозе 160 кг д.в. /га имел уже начальные отрицательные значения, то есть уровень активности хлоропластов из «недостатка» перешел в оптимальное...начальное избыточное значение (см. рис. 1–3).

На фоне уровня азотного питания расчетно-балансовые значения по фосфору и калию также выглядят неординарно, представляя картину недостатка питания данных элементов. Табличный материал указывают на то, что все значения были положительными (недостаток): от +3 до +1 по фосфору и от +7 до +4 по калию (см. рис. 1–3).

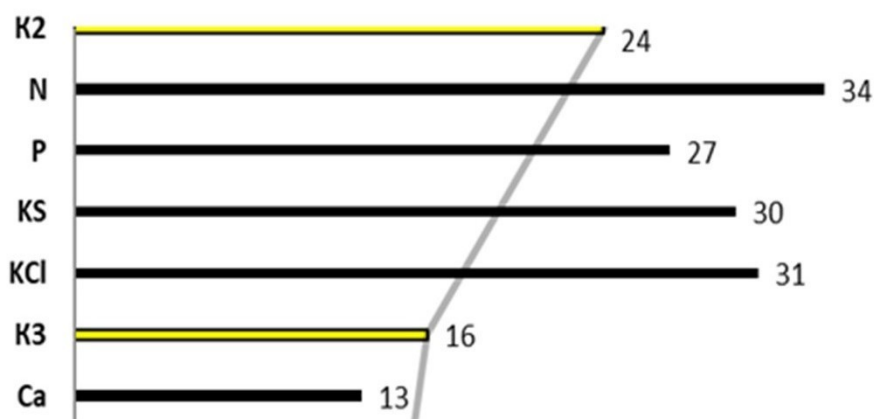


Рисунок 1 - Вариант $N_{100}P_{30}K_0$ (контроль, расчетно-балансовый метод)

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.167.106.3>

Согласно расположению показателей графика (рис. 1), можно отметить, что при завышенных значениях активности хлоропластов (тенденция недостатка питания по элементу), конечные точки всех макроэлементов располагаются справа от прямой линии K2–K3 (контрольные точки засвета работы раствора хлоропластов), что

подтверждают дисбаланс питания в недостаточном объеме по варианту расчетно-балансового значения уровня первоначальной дозы удобрения $N_{100}P_{30}K_0$.

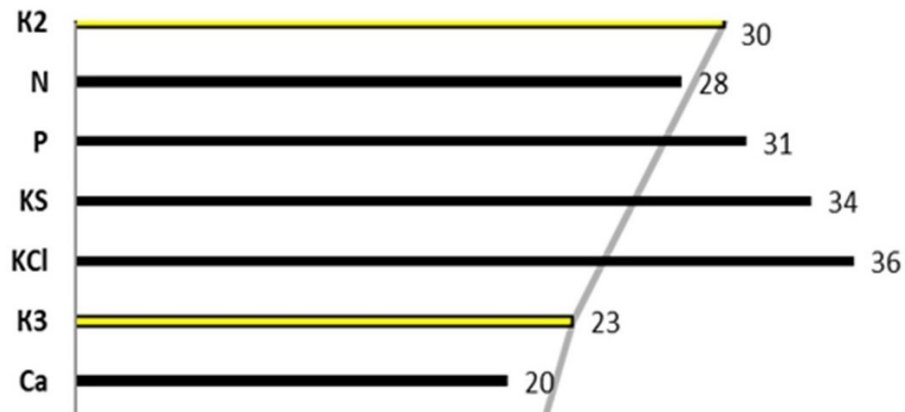


Рисунок 2 - Вариант $N_{160}P_{30}K_0$
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.167.106.4>

При изменении азотного питания (рис. 2) только на варианте $N_{160}P_{30}K_0$ уровень активности хлоропластов по азоту снизился и немного перешел влево от границы линии K2-K3, что свидетельствует об оптимальном...начальном избыточном количестве данного элемента.

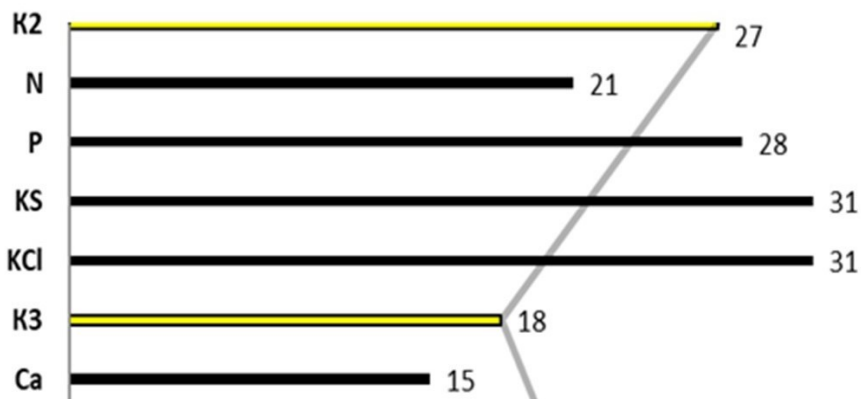


Рисунок 3 - Вариант $N_{180}P_{30}K_0$
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.167.106.5>

При дальнейшем увеличении уровня азотного питания (рис. 3, вариант $N_{180}P_{30}K_0$) диагностика продемонстрировала заниженный уровень активности хлоропластов по азоту определившись далее влево границы линии K2-K3, что констатирует избыток данного элемента и завершение усиления приема повышения уровня азотного питания.

На основании результатов функциональной диагностики была проведена корректировка варианта внесения основного минерального питания по всем макроэлементам и составлена новая агрохимическая карта основного минерального удобрения (см. табл. 3, рис. 4–6).

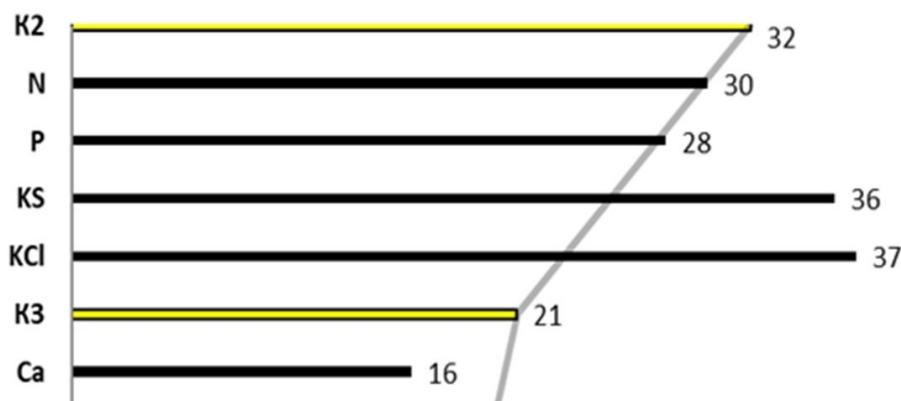
Таблица 3 - Результат активности хлоропластов второй листовой диагностики по показателям НРК-критериев (после цветения) (ЭКОТЕСТ-2020-1) (среднее за 2021-2023 гг.)

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.167.106.6>

Сорт винограда	Вариант использования дозы элемента (с учетом первой функциональной диагностики), д.в. кг/га			Активность хлоропластов, отклонения от контроля («-» - избыток питания; «+» - недостаток питания)								
	N	P	K	Элемент			Элемент			Элемент		
				Конт.	N	Откл.	Конт.	P	Откл.	Конт.	KS/KCl	Откл.
Ркацит ели	160	40	0	32	32	0	32	28	-4	32	36 / 37	+4 / +5
			20	34	32	-2	34	29	-5	34	35 / 35	+1 / +1
			40	31	30	-1	31	28	-3	31	27 / 27	-4 / -4

Приняв во внимание оптимальный уровень азотного питания в дозе 160 кг д.в./га дальнейшая картина изменения фосфорно-калийного питания привела к следующим изменениям и выравниванию картины агрохимического обеспечения. С повышением дозы по фосфорному питанию до 40 кг д.в./га произошло выравнивание уровня активности хлоропластов в отрицательную позицию, то есть «оптимум-легкий избыток»: от -3 до -5 единиц активности отклонения от контроля (см. рис. 4–6).

Однако уровень активности хлоропластов по калию к отрицательным значениям по отклонению от контроля подошел только к дозе дополнительного внесения 40 кг д.в./га: -4 единицы уровня активности (см. рис 4–6).

Рисунок 4 - Вариант N₁₆₀P₄₀K₀DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.167.106.7>

На оптимальном фоне N₁₆₀ при изменении фосфорного питания (рис. 4) с шагом +10 кг д.в./га уровень содержания конечного элемента показал значения -4 отклонения от контроля, однако на пределе границы линии K2-K3 искомая точка находится в оптимальных координатах, то есть реперная точка по фосфору лежит на прямой K2-K3 графика, что свидетельствует об оптимальном количестве данного элемента. Однако картина обеспеченности калием должна также быть приведена к близкой по оптимуму характеристике.

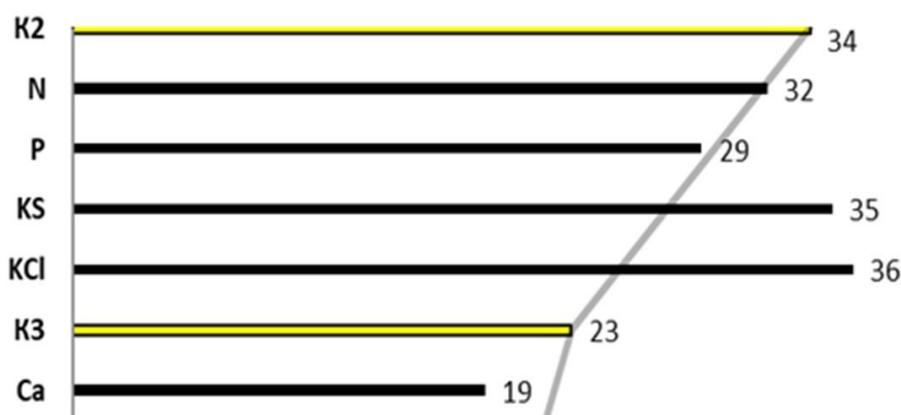


Рисунок 5 - Вариант $N_{160}P_{40}K_{20}$
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.167.106.8>

Используя оптимальные значения уровня азотно-фосфорного питания $N_{160}P_{40}$ при изменении калийного питания (рис. 5) с шагом +20 кг д.в./га [12] уровень содержания конечного элемента показал значения +1 на оба критерия функциональной диагностики элемента. Данные реперные точки, хоть и приближаются к значению контроля (уровень засвета K2), однако от оптимального положения прямой K2-K3 лежат еще в пределах недостаточного питания.

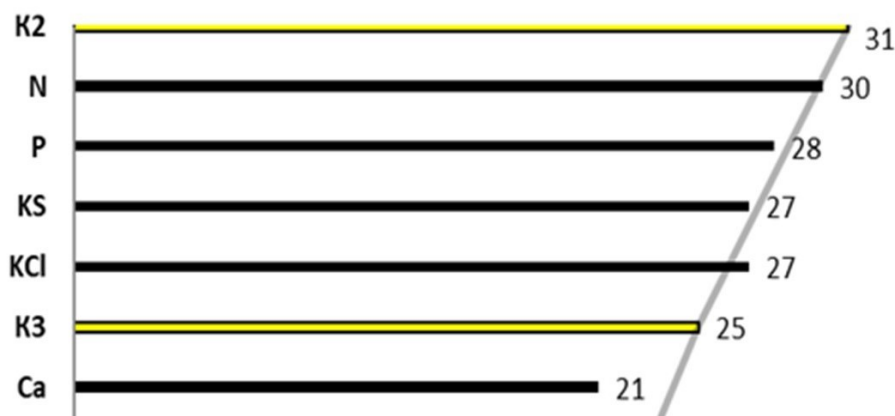


Рисунок 6 - Вариант $N_{160}P_{40}K_{40}$
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.167.106.9>

При уровне азотно-фосфорного питания $N_{160}P_{40}$ с изменениями калийного питания (рис. 6) на шаг +40 кг д.в./га уровень содержания элемента показал отрицательные значения: -4 на оба критерия диагностики. Данный вариант внесения калийного питания в более оптимальной степени показал распределение реперных точек относительно прямой K2-K3 графика, что соответствует достаточному его количеству.

Отсюда, выявив уровень начального расчетно-балансового значения основного минерального удобрения относительно почвенного содержания элементов питания $N_{100}P_{30}K_0$, проведя корректировки и поиск оптимальных значений в поправках основного удобрения, заключаем, что распределение питательных элементов относительно оптимального содержания прямой K2-K3 графиков доза основного минерального удобрения при начальной картине агрохимического обеспечения плодоносящих кустов белого винограда технических сортов в условиях светло-каштановых почв юга Волгоградской области рекомендуется доза $N_{160}P_{40}K_{40}$.

Несомненно, данная доза будет в некоторой мере влиять и на уровень содержания микроэлементов в листьях (достоверные данные функциональной диагностики) [16]. Они также могут быть скорректированы уровнем внесения стимуляторов/регуляторов роста или микроудобрениями. Данная отдельная работа будет отмечена в других публикациях.

Каким же образом приведенные значения по расчетно-балансовому методу и корректировке дозы основного минерального питания отразились на результатах установления уровня фактической урожайности можно проследить по таблицам 4 и 5 (2021–2023 гг.).

Стоит отметить, что характеристика климатических показателей и явлений была далеко от идеала. Однако в годы проведения данных исследований экстремальные явления — возвратные ночные заморозки с отрицательными температурами в течение нескольких часов до -7°C (что в дальнейшем наблюдалось в 2024–2025 гг. исследовательской работы), суховеи с порывами ветра до 25–27 м/с, атмосферные засухи со среднесуточной дневной температурой свыше 38°C , заселение вредителем (саранчовые) и т.д., которые все чаще стали проявляться в Нижневолжском регионе

отмечены не были (или носили локальный и кратковременный характер — влияние в 2023 году на рост и развитие винограда изучаемых сортов).

Таблица 4 - Влияние различных доз азотных удобрений на показатели урожайности винограда (2021-2023 гг.)

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.167.106.10>

Варианты опыта с удобрениями (B)	Урожайность, т/га		
	Сорта (A)		
	Шардоне	Ркацители (контроль)	Рислинг рейнский
I. N ₁₀₀ P ₃₀ K ₀ (контроль)	9,224	9,417	9,504
II. N ₁₂₀ P ₃₀ K ₀	9,442	9,649	9,733
III. N ₁₄₀ P ₃₀ K ₀	9,696	9,909	9,991
IV. N ₁₆₀ P ₃₀ K ₀	9,922	10,133	10,226
V. N ₁₈₀ P ₃₀ K ₀	10,034	10,254	10,333
НСР ₀₅ , τ = 0,054...0,125, НСР ₀₅ А, τ = 0,024...0,056, НСР ₀₅ В, τ = 0,031...0,072			

В таблицах 4 и 5 показан уровень фактической урожайности, который был зафиксирован при научном подходе к поиску настоящей дозировке азотных удобрений с учетом результата функциональной диагностики для получения планируемого урожая ягод винограда 10,0 т/га и более при соблюдении оптимизации питания растений.

Таблица 5 - Влияние различных доз фосфорно-калийных удобрений на показатели урожайности винограда при корректировке системы минерального питания результатами функциональной диагностики (2021-2023 гг.)

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.167.106.11>

Варианты опыта с удобрениями (B)	Урожайность, т/га		
	Сорта (A)		
	Шардоне	Ркацители (контроль)	Рислинг рейнский
VI. N ₁₆₀ P ₃₀ K ₀ (контроль)	9,922	10,133	10,226
VII. N ₁₆₀ P ₄₀ K ₀	10,039	10,249	10,339
VIII. N ₁₆₀ P ₄₀ K ₂₀	10,132	10,341	10,431
IX. N ₁₆₀ P ₄₀ K ₄₀	10,161	10,385	10,472
НСР ₀₅ , τ = 0,036...0,065, НСР ₀₅ А, τ = 0,018...0,033, НСР ₀₅ В, τ = 0,021...0,038			

Заключение

На основании результатов листовой (функциональной) диагностики были получены данные для оптимизации азотного и корректировки фосфорно-калийного питания винограда по дозам минеральных удобрений с учетом физиологической сбалансированности вегетационного процесса на светло-каштановых почвах Нижневолжского региона. В результате были получены уровни урожайности 10,161, 10,385 и 10,472 т/га изучаемых сортов белого технического винограда при полноценном сбалансированном уровне использования питательных элементов. Стоит отметить, что среди сортов наибольшую урожайность имел Рислинг рейнский (10,472 т/га), а физиологически оптимальная доза внесения основного минерального удобрения на изучаемых светло-каштановых почвах составила N₁₆₀P₄₀K₄₀. При этом контрольный сорт Ркацители был весьма близок по урожайности — 10,385 т/га, а самым низкоурожайным отметился в данных условиях сорт Шардоне — 10,161 т/га.

Таким образом, отмечаем, что расчетно-балансовый метод стартовых доз внесения минеральных удобрений на светло-каштановых маломощных малогумусных солонцеватых почвах Нижневолжского региона для поиска оптимальной дозы внесения под плодоносящие кусты виноградных растений технических сортов может и должен быть дополнен результатами функциональных диагностик (1-я — рост побегов (до цветения)); 2-я — рост ягод (после цветения, завязывание ягод), на физиологическом уровне выявляющих обеспеченность всех процессов внутри растений жизненно важными элементами питания.

**Конфликт интересов**

Не указан.

Рецензия

Все статьи проходят рецензирование. Но рецензент или автор статьи предпочли не публиковать рецензию к этой статье в открытом доступе. Рецензия может быть предоставлена компетентным органам по запросу.

Conflict of Interest

None declared.

Review

All articles are peer-reviewed. But the reviewer or the author of the article chose not to publish a review of this article in the public domain. The review can be provided to the competent authorities upon request.

Список литературы / References

1. Алейникова Г.Ю. Влияние плотности посадки сорта Рислинг рейнский на ростовые процессы, продуктивность и качество винограда и вина / Г.Ю. Алейникова, О.Л. Себет, А.А. Марморштейн // Плодоводство и виноградарство Юга России. — 2022. — № 75(3). — С. 188–198. — DOI: 10.30679/2219-5335-2022-3-75-188-198.
2. Бондаренко С.Г. Зависимость между выносом питательных веществ и продуктивностью виноградных кустов / С.Г. Бондаренко, Н.А. Буянович // Садоводство, виноградарство и виноделие Молдавии. — 1975. — № 1. — С. 17–19.
3. Ганич В.А. Донские аборигенные сорта винограда — основа качественного виноделия / В.А. Ганич, Л.Г. Наумова, Н.В. Матвеева // Плодоводство и ягодоводство России. — 2018. — Т. 54. — С. 139–147.
4. Дергунов А.В. Зависимость продуктивности винограда и качества вин от схемы посадки / А.В. Дергунов // Научный журнал КубГАУ. — 2017. — № 132. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/zavisimost-produktivnosti-vinograda-i-kachestva-vin-ot-shemy-posadki> (дата обращения: 12.03.2026).
5. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. — Москва : Агропромиздат, 1985. — 351 с.
6. Карпеня Г.М. Сложные взаимоотношения элементов питания / Г.М. Карпеня // ГлавАгроном. — 2019. — URL: <https://glavagronom.ru/articles/Slozhnye-vzaimootnosheniya-elementov-pitaniya> (дата обращения: 23.03.2026).
7. Кухарский М.С. Сортовая агротехника возделывания винограда в Молдавии / М.С. Кухарский. — Кишинев : МолНИИИТИ, 1987. — 62 с.
8. Радчевский П.П. Влияние некорневой подкормки минеральными удобрениями нового поколения на агробиологические и технологические показатели винограда сорта Шардоне / П.П. Радчевский, Н.В. Матузок, С.С. Базоян // Научный журнал КубГАУ. — 2016. — № 115. — С. 665–690. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-nekornevoy-podkormki-mineralnymi-udobreniyami-novogo-pokoleniya-na-agrobiologicheskie-i-tehnologicheskie-pokazateli> (дата обращения: 12.03.2026).
9. Ратанов М.В. Технология выращивания саженцев винограда при капельном орошении на светло-каштановых почвах Волгоградской области : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук : 4.1.5 / М.В. Ратанов. — Волгоград, 2022. — 19 с.
10. Еврохим Г.К. Современная технология питания винограда / Г.К. Еврохим // Агропромышленная газета юга России. — 2026. — URL: <https://www.agropromyug.com/evrokhim/2341-sovremennaya-tekhnologiya-pitaniya-vinograda.html> (дата обращения: 19.05.2026).
11. Тиберьков А.П. Влияние макро- и микроудобрений на рост и урожайность винограда технического сорта Ркацителли / А.П. Тиберьков, А.А. Кондратьева // Journal of Agriculture and Environment. — 2025. — № 5 (57). — DOI: 10.60797/JAE.2025.57.3.
12. Филин В.И. Оптимизация системы удобрения овощных культур в Волгоградской области / В.И. Филин, В.В. Филин // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. — 2011. — № 3 (23). — С. 1–8.
13. Чаусов В.М. Влияние подвоев на урожайность, качество винограда и вина сорта Ркацителли / В.М. Чаусов, Р.А. Гиш // Научный журнал КубГАУ. — 2016. — № 120. — С. 412–424. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-podvoev-na-urozhaynost-kachestvo-vinograda-i-vina-sorta-rkatsiteli> (дата обращения: 12.03.2026).
14. Ягодин Б.А. Агрехимия / Б.А. Ягодин, Ю.П. Жуков, В.И. Кобзаренко; под ред. Б.А. Ягодина. — Москва : Колос, 2002. — 584 с.
15. Xiaolong W. Multi-nutrient fertilization-based analysis of fruit quality and mineral elements composition during fruit development in Merlot / W. Xiaolong, Z. Zhengwen, Z. Xiaomin [et al.] // Research Square. — 2023. — DOI: 10.21203/rs.3.rs-2853546/v1.
16. Chen X. Comprehensive study on the nutrient concentration and uptake in various organs of cabernet sauvignon across all growth stages / X. Chen, J. Zhang, P. Yan [et al.] // Industrial Crops and Products. — 2025. — Vol. 227. — DOI: 10.1016/j.indcrop.2025.120842.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Aleinikova G.Yu. Vliyanie plotnosti posadki sorta Risling rejnskiy na rostovye processy, produktivnost' i kachestvo vinograda i vina [The influence of the planting density of the Riesling Rhenish variety on the growth processes, productivity and quality of grapes and wine] / G.Yu. Aleinikova, O.L. Seget, A.A. Marmorshstein // Plodovodstvo i vinogradarstvo Yuga Rossii [Fruit Growing and Viticulture in Southern Russia]. — 2022. — № 3 (75). — P. 188–198. — DOI: 10.30679/2219-5335-2022-3-75-188-198. [in Russian]
2. Bondarenko S.G. Zavisimost' mezhdu vynosom pitatel'nykh veshchestv i produktivnost'yu vinogradnykh kustov [The Relationship between Nutrient Uptake and the Productivity of Grapevines] / S.G. Bondarenko, N.A. Buyanovich // Sadovodstvo, vinogradarstvo i vinodelie Moldavii [Horticulture, Viticulture and Winemaking in Moldova]. — 1975. — № 1. — P. 17–19. [in Russian]



3. Ganich V.A. Donskie aborigennyye sorta vinograda — osnova kachestvennogo vinodeliya [Indigenous Grape Varieties of the Don Region — the Foundation of Quality Winemaking] / V.A. Ganich, L.G. Naumova, N.V. Matveeva // *Plodovodstvo i yagodovodstvo Rossii* [Fruit and Berry Growing in Russia]. — 2018. — Vol. 54. — P. 139–147. [in Russian]
4. Dergunov A.V. Zavisimost' produktivnosti vinograda i kachestva vin ot skhemy posadki [Dependence of the productivity and the quality of wines from the planting plan] / A.V. Dergunov // *Nauchnyy zhurnal KubGAU* [Scientific Journal of Kuban State Agrarian University]. — 2017. — № 132. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/zavisimost-produktivnosti-vinograda-i-kachestva-vin-ot-shemy-posadki> (accessed: 12.03.2026). [in Russian]
5. Dospelkhov B.A. Metodika polevogo opyta [Field Experiment Methodology] / B.A. Dospelkhov. — Moscow : Agropromizdat, 1985. — 351 p. [in Russian]
6. Karpenya G.M. Slozhnye vzaimootnosheniya elementov pitaniya [The Complex Interactions between Plant Nutrients] / G.M. Karpenya // *GlavAgronom* [Chief Agronomist]. — 2019. — URL: <https://glavagronom.ru/articles/Slozhnye-vzaimootnosheniya-elementov-pitaniya> (accessed: 23.03.2026). [in Russian]
7. Kukharsky M.S. Sortovaya agrotehnika vozdeleyvaniya vinograda v Moldavii [Varietal Viticulture Practices in Moldova] / M.S. Kukharsky. — Kishinev : MoldNIINTI, 1987. — 62 p. [in Russian]
8. Radchevsky P.P. Vliyanie nekornevoj podkormki mineral'nymi udobreniyami novogo pokoleniya na agrobiologicheskie i tekhnologicheskie pokazateli vinograda sorta Shardone [Influence of a foliar spraying with new-generation mineral fertilizers on agrobiological and technological indicators of Chardonnay grapes] / P.P. Radchevsky, N.V. Matuzok, S.S. Bazoyan // *Nauchnyy zhurnal KubGAU* [Scientific Journal of Kuban State Agrarian University]. — 2016. — № 115. — P. 665–690. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-nekornevoj-podkormki-mineralnymi-udobreniyami-novogo-pokoleniya-na-agrobiologicheskie-i-tehnologicheskie-pokazateli> (accessed: 12.03.2026). [in Russian]
9. Ratanov M.V. Tekhnologiya vyrashchivaniya sazhencev vinograda pri kapel'nom oroshenii na svetlo-kashtanovykh pochvakh Volgogradskoy oblasti [Technology for Growing Grapevine Seedlings Using Drip Irrigation on Light Brown Soils in the Volgograd Region] : abst. of dis. ... of PhD in Agriculture : 4.1.5 / M.V. Ratanov. — Volgograd, 2022. — 19 p. [in Russian]
10. Evrokhim G.K. Sovremennaya tekhnologiya pitaniya vinograda [Modern Grape Nutrition Technology] / G.K. Evrokhim // *Agropromyshlennaya gazeta yuga Rossii* [Agricultural Newspaper of Southern Russia]. — 2026. — URL: <https://www.agropromyug.com/evrokhim/2341-sovremennaya-tekhnologiya-pitaniya-vinograda.html> (accessed: 19.05.2026). [in Russian]
11. Tibirkov A.P. Vliyanie makro- i mikroudobrenij na rost i urozhajnost' vinograda tekhnicheskogo sorta Rkatsiteli [Influence of Macro- and Micro-Fertilisers on Growth and Yield of Technical Grape Variety Rkatsiteli] / A.P. Tibirkov, A.A. Kondrateva // *Journal of Agriculture and Environment*. — 2025. — № 5 (57). — DOI: 10.60797/JAE.2025.57.3. [in Russian]
12. Filin V.I. Optimizatsiya sistemy udobreniya ovoshchnykh kul'tur v Volgogradskoy oblasti [Optimisation of the Fertilisation System for Vegetable Crops in Volgograd Oblast] / V.I. Filin, V.V. Filin // *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: Nauka i vysshee professional'noe obrazovanie* [Proceedings of Lower Volga Agro-University Complex: Science and Higher Education]. — 2011. — № 3 (23). — P. 1–8. [in Russian]
13. Chausov V.M. Vliyanie podvoev na urozhajnost', kachestvo vinograda i vina sorta Rkatsiteli [Influence of stocks on yield and quality of grapes and wine of Rkatsiteli variety] / V.M. Chausov, R.A. Gish // *Nauchnyy zhurnal KubGAU* [Scientific Journal of Kuban State Agrarian University]. — 2016. — № 120. — С. 412–424. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-podvoev-na-urozhajnost-kachestvo-vinograda-i-vina-sorta-rkatsiteli> (accessed: 12.03.2026). [in Russian]
14. Yagodin B.A. Agrokimiya [Agrochemistry] / B.A. Yagodin, Yu.P. Zhukov, V.I. Kobzarenko; edited by B.A. Yagodin. — Moscow : Kolos, 2002. — 584 p. [in Russian]
15. Xiaolong W. Multi-nutrient fertilization-based analysis of fruit quality and mineral elements composition during fruit development in Merlot / W. Xiaolong, Z. Zhengwen, Z. Xiaomin [et al.] // *Research Square*. — 2023. — DOI: 10.21203/rs.3.rs-2853546/v1.
16. Chen X. Comprehensive study on the nutrient concentration and uptake in various organs of cabernet sauvignon across all growth stages / X. Chen, J. Zhang, P. Yan [et al.] // *Industrial Crops and Products*. — 2025. — Vol. 227. — DOI: 10.1016/j.indcrop.2025.120842.