

<https://doi.org/10.31279/ABNC-2026-16-3-126>

Влияние агроклиматических факторов на формирование качественных показателей винограда в процессе его созревания

КОРРЕСПОНДЕНЦИЯ:

Евгений Александрович
Рыбалко

E-mail: rybalko_ye_a@mail.ru

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:

Рыбалко Е.А., Баранова Н.В.,
Ерхова А.С. Влияние агроклима-
тических факторов на формиро-
вание качественных показателей
винограда в процессе его созрева-
ния. *Аграрный вестник Северного
Кавказа*. 2026;16(3):92-102. <https://doi.org/10.31279/ABNC-2026-16-3-126> EDN ZEDGFF

ПОСТУПИЛА: 29.05.2026

ДОРАБОТАНА: 18.08.2026

ПРИНЯТА: 20.08.2026

ОПУБЛИКОВАНА ОНЛАЙН: 30.09.2026

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ:

авторы сообщают об отсутствии
конфликта интересов.

COPYRIGHT: © 2026 Рыбалко Е.А.,
Баранова Н.В.,
Ерхова А.С.



Е.А. Рыбалко , Н.В. Баранова , А.С. Ерхова

Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт», Москва,
Россия

АННОТАЦИЯ

ВВЕДЕНИЕ. Повышение эффективности виноградарства продолжает оставаться приоритетной задачей отрасли. Достижение высокого качества винограда и, как следствие, продукции виноделия возможно лишь при создании оптимальных условий выращивания для конкретных сортов винограда с учетом агроэкологических факторов. Определение интенсивности воздействия отдельных экологических факторов и характера их взаимовлияния имеет фундаментальное значение как с теоретической, так и с прикладной точки зрения.

ЦЕЛЬ. Получить аналитические данные о степени влияния агроклиматических факторов на формирование качественных показателей винограда в процессе его созревания.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ. Объектами исследования являлись климатические данные по метеостанции «Ялта» (2022–2024 гг.) и параметры качества винограда различных сортов, полученного с виноградников тестового полигона югобережной зоны Крыма. Исследования проведены на базе сектора агроэкологии НИЦ «Курчатовский институт». В работе использованы индексы, рекомендованные MOBB (RESOLUTION OIV-VITI 423-2012 REV1) для терруарной специализации виноградарско-винодельческой отрасли.

РЕЗУЛЬТАТЫ. По результатам проведенных исследований на территории Югобережной зоны выделены агроклиматические показатели, оказывающие наиболее значимое влияние на массовую концентрацию сахаров и титруемых кислот в винограде.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ. Полученные аналитические данные позволят оптимизировать размещение промышленных виноградников и повысить эффективность производства продукции за счет наиболее рационального использования природных ресурсов.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: виноград, сорт, агроклиматические показатели, показатели качества винограда, массовая концентрация сахаров, массовая концентрация титруемых кислот, коэффициенты парной корреляции

<https://doi.org/10.31279/ABNC-2026-16-3-126>

Effect of agro-climatic factors on the formation of grape quality indicators during the ripening process

CORRESPONDENCE:

Evgeniy A. Rybalko

E-mail: rybalko_ye_a@mail.ru

FOR CITATION:

Rybalko E.A., Baranova N.V., Erkhova A.S. Effect of agro-climatic factors on the formation of grape quality indicators during the ripening process. *Agrarian Bulletin of the North Caucasus*. 2026;16(3):92-102. (In Russ.) <https://doi.org/10.31279/ABNC-2026-16-3-126>

RECEIVED: 29.05.2026

REVISED: 18.08.2026

ACCEPTED: 20.08.2026

PUBLISHED ONLINE: 30.09.2026

DECLARATION OF COMPETING INTEREST:

none declared.

COPYRIGHT: © 2026 Rybalko E.A., Baranova N.V., Erkhova A.S.



Evgeniy A. Rybalko , Natalia V. Baranova , Alina S. Erkhova 

National Research Centre "Kurchatov Institute", Moscow, Russia

ABSTRACT

INTRODUCTION. Improving the efficiency of viticulture remains a priority for the industry. Achieving high grape quality, and consequently high-quality wine products, is possible only when optimal growing conditions are provided for specific cultivars, taking into account agroecological factors. Determining the intensity of impact of individual environmental factors and the nature of their interactions is of fundamental importance from both theoretical and applied perspectives.

AIM. To obtain analytical data on the degree to which agroclimatic factors affect the formation of grape quality parameters during ripening.

MATERIALS AND METHODS. The work studied climatic data from the Yalta weather station (2022–2024) and quality parameters of grapes from various varieties grown in the vineyards of the test site located in the southern coastal zone of Crimea. The research was carried out at the Department of Agroecology of the National Research Centre "Kurchatov Institute". The study employed the indices recommended by the MOBB (RESOLUTION OIV-VITI 423-2012 Rev1) for the terroir-based specialization of the viticulture and winemaking sector.

RESULTS. The agroclimatic indicators that exert the most significant influence on the mass concentration of sugars and titratable acids in grapes were identified within the southern coastal zone.

CONCLUSION. The analytical data obtained will enable the optimization of the placement of commercial vineyards and enhance production efficiency through the most rational utilization of natural resources.

KEYWORDS: grapes, variety, agro-climatic indicators, grape quality indicators, mass concentration of sugars, mass concentration of titrated acids, pair correlation coefficients

ВВЕДЕНИЕ

Повышение эффективности виноградарства продолжает оставаться приоритетной задачей отрасли. Достижение высокого качества винограда и, как следствие, продукции виноделия возможно лишь при создании оптимальных условий выращивания для конкретных сортов винограда с учетом агроэкологических факторов. При этом важно выделить факторы, оказывающие наибольшее влияние на качественные показатели винограда, и установить их оптимальные значения [1–4].

Температура и влажность играют решающую роль в определении возможности выращивания винограда высокого качества в конкретной географической зоне. Основные изменения в составе ягод винограда происходят в процессе созревания.

Технологические параметры, такие как общее содержание сахаров и кислот, служат важными показателями для оценки зрелости винограда. Созревание ягод характеризуется быстрым накоплением сахаров и снижением уровня кислоты [5], при этом время и степень этих изменений значительно варьируются в зависимости от сорта, климата, почвы и методов виноградарства [6].

Соотношение сахара и общей кислотности линейно меняется в зависимости от суммы активных температур в течение первых четырех недель после начала созревания. Скорость созревания винограда снижается с увеличением веса ягод, а также зависит от водного баланса растения. Используя этот подход, виноградары могут через четыре недели после начала созревания определить, с какой скоростью созревает виноград на каждом отдельном участке виноградника [5]. По мере созревания размер ягод и содержание сухого вещества в них постепенно увеличивается, а содержание влаги и плотность уменьшается [6]. Выявлена корреляция между концентрацией сахаров, титруемой кислотностью, соотношением сахар/кислота и урожайностью винограда с накоплением тепла (измеренным в градусо-днях) в различные периоды вегетации винограда [7]. Оптимальным температурным режимом для созревания виноградных ягод считается диапазон от 28 до 32 °С. При температурах, не превышающих 14 °С, процесс созревания ягод существенно замедляется. Объясняется это большой ролью, которую играет температура в интенсивности ассимиляции и дыхания [8]. Снижение гидротермического коэффициента (ГТК) способствует росту сахаристости

и снижению кислотности. Анализ сезонной динамики на территории Нижнего Придонья выявил, что в среднем скорость роста сахаристости составила 0,080 (г/100 см³)/сут, снижения кислотности — 0,043 (г/дм³)/сут. Скорость роста сахаристости увеличивалась в годы с более коротким периодом от начала созревания до полной зрелости ягод [9].

Климатические факторы играют решающую роль в формировании терруара. В целях исследования зависимости развития виноградного растения от тепло- и влагообеспеченности территории произрастания были созданы разнообразные биоклиматические индексы: прохладности ночей (CI), сухости (DI) и Хуглина (HI). Индексы определяют влияние сезонных изменений погоды на урожайность и качественные характеристики сортов винограда и получаемого вина. С помощью этих индексов можно спрогнозировать, будет ли виноград расти в том или ином регионе, а также оценить качество винограда [10]. Также для оценки климатических характеристик виноградника эффективен расчет биоклиматических индексов, основанных на комбинациях термических и гидрологических индексов, таких как эноклиматическая пригодность, индекс (IAOe) или биоклиматический индекс виноградной лозы (Ibcsv) [11].

Показатель прохладности ночей существенно влияет на фенольный состав винограда, его ароматический профиль и общее качество вина. Гелиотермический индекс Хуглина доказал свою эффективность в средиземноморском климате, где высокая солнечная радиация совпадает с оптимальными температурами для созревания винограда [12; 13].

Проведение расчетов биоклиматических индексов на заданных территориях позволяет сформулировать рекомендации относительно пригодности климатических условий для оптимального выращивания винограда, предназначенного для различных направлений использования.

С помощью расчета трех индексов (индекса Хуглина, индекса прохладности ночей и индекса сухости) были определены шесть климатических классов для виноградарства и подтверждена пригодность климатических условий Уругвая для выращивания винограда [14]. В регионах на северо-западе Китая определена взаимосвязь между качеством винограда (*Vitis vinifera* L.) и факторами окружающей среды (климатом и почвой), а также изучены теоретические основы и разработаны технические рекомендации для рационального планирования площадей

под выращивание винограда и точного регулирования режима выращивания в будущем [15]. На основе расчета биоклиматических индексов применительно к выращиванию винограда проведен анализ винодельческих территорий Верхнего Дона (Ростовская область) и Севастопольской зоны (Крымский полуостров) за период 2003–2023 годы [16]. Оценка климатических индексов применена для определения пригодности основных мировых центров происхождения винограда *V. vinifera* для его выращивания [17]. В различных странах проводится мониторинг влияния сезонных изменений погоды различных лет на урожайность и качественные характеристики различных сортов винограда с помощью биоклиматических индексов [18; 19]. Оценка потенциала виноградарства путем расчета гелиотермического индекса и анализа его динамики за последние 20 лет произведена в Эстонии. Исследование подтвердило пригодность протестированных сортов для производства сухого вина в Эстонии [20].

Разработан подход для характеристики специфических для сортов реакций на климатическую засуху в винодельческом регионе Центральной Европы (Эгерский винодельческий регион на северо-востоке Венгрии). Установлена устойчивая взаимосвязь между индексом сухости как показателем чувствительности к засухе и сбалансированной кислотностью, обеспечивающей основу для прогнозирования будущей кислотности винограда в условиях меняющегося климата [21].

Определение интенсивности воздействия отдельных экологических факторов и характера их взаимовлияния имеет фундаментальное значение как с теоретической, так и с прикладной точки зрения. Данный анализ необходим для осуществления адекватной оценки земельных участков, отбора соответствующих сортов винограда и обеспечения устойчивого получения высококачественных урожаев. Глубокое изучение динамики изменений качественных характеристик винограда в ходе созревания, с учетом специфики агроэкологических условий региона является актуальной задачей для отрасли. Поэтому исследования, направленные на выявление влияния климатических факторов на качество винограда и возможности его дальнейшего использования, имеют особую значимость. В связи с этим целью исследования является получение аналитических данных о степени влияния агроклиматических факторов на формирование качественных показателей винограда в процессе его созревания.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объектами исследования являлись климатические данные по метеостанции «Ялта» (2022–2024 гг.) и параметры качества винограда восьми сортов (Аленико, Бастардо магарачский, Вердельо, Каберне Совиньон, Мускат белый, Саперави, Серсиль, Трминер розовый), полученного в 2022–2024 гг. с виноградников в пгт. Ливадия Южного берега Крыма. Исследования проведены на базе сектора агроэкологии НИЦ «Курчатовский институт» — «Магарач». Образцы ягод различных сортов винограда для исследования были собраны на территории выбранного тестового полигона, включающего в себя восемь участков, компактно расположенных в виде единого массива, суммарной площадью 10,37 га.

В работе использованы индексы, рекомендованные MOBB (RESOLUTION OIV-VITI 423-2012 REV1) для терруарной специализации виноградарско-винодельческой отрасли [22].

Для визуализации пространственного распределения агроэкологических ресурсов, анализа влияния морфометрических особенностей местности на агроклиматические условия, а также целей агроэкологического моделирования использованы географические информационные системы.

Измерение массовой концентрации сахаров и кислот в винограде проведено с помощью прибора Atago PAL-BX/ACID 2, принцип измерения сахаристости — рефрактометрический, кислотности — измерение электропроводности.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Климат влияет на качество винограда, изменяя концентрацию сахаров, органических кислот и вторичных соединений [23].

Для выявления агроклиматических факторов и индексов, оказывающих наибольшее влияние на накопление сахаров и титруемых кислот в ягодах винограда независимо от сорта, по метеоданным (2022–2024 гг.) были рассчитаны средние значения коэффициентов парной корреляции между каждым из проанализированных факторов и показателями качества винограда. Массовая концентрация сахаров и массовая концентрация титруемых кислот служили показателями качества винограда, полученного на территории тестового полигона (пгт. Ливадия, Южный берег

Крыма) в 2022–2024 гг. Результаты значений коэффициентов парной корреляции между каждым из проанализированных факторов и показателями качества винограда представлены в таблицах 1, 2.

По данным таблицы 1, массовая концентрация сахаров в винограде имеет высокую положительную силу связи с суммами температур воздуха выше 10 и 20 °С и индексами Хуглина и Уинклера. Усредненные по восьми проанализированным сортам винограда коэффициенты парной корреляции превышают 0,77. Соответственно увеличение сахаров в ягодах винограда в большей степени зависит от вышеприведенных показателей. Все данные показатели характеризуют теплообеспеченность территории. Полученные данные согласуются с выводами ученых, отмечающих высокую корреляционную связь между индексами Хуглина и Уинклера и содержанием сахара в винограде [24].

Коэффициент корреляции массовой концентрации сахаров со средней температурой воздуха за веге-

тационный период имеет среднюю положительную связь (0,68). Наши данные сочетаются с результатами ученых, установивших положительную корреляционную связь между средней температурой вегетационного периода (0,8891–0,9856) и содержания сахара в винограде всех проанализированных сортов В. Винифера [24].

Показатели, характеризующие влагообеспеченность местности, имели значительно менее тесную связь (слабую и умеренную) с накоплением сахаров в ягодах винограда. Наибольшая отрицательная связь наблюдалась с индексом сухости. Коэффициент корреляции массовой концентрации сахаров в винограде с индексом сухости в среднем по сортам составляет –0,68, что соответствует силе связи, очень близкой к высокой. Снижение количества сахаров в ягодах зависит от значений этого индекса. На наличие отрицательной связи между количеством осадков в течение вегетационного периода и содержанием сахаров указывают данные исследователей [24].

Таблица 1
Коэффициенты парной корреляции массовой концентрации сахаров в винограде с агроклиматическими показателями, характеризующими условия тепло- и влагообеспеченности (пгт. Ливадия, 2022–2024 гг.)

Table 1
Coefficients of pair correlation of mass concentration of sugars in grapes with agroclimatic indicators characterizing conditions of heat and moisture supply (Livadia, 2022–2024)

Сорт	Агроклиматические показатели														
	Сумма температур воздуха, °С			Отношение сумм температур воздуха (выше 20 °С / выше 10 °С)	Индекс				Средняя температура воздуха, °С		Сумма суточных амплитуд температуры воздуха за месяц до даты замеров, °С	Гидротермический коэффициент Селянинова (ГТК)	Сумма осадков, мм		
	выше 10 °С за вегетационный период	выше 20 °С за вегетационный период	выше 10 °С за месяц до даты замеров		Хуглина (HI)	Уинклера (WI)	холодных ночей (CI)	сухости (DI)	за вегетационный период	за месяц до даты замеров					
Алеатико	0,87	0,63	0,20	0,02	0,82	0,82	0,12	−0,69	0,30	0,11	−0,17	−0,02	−0,23	0,20	−0,27
Бастардо магарачский	0,75	0,58	0,69	0,10	0,77	0,78	0,60	−0,82	0,85	0,63	−0,16	−0,69	−0,44	−0,52	−0,57
Вердельо	0,87	0,86	0,29	0,47	0,88	0,88	0,21	−0,50	0,51	0,18	−0,32	−0,09	0,14	0,13	0,01
Каберне Совиньон	0,73	0,75	0,65	0,45	0,79	0,80	0,62	−0,56	0,90	0,59	−0,37	−0,58	0,00	−0,41	−0,17
Мускат белый	0,94	0,79	0,40	0,25	0,93	0,93	0,32	−0,74	0,61	0,31	−0,24	−0,28	−0,16	−0,05	−0,28
Саперави	0,95	0,93	0,36	0,51	0,97	0,97	0,31	−0,64	0,67	0,27	−0,34	−0,28	0,05	−0,05	−0,12
Серсиль	0,94	0,81	0,56	0,26	0,95	0,96	0,49	−0,79	0,77	0,48	−0,31	−0,44	−0,20	−0,21	−0,33
Траминер розовый	0,87	0,79	0,66	0,33	0,89	0,90	0,62	−0,68	0,79	0,58	−0,49	−0,44	−0,08	−0,22	−0,24
Среднее	0,87	0,77	0,48	0,30	0,88	0,88	0,41	−0,68	0,68	0,39	−0,30	−0,35	−0,12	−0,14	−0,25

Таблица 2

Коэффициенты парной корреляции массовой концентрации титруемых кислот в винограде с агроклиматическими показателями, характеризующими условия тепло- и влагообеспеченности (пгт. Ливадия, 2022–2024 гг.)

Table 2

Coefficients of pair correlation of the mass concentration of titrated acids in grapes with agroclimatic indicators characterizing the conditions of heat and moisture supply (Livadia, 2022–2024)

Сорт	Агроклиматические показатели														
	Сумма температур воздуха, °С			Отношение сумм температур воздуха (выше 20 °С / выше 10 °С)	Индекс				Средняя температура воздуха, °С		Сумма суточных амплитуд температуры воздуха за месяц до даты замеров, °С	Гидротермический коэффициент Селянинова (ГТК)	Сумма осадков, мм		
	выше 10 °С за вегетационный период	выше 20 °С за вегетационный период	выше 10 °С за месяц до даты замеров		Хуглина (HI)	Уинклера (WI)	холодных ночей (CI)	сухости (DI)	за вегетационный период	за месяц до даты замеров			за год	за вегетационный период	за месяц до даты замеров
Алеатико	-0,76	-0,90	-0,39	-0,71	-0,81	-0,81	-0,36	0,33	-0,61	-0,31	0,43	0,17	-0,36	-0,02	-0,19
Бастардо магарачский	-0,77	-0,89	-0,48	-0,67	-0,83	-0,83	-0,47	0,38	-0,69	-0,41	0,55	0,25	-0,31	0,05	-0,14
Вердельо	-0,78	-0,84	-0,30	-0,54	-0,81	-0,81	-0,28	0,35	-0,52	-0,21	0,52	0,06	-0,30	-0,15	-0,16
Каберне Совиньон	-0,81	-0,86	-0,48	-0,57	-0,85	-0,85	-0,48	0,39	-0,65	-0,41	0,60	0,19	-0,27	-0,02	-0,14
Мускат белый	-0,48	-0,70	-0,53	-0,72	-0,57	-0,57	-0,59	0,12	-0,67	-0,51	0,65	0,30	-0,43	0,17	-0,23
Саперави	-0,85	-0,94	-0,28	-0,68	-0,88	-0,88	-0,24	0,39	-0,53	-0,18	0,44	0,08	-0,31	-0,13	-0,14
Серсиль	-0,83	-0,78	-0,46	-0,36	-0,84	-0,85	-0,47	0,49	-0,61	-0,41	0,62	0,18	-0,12	-0,05	0,01
Траминер розовый	-0,73	-0,67	-0,50	-0,29	-0,74	-0,75	-0,51	0,43	-0,59	-0,45	0,61	0,20	-0,09	0,00	0,02
Среднее	-0,75	-0,82	-0,43	-0,57	-0,79	-0,79	-0,43	0,36	-0,61	-0,36	0,55	0,18	-0,27	-0,02	-0,12

По данным таблицы 2, массовая концентрация титруемых кислот в ягодах винограда имеет высокую отрицательную корреляцию с суммами температур воздуха выше 10 и 20 °С и индексами Хуглина и Уинклера. Коэффициент корреляции находится на уровне от -0,75 до -0,82. Средняя корреляционная связь установлена между средней температурой воздуха за вегетационный период и массовой концентрацией титруемых кислот (-0,61). Подтверждение полученного нами результата имеется в работах авторов: снижение общей кислотности винограда обратно коррелировало с повышением годовой и вегетационной температуры (-0,8966... -0,9854) [15; 24].

Показатели, характеризующие влагообеспеченность местности, имеют слабую отрицательную корреляцию (-0,02...-0,27) с массовой концентрацией титруемых кислот. Показатели ГТК и индек-

са сухости имеют положительную связь от слабой до умеренной (0,18–0,36).

Солнечный свет является одним из главных факторов, определяющих качество винограда. Он влияет на развитие фотосинтеза, накопление сахаров, синтез фенольных соединений и многие другие процессы, происходящие при росте и развитии виноградного растения.

При выполнении дальнейших исследований произведен расчет коэффициентов парной корреляции массовой концентрации сахаров и титруемых кислот в винограде технических сортов с агроклиматическими показателями, характеризующими радиационные ресурсы территории, а также с комплексными агроклиматическими индексами на тестовом полигоне (пгт. Ливадия, Южный берег Крыма) в 2022–2024 гг. (таблицы 3, 4).

Таблица 3
Коэффициенты парной корреляции массовой концентрации сахаров в винограде с агроклиматическими показателями, характеризующими радиационные ресурсы территории, а также с комплексными агроклиматическими индексами (пгт. Ливадия, 2022–2024 гг.)

Table 3
Correlation coefficients of the mass concentration of sugars in grapes with agro-climatic indicators characterizing the radiation resources of the territory, as well as with complex agro-climatic indices (Livadia, 2022–2024)

Сорт	Агроклиматические показатели						
	Количество часов солнечного сияния		IAOe ¹	БИК ²	Количество дней с температу- рой воздуха 25–30 °С		ТПФ ³
	за вегетацион- ный период	за месяц до даты замеров			за вегетацион- ный период	за месяц до даты замеров	
Алеатико	0,67	–0,41	0,84	–0,08	0,72	–0,82	0,87
Бастардо мага­рарчский	0,56	–0,45	0,74	0,64	0,34	–0,58	0,55
Вердельо	0,87	–0,62	0,88	0,17	0,82	–0,10	0,85
Каберне Совиньон	0,72	–0,71	0,74	0,70	0,48	–0,29	0,57
Мускат белый	0,80	–0,59	0,93	0,26	0,75	–0,32	0,87
Саперави	0,93	–0,71	0,96	0,35	0,82	–0,22	0,89
Серсиаль	0,80	–0,66	0,93	0,44	0,69	–0,38	0,83
Траминер розовый	0,77	–0,74	0,86	0,46	0,63	–0,42	0,75
Среднее	0,77	–0,61	0,86	0,37	0,66	–0,39	0,77

Примечание: ¹ индекс эноклиматической пригодности [25]; ² биоклиматический индекс [26]; ³ интегральный показатель температурного потенциала фотосинтеза [27].
Note: ¹ Enoclimatic suitability index [25]; ² Bioclimatic index [26]; ³ Integral indicator of the temperature potential of photosynthesis [27].

Таблица 4
Коэффициенты парной корреляции массовой концентрации титруемых кислот в винограде с агроклиматическими показателями, характеризующими радиационные ресурсы территории, а также с комплексными агроклиматическими индексами (пгт. Ливадия, 2022–2024 гг.)

Table 4
Coefficients of pair correlation of the mass concentration of titrated acids in grapes with agroclimatic indicators characterizing the radiation resources of the territory, as well as with complex agroclimatic indices (Livadia, 2022–2024)

Сорт	Агроклиматические показатели						ТПФ ³
	Количество часов солнечного сияния		IAOe ¹	БИК ²	Количество дней с температурой воздуха 25–30 °С		
	за вегетационный период	за месяц до даты замеров			за вегетационный период	за месяц до даты замеров	
Алеатико	–0,89	0,73	–0,79	–0,33	–0,75	0,05	–0,72
Бастардо мага- рарчский	–0,87	0,82	–0,81	–0,38	–0,70	0,24	–0,72
Вердельо	–0,84	0,76	–0,80	–0,18	–0,79	0,02	–0,78
Каберне Совиньон	–0,85	0,83	–0,82	–0,30	–0,73	0,23	–0,76
Мускат белый	–0,67	0,74	–0,52	–0,47	–0,42	0,25	–0,39
Саперави	–0,95	0,72	–0,88	–0,20	–0,85	0,11	–0,84
Серсиаль	–0,78	0,77	–0,83	–0,22	–0,71	0,30	–0,78
Траминер розовый	–0,67	0,70	–0,72	–0,24	–0,59	0,27	–0,66
Среднее	–0,82	0,76	–0,77	–0,29	–0,69	0,18	–0,71

Примечание: ¹ индекс эноклиматической пригодности [25]; ² биоклиматический индекс [26]; ³ интегральный показатель температурного потенциала фотосинтеза [27].
Note: ¹ Enoclimatic suitability index [25]; ² Bioclimatic index [26]; ³ Integral indicator of the temperature potential of photosynthesis [27].

По данным таблицы 3, массовая концентрация сахаров имеет высокую положительную корреляцию с количеством часов солнечного сияния за вегетационный период, индексом эноклиматической пригодности и интегральным показателем температурного потенциала фотосинтеза. Коэффициенты парной корреляции находятся в пределах от 0,77 до 0,86. Положительная средняя сила связи прослеживается между количеством дней с температурой воздуха 25–30 °С за вегетационный период и массовой концентрацией сахаров в ягодах винограда (0,66). Биоклиматический индекс имеет умеренную связь с количеством сахаров (0,37). Отрицательная умеренная и средняя корреляционная связь прослеживалась между массовой концентрацией сахаров и количеством часов солнечного сияния, а также количеством дней с температурой воздуха 25–30 °С за месяц до сбора урожая (–0,61...–0,39).

Данные таблицы 4 указывают на высокую положительную связь массовой концентрации титруемых кислот с количеством часов солнечного сияния за месяц до даты замеров (сбора урожая). Высокая и средняя отрицательная корреляция прослеживается между массовой концентрацией титруемых кислот с такими показателями, как количество часов солнечного сияния за вегетационный период (–0,82), индекс эноклиматической пригодности (–0,77), интегральный показатель температурного потенциала фотосинтеза и количество дней с температурой воздуха 25–30 °С за вегетационный период (–0,69). Очень слабая связь титруемых кислот в ягодах винограда выявлена с биоклиматическим индексом –0,29. Из всех проанализированных агроклиматических показателей, характеризующих радиационные ресурсы территории, а также комплексных агроклиматических индексов наиболее

тесную связь с массовой концентрацией сахаров в винограде имеет индекс эноклиматической пригодности с массовой концентрацией титруемых кислот — количество часов солнечного сияния за вегетационный период.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По результатам проведенных исследований на территории южнобережной зоны выделены показатели, оказывающие наиболее значимое влияние на массовую концентрацию сахаров и титруемых кислот в винограде: суммы температур воздуха выше 10 и 20 °С, индексы Хуглина и Уинклера, количество часов солнечного сияния за вегетационный период, индекс эноклиматической пригодности и интегральный показатель температурного потенциала фотосинтеза. Все эти показатели отражают температурные и радиационные ресурсы территории и оказывают прямое влияние на накопление сахаров и общее снижение кислотности в винограде всех анализируемых сортов.

Факторы, характеризующие влагообеспеченность местности, как правило, не оказывали значимого влияния на массовую концентрацию сахаров и титруемых кислот в винограде. Однако можно выделить индекс сухости, который по сравнению с другими показателями влагообеспеченности имел более высокую корреляцию с качественными характеристиками урожая.

Полученные аналитические данные позволят оптимизировать размещение промышленных виноградников и повысить эффективность производства продукции за счет наиболее рационального использования природных ресурсов.

Вклад авторов

Е. А. Рыбалко: научное руководство, написание рукописи – рецензирование и редактирование.

Н. В. Баранова: проведение исследования, написание черновика рукописи.

А. С. Ерхова: проведение исследования, курирование данных.

Contributions

E. A. Rybalko: supervision, writing – review and editing.

N. V. Baranova: investigation, writing – original draft.

A. S. Yerkova: investigation, data curation.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

1. Рыбалко Е.А., Баранова Н.В., Ерхова А.С. Влияние агроклиматических факторов и индексов территории Крымского полуострова на качественные показатели винограда. «Магарач». *Виноградарство и виноделие*. 2025;2:80-85. EDN EVEXBG.
Rybalko E.A., Baranova N.V., Erkhova A.S. The effect of agroclimatic factors and indices of the Crimean Peninsula territory on the quality indicators of grapes. "Magarach". *Viticulture and Wine-making*. 2025;2:80-85. (In Russ.) EDN EVEXBG.
2. Рыбалко Е.А., Баранова Н.В., Ерхова А.С. Влияние радиационных ресурсов на накопление сахаров виноградной ягоды в Южнобережной зоне Крыма. «Магарач». *Виноградарство и виноделие*. 2025;27(3):203-208. EDN KUGHRU.
Rybalko E.A., Baranova N.V., Erkhova A.S. The effect of radiation resources on the accumulation of sugars in grape berries in the South Coastal zone of Crimea. "Magarach". *Viticulture and Wine-making*. 2025;27(3):203-208. (In Russ.) EDN KUGHRU.
3. Рыбалко Е.А., Баранова Н.В., Ерхова А.С. Анализ территориального варьирования индекса сухости (DI) в условиях Крымского полуострова. *Труды Кубанского государственного аграрного университета*. 2025;(3):128-135.10. <https://doi.org/21515/1999-1703-119-128-135>
Rybalko E.A., Baranova N.V., Erkhova A.S. Analysis of the territorial drought index (DI) variation in the Crimean Peninsula. *Proceedings of the Kuban State Agrarian University*. 2025; (3):128-135.10. (In Russ.) <https://doi.org/21515/1999-1703-119-128-135>
4. Drappier J., Thibon C., Rabot A., et al. Relationship between wine composition and temperature: Impact on Bordeaux wine typicity in the context of global warming Review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2017;(8):1-17. <https://doi.org/10.1080/10408398.2017.1355776>
5. Colak N., Bengu A. S. Ripening-Related Changes in the Nutritional Profile of a Little-Known Red 'Isabel' Grape (*Vitis vinifera* L. × *Vitis labrusca* L.). *Applied Fruit Science*. 2024;66(5):1877-1889. <https://doi.org/10.1007/s10341-024-01166-w>
6. Van Leeuwen C., Destrac-Irvine A., Gowdy M., et al. An operational model for capturing grape ripening dynamics to support harvest decisions. *OENO One*. 2023;(57):505-522. <https://doi.org/10.20870/oeno-one.2023.57.2.7399>
7. Lanari V., Zacconi F., Illuminati S., et al. Seasonal evolution impact on Montepulciano grape ripening. *BIO Web of Conferences*. 2022;44:01001. <https://doi.org/10.1051/bio-conf/2022440100117>
8. Смирнов К.В., Калмыкова Т.И., Морозова Г.С. *Виноградарство* / под ред. К. В. Смирнова. Москва : Агропромиздат, 1987. 367.
Smirnov K.V., Kalmykova T.I., Morozova G.S. *Viticulture* / Edited by K. V. Smirnov. Moscow : Agropromizdat, 1987. 367. (In Russ.)
9. Новикова Л.Ю., Наумова Л.Г., Ганич В.А. Сезонная динамика сахаристости и кислотности ягод донского аборигенного сорта винограда Варюшкин. *Вестник КрасГАУ*. 2023;(5):57-63. <https://doi.org/10.36718/1819-4036-2023-5-57-63>
Novikova L.Yu., Naumova L.G., Ganich V.A. Seasonal dynamics of sugar content and acidity of the berries of the Don native grape variety Varyushkin. *Bulletin of KSAU*. 2023;(5):57-63. (In Russ.) <https://doi.org/10.36718/1819-4036-2023-5-57-63>
10. Tonietto J., Carbonneau A. A. Multicriteria climatic classification system for grape-growing regions worldwide. *Agricultural and Forest Meteorology*. 2004;(124): 81-97. <https://doi.org/10.1016/j.agr-formet.2003.06.001>
11. Rotaru L., Filimon V.R., Filimon R.M., et al. Preliminary studies on some morpho-structural and biochemical characterization of some genotypes of *Vitis vinifera* L. cultivated in northeast Romania. *Journal of Applied Life Sciences and Environment*. 2024;57(1):69-90. <https://doi.org/10.46909/alise-571124>
12. Gregory J., Eric D., Tomasi D., et al. Changes in European winegrape phenology and relationships with climate. *Proceedings XIV GESCO Symposium*. Geisenheim, Germany. 2005.54-59
13. Lakatos L., Mika J. Analysis of quadratic correlation between dryness indices and wine grape yield to estimate future climate impacts in Hungary. *Climate*. 2022;(11):165. <https://doi.org/10.3390/cli10110165>

14. Ferrer M., Pedocchi R., Michelazzo M., et al. Delimitacion y descripcion de regiones vitícolas del Uruguay en base al metodo de clasificacion climatica multicriterio utilizando índices bioclimaticos adaptados a las condiciones del cultivo. *Agrociencia Uruguay*. 2007;(1):47-56. <https://doi.org/10.31285/AGRO.11.768>
15. Yan H.K., Ma Sh.Y., Lu X., et al. Response of wine grape quality to rainfall, temperature, and soil properties in Hexi corridor. *HortScience*. 2022;57(12):1593-1599. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI16845-22>
16. Балаберников П.И., Бубнов Е.К., Габечая В.В., и др. Сравнительная оценка агроклиматических условий двух винодельческих зон Крыма и Ростовской области. *АгроЭкоИнфо: Электронный научно-производственный журнал*. 2025;5(71):47. <https://doi.org/10.51419/202155529>
17. Balabernikov P.I., Bubnov E.K., Gabechaya V.V., et al. Comparative assessment of the agro-climatic conditions of two wine-growing zones of the Crimea and the Rostov region. *Agroecoinfo: Electronic Scientific and Production Journal*. 2025;5(71):47 (In Russ.) <https://doi.org/10.51419/202155529>
18. Kose B. Evaluating of wine grapes phenology by using different climatic indices, grown in black sea region, Turkey. *Erwerbs-Obstbau*. 2021;63(3):1-12. <https://doi.org/10.1007/s10341-021-00584-4>
19. Kok D. Monitoring the effect of seasonal weather fluctuations on yield and quality characteristics of distinct wine grape cultivars (*V. vinifera* L.) grown in Turkey's Thrace region: a comparative analysis of 2017 and 2018. *Applied Fruit Science*. 2025;304. <https://doi.org/10.1007/s10341-025-01542-0>
20. Jarvis C., Barlow E., Darbyshire R., et al. Relationship between viticultural climatic indices and grape maturity in Australia. *International Journal of Biometeorology*. 2017;(61):1849-1862. <https://doi.org/10.1007/s00484-017-1370-9>
21. Ratsep R., Maante-Kuljus M., Karp K., et al. Assessing Estonia's viticultural potential based on the compositional analysis of sugars and acid compositional analysis of wine grape cultivars. *Agricultural and Food Science*. 2025;34(3):202-212. <https://doi.org/10.23986/afsci.160985>
22. Lakatos L. An acidity-based model linking the dryness index to grapevine acidity under climate change. *Australian Journal of Grape and Wine Research*. 2026;1:4933606. <https://doi.org/10.1155/ajgw/4933606>
23. Van Leeuwen C., Bois B. Update in unified terroir zoning methodologies. *2E3S Web of Conferences XII Congreso Internacional Terroir*. 2018.01044. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20185001044>
24. Stanfield R.C., Forrestel E.J., Elmendorf K.E., et al. Phloem anatomy predicts berry sugar accumulation across 13 wine-grape cultivars. *Frontiers in Plant Science*. 2024;15:1360381. <https://doi.org/10.3389/fpls.2024.1360381>
25. Filimon R.M., Bunea C.I., Filimon R.V., et al. Long-term evolution of the climatic factors and its influence on grape quality in Northeastern Romania. *Horticulturae*. 2024;(7):705. <https://doi.org/10.3390/horticulturae10070705>
26. Teodorescu Șt., Popa Al., Sandu G. *Oenoclimatul României*. Ed. Științifică și Enciclopedică, Bucharest. 1987.
27. Constantinescu Gh. *Methodes et Principes de Determination des Aptitudes Viticoles D'une Region et du Choix des Cepages Appropries*. – 47e Assemblée Generale de O.I.V., Mainz, 1967.
28. Рыбалко Е.А., Баранова Н.В., Ерхова А.С. Влияние радиационных ресурсов на показатели качества винограда, произрастающего в условиях Южного берега Крыма. *Плодоводство и виноградарство Юга России*. 2025;(3):70-77. EDN: BRTFRF
29. Rybalko E.A., Baranova N.V., Erkhova A.S. Influence of radiation resources on quality indicators of grapes growing in the conditions of the Southern coast of Crimea. *Fruit growing and viticulture of South Russia*. 2025;(3):70-77. (In Russ.) EDN: BRTFRF

Сведения об авторах

Рыбалко Евгений Александрович —

кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий группой агроэкологии, Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт», Москва, Россия

<https://orcid.org/0000-0002-4579-3505>

SPIN-код: 9980-8209

rybalko_ye_a@mail.ru

About the authors

Evgeniy A. Rybalko —

Cand. Sci. (Agric.), Leading Staff Scientist, Head of the Agroecology Group, National Research Centre "Kurchatov Institute", Moscow, Russia

<https://orcid.org/0000-0002-4579-3505>

rybalko_ye_a@mail.ru

Баранова Наталья Валентиновна —

кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, ведущий научный сотрудник группы агроэкологии, Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт», Москва, Россия

<https://orcid.org/0000-0002-2588-360X>

SPIN-код: 3441-3902

natali.v.0468@mail.ru

Ерхова Алина Сергеевна —

младший научный сотрудник группы агроэкологии, Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт», Москва, Россия

<https://orcid.org/0000-0002-6920-471X>

SPIN-код: 3140-0068

alina_meotida@mail.ru

Natalia V. Baranova —

Cand. Sci. (Agric.), Senior Staff Scientist, Leading Staff Scientist, Agroecology Group, National Research Centre "Kurchatov Institute", Moscow, Russia

<https://orcid.org/0000-0002-2588-360X>

natali.v.0468@mail.ru

Alina S. Erkhova —

Junior Staff Scientist, Agroecology Group, National Research Centre "Kurchatov Institute", Moscow, Russia

<https://orcid.org/0000-0002-6920-471X>

alina_meotida@mail.ru