

DOI: 10.12731/2658-6649-2023-15-5-936

УДК 551.582:634.8.07:57.013



Научная статья

## ОЦЕНКА ВИНОГРАДО-ВИНОДЕЛЬЧЕСКИХ РАЙОНОВ КРЫМА ПО КЛИМАТИЧЕСКИМ ФАКТОРАМ, А ТАКЖЕ ИХ ВЛИЯНИЯ НА КАЧЕСТВЕННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВИНОГРАДА

*Е.А. Рыбалко, С.Н. Червяк, М.В. Ермихина*

*Виноградное растение способно адаптироваться, произрастать и давать урожаи в разнообразных природных условиях. В то же время агроклиматические условия территории возделывания винограда оказывают существенное влияние на качество продукта. Природно-климатические условия Крыма способствуют возделыванию винограда от очень ранних до поздних сортов, а широкое разнообразие абиотических условий позволяет подобрать оптимальный терруар для формирования необходимых кондиций винограда в зависимости от целей его применения. Значительная пространственная изменчивость климата в пределах региона позволяет оценить воздействие факторов среды на биосинтетические и аккумуляционные свойства винограда.*

**Цель** – изучение изменения профиля углеводно-кислотного комплекса винограда технических сортов под воздействием агроэкологических условий его произрастания.

**Материалы и методы.** Объектом исследования являлся виноград белых и красных сортов, произрастающий в различных виноградо-винодельческих районах Крыма. Проведено исследование реакции виноградного растения на вариabельность экологических факторов на основе многолетнего сравнительного изучения химического состава его плодов, обуславливающих биохимическую индивидуальность и технологические свойства сорта в конкретной местности.

**Результаты и заключение.** В результате проведенных исследований установлено совокупное влияние агроэкологических факторов на накопление компонентов углеводно-кислотного комплекса винограда, а в отдельные годы удалось выявить зависимости их количественного содержания от отдельных фактора среды. Установлена прямая зависимость накопления массовой

концентрации сахаров в виноградной ягоде от величины индекса Хуглина ( $r = 0,7$ ). В отношении массовой концентрации титруемых кислот от значения индекса Уинклера выявлена обратная зависимость ( $r = -0,59$ ). Сравнительный анализ результатов, показывает, что один и тот же сорт винограда, выращенный в неодинаковых климатических условиях, может проявлять различную способность к синтезу компонентов углеводно-кислотного комплексов, определяющих его пригодность для производства разнообразной продукции. Прослеживается прямая зависимость массовой концентрации сахаров от средней температуры воздуха за последний месяц до сбора урожая ( $r=0,70$ ) в пределах сорта.

**Ключевые слова:** виноград; теплообеспеченность; техническая зрелость; виноградо-винодельческий район; углеводно-кислотный комплекс

**Для цитирования.** Рыбалко Е.А., Червяк С.Н., Ермихина М.В. Оценка виноградо-винодельческих районов Крыма по климатическим факторам, а также их влияния на качественные характеристики винограда // Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture. 2023. Т. 15, №5. С. 246-263. DOI: 10.12731/2658-6649-2023-15-5-936

Original article

## EVALUATION OF VITICULTURE AND WINEMAKING REGIONS OF CRIMEA IN ACCORDANCE WITH CLIMATIC FACTORS, AND THEIR INFLUENCE ON THE QUALITY CHARACTERISTICS OF GRAPES

*E.A. Rybalko, S.N. Cherviak, M.V. Ermikhina*

*A grape plant is capable to adapt, grow and produce crops in different environmental conditions. At the same time, agro-climatic conditions of grape growing area have a significant effect on the product quality. Environmental climatic conditions of Crimea contribute to cultivating grapes from very early to late ripening varieties. Diverse range of abiotic conditions allows choosing an optimal terroir for the formation of necessary grape conditions depending on the application target. Significant spatial climate variability within the region makes it possible to evaluate the impact of environmental factors on biosynthetic and accumulative properties of grapes.*

*The purpose is to study changes in the profile of carbohydrate-acid complex of wine grape varieties under the influence of agro-ecological growing conditions.*

**Materials and methods.** *Study objects were white and red grape varieties growing in various viticulture and winemaking regions of Crimea. A research for grape plant response to the variability of environmental factors basing on a long-term comparative study of chemical composition of its fruits, determining the varietal biochemical identity and technological properties in a particular region, was carried out.*

**Results and conclusion.** *As a research result, the cumulative effect of agro-ecological factors on the accumulation of components of carbohydrate-acid grape complex was established, and in particular years it was possible to identify the dependence between their quantitative content and individual environmental factors. Accumulation of the mass concentration of sugars in grape berry directly correlated with the Huglin index value ( $r = 0.7$ ). With regard to the mass concentration of titratable acids, an inverse correlation was revealed with the Winkler index value ( $r = -0.59$ ). A comparative analysis of the results shows that one grape variety grown under different climatic conditions may show different ability to synthesize the components of carbohydrate-acid complexes, determining its suitability for various output production. There is a direct correlation of the mass concentration of sugars on the average air temperature for the last month before harvest ( $r=0.70$ ) within the variety.*

**Keywords:** *grapes; heat supply; technical ripeness; viticulture and winemaking region; carbohydrate-acid complex*

**For citation.** *Rybalko E.A., Cherviak S.N., Ermikhina M.V. Evaluation of Viticulture and Winemaking Regions of Crimea in Accordance with Climatic Factors, and their Influence on the Quality Characteristics of Grapes. Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture, 2023, vol. 15, no. 5, pp. 246-263. DOI: 10.12731/2658-6649-2023-15-5-936*

## **Введение**

Виноград является ценнейшей сельскохозяйственной культурой, плоды которой можно употреблять в свежем и сушеном виде, а также в качестве продуктов переработки: соков и различной винопродукции [1, 3, 9].

Виноградное растение способно адаптироваться, произрастать и давать урожай в широком диапазоне природных условий. В то же время агро-климатические условия территории возделывания винограда оказывают существенное влияние на качество продукта [13, 20, 16-19]. Наиболее важными климатическими параметрами для виноградного растения являются влагообеспеченность и температурный режим региона [6-8, 21-22]. Низкая

влагообеспеченность и высокие температуры в период роста и созревания ягод являются стрессовыми факторами, что влечет за собой снижение продуктивности насаждений и качества продукции [2, 14].

Климатические условия оказывают значительное влияние на технологию возделывания винограда, начиная с подбора сортов, выбора места закладки виноградника и заканчивая установлениями сроков уборки урожая [9, 10]. В настоящее время изменение климатических условий и передовые достижения в области селекции, интродукции и технологии возделывания позволяют существенно расширить площади культивирования виноградного растения за счет новых регионов.

В связи с этим актуальным является изучение влияния абиотических факторов среды на качественные характеристики винограда и продуктов его переработки.

Природно-климатические условия Крыма способствуют возделыванию винограда от очень ранних до поздних сортов, а широкое разнообразие абиотических условий позволяет подобрать оптимальный терруар для формирования необходимых кондиций винограда в зависимости от целей его применения. Значительная пространственная изменчивость климата в пределах региона позволяет оценить воздействие факторов среды на биосинтетические и аккумуляционные свойства винограда.

**Цель настоящей работы** – изучение изменения профиля углеводно-кислотного комплекса винограда технических сортов под воздействием агроэкологических условий его произрастания.

**Научная новизна.** При оценке влияния агроклиматических факторов на изменение профиля углеводно-кислотного комплекса винограда были использованы не просто данные ближайших к анализируемым участкам метеостанций как в схожих исследованиях, а произведён пересчёт климатических показателей, полученных на метеостанциях, непосредственно на анализируемые участки с использованием авторских математических моделей, учитывающих орографические, географические и гидрологические особенности территории [6-8]. Это позволило значительно повысить точность оценки агроклиматического потенциала исследуемых участков и более достоверно оценить его влияние на формирование углеводно-кислотного комплекса винограда.

### **Материалы и методы исследования**

Объектом исследования являлся виноград белых (Алиготе, Ркацителли, Кокур белый, Совиньон зеленый, Шардоне, Мускат белый) и красных

(Каберне-Совиньон, Мерло) сортов, произрастающий в различных виноградо-винодельческих районах Крыма, отличающихся наиболее важным абиотическим фактором – теплообеспеченностью: Западном приморском, Крымском западно-приморском предгорном, Горно-долинном, Горно-долинно-приморском, а также Южном берегу Крыма (ЮБК). Последний район включал 2 участка: п. Ливадия и с. Кипарисное. В каждом районе исследования проводились не менее 3-х лет в одних и тех же хозяйствах в условиях стабильных антропогенных факторов (без изменения условий агротехнической обработки виноградных насаждений).

Общая выборка составила 149 образцов винограда. Исследования проводились в течении 2016-2022 гг.

Для выявления влияния агроклиматических факторов на качественные показатели сырья для винодельческой продукции были отобраны следующие параметры: сумма активных температур выше 10 °C ( $\sum T^{\circ C10}$ ), гелиотермический индекс Хуглина (HI), индекс Уинклера (WI), средняя температура воздуха с начала вегетационного периода до сбора урожая ( $t_{\text{вег}}$ ), средняя температура воздуха за последний месяц до сбора урожая ( $t_{\text{мес}}$ ) [3].

Расчёт агроклиматических параметров на анализируемых участках производился методом нелинейной интерполяции данных ближайших метеостанций. При этом были использованы многофакторные математические модели, описывающие влияние на микроклимат орографических, гидрологических и геодезических характеристик местности.

Для расчёта основных орографических характеристик местности в районе анализируемых участков и ближайших к ним метеостанций была использована спутниковая цифровая модель рельефа SRTM-3 с пространственным разрешением 3 угловые секунды.

Отбор проб в количестве не менее 10 кг винограда осуществляли в период промышленного сбора [4]. Оценку винограда проводили по следующим физико-химическим показателям: массовая концентрация сахаров, титруемых кислот, значение pH, профиль органических кислот [4]. Для оценки зрелости винограда были рассчитаны критерии, основанные на соотношении показателей углеводно-кислотного комплекса: показатель технической зрелости (ПТЗ) и глюкоацидиметрический показатель (ГАП).

Экспериментальные данные обрабатывали согласно общепринятым методам математической статистики с использованием программного пакета IBM SPSS Statistics (v 17.0), Microsoft Excel. Все исследования проводили в трех повторах. Вычисление парных корреляций между показателями осуществляли для уровня значимости 0,05.

### Результаты и их обсуждение

Для проведения настоящих исследований были проанализированы данные метеорологических условий за годы исследований, а также рассчитаны климатические факторы, характеризующие температурные режимы в период вегетации (на дату сбора урожая) и за последний месяц до момента сбора урожая. Полученные результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1.

**Факторы, характеризующие теплообеспеченность виноградо-винодельческих районов Крыма**

Виноградо-винодельческий район Крыма	$\sum T^{\circ}C10, ^{\circ}C$	HI	WI	$t_{\text{мес}}, ^{\circ}C$	$t_{\text{вер}}, ^{\circ}C$	Начало вегетации	Дата сбора урожая
Западный приморский (г. Евпатория)	3186	2279	1774	20,45	20,83	14.04	22.09.2017
	2948	2108	1629	24,8	21,55	05.04	24.08.2018
	3169	2264	1781	22,94	21,16	07.04	12.09.2019
	3199	2254	1752	22,93	20,87	10.04	17.09.2020
	3337	2266	1772	15,04	20,28	19.04	06.10.2021
	3341	2295	1784	18,71	19,61	30.03	28.09.2022
Крымский западно-приморский предгорный (с. Угловое)	2822	1653	1451	20,58	19,64	16.04	15.09.2017
	3644	2157	1875	19,51	19,71	31.03	03.10.2018
	3093	1869	1631	18,48	20,21	07.04	17.09.2019
	3056	1671	1453	21,52	20,07	03.03	14.09.2020
	3158	1823	1602	19,33	19,88	18.04	27.09.2021
	3184	1829	1588	21,02	17,34	30.03	20.09.2022
Горно-долинный приморский (с. Морское)	3147	2256	1777	21,1	17,42	01.04	06.09.2018
	3221	2266	1781	18,33	20,06	31.03	18.09.2019
	3339	2327	1829	21,42	19,27	01.04	25.09.2019
Южный берег Крыма (п. Ливадия)	3171	2152	1679	18,81	19,14	01.04	28.09.2021
	3239	2059	1781	25,88	22,16	06.04	28.08.2018
	3230	2028	1762	23,25	22,09	06.04	04.09.2019
	3224	1834	1597	24,14	21,12	04.03	31.08.2020
	3501	2197	1906	21,7	20,94	19.04	28.09.2021
Южный берег Крыма (с. Кипарисное)	3233	1994	1734	19,08	19,99	30.03	07.09.2022
	2510	1547	1356	26,81	21,7	31.03	22.08.2019
	2681	1617	1405	25,59	20,91	04.03	01.09.2020
	2919	1799	1579	25,47	18,06	01.04	15.09.2021
Горно-долинный (с. Приветное)	3042	1872	1642	20,39	20,94	01.04	14.09.2022
	2554	1744	1311	26,13	20	04.03	25.08.2020
	2819	1953	1511	24,31	19,71	01.04	08.09.2021
	2862	2005	1550	24,78	17,75	01.04	07.09.2022

Температурный режим оказывает сильнейшее действие на все физиологические процессы растения. Одним из важнейших показателей, характеризующий климатические условия местности, является сумма активных температур выше 10 °С, при которой виноград вступает в фазу начала сокодвижения («биологический ноль»).

Анализ полученных данных свидетельствует о том, что значение показателя варьирует в диапазоне от 2510 до 3501 °С в зависимости от года и района произрастания винограда, что благоприятно для культивирования сортов от очень раннего срока созревания до среднепозднего. В тоже время на момент сбора урожая отмечается недостаток суммы температур для сортов позднего и очень позднего срока созревания (< 3700 °С) [5].

Максимальной величиной суммы активных температур выше 10 °С за последние три года характеризовались Западный приморский район и Южный берег Крыма (п. Ливадия). Значения показателя варьировали в диапазоне 3199-3501 °С, что на 5-21 % превышает аналогичные данные для других районов. Западный приморский район также доминирует по уровню индекса Хуглина. Для данного региона значение показателя за аналогичный период превосходит на 13-28 % данные других виноградо-винодельческих районов Крыма. Установлена зависимость между показателями суммы активных температур выше 10 °С и индексом Хуглина, которая описывается коэффициентом корреляции  $r=0,7$ . Необходимо отметить, что несмотря на высокие значения температурных индексов, начало вегетации в Западном приморском районе и ЮБК (п. Ливадия) в 2018 г. задерживается на 6-7 дней по отношению к другим районам. Аналогичная тенденция отмечена и в 2021 г.: начало созревания наступило на 19 дней позже. В 2020 г. в Западном приморском виноградо-винодельческом районе начало вегетации отмечено наиболее поздно среди всех исследуемых регионов Крыма. Разница составила 37 дней.

Отклик виноградного растения на воздействие климатических факторов проявляется в изменении количественного содержания первичных метаболитов растительной клетки – сахаров [4, 15]. Анализ углеводно-кислотного комплекса винограда свидетельствует о том, что все исследуемые партии соответствовали требованиям нормативной документации для промышленной переработки и стадии технической зрелости для производства вин и вин ликерных: массовая концентрация сахаров в винограде белых и красных сортов составляла более 16 и 17 г/100 см<sup>3</sup> соответственно (табл. 2).

Таблица 2.

**Значения показателей химического состава и показателей зрелости винограда из разных виноградо-винодельческих районов Крыма<sup>1</sup>**

Виноградо-винодельческий район Крыма по СРО	Массовая концентрация		рН	ГАП <sup>2</sup>	ПТЗ <sup>3</sup>
	сахаров, г/100 см <sup>3</sup>	титруемых кислот, г/дм <sup>3</sup>			
Западный приморский (г. Евпатория)	<u>18,6-25,8</u> 22,4	<u>3,8-8,4</u> 6,3	<u>3,1-3,5</u> 3,3	<u>2,5-6,0</u> 3,7	<u>191-299</u> 242
Крымский западно-приморский предгорный (с. Угловое)	<u>18,6-24,7</u> 21,4	<u>4,4-8,0</u> 6,2	<u>3,1-3,7</u> 3,3	<u>2,6-5,6</u> 3,5	<u>183-334</u> 236
Горно-долинный приморский (с. Морское)	<u>19,4-25,0</u> 22,1	<u>3,1-9,8</u> 6,0	<u>3,1-3,8</u> 3,4	<u>2,3-7,9</u> 3,9	<u>182-402</u> 279
Южный берег Крыма (п. Ливадия)	<u>16,2-23,4</u> 19,7	<u>4,1-11,2</u> 7,8	<u>3,1-3,8</u> 3,3	<u>1,8-4,2</u> 2,7	<u>162-286</u> 211
Южный берег Крыма (с. Кипарисное)	<u>19,1-23,9</u> 20,8	<u>6,2-10,7</u> 8,1	<u>3,1-3,4</u> 3,2	<u>1,9-3,5</u> 2,7	<u>188-246</u> 216
Горно-долинный (с. Приветное)	<u>17,2-23,4</u> 21,4	<u>5,3-7,0</u> 6,4	<u>3,2-3,6</u> 3,4	<u>2,0-4,4</u> 3,5	<u>191-299</u> 252

<sup>1</sup> – в числителе – диапазон варьирования показателей, в знаменателе – среднее значение

<sup>2</sup> – соотношение массовой концентрации сахаров и титруемых кислот

<sup>3</sup> – произведение массовой концентрации сахаров и величины рН, возведенной в квадрат

Результаты исследований не позволили установить общей зависимости сахаронакопления в ягоде винограда от климатических факторов среды, что может быть обусловлено широким ассортиментом исследуемых сортов, отличающихся по срокам созревания. В то же время в отдельные годы отмечаются следующие закономерности. В 2019 г. установлена зависимость (рис. 1) массовой концентрации сахаров в белых сортах винограда от величины индекса Хуглина ( $r = 0,7$ ).

По нашим данным кислотность винограда в различных районах существенно варьировала по годам и находилась в пределах 3,1-11,2 г/дм<sup>3</sup> (рис. 2). Высокая дисперсия показателя может быть обусловлена как сортовыми особенностями винограда, так и степенью зрелости. Максимальное значение показателя отмечено в винограде с ЮБК (с. Кипарисное).



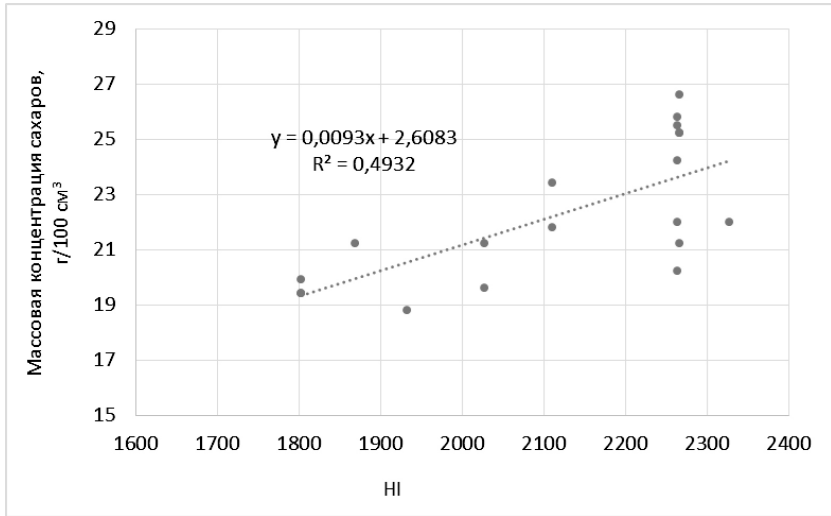


Рис. 1. Зависимость сахаристости винограда от величины индекса Хуглина

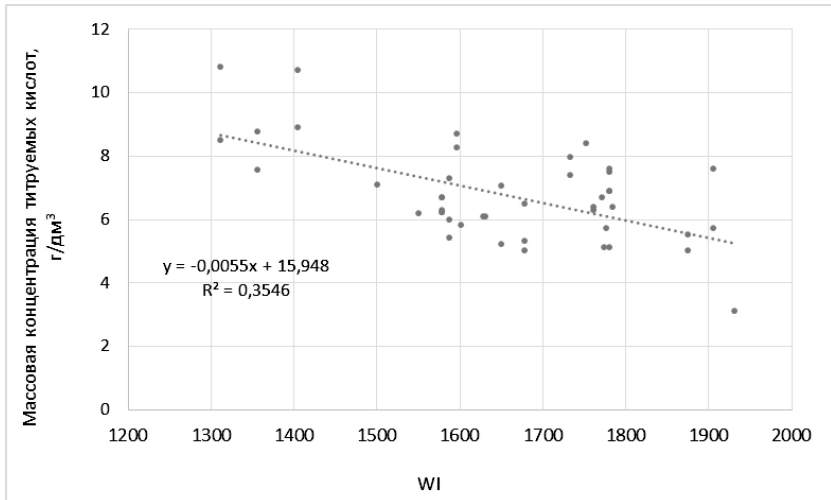


Рис. 2. Зависимость массовой концентрации титруемых кислот от величины индекса Уинклера (2016-2022 гг.)

В то же время в отношении массовой концентрации титруемых кислот от значения индекса Уинклера, характеризующего сумму эффективных

температур, зависимость прослеживается не зависимо от года урожая и места произрастания винограда. Взаимосвязь между показателями описывается линейным уравнением регрессии с коэффициентом корреляции  $r - 0,59$ . Поскольку фактическое значение  $F > F_{табл}$ , то коэффициент детерминации статистически значим (найденная оценка уравнения регрессии статистически надежна).

Помимо влияния особенностей года также установлена роль зоны произрастания винограда на физико-химические показатели винограда. В данном случае максимальную информативность представляет показатель средней температуры воздуха с начала вегетационного периода до сбора урожая (рис. 3). Полученные результаты представлены на примере образцов винограда, возделываемого в Западном приморском виноградо-винодельческом районе Крыма.

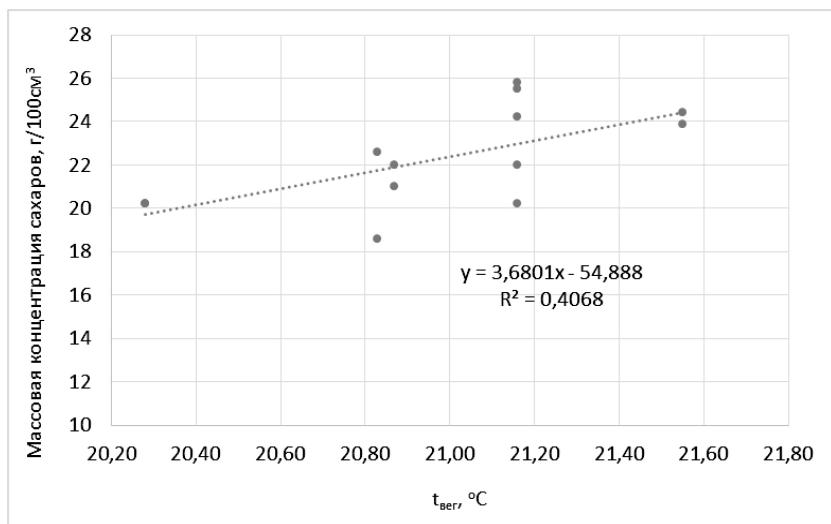


Рис. 3. Влияние  $t_{вер}$  на сахаронакопление винограда (2016-2022 гг.)

Анализируя данные, полученные при оценке сорта в отдельных районах в различные годы, отмечено следующее: по величине массовой концентрации сахаров прослеживается прямая зависимость показателя от средней температуры воздуха за последний месяц до сбора урожая, на примере винограда сорта Ркацители (рис. 4). Аналогичные данные были получены и для винограда сорта Каберне-Совиньон. Полученные резуль-

таты можно объяснить сортовыми особенностями адаптации растения к абиотическим факторам среды.

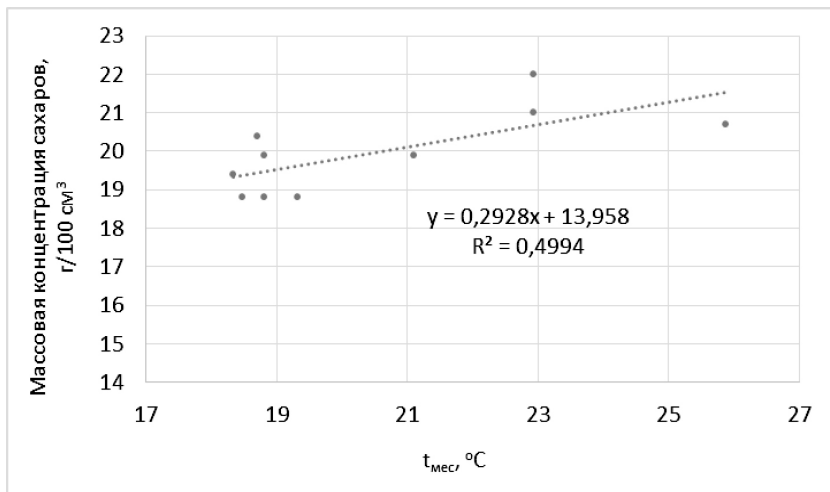


Рис. 4. Влияние  $t_{\text{мес}}$  на сахаронакопление винограда (2016-2022 гг.)

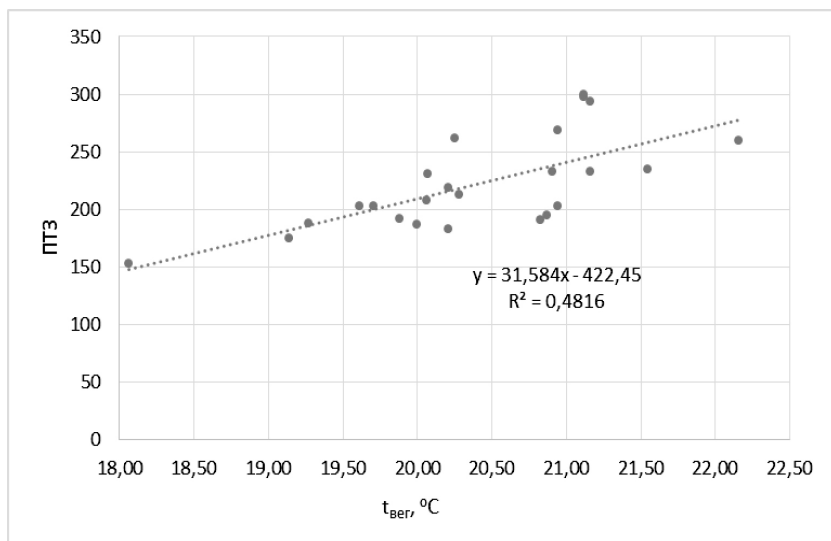
Проведенные исследования позволили установить, что профиль органических кислот в ягоде винограда в значительной степени обусловлен как территориальным расположением виноградных насаждений, так и сортовыми особенностями. Для белых сортов винограда накопления винной кислоты от суммы активных температур выше 10 °C выражается обратной зависимостью ( $r = -0,62$ ).

Во время технической зрелости ягоды винограда характеризуются оптимальным балансом углеводно-кислотного комплекса, профилем ароматического и фенольного комплексов [11, 12]. Определение технической зрелости винограда очень важно для своевременной уборки урожая. Запоздывание с уборкой технических сортов может приводить к снижению качества конечного продукта, особенно – вина [15].

Показатель технической зрелости (ПТЗ), определяется как произведение массовой концентрации сахаров на квадрат величины рН. Согласно литературным данным, рекомендуемое значение показателя для игристых и тихих виноматериалов находится в диапазоне 130-260 [4]. В то же время, для винограда позднего сбора будут характерны более высокие значения рН и, соответственно, величина ПТЗ. Для винограда красных сортов, вы-

ращенного в теплом климате, значение показателя может достигать 350 и выше [15].

По результатам исследования установлено, что величина показателя по исследуемой выборке образцов варьирует в широком диапазоне от 162 до 402. Средние значения показателя не зависимо от виноградо-винодельческого района очень близки и составляют 211-252. Статистическая обработка данных позволила установить линейную зависимость ПТЗ от средней температуры воздуха с начала вегетационного периода до сбора урожая ( $r=0,69$ ) для винограда белых сортов (рис. 5). В то же время аналогичной закономерности для красных сортов не обнаружено.



**Рис. 5.** Влияние средней температуры воздуха с начала вегетационного периода до сбора урожая на показатель технической зрелости (2016-2022 гг.)

Вторым показателем, оценивающим степень зрелости винограда и соответствие кондициям для производства вин, является глюкоацидиметрический показатель (ГАП). Данный критерий рассчитывается как соотношение массовой концентрации сахаров ( $\text{г}/100 \text{ см}^3$ ) и титруемых кислот. Согласно требованиям к винограду, предназначенному для производства игристых вин величина ГАП должна быть не ниже 2,0, а десертных вин – 3,5 [1]. Согласно другим данным, для винограда позднего сбора значение показателя может достигать 3,7-3,8 [15].

Анализ данных показал, что глюкоацидиметрический показатель варьировал в широких пределах (1,8-7,9), что обуславливает возможность использования винограда исследуемых сортов для производства различных видов продукции. Высокие значения показателя могут быть обусловлены высоким значением рН (3,6-3,8) в винограде в сезон 2018 и 2021 гг. Установлена обратная корреляционная зависимость показателя от суммы активных температур выше 10 °С ( $r=-0,68$ ), но только для винограда красных сортов.

### **Заключение**

Таким образом, по результатам проведенных исследований можно заключить следующее: в исследуемых регионах отмечается недостаток суммы активных температур выше 10 °С для сортов позднего и очень позднего сроков созревания. Несмотря на высокие значения температурных индексов, начало вегетации в Западном приморском районе наступает на 7-37 дней позже, чем в других районах Крыма.

В результате проведенных исследований установлено совокупное влияние агроэкологических факторов на накопление компонентов углеводно-кислотного комплекса винограда, а в отдельные годы удалось выявить зависимости их количественного содержания от отдельных фактора среды: установлена прямая зависимость накопления массовой концентрации сахаров в виноградной ягоде от величины индекса Хуглина ( $r = 0,7$ ). В отношении массовой концентрации титруемых кислот от значения индекса Уинклера выявлена обратная зависимость ( $r = -0,59$ ).

Обнаружена сортовая адаптивность виноградного растения к абиотическим факторам среды – прослеживается прямая зависимость массовой концентрации сахаров от средней температуры воздуха за последний месяц до сбора урожая ( $r=0,70$ ).

Сравнительный анализ результатов, показывает, что один и тот же сорт винограда, выращенный в неодинаковых климатических условиях, может проявлять различную способность к синтезу компонентов углеводно-кислотного комплексов, определяющих его пригодность для производства разнообразной продукции.

*Работа выполнялась в рамках НИР по темам «Разработка методологии интеллектуального автоматизированного мониторинга для решения задач в области виноделия и виноградарства» ГЗ № FNZM-2022-0010, а также «Обоснование энохимических показателей для характеристики*

*индивиду-альных особенностей вин с географическим статусом из сортов винограда различного происхождения» ГЗ № FNZM-2022-0005.*

### **Список литературы**

1. Власова О.К., Магомедова Е.С. Научные аспекты рационального размещения и использования виноградных ресурсов // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2015. № 12. С. 1653-1657.
2. Гинда Е.Ф., Хлебников В.Ф., Трескина Н.Н. Применение регуляторов роста растений как способ реализации продукционного потенциала столовых сортов винограда в условиях Приднестровья // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2021. № 23. С. 361-365. <https://doi.org/10.35547/IM.2021.23.4.009>
3. Гринко Е., Алесина Н, Кузьмин А. Условия, возможности и проблемы реализации потенциала развития виноградарства и виноделия в современных реалиях: региональный аспект Российской Федерации // Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture. 2022. Т. 14. № 4. С. 297-334 <https://doi.org/10.12731/2658-6649-2022-14-4-297-334>
4. Методы технокимического контроля в виноделии / Под ред. В. Г. Гержиковой. Симферополь: Таврида, 2009. 303 с.
5. Потанин Д.В., Иванова М.И. Подбор элементов адаптивного садоводства в зависимости от климатического потенциала территории // Магарач. Виноградарство и виноделие. 2022. Т. 24. № 3 (121). С. 254-262.
6. Рыбалко Е.А., Баранова Н.В., Борисова В.Ю. Закономерности пространственного варьирования индекса Хуглина в условиях Крымского полуострова // Виноделие и виноградарство. 2020. № 1. С. 18-23.
7. Рыбалко Е.А., Баранова Н.В., Борисова В.Ю. Исследование закономерностей пространственного варьирования средней температуры воздуха за вегетационный период на территории Крымского полуострова // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2020. Т. 22. № 2 (112). С. 120-124
8. Рыбалко Е.А., Баранова Н.В., Борисова В.Ю. Оценка теплообеспеченности территории Крымского полуострова для производства винограда на основе анализа закономерностей пространственного варьирования индекса Уинклера // Экосистемы. 2020. Т. 24. С. 117–123.
9. Рязанцев Н.В. Хозяйственно-биологическое обоснование возделывания винограда в степной зоне Нижнего Поволжья: Дис. ... к.с-х.н., 2019. 165 с.
10. Сатибалов А.В. Особенности агроэкологии в условиях изменения климата // Виноградарство и виноделие. Сборник научных трудов. 2022. 62-64 с.
11. Червяк С.Н., Бойко В.А., Левченко С.В. Влияние некорневой подкормки растений на фенольную зрелость винограда и качественные характеристи-

- ки виноматериалов // Садоводство и виноградарство. 2019. № 4. С. 30-36. <https://doi.org/10.31676/0235-2591-2019-4-30-36>
12. Assessment of the influence of foliar treatment on productivity and phenolic maturity of grapes / Levchenko S.V., Cherviak S.N., Boiko V.A., Belash D., Ostroukhova E.V., Lutkova N.Yu. // E3S Web of Conferences. “International Conference on Agribusiness and Rural Development, IConARD 2020” 2021, p. 03026.
  13. Lopes C.M. Can berry composition be explained by climatic indices? Comparing classical with new indices in the Portuguese Dão region / Lopes C.M., Egipto R., Pedroso V., Pinto P.A., Braga R., Neto M. // Acta Horticulture, ISHS 2017, 1157, pp. 59-64. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2017.1157.10>
  14. Novikova L.Y., Naumova L. G. Dependence of Fresh Grapes and Wine Taste Scores on the Origin of Varieties and Weather Conditions of the Harvest Year in the Northern Zone of Industrial Viticulture in Russia // Agronomy, 2020, No. 10, p. 1613. <https://doi.org/10.3390/agronomy10101613>
  15. Roediger AHA Phenolic ripeness in South Africa / Assignment submitted in partial requirement for Cape Wine Masters Diploma // Stellenbosch, 2006. 97 p.
  16. Savić S., Vukotić M. Viticulture Zoning in Montenegro // Bulletin UASVM Horticulture. 2018, no. 75(1), pp. 73–86. <https://doi.org/10.15835/buasvmcn-hort: 003917>
  17. Van Leeuwen C. Terroir: the effect of the physical environment on vine growth, grape ripening and wine sensory attributes. // Managing Wine Quality, Volume 1: Viticulture and Wine Quality [edited by Reynolds A.], Woodhead Publishing Ltd., Oxford, UK. 2010, pp. 273-315. <https://doi.org/10.1533/9781845699284.3.273>
  18. Van Leeuwen C., Bois B. Update in unified terroir zoning methodologies // E3S Web of Conferences. 2018, no. 50, 01044. <https://doi.org/10.1051/e3s-conf/20185001044>
  19. Verdugo-Vásquez N., Pañitrur-De la Fuente C., Ortega-Farías S. Model Development to Predict Phenological scale of Table Grapes (cvs. Thompson, Crimson and Superior Seedless and Red Globe) using Growing Degree Days // OENO One, 2017, vol. 51, no. 3. <https://doi.org/10.20870/oeno-one.2017.51.2.1833>
  20. Vineyard zonation based on natural terroir factors using multivariate statistics / Karlik L., Marián G., Faltán V., Havlíček M. // OENO One, 2018, vol. 52, no. 2, pp. 105-117. <https://doi.org/10.20870/oeno-one.2018.52.2.1907>
  21. Vyshkvarikova E., Rybalko E., Marchukova O., Baranova N. Assessment of the Current and Projected Conditions of Water Availability in the Sevastopol Region for Grape Growing // Agronomy, 2021, vol. 11(8), 1665, pp. 1-13. <https://doi.org/10.3390/agronomy11081665>
  22. Vyshkvarikova E.V., Rybalko E.A. Forecast of Changes in Air Temperatures and Heat Indices in the Sevastopol Region in the 21st Century and Their Impacts on

Viticulture // Agronomy, 2021, vol. 11(5), 954, pp. 1-11 <https://doi.org/10.3390/agronomy11050954>

### References

1. Vlasova O.K., Magomedova Ye.S. *Mezhdunarodnyy zhurnal prikladnykh i fundamental'nykh issledovaniy*, 2015, no. 12, pp. 1653-1657.
2. Ginda Ye.F., Khlebnikov V.F., Treskina N.N. *Magarach. Vinogradarstvo i vinodeliye*. [Magarach. Viticulture and winemaking], 2021, no. 23, pp. 361-365. <https://doi.org/10.35547/IM.2021.23.4.009>
3. Grinko Ye., Alesina N., Kuz'min A. *Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture*, 2022, vol. 14, no. 4, pp. 297-334. <https://doi.org/10.12731/2658-6649-2022-14-4-297-334>
4. *Metody tehnohimicheskogo kontrolya v vinodelii* [Methods of technochemical control in winemaking] / Ed. V. G. Gerzhikova. Simferopol: Tavrida, 2009, 303 p.
5. Potanin D.V., Ivanova M.I. *Magarach. Vinogradarstvo i vinodeliye*. [Magarach. Viticulture and winemaking], 2022, vol. 24, no. 3 (121), pp. 254-262.
6. Rybalko E.A., Baranova N.V., Borisova V.Yu. *Vinodeliye i vinogradarstvo*, 2020, no. 1, pp. 18-23.
7. Rybalko E.A., Baranova N.V., Borisova V.Yu. *Magarach. Vinogradarstvo i vinodeliye* [Magarach. Viticulture and winemaking], 2020, vol. 22, no. 2 (112), pp. 120-124.
8. Rybalko E.A., Baranova N.V., Borisova V.Yu. *Ekosistemy*, 2020, vol. 24, pp. 117-123.
9. Ryazantsev N.V. *Khozyaystvenno-biologicheskoye obosnovaniye vozdeleyvaniya vinograda v stepnoy zone Nizhnego Povolzh'ya* [Economic and biological substantiation of grape cultivation in the steppe zone of the Lower Volga region], 2019, 165 p.
10. Satibalov A.V. *Vinogradarstvo i vinodeliye. Sbornik nauchnykh trudov* [Viticulture and winemaking. Collection of scientific papers], 2022, pp. 62-64.
11. Chervyak S.N., Boyko V.A., Levchenko S.V. *Sadovodstvo i vinogradarstvo* [Horticulture and viticulture], 2019, no. 4, pp. 30-36. <https://doi.org/10.31676/0235-2591-2019-4-30-36>
12. Levchenko S.V., Chervyak S.N., Boiko V.A., Belash D., Ostroukhova E.V., Lutkova N.Yu. *E3S Web of Conferences*, 2021, vol. 316, 03026.
13. Lopes C.M., Egipto R., Pedroso V., Pinto P.A., Braga R., Neto M. *Acta Horticulture*, ISHS, 2017, 1157, pp. 59-64. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2017.1157.10>
14. Novikova L.Y., Naumova L. G. *Agronomy*, 2020, no. 10, 1613, pp. 1-13. <https://doi.org/10.3390/agronomy10101613>
15. Roediger AHA. Assignment submitted in partial requirement for Cape Wine Masters Diploma. Stellenbosch, 2006, 97 p.



16. Savić S., Vukotić M. Viticulture Zoning in Montenegro. *Bulletin UASVM Horticulture*, 2018, no. 75(1), pp. 73–86. <https://doi.org/10.15835/buasvmcn-hort: 003917>
17. Van Leeuwen C. *Managing Wine Quality*, Volume 1: Viticulture and Wine Quality [edited by Reynolds A.]. Woodhead Publishing Ltd., Oxford, UK. 2010, pp. 273-315. <https://doi.org/10.1533/9781845699284.3.273>
18. Van Leeuwen C., Bois B. *E3S Web of Conferences*, 2018, no. 50, 01044. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20185001044>
19. Verdugo-Vásquez N., Pañiturr-De la Fuente C., Ortega-Farías S. *OENO One*, 2017, vol. 51, no. 3. <https://doi.org/10.20870/oeno-one.2017.51.2.1833>
20. Karlik L., Marián G., Falt'an V., Havlíček M. *OENO One*, 2018, vol. 52, no. 2, pp. 105-117. <https://doi.org/10.20870/oeno-one.2018.52.2.1907>
21. Vyshkvarkova E., Rybalko E., Marchukova O., Baranova N. *Agronomy*, 2021, vol. 11(8), 1665, pp. 1-13. <https://doi.org/10.3390/agronomy11081665>
22. Vyshkvarkova E.V., Rybalko E.A. *Agronomy*, 2021, vol. 11(5), 954, pp. 1-11. <https://doi.org/10.3390/agronomy11050954>

#### ДАННЫЕ ОБ АВТОРАХ

**Рыбалко Евгений Александрович**, кандидат сельскохозяйственных наук, зав. сектором агроэкологии  
*Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Всероссийский национальный научно-исследовательский институт виноградарства и виноделия «Магарач» РАН»*  
ул. Кирова 31, г. Ялта, Республика Крым, 298600, Российская Федерация  
[rybalko\\_ye\\_a@mail.ru](mailto:rybalko_ye_a@mail.ru)

**Червяк София Николаевна**, кандидат технических наук, старший научный сотрудник лаборатории химии и биохимии вина  
*Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Всероссийский национальный научно-исследовательский институт виноградарства и виноделия «Магарач» РАН»*  
ул. Кирова 31, г. Ялта, Республика Крым, 298600, Российская Федерация  
[Sofi4@list.ru](mailto:Sofi4@list.ru)

**Ермихина Марианна Вадимовна**, научный сотрудник лаборатории химии и биохимии вина  
*Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Всероссийский национальный научно-исследовательский институт виноградарства и виноделия «Магарач» РАН»*

*ул. Кирова 31, г. Ялта, Республика Крым, 298600, Российская Федерация*  
*mariannaermikhina@mail.ru*

#### **DATA ABOUT THE AUTHORS**

**Evgeniy A. Rybalko**, Candidate of Agricultural sciences, Head of Agroecology Sector

*All-Russian National Research Institute of Viticulture and Winemaking “Magarach” of RAS*

*31, Kirova Str., Yalta, Republic of Crimea, 298600, Russian Federation*  
*rybalko\_ye\_a@mail.ru*

*SPIN-code: 9980-8209*

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

*Scopus Author ID: 57188725386*

**Sofia N. Cherviak**, Candidate of technical sciences, Chief Research of the Department of Chemistry and Biochemistry of Wine

*All-Russian National Research Institute of Viticulture and Winemaking “Magarach” of RAS*

*31, Kirova Str., Yalta, Republic of Crimea, 298600, Russian Federation*  
*Sofi4@list.ru*

*SPIN-code: 1783-0042*

*ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9551-7448>*

*Scopus Author ID: 57210848141*

**Marianna V. Ermikhina**, Staff Scientist of the Department of Chemistry and Biochemistry of Wine

*All-Russian National Research Institute of Viticulture and Winemaking “Magarach” of RAS*

*31, Kirova Str., Yalta, Republic of Crimea, 298600, Russian Federation*  
*mariannaermikhina@mail.ru*

*SPIN-code: 9436-4525*

*ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6457-2129>*

*Scopus Author ID: 57222720949*

Поступила 13.03.2023

После рецензирования 05.04.2023

Принята 15.04.2023

Received 13.03.2023

Revised 05.04.2023

Accepted 15.04.2023