УДК 634.8.042: 551.586/524.33

DOI 10.30679/2219-5335-2024-2-86-84-102

СОЗДАНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ БАЗЫ ДАННЫХ ПО КАЧЕСТВЕННЫМ ПОКАЗАТЕЛЯМ ВИНОГРАДА НА ФОНЕ КОМПЛЕКСА АГРОКЛИМАТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ И ИНДЕКСОВ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИХ ТЕПЛООБЕСПЕЧЕННОСТЬ ТЕРРИТОРИИ, ПРИМЕНЯЕМЫХ ДЛЯ ВЫДЕЛЕНИЯ ТЕРРУАРОВ КРЫМА

Рыбалко Евгений Александрович
канд. с.-х. наук
ведущий научный сотрудник
сектора агроэкологии
e-mail: rybalko_ye_a@mai.ru
https://orcid/org/0000-0002-4579-3505

Баранова Наталья Валентиновна
канд. с.-х. наук
ведущий научный сотрудник
сектора агроэкологии
e-mail: natali.v.0468@mail.ru
https://orcid/org/0000-0002-2588-360X

Ерхова Алина Сергеевна
младший научный сотрудник
сектора агроэкологии
e-mail: alina_meotida@mail.ru
https://orcid/org/0000-0002-6920-471X

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Всероссийский национальный научно-исследовательский институт виноградарства и виноделия «Магарач» РАН», Ялта, Республика Крым, Россия

Одним из основных факторов, определяющих возможность выращивания винограда и влияющих на его рост и развитие, является климат. Климатические факторы оказывают огромное влияние на получение качественных продуктов переработки винограда. В процессе работы для создания информационной базы данных проведен сбор и систематизация архивных данных по содержанию сахаров и титруемых кислот в винограде с виноградников Крыма. Согласно

UDC 634.8.042: 551.586/524.33

DOI 10.30679/2219-5335-2024-2-86-84-102

CREATION OF AN INFORMATIONAL DATABASE ON THE QUALITY INDICATORS OF GRAPES AGAINST THE BACKGROUND OF A COMPLEX OF AGROCLIMATIC PARAMETERS AND INDICES CHARACTERIZING THE HEAT SUPPLY OF THE TERRITORY AND USED TO IDENTIFY THE TERROIRS OF CRIMEA

Rybalko Evgeniy Aleksandrovich
Cand. Agr. Sci.
Leading Research Associate
of Agroecology Sector
e-mail: rybalko_ye_a@mail.ru
https://orcid/org/0000-0002-4579-3505

Baranova Natalia Valentinovna
Cand. Agr. Sci.
Leading Research Associate
of Agroecology Sector
e-mail: natali.v.0468@mail.ru
https://orcid/org/0000-0002-2588-360X

Erkhova Alina Sergeevna
Junior Research Associate
of Agroecology Sector
e-mail: alina_meotida@mail.ru
https://orcid/org/0000-0002-6920-471X

Federal State Budget Scientific Institution «All-Russian National Research Institute of Viticulture and Winemaking «Magarach», RAS», Yalta, Republic of the Crimea, Russia

Climate is one of the main factors determining the possibility of grape cultivating and influencing its growth and development. Climatic factors have a huge impact on obtaining high-quality products of grape processing. In the process of work, in order to create an informational database, the archival data on the content of sugars and titratable acids in grapes from the vineyards of Crimea were

необходимым для настоящего исследования критериям, отобраны данные по восьми сортам из Степной зоны за 11 лет, одному сорту из Предгорной зоны за 3 года и четырем сортам из Южнобережной зоны за 6 лет. Путем сбора и нелинейной интерполяции многолетних наблюдений по метеостанциям Крыма с использованием методов геоинформационного и математического моделирования для каждого отобранного виноградника рассчитаны величины агроклиматических факторов на даты замеров качественных показателей винограда в процессе его созревания в точках расположения виноградников. Для этого отобрано 10 агроклиматических показателей, характеризующих теплообеспеченность. По результатам исследований разработаны основные принципы формирования информационной базы данных агроэкологических ресурсов, качественного состава винограда, которые могут быть доработаны и расширены в дальнейшем. Информационная база в дальнейшем может быть доработана и расширена различными агроклиматическими показателями. Впоследствии накопленный массив информации базы данных будет использован для выявления закономерностей, отражающих влияние агроэкологических условий на формирование параметров качества винограда для производства различной продукции, что будет служить основой для выделения виноградарско-винодельческих терруаров.

Ключевые слова: КЛИМАТИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ, ЗОНЫ КРЫМСКОГО ПОЛУОСТРОВА, ПОКАЗАТЕЛИ ТЕПЛООБЕСПЕЧЕННОСТИ, ГЕОИНФОРМАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ, МАССОВАЯ КОНЦЕНТРАЦИЯ САХАРОВ, МАССОВАЯ КОНЦЕНТРАЦИЯ ТИТРУЕМЫХ КИСЛОТ

collected and systematized. According to the criteria necessary for this study, we have selected the information on 8 varieties from the Steppe zone for 11 years, 1 variety from the Piedmont zone for 3 years, and 4 varieties from the South Coast zone for 6 years. By collecting and nonlinear interpolating of long-term observations from Crimean weather stations using geoinformation and mathematical modeling methods, the values of agroclimatic factors were calculated for each selected vineyard on the dates of determining the quality indicators of grapes during their ripening at the location points of the vineyards. For this purpose, 10 agroclimatic indicators characterizing the heat supply were selected. Based on the research results, basic principles for creating an informational database of agroecological resources and quality composition of grapes were developed. Informational database can be further modified and extended with various agroclimatic indicators. Subsequently, the accumulated array of database information will be used to identify patterns reflecting the influence of agroecological conditions on the formation of grape quality parameters for various types of production, which will serve as a basis for establishing viticultural and winemaking terroirs.

Key words: CLIMATIC FACTORS, ZONES OF THE CRIMEAN PENINSULA, HEAT SUPPLY INDICATORS, GEOINFORMATION MODELING, MASS CONCENTRATION OF SUGARS, MASS CONCENTRATION OF TITRATABLE ACIDS

Введение. Возможность выращивания винограда в конкретном регионе определяют климатические условия. Они оказывают огромное влияние на рост, развитие виноградного растения и получение из него качественных продуктов переработки [1-5].

Для рационального размещения промышленного виноградарства и получения продукции высокого качества необходимо провести анализ территориального распределения климатических факторов, характеризующих теплообеспеченность территории [6-8].

В условиях Южного берега Крыма наибольшее влияние на сахаристость ягод винограда оказывают суммы прямой и суммарной солнечной радиации, запасы продуктивной влаги в почве, а также суммы суточных амплитуд температуры воздуха [9].

Формулу для определения сахаристости ягод винограда из расчета на средний сорт для условий Грузии предложил Т.И. Турманидзе. Данная формула в качестве переменных содержит следующие факторы: сумма средних суточных температур воздуха от даты начала созревания ягод до момента определения сахаристости ягод, средняя суточная амплитуда температуры воздуха за расчетный период, число дней с осадками 1 мм и более. Также им предложено уравнение регрессии, подразумевающее, что при ослаблении прихода прямой и суммарной радиации, а также уменьшении числа ясных и полуясных дней, кислотность в ягодах винограда возрастает [10].

Влияние климатических условий на качественные показатели винограда были изучены Л.Г. Наумовой и Л.Ю. Новиковой Исходя из полученных данных, наблюдался рост сахаристости и уменьшение кислотности у 23 сортов винограда. В результате регрессионного анализа выявлено, что основная причина вышеизложенных изменений кроется в уменьшении соотношения количества осадков и сумм температур за период с температурами выше 15 и 20 ºС [11].

По мнению исследователей из Португалии, классические агроклиматические индексы, отражающие тепло- и влагообеспеченность территории (GDD, BEDD, HI, DI), слабо коррелируют с сахаристостью и кислотностью винограда. Они предлагают свои индексы, включающие в себя показатели температуры воздуха в различные периоды созревания, дефицит почвенной влаги в сентябре и сумму осадков, также за период созревания (для сахаристости

ягод); эталонная эвапотранспирация с марта по сентябрь, суточная амплитуда температуры воздуха в августе, действительная эвапотранспирация в июле, сумма осадков в августе-сентябре, почвенный дефицит влаги в сентябре, эталонная эвапотранспирация за период созревания (для кислотности ягод) [12].

Для оптимального прогнозирования фенологических фаз столового винограда, произрастающего в полузасушливых условиях, иностранные ученые разработали и апробировали модели, с учетом сумм температур данных территорий [13].

Данные о температуре были проанализированы в 15 регионах виноградарства Австралии. Произведен анализ пригодности показателей (средняя температура января, средняя температура в течение вегетации, дни роста, дни биологической эффективности, индекс Хуглина) для оценки сроков созревания винограда. Рассчитанные значения индекса за последние 30 лет для каждого региона демонстрировали все более высокие временные тенденции в разной степени, что указывает на то, что во всех исследуемых регионах наблюдается потепление в течение вегетационного периода. Эти результаты подчеркивают необходимость переоценки виноградарских показателей в контексте меняющегося климата [14].

Влияние изменения климатических факторов на количественные и качественные показатели винограда отмечено в работе итальянских ученых. Так, концентрация сахаров, титруемая кислотность, соотношение сахара / кислоты и урожайность были связаны с накоплением тепла (в градусо-днях), рассчитанным в разные периоды цикла сбора винограда. Порог в 21,5 ºС достигался виноградом Монтепульчано в разные годы (2007-2019) даже с разницей в 40 дней. В течение 13 лет на содержание сахара в винограде Монтепульчано влияла динамика температур с марта по июль [15].

Роль изменения климата существенна для всех сельскохозяйственных культур и особенно заметна для винограда. Конкретные климатические эффекты включают увеличение количества проливных дождей во многих регионах мира, более частые периоды сильной жары и менее частые

экстремально низкие температуры и волны похолодания. Важным физиологическим результатом изменения климата является разделение зрелости винограда на основе растворимых сухих веществ и зрелости на основе вторичных метаболитов, таких как антоцианы, фенолы и ароматические компоненты. Возможно, потребуется внедрить особые культурные методы, чтобы задержать созревание плодов или иным образом смягчить это явление разъединения. Позитивные последствия глобального изменения климата включают появление и развитие новых винодельческих отраслей в северной Европе (например, в Англии, Швеции, Дании, Польше) [16,17].

Качество вина и урожайность сильно зависят от климатических условий и сложных взаимодействий между температурой, доступностью воды, растительным материалом и методами виноградарства. Виноградники можно сделать более устойчивыми к засухе, посадив засухоустойчивый растительный материал, изменив системы подготовки (например, бокаловидные кустарниковые лозы или решетчатые виноградники с более широким расстоянием между рядами) или выбрав почвы с большей влагоудерживающей способностью [18].

Итальянские ученые провели исследования по влиянию климатических факторов на созревание высококачественного винограда для производства вина в винодельческих регионах Северо-Востока Италии. Сообщается о наиболее значимых взаимосвязях между климатическими условиями и составом винограда. Результаты показали высокую положительную корреляцию между концентрацией сахара и количеством морозных дней в году у трех сортов. Содержание сахара положительно коррелировало с относительной влажностью в июне у трех сортов и отрицательно коррелировало с количеством дней с температурой более 25 ºС в июне месяце у двух сортов. Содержание винной кислоты показало высокую корреляцию с тепловыми показателями мая во всех сортах [19].

Поскольку климатические факторы в наибольшей степени определяют качество винограда и возможные направления его использования, особое

значение приобретают углубленные исследования и поиск новой информации о динамике изменений качественных показателей винограда в периоде его созревания в зависимости от агроэкологических условий региона выращивания. Решение данного вопроса остается актуальным.

Цель исследования – создание информационной базы данных по качественным показателям винограда на фоне комплекса агроклиматических параметров и индексов, характеризующих теплообеспеченность территории, применяемых для выделения терруаров Крыма.

Объекты и методы исследований. Объектами исследований являлись многолетние климатические данные по метеостанциям зон Крымского полуострова: Степной, Предгорной и Южнобережной, качественные параметры винограда, полученные из различных сельскохозяйственных предприятий Крыма.

В работе использованы индексы, рекомендованные МОВВ 423-2012 для терруарной специализации виноградарско-винодельческой отрасли [20].

Географические информационные системы использовали для визуализации пространственного распределения агроэкологических ресурсов, анализа влияния морфологических особенностей рельефа на агроклиматические условия и для целей агроэкологического моделирования.

Методика исследований предусматривала: выбор контрольных виноградников, расположенных в разных природных зонах и природно-виноградарских районах Крыма; определение географических координат, орографических и гидрологических параметров контрольных виноградников; определение ближайших к ним стационарных метеостанций; расчет параметров климатических ресурсов в точке расположения виноградников; сбор и систематизацию архивных данных по содержанию сахаров и титруемых кислот в винограде с виноградников Крыма. В работе использовали классификацию территории Крымского полуострова на природно-виноградарские районы [21].

Расчёт величины каждого из анализируемых климатических факторов в точке расположения контрольного виноградника осуществлялся методом геоинформационного моделирования с использованием многолетних данных сети стационарных метеостанций Крымского полуострова за 1985-2023 годы, цифровых моделей рельефа SRTM-3 и ASTER GDEM, глобальной климатической модели Worldclim ver. 2.0 и разработанных в ВННИИВиВ «Магарач» РАН математических моделей, описывающих закономерности пространственного варьирования климатических показателей под влиянием орографических, гидрологических и географических параметров анализируемой территории [22, 23].

Для выполнения исследований был собран материал и проведена систематизация архивных данных по содержанию массовой концентрации сахаров и титруемых кислот в винограде. Данные включали многолетний материал, собранный из трех зон Крымского полуострова: Степной, Предгорной и Южнобережной. При этом для возможности дальнейшего выявления взаимосвязей качественных показателей винограда и агроэкологических условий местности в каждой зоне были выбраны территории с определенными участками и конкретными сортами винограда. Критерием их выбора являлись: известная дата и место сбора урожая (географические координаты), а также наличие метеоданных для этой даты и места. В результате в каждой зоне Крымского полуострова отобраны данные, представленные в таблице 1.

Таблица 1 – Исследуемые сорта винограда из трех зон Крыма

Природная зона	Сорта винограда	Анализируемый период, гг.
Степная	Фетяска белая, Совиньон зеленый, Траминер розовый, Ркацители, Рислинг, Бастардо магарачский, Мерло, Рубиновый Магарача.	1985-1988, 1995, 1997-2001, 2003
Предгорная	Шабаш	2010-2012
Южнобережная	Мускат белый, Рислинг, Серсиаль, Мускат розовый	2006-2011

Расположение контрольных виноградников представлено на рисунке 1, для каждого из которых были определены географические координаты, морфометрические особенности рельефа (абсолютная высота над уровнем моря, крутизна и экспозиция склона, относительное превышение над тальвегом), и характеристики почвенного покрова.

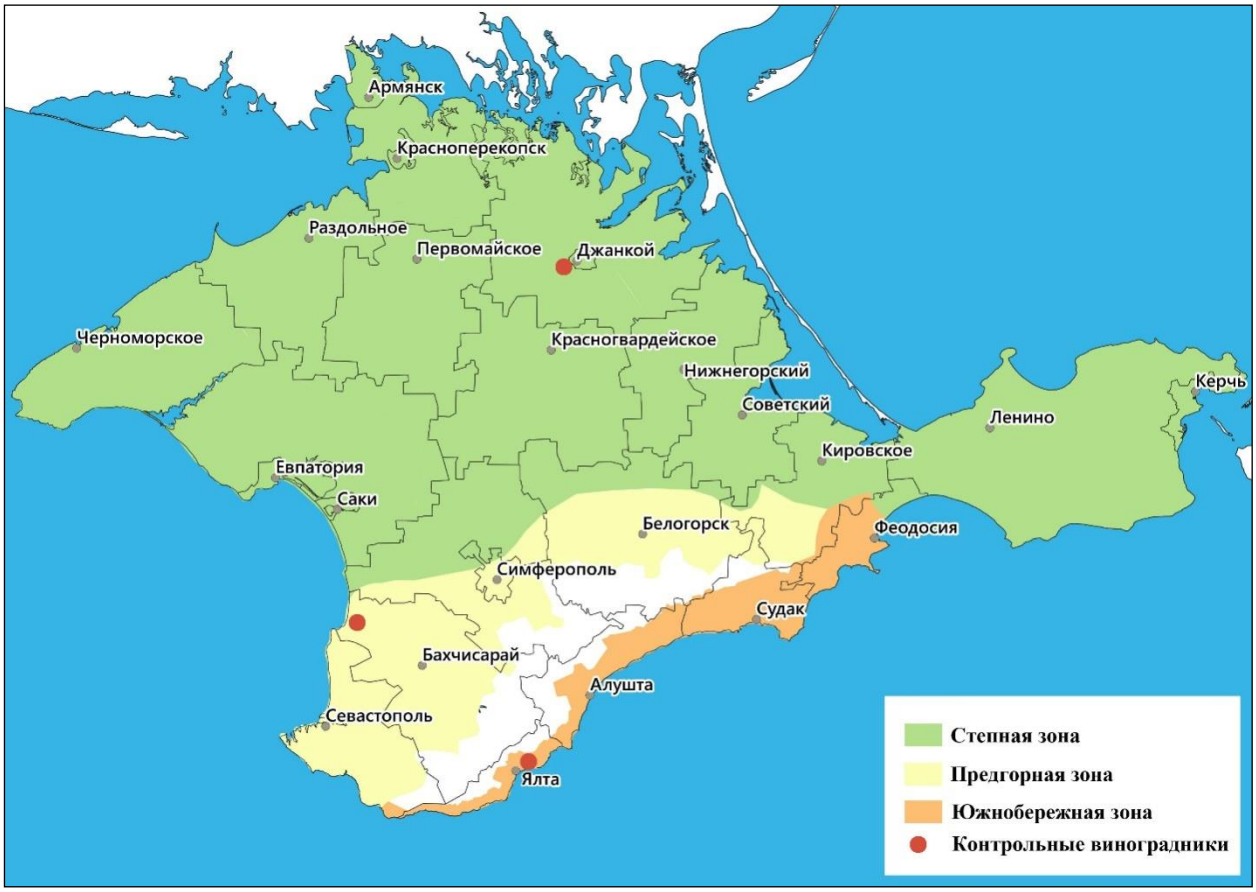

Рис.1. Расположение контрольных виноградников
на территории Крымского полуострова

Значения агроклиматических факторов на дату измерения качественных показателей процесса созревания винограда в месте расположения виноградника были рассчитаны путем сбора многолетних наблюдений с метеорологических станций Крыма и нелинейной интерполяции с использованием методов геоинформационного и математического моделирования для каждого из выбранных виноградников.

В качестве основных оценочных показателей теплообеспеченности виноградников были отобраны десять агроклиматических показателей:

сумма температур воздуха выше 10 ºС, сумма температур воздуха выше 20 ºС, отношение суммы температур воздуха выше 20 °С к сумме температур воздуха выше 10 ºС, индекс Хуглина (HI), индекс Уинклера (WI), средняя температура воздуха за вегетационный период, индекс холодных ночей (CI). Также рассчитан ряд климатических показателей за предшествующий месяц до даты сбора урожая: сумма температур воздуха выше 10 ºС, средняя температура воздуха и сумма суточных амплитуд температуры воздуха.

Обсуждение результатов. В таблице 2, представлены агроклиматические показатели теплообеспеченности в пределах Южнобережной зоны Крыма, рассчитанные путем геоинформационного моделирования на даты замеров качественных показателей урожая винограда различных сортов.

Созревание и сбор урожая у отобранных сортов происходили в различные периоды, начиная с 16 сентября и заканчивая 21 октября. Минимальные и максимальные значения суммы температур воздуха выше 10 ºС на момент сбора урожая у всех выбранных сортов находятся практически на одном уровне (3492-3610 ºС; 3900- 4248 ºС). По такому показателю, как сумма температур воздуха выше 20 ºС минимальные значения отмечены у сортов Мускат белый и Мускат розовый, незначительно отличающиеся друг от друга и составляющие 2230 ºС и 2292 ºС соответственно. Незначительное увеличение значений этого показателя наблюдается у сортов Рислинг – 2378 ºС и Серсиаль – 2325 ºС. С максимальными значениями наблюдается противоположная тенденция: у сортов Рислинг и Серсиаль значения вышеупомянутых показателей ниже (3050 ºС; 3066 ºС) в сравнении с показателями у сортов Мускат белый и Мускат розовый (3118 ºС; 3139 ºС). Минимальные и максимальные значения отношения суммы температур воздуха выше 20 ºС к сумме температур воздуха выше 10 ºС находятся практически на одном уровне на момент созревания у всех четырех исследуемых сортов винограда и составляют 0,55-0,66 ºС; 0,73-0,85 ºС.

Таблица 2 – Расчётные агроклиматические показатели теплообеспеченности Южнобережной зоны Крыма по данным геоинформационного моделирования на даты замеров качественных показателей урожая с контрольных виноградников (2006-2011 гг.)

Сорт	Агроклиматические показатели								
	сумма температур воздуха выше 10 С, °С	сумма температур воздуха выше 20 С, °С	отношение суммы температур воздуха выше 20 °С к сумме температур воздуха выше 10 °С	сумма температур воздуха выше 10 °С (за месяц до даты сбора урожая), °С	индекс Хуглина (HI)	индекс Уинклера (WI)	средняя температура воздуха (за месяц до даты сбора урожая), °С	средняя температура воздуха за вегетационный период, °С	индекс холодных ночей (CI)
Мускат белый	3504-4247 3793	2230-3118 2652	0,55-0,85 0,70	121-823 553	3011-3942 3528	1803-2216 1963	15,6-26,6 20,3	18,9-21,3 20,0	14,1-24,1 18,9
Мускат розовый	3492-4165 3738	2292-3139 2548	0,59-0,81 0,68	519-781 657	2613-3892 3466	1774-2172 1934	16,9-24,4 20,4	15,6-21,2 19,8	15,2-21,8 18,6
Рислинг	3565-4248 4009	2378-3050 2804	0,66-0,73 0,70	517-657 597	3436-3942 3740	1811-2216 2073	17,3-20,6 19,4	19,4-20,9 20,2	14,9-18,4 16,9
Серсиаль	3610-3900 3748	2325-3066 2555	0,61-0,84 0,68	524-784 623	3444-3674 3564	1850-2035 1948	17,5-24,5 20,0	18,9-21,1 20,2	14,9-18,4 16,9

Примечание: в числителе – диапазон варьирования, в знаменателе − среднее значение показателя

Значения таких факторов, как индекс Хуглина, индекс Уинклера на момент сбора урожая сортов винограда Рислинг и Серсиаль достигали своих максимальных значений, минимальные – для сортов винограда Мускат белый и Мускат розовый. Минимальные значения средней температуры воздуха за вегетационный период для отобранных сортов находятся в диапазоне от 15,6 ºС (Мускат белый) до 17,5 ºС (Серсиаль). Максимальные значения данного показателя составляют от 20,6 ºС (Рислинг) до 26,6 ºС (Мускат белый). Индекс холодных ночей на момент созревания четырех отобранных сортов был в пределах 14,1-15,2 (минимальные значения); 18,4-24,1 (максимальные значения).

Показатели качества различных сортов винограда, произрастающего на территории Южнобережной зоны Крыма, представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Показатели качества винограда
с контрольных виноградников из Южнобережной зоны Крыма

Сорт	Массовая концентрация сахаров, г/100 см^3	Массовая концентрация титруемых кислот, г/л
Мускат белый	23,0-36,8 29,4	7,6-8,4 8,02
Мускат розовый	27,0-31,9 28,3	-
Рислинг	27,4-36,8 32,6	-
Серсиаль	22,0-26,0 24,2	7,6-7,6 7,6

Примечание: в числителе – диапазон варьирования, в знаменателе − среднее значение показателя

Из обработанного массива данных по массовой концентрации сахаров можно выделить сорта винограда Мускат белый и Рислинг. Значения данного показателя у приведенных сортов было максимальным и находилось в диапазоне от 23,0 до 36,8 г/100 см^3. Массовая концентрация титруемых кислот у сортов винограда Мускат белый и Серсиаль находилась в пределах от

7,6 до 8,4 г/л. Для сортов Мускат розовый и Рислинг данные по этому показателю отсутствуют.

Рассчитанные величины агроклиматических факторов Предгорной зоны Крыма на даты сбора урожая сорта Шабаш в точках расположения виноградника, полученные с использованием методов геоинформационного и математического моделирования, представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Расчетные агроклиматические показатели теплообеспеченности Предгорной зоны Крыма по данным геоинформационного моделирования на даты замеров качественных показателей урожая с контрольных виноградников (2010-2012 гг.)

Сорт	Агроклиматические показатели								
	Сумма температур воздуха выше 10 ºС, ºС	Сумма температур воздуха выше 20 ºС, ºС	Отношение суммы температур воздуха выше 20 ºС к сумме температур воздуха выше 10 ºС	Сумма температур воздуха выше 10 ºС (за месяц до даты сбора урожая), ºС	Индекс Хуглина (HI)	Индекс Уинклера (WI)	Средняя температура воздуха (за месяц до даты сбора урожая), ºС	Средняя температура воздуха за вегетационный период, ºС	Индекс холодных ночей (CI)
Шабаш	2580-3674 3161	1687-2447 2163	0,59-0,78 0,68	599-1027 699	1787-2608 2232	1316-1913 1655	18,7-25,9 21,5	18,3-20,9 19,7	13,0-19,5 16,0

Примечание: в числителе – диапазон варьирования, в знаменателе − среднее значение показателя

Сумма температур воздуха выше 10 ºС находится в пределах от 2580 ºС до 3674 ºС. Многолетние значения сумм температур воздуха выше 20 ºС варьируют от 1687 ºС до 2447 ºС. Среднее значение отношения сумм температур воздуха выше 20 ºС к сумме температур воздуха выше 10 ºС находится на уровне 0,68. Показатели, полученные по гелиотермическому индексу Хуглина, на отобранном участке составляют 1787-2608. Значения индекса Уинклера, рассчитанные на момент сбора урожая, находятся на уровне от

1316 до 1913. Значения средних температур воздуха за вегетационный период находятся в пределах от 18,3 до 20,9 ºС.

В таблице 5 представлены показатели качества винограда сорта Шабаш произрастающего в Предгорной зоне Крыма.

Таблица 5 – Показатели качества винограда
с контрольных виноградников из Предгорной зоны Крыма

Сорт	Массовая концентрация сахаров, г/100 см^3	Массовая концентрация титруемых кислот, г/л
Шабаш	10,0-19,7 16,5	3,6-14,8 5,4

Примечание: в числителе – диапазон варьирования, в знаменателе − среднее значение показателя

На момент сбора урожая массовая концентрация сахаров в ягодах составляла от 10,0 г/100 см^3 до 19,7 г/100 см^3. Массовая концентрация титруемых кислот находилась на уровне от 3,6 г/л до 14,8 г/л.

Расчётные агроклиматические показатели Степной зоны Крыма по данным геоинформационного моделирования на даты замеров качественных показателей урожая с контрольных виноградников приведены в таблице 6. Минимальные значения сумм температур воздуха выше 10 ºС у восьми сортов винограда находятся на уровне от 2381 ºС (Фетяска белая) до 2706 ºС (Рислинг, Мерло, Рубиновый Магарача). Среди максимальных значений наибольшие показатели сумм температур воздуха выше 10 ºС были отмечены для таких сортов винограда, как Бастардо магарачский (3634 ºС) и Мерло (3649 ºС). Минимальное значение сумм температур выше 20 ºС для всех отобранных сортов находилось на одном уровне и составило 1352 ºС. На момент сбора урожая таких сортов, как Рислинг, Рубиновый Магарача максимальные значения данного показателя были на уровне 1381 ºС. Для четырех сортов – Совиньон зеленый, Ркацители, Бастардо магарачский, Мерло эти значения достигли 2231 ºС.

Таблица 6 – Расчетные агроклиматические показатели теплообеспеченности Степной зоны Крыма по данным геоинформационного моделирования на даты замеров качественных показателей урожая с контрольных виноградников (1985-2003 гг.)

Сорт	Агроклиматические показатели						
	сумма температур воздуха выше 10 °С, °С	сумма температур воздуха выше 20 °С, °С	отношение суммы температур воздуха выше 20 °С к сумме температур воздуха выше 10 °С	сумма температур воздуха выше 10 °С (за месяц до даты сбора урожая), °С	Индекс Уинклера (WI)	средняя температура воздуха (за месяц до даты сбора урожая), °С	средняя температура воздуха за вегетационный период, °С
Фетяска белая	2381-3569 2768	1352-2090 1590	0,47-0,77 0,57	438-677 551	1051-1709 1279	13,9-22,4 18,7	16,5-19,2 18,0
Совиньон зеленый	2538-3558 3040	1352-2231 1791	0,46-0,73 0,59	253-659 528	1128-1613 1440	13,6-21,3 17,4	16,3-19,2 18,2
Траминер розовый	2655-2655 2848	1352-1646 1405	0,45-0,55 0,49	115-581 424	1163-1452 1287	9,8-18,6 15,1	16,3-18,3 17,3
Ркацители	2577-3502 3022	1352-2231 1651	0,45-0,55 0,49	168-631 443	1147-1632 1398	11,4-20,6 16,4	16,3-18,2 17,9
Рислинг	2706-2890 2776	1352-1381 1371	0,47-0,51 0,49	116-504 257	1176-1280 1207	10,2-16,6 12,6	16,6-17,5 17,0
Бастардо магарачский	2667-3634 3098	1352-2231 1765	0,44-0,80 0,57	148-644 481	1176-1719 1449	9,9-20,7 17,1	16,2-19,3 18,3
Мерло	2706-3649 3115	1352-2231 1689	0,44-0,76 0,54	116-594 358	1176-1719 1405	9,9-18,7 13,9	16,2-19,2 17,7
Рубиновый Магарача	2706-3146 2955	1352-1646 1444	0,44-0,53 0,49	168-518 357	1176-1506 1326	11,5-16,5 13,9	16,7-18,1 17,3

Примечание: в числителе – диапазон варьирования, в знаменателе − среднее значение показателя.

Значения показателя отношения сумм температур воздуха выше 20 ºС к сумме температур воздуха выше 10 ºС на момент сбора урожая находились в диапазоне от 0,44 до 0,80. Индекс Уинклера на момент созревания восьми отобранных сортов был в пределах 1051-1176 (минимальные значения); 1280-1719 (максимальные значения). Средняя температура воздуха за месяц до сбора урожая для всех отобранных сортов винограда была на уровне от 9,8 до 22,4 ºС. Минимальные значения средней температуры воздуха за вегетационный период, находятся практически на одном уровне и составляют 16,2-16,7 ºС. В максимальных значения данного показателя присутствует незначительное отличие, и они находятся в диапазоне 17,5-19,2 ºС.

Данные по качественным показателям сортов винограда с контрольных виноградников из Степной зоны Крыма, представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Показатели качества винограда
с контрольных виноградников из Степной зоны Крыма

Сорт	Массовая концентрация сахаров, г/100 см^3	Массовая концентрация титруемых кислот, г/л
Фетяска белая	6,6-21,1 16,4	6,7-13,5 10,5
Совиньон зеленый	11,1-21,8 17,9	6,9-13,5 8,5
Траминер розовый	16,7-23,7 19,9	7,0-7,1 7,0
Ркацители	8,0-20,4 17,1	7,2-14,0 10,2
Рислинг	17,0-23,7 19,1	-
Бастардо магарачский	14,6-24,6 18,9	7,0-13,0 8,3
Мерло	15,2-23,0 19,4	7,1-11,5 8,4
Рубиновый Магарача	17,0-20,9 18,9	11,0-11,0 11,0

Примечание: в числителе – диапазон варьирования, в знаменателе − среднее значение показателя

На момент сбора урожая массовая концентрация сахаров в ягодах винограда отобранных сортов составляла от 6,6 г/100 см^3 до 23,7 г/100 см^3.

Минимальное значение данного показателя (6,6 г/100 см^3) наблюдалось у сорта Фетяска белая. Максимального значения массовая концентрация сахаров достигла у сортов Мерло (23,0 г/100 см^3) и Рислинг (23,7 г/100 см^3). Массовая концентрация титруемых кислот находилась на уровне от 6,7 г/л (Фетяска белая) до 14,0 г/л (Ркацители).

Из данных таблиц 3, 5, 7 видно насколько изменяются показатели качества винограда, что является обязательным условием выявления их зависимости от агроэкологических факторов.

Выводы. Для создания информационной базы данных по качественным показателям винограда на фоне комплекса агроклиматических параметров и индексов собран материал и проведена систематизация архивных данных по содержанию массовой концентрации сахаров и титруемых кислот в винограде.

Данные включали многолетний материал, собранный из трех зон Крымского полуострова: Степной – за 11 лет по восьми сортам; Предгорной – за 3 года по одному сорту; Южнобережной – за 6 лет по четырём сортам. Значения агроклиматических факторов на дату измерения качественных показателей процесса созревания винограда в месте расположения виноградника были рассчитаны путем сбора многолетних наблюдений с метеорологических станций Крыма и нелинейной интерполяции с использованием методов геоинформационного и математического моделирования для каждого из выбранных виноградников.

В качестве основных оценочных показателей теплообеспеченности виноградников были отобраны десять агроклиматических показателей.

На основе полученных результатов были определены основные принципы формирования информационной базы данных агроэкологических ресурсов, качественного состава винограда, которые могут быть доработаны и расширены в дальнейшем. Информационная база в дальнейшем может быть доработана и расширена различными агроклиматическими показателями. Накопленная информация базы данных в дальнейшем будет использована для

выявления закономерностей, отражающих влияние агроэкологических условий на формирование параметров качества винограда при производстве различных продуктов, и в качестве основы для выделения виноградо-винодельческих терруаров.

Литература

1. Петров В.С., Алейникова Г.Ю., Марморштейн А.А. Агроэкологическое зонирование территории для оптимизации размещения сортов, устойчивого виноградарства и качественного виноделия: монография. Краснодар: ФГБНУ СКФНЦСВВ. 2020. 138 с. EDN: QSJECD

2. Фисун М.Н., Мазлоева Ф.М., Харебашвили И.М., Зарубина Т.Б. Влияние условий места произрастания на продуктивность винограда сорта Платовский // Русский виноград. 2019. Т. 9. С. 92-96. DOI: 10.32904/2412-9836-2019-9-92-96

3. Viticultural Climate Indexes and Their Role in The Prediction of Anthocyanins and Other Flavonoids Content in Seedless Table Grapes / P. Crupe, et al. // Horticulturae. 2024. Vol. 10(1). 28. DOI: 10.3390/horticulturae10010028

4. Non-destructive fluorescence sensing for assessing microclimate, site and defoliation effects on flavonol dynamics and sugar prediction in Pinot blanc grapes / S. Tomada, et al. // PLoS ONE. 2022. Vol. 17(8). e0273166. DOI: 10.1371/journal.pone.0273166.

5. Pipan P., Hall A., Rogiers S., Holzapfel B. Accuracy of Interpolated Versus In-Vineyard Sensor Climate Data for Heat Accumulation Modelling of Phenology // Frontiers in Plant Science. 2021. Vol. 12. 635299. DOI: 10.3389/fpls.2021.635299.

6. Рыбалко Е.А., Баранова Н.В. Выделение ампелоэкотопов на территории Крымского полуострова [Электронный ресурс] // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2022. № 77 (5). С. 68-81. Режим доступа: http://journalkubansad.ru/pdf/22/05/06.pdf DOI: 10.30679/2219-5335-2022-5-77-68-81 (дата обращения: 17.02.2024)

7. Гриза И., Вакарчук Л., Богатый Е. Выбор региона и сортов винограда для производства диетического красного сока // Русский виноград. 2021. Т.18. С. 92-96. DOI: 10.32904/2712-8245-2021-18-35-41

8. Gambetta G. A., Kurtural S. K. Global warming and wine quality: are we close to the tipping point? // OENO One. 2021. Vol 55(3). P. 353-361. DOI: 10.20870/oeno-one.2021.55.3.4774

9. Фурса Д.И. Погода, орошение и продуктивность винограда. Л.: Гидрометеоиздат, 1986. 200 с.

10. Турманидзе Т.И. Агроклиматические условия формирования качества винограда и расчет показателей для специализации отрасли // Виноградарство и виноделие СССР. 1989. № 3. С. 3-14.

11. Novikova L., Naumova L. 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. Vol. 10. 1613. DOI:10.3390/agronomy10101613

12. Can berry composition be explained by climatic indices? Comparing classical with new indices in the Portuguese Dão region / C.M. Lopes, et al. // Acta Hortic. 2017. Vol. 1157. P. 59-64. DOI: 10.17660/ActaHortic.2017.1157.10.

13. Advancement of grape maturity: comparison between contrasting cultivars and regions / W. Cameron, et al. // Australian Journal of Grape and Wine Research. 2019. Vol. 26(4). P. 53-67. DOI: 10.1111/ajgw.12414.

14. Relationship between viticultural climatic indices and grape maturity in Australia / C. Jarvis, et al. // International journal of biometeorology. 2017. Vol. 61(10). P. 1849-1862. DOI: 10.1007/s00484-017-1370-9

15. . Seasonal evolution impact on Montepulciano grape ripening / V. Lanari, et al. // BIO Web of Conferences. 2022. Vol. 44. 01001. DOI: 10.1051/bioconf/20224401001.

16. Climate change and its consequences for viticulture / G.V. Jones, et al. // Managing Wine Quality. 2022. Vol. 1. P. 727–778, 2022. DOI: 10.1016/B978-0-08-102067-8.00015-4

17. Yoncheva T., Dimitrov D., Iliev A. Influence of climatic conditions on ripening and the phenolic content of grapes from Cabernet Sauvignon, Gamza and Rubin red vine varieties // Agricultural Sciences. 2023. Vol. 15. P. 46-59. DOI: 10.22620/agrisci.2023.36.004.

18. An update on the impact of climate change in viticulture and potential adaptations / Van Leeuwen C., et al. // Agronomy. 2019. Vol. 9(9). P. 514-520. DOI: 10.3390/agronomy9090514.

19. Analysis and impact of recent climate trends on grape composition in north-east Italy / A. Cogato, et al. // BIO Web of Conferences. 2019. Vol. 13. 04014. DOI: 10.1051/bioconf/20191304014.

20. Van Leeuwen C., Bois B. Update in unified terroir zoning methodologies // E3S Web of Conferences. 2018. Vol. 50. 01044. DOI: 10.1051/e3sconf/20185001044.

21. Дикань А.П., Вильчинский В.Ф., Верновский Э.А., Замета О.Г. Виноградарство Крыма. Симферополь: Бизнес-Информ, 2020. 424 с.

22. Рыбалко Е.А., Баранова Н.В. Алгоритм выделения объекто-ориентированных виноградарско-винодельческих терруаров [Электронный ресурс] // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2022. № 78(6). С. 235-247. Режим доступа: http://journalkubansad.ru/pdf/22/06/15.pdf DOI: 10.30679/2219-5335-2022-6-78-235-247 (дата обращения: 17.02.2024)

23. Рыбалко Е.А., Баранова Н.В. Рекомендации по агроэкологической оптимизации сортового состава и терруарной специализации виноградарско-винодельческой отрасли Республики Крым. Симферополь: 2023. 72 с. EDN: BPISVT

References

1. Petrov V.S., Aleynikova G.Yu., Marmorshtein A.A. Agro-ecological zoning of the territory to optimize the placement of varieties, sustainable viticulture and quality winemaking: monograph. Krasnodar: FSBSI NCFSCVHVW, 2020. 138 p. EDN: QSJECD (in Russian)

2. Fisun M.N., Mazloeva F.M., Kharebashvili I.M., Zarubina T.B. The impact of growing conditions on productivity of Platovskiy grapevine variety // Russian grapes. 2019. Vol. 9. P. 92-96. DOI: 10.32904/2412-9836-2019-9-92-96 (in Russian)

3. Viticultural Climate Indexes and Their Role in The Prediction of Anthocyanins and Other Flavonoids Content in Seedless Table Grapes / P. Crupe, et al. // Horticulturae. 2024. Vol. 10(1). 28. DOI: 10.3390/horticulturae10010028

4. Non-destructive fluorescence sensing for assessing microclimate, site and defoliation effects on flavonol dynamics and sugar prediction in Pinot blanc grapes / S. Tomada, et al. // PLoS ONE. 2022. Vol. 17(8). e0273166. DOI: 10.1371/journal.pone.0273166.

5. Pipan P., Hall A., Rogiers S., Holzapfel B. Accuracy of Interpolated Versus In-Vineyard Sensor Climate Data for Heat Accumulation Modelling of Phenology // Frontiers in Plant Science. 2021. Vol. 12. 635299. DOI: 10.3389/fpls.2021.635299.

6. Rybalko E.A., Baranova N.V. Allocation of ampeloecotopes on the territory of the Crimean Peninsula [Electronic resource] // Fruit growing and viticulture of South Russia. 2022. № 77 (5). P. 68-81. Available at: http://journalkubansad.ru/pdf/22/05/06.pdf DOI: 10.30679/2219-5335-2022-5-77-68-81 (accessed date: 17.02.2024) (in Russian)

7. Griza I., Vacarciuc L., Bogatii E. Selection of the region and grapes varieties for production of dietary red juice // Russian grapes. 2021. Vol. 18. P. 92-96. DOI: 10.32904/2712-8245-2021-18-35-41 (in Russian)

8. Gambetta G. A., Kurtural S. K. Global warming and wine quality: are we close to the tipping point? // OENO One. 2021. Vol 55(3). P. 353-361. DOI: 10.20870/oeno-one.2021.55.3.4774

9. Fursa D.I. Weather, irrigation and grape productivity. L.: Gidrometeoizdat, 1986. 200 p. (in Russian)

10. Turmanidze T.I. Agroclimatic conditions for the formation of grape quality and calculation of indicators for industry specialization // Viticulture and winemaking of the USSR. 1989. № 3. P. 3-14. (in Russian)

11. Novikova L., Naumova L. 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. Vol. 10. 1613. DOI:10.3390/agronomy10101613

12. Can berry composition be explained by climatic indices? Comparing classical with new indices in the Portuguese Dão region / C.M. Lopes, et al. // Acta Hortic. 2017. Vol. 1157. P. 59-64. DOI: 10.17660/ActaHortic.2017.1157.10.

13. Advancement of grape maturity: comparison between contrasting cultivars and regions / W. Cameron, et al. // Australian Journal of Grape and Wine Research. 2019. Vol. 26(4). P. 53-67. DOI: 10.1111/ajgw.12414.

14. Relationship between viticultural climatic indices and grape maturity in Australia / C. Jarvis, et al. // International journal of biometeorology. 2017. Vol. 61(10). P. 1849-1862. DOI: 10.1007/s00484-017-1370-9

15. . Seasonal evolution impact on Montepulciano grape ripening / V. Lanari, et al. // BIO Web of Conferences. 2022. Vol. 44. 01001. DOI: 10.1051/bioconf/20224401001.

16. Climate change and its consequences for viticulture / G.V. Jones, et al. // Managing Wine Quality. 2022. Vol. 1. P. 727–778, 2022. DOI: 10.1016/B978-0-08-102067-8.00015-4

17. Yoncheva T., Dimitrov D., Iliev A. Influence of climatic conditions on ripening and the phenolic content of grapes from Cabernet Sauvignon, Gamza and Rubin red vine varieties // Agricultural Sciences. 2023. Vol. 15. P. 46-59. DOI: 10.22620/agrisci.2023.36.004.

18. An update on the impact of climate change in viticulture and potential adaptations / Van Leeuwen C., et al. // Agronomy. 2019. Vol. 9(9). P. 514-520. DOI: 10.3390/agronomy9090514.

19. Analysis and impact of recent climate trends on grape composition in north-east Italy / A. Cogato, et al. // BIO Web of Conferences. 2019. Vol. 13. 04014. DOI: 10.1051/bioconf/20191304014.

20. Van Leeuwen C., Bois B. Update in unified terroir zoning methodologies // E3S Web of Conferences. 2018. Vol. 50. 01044. DOI: 10.1051/e3sconf/20185001044.

21. Dikan A.P., Vilchinsky V.F., Vernovsky E.A., Zameta O.G. Viticulture of Crimea. Simferopol: Business-Inform, 2020. 424 p. (in Russian)

22. Rybalko E.A., Baranova N.V. Algorithm for identifying object-oriented viticulture and winemaking terroirs [Electronic resource] // Fruit growing and viticulture of South Russia. 2022. № 78(6). P. 235-247. Available at: http://journalkubansad.ru/pdf/22/06/15.pdf DOI: 10.30679/2219-5335-2022-6-78-235-247 (accessed date: 17.02.2024) (in Russian)

23. Rybalko E.A., Baranova N.V. Recommendations for agroecological optimization of varietal composition and terroir specialization of the viticulture and wine industry of the Republic of Crimea. Simferopol: 2023. 72 p. EDN: BPISVT (in Russian)