

УДК 634.8.042: 551.586/524.33

UDC 634.8.042: 551.586/524.33

DOI 10.30679/2219-5335-2021-3-69-86-100

DOI 10.30679/2219-5335-2021-3-69-86-100

**РАСПРЕДЕЛЕНИЕ СУММЫ
ТЕМПЕРАТУР ВЫШЕ 20 °С
НА ТЕРРИТОРИИ КРЫМСКОГО
ПОЛУОСТРОВА**

**DISTRIBUTION OF THE SUM
OF TEMPERATURES ABOVE 20 °C
ON THE TERRITORY
OF THE CRIMEAN PENINSULA**

Рыбалко Евгений Александрович
канд. с.-х. наук
зав. сектором агроэкологии
e-mail: rybalko_ye_a@mail.ru

Rybalko Evgeniy Aleksandrovich
Cand. Agr. Sci.
Head of Agroecology Sector
e-mail: rybalko_ye_a@mail.ru

Баранова Наталья Валентиновна
канд. с.-х. наук
ведущий научный сотрудник
сектора агроэкологии
e-mail: natali.v.0468@mail.ru

Baranova Natalia Valentinovna
Cand. Agr. Sci.
Leading Research Associate
of Agroecology Sector
e-mail: natali.v.0468@mail.ru

Борисова Виктория Юрьевна
младший научный сотрудник
сектора агроэкологии
e-mail: borisova.12@mail.ru

Borisova Viktoria Yurievna
Junior Research Associate
of Agroecology Sector
e-mail: borisova.12@mail.ru

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

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

Размещение виноградных насаждений базируется на принципе адаптации промышленного сортимента винограда к агроклиматическим и почвенным ресурсам конкретного региона возделывания, с учетом специальных технологий возделывания, удовлетворяющих избранное направление использования выращенных урожаев. В работе представлены результаты анализа территориального распределения суммы температур выше 20 °С, одного из важнейших агроклиматических индексов, характеризующих период созревания винограда. В качестве материалов были использованы электронная модель рельефа SRTM-3 территории Крымского полуострова и многолетние данные метеонаблюдений по 17 метеостанциям

Locating of vineyards is based on the principle of adapting the commercial grape assortment to agroclimatic and soil resources of a particular cultivation region, taking into account special cultivation technologies, satisfying the selected direction of using the grown crops. The work presents the results of analysis of spatial distribution of the sum of temperatures above 20 °C, as one of the most important agroclimatic indices characterizing the ripening period of grapes. The SRTM-3 digital terrain model of the Crimean Peninsula and long-term data of meteorological observations in 17 meteorological stations

Крыма и Севастополя за 1985-2019 гг. Для выявления закономерностей пространственного распределения анализируемого индекса создана сеть из 15 опорных точек, совпадающих с месторасположением метеостанций, располагающих длинным рядом наблюдений. С помощью ГИС-технологий для каждой опорной точки вычислены величины агроэкологических факторов, которые могут оказывать влияние на пространственное варьирование суммы температур выше 20 °С: абсолютная высота над уровнем моря, экспозиция и крутизна склона, географическая широта, расстояние до моря или другого крупного водоёма. Далее для анализируемого индекса производился подбор нескольких математических моделей, которые сравнивались между собой по величине ошибки между расчётными и фактическими данными в опорных точках. Для каждой модели производилась подгонка коэффициентов для минимизации ошибок. По результатам сравнения выбиралась наиболее точная модель, которая в дальнейшем использовалась для построения цифровой карты пространственного распределения суммы температур выше 20 °С. На основании полученных результатов была построена цифровая крупномасштабная карта пространственного распределения данного показателя на территории Крымского полуострова и выделено 6 зон. Полученные разработки позволят оптимизировать размещение промышленных виноградников и повысить эффективность производства продукции за счет наиболее рационального использования природных ресурсов.

Ключевые слова: АГРОКЛИМАТИЧЕСКИЙ ИНДЕКС, СУММА ТЕМПЕРАТУР ВЫШЕ 20 °С, ВИНОГРАД, ПЕРИОД СОЗРЕВАНИЯ ВИНОГРАДА, ЦИФРОВАЯ КАРТОГРАФИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ, ГЕОИНФОРМАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

of Crimea and Sevastopol for the period of 1985-2019 were used as materials. To identify the patterns of spatial distribution of the analyzed index, a network of 15 control points, coinciding with the location of meteorological stations, armed with long series of observations, was created. Using GIS technologies, for each control point we calculated the values of agroecological factors that can affect spatial variation of the sum of temperatures above 20 °C: absolute height above sea level, exposure and slope steepness, latitude, distance to the sea or other large water reservoir. Furthermore, for the analyzed index, several mathematical models were selected. They were compared with each other in terms of the error between the calculated and actual data in the control points. The coefficients were adjusted for every model to minimize errors. Based on the results of comparison, the most accurate model was selected to be used in generating a digital map of spatial distribution of the sum of temperatures above 20 °C. Digital large-scale map of spatial distribution of the indicator on the territory of the Crimean Peninsula was compiled and 6 zones were identified basing on the obtained results. The resulting findings are intended to optimize the locating of commercial vineyards and increase the efficiency of production on the back of sustainable use of natural resources.

Key words: AGROCLIMATIC INDEX, SUM OF TEMPERATURES ABOVE 20 °C, GRAPES, RIPENING PERIOD OF GRAPES, DIGITAL MAP MODEL, GEOINFORMATION MODELING

Введение. Крым издавна славился своим виноградарством. Современный виноградник, как источник ресурсов для хозяйственной деятельности, должен работать рентабельно, рационально и с оптимальной отдачей.

Размещение виноградных насаждений базируется на принципе адаптации промышленного сортимента винограда к агроклиматическим и почвенным ресурсам конкретного региона возделывания, с учетом специальных технологий возделывания, удовлетворяющих избранное направление использования выращенных урожаев [1, 2]. Поэтому определение степени влияния каждого экологического фактора и их взаимосвязи представляет собой значительный научный и практический интерес для правильной оценки земель, подбора и размещения сортимента винограда, получения стабильных и качественных урожаев.

Температурные условия являются одним из основных природных факторов, определяющих возможность возделывания винограда в том или ином регионе и формирующих качество получаемой продукции [3-6]. Причём, для оценки климатических условий зачастую применяются производные показатели, получаемые в результате математических операций над элементарными климатическими параметрами, например, температурой или количеством осадков, – так называемые агроклиматические индексы, одним из которых является сумма температур выше 20 °С.

Исследования по влиянию климатических условий на качественные показатели винограда, проведенные Л.Г. Наумовой, Л.Ю. Новиковой, показали рост сахаристости и уменьшение кислотности ягод у 23 сортов. Регрессионный анализ выявил, что основная причина этих изменений кроется в уменьшении соотношения количества осадков и сумм температур за период с температурами выше 15 и 20 °С. С помощью комплекса регрессионных моделей выявлены семь агроклиматических факторов, определяющих продолжительность продукционного периода, урожай с куста, качество урожая

и эффективность перезимовки винограда в условиях северной зоны промышленного возделывания. Одним из семи факторов является сумма температур выше 20 °С предыдущего года [7-9].

Т.И. Турманидзе выявил новые количественные характеристики для оценки агроклиматических условий в период формирования качества ягод винограда [10]. Анализ температурных условий данного периода показал, что наиболее объективным показателем теплообеспеченности за период «конец цветения и созревания ягод» является сумма температур воздуха выше 20 °С. Также установлено, что сумма температур воздуха выше 20 °С является основным климатическим фактором, вызывающим сокращение продолжительности периодов от начала цветения до полного созревания ягод и от распускания почек до полной зрелости ягод. Показано сокращение продолжительности вегетации 24 сортов винограда различного происхождения [11].

Температурные условия в период созревания определяют качество винограда. При температуре воздуха более 20 °С созревание винограда идет быстро, в ягоде накапливается много сахаров и значительно снижается содержание титруемых кислот. Оптимальная температура для созревания виноградных ягод считается 28-32 °С. При более низких температурах (менее 14 °С) ягоды созревают очень медленно [12, 13].

Исследования по изучению агроклиматических индексов и их влияния на виноградное растение проводились в Венгрии. В дальнейшем учеными были составлены перспективные карты влияния индексов на качество винограда [14].

В Румынии, США, Австрии в последние годы ведутся исследования возможности использования климатических индексов для оценки пригодности земель для выращивания винограда на определенных территориях [15-19]. Были разработаны и апробированы модели для прогнозирования фенологических фаз столового винограда, выращенного в полузасушливых условиях с учетом сумм температур [20].

Однако не смотря на большое количество исследований, направленных на изучение влияния климатических условий на виноград, изучение закономерностей пространственного варьирования агроклиматических индексов с использованием современных методов математического моделирования и географических информационных систем до сих пор остается недостаточно изученным. Поэтому решение данной задачи остается актуальной.

Цель исследования – провести анализ распределения суммы температур выше 20 °С на территории Крымского полуострова.

Объекты и методы исследования. Исследования проведены на базе сектора агроэкологии ФГБУН ВНИИВиВ «Магарач» РАН.

В качестве материалов исследований были использованы электронная модель рельефа SRTM-3 территории Крымского полуострова и многолетние данные метеонаблюдений 17 метеостанций Крыма и Севастополя за 1985-2019 гг. [21].

Работы выполнены в соответствии с методиками по оптимизации размещения виноградных насаждений и методическими рекомендациями [22-24]. Подгонка (подбор) коэффициентов в математических моделях производилась методом наименьших квадратов.

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

Обсуждение результатов. Для проведения исследований был проведен сбор и анализ метеорологической информации, необходимой для расчёта агроклиматического индекса, характеризующего период созревания винограда на территории Крымского полуострова.

Для характеристики данного периода был выбран климатический показатель, связанный с термическими условиями территории, такой как сумма температур выше 20 °С в точках расположения метеостанций с длинным рядом метеонаблюдений на территории Крымского полуострова. При расчетах использовали многолетние данные (за 35 лет) по 17 метеостанциям Крымского полуострова (рис. 1).

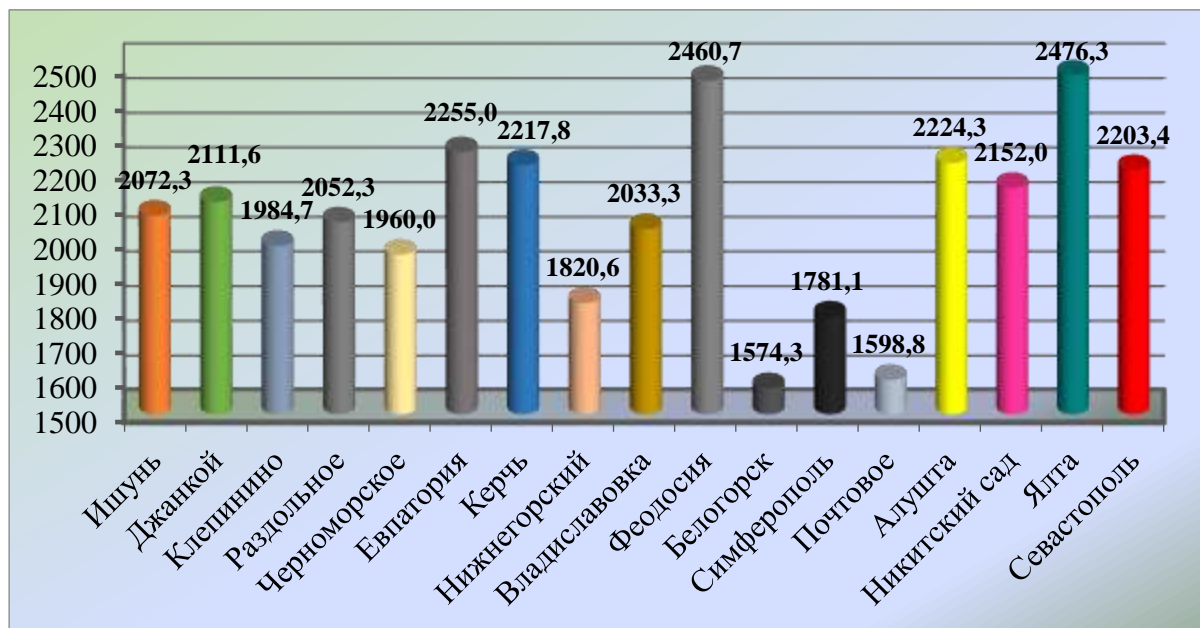


Рис. 1. Средние многолетние значение суммы температур выше 20 °С по данным метеостанций Крымского полуострова

В зависимости от географического положения метеостанции происходят изменения средних многолетних температурных значений на территории Крымского полуострова. Средние многолетние значения сумм температур выше 20 °С варьируют от 1574 °С (метеостанция Белогорск) до 2476 °С (метеостанция Ялта).

Для выявления закономерностей пространственного распределения агроклиматического индекса, характеризующего период созревания винограда, создана сеть из 15 опорных точек, совпадающих с месторасположением метеостанций, располагающих длинным рядом наблюдений. С помощью

ГИС-технологий для каждой опорной точки вычислены величины агроэкологических факторов, которые могут оказывать влияние на пространственное варьирование изучаемого индекса: абсолютная высота над уровнем моря, экспозиция и крутизна склона, географическая широта, расстояние до моря или другого крупного водоёма. Далее производился подбор нескольких математических моделей, которые сравнивались между собой по величине ошибки между расчётными и фактическими данными в опорных точках. Для каждой модели производилась подгонка коэффициентов для минимизации ошибок. По результатам сравнения выбиралась наиболее точная модель, которая в дальнейшем использовалась для построения цифровой карты пространственного распределения изучаемого климатического индекса.

Для описания закономерностей пространственного варьирования суммы температур выше 20 °С на первом этапе были применены два варианта формулы Софрони–Энтензона с поправкой для условий Крымского полуострова [22] и с уточнением по географической широте анализируемой местности [25], показавшие хорошие результаты при расчёте величины суммы температур выше 10 °С.

По результатам подгонки коэффициентов была произведена адаптация вышеуказанных формул для расчёта суммы температур выше 20 °С:

$$T = T_1 * \frac{\cos[\gamma + \arctg(\operatorname{tg} i * \cos \alpha * \cos h_0)]}{\cos \gamma_1} - 1,3 * (h - h_1), \quad (1)$$

где T – значение суммы температур выше 20 °С в анализируемой точке, °С;

T_1 – среднее многолетнее значение суммы температур выше 20 °С на ближайшей метеостанции, °С;

γ – широта местности, для которой ведётся расчёт, градусы;

i – крутизна склона в точке, для которой ведётся расчёт, градусы;

α – экспозиция склона в точке, для которой ведётся расчёт, градусы;

h_0 – высота солнца в истинный полдень, градусы;

h_1 – высота метеостанции над уровнем моря, м;

h – высота точки, для которой ведётся расчёт, над уровнем моря, м;

γ_1 – широта метеостанции, градусы.

$$T = T_1 * \frac{\cos[\gamma + \arctg(\operatorname{tg} i * \cos \alpha * \cos h_0)]}{\cos \gamma_1} - 1,75 * (h - h_1) + 200 * (\gamma_1 - \gamma), \quad (2)$$

где T – значение суммы температур выше 20 °С в анализируемой точке, °С;

T_1 – среднее многолетнее значение суммы температур выше 20 °С на ближайшей метеостанции, °С;

γ – широта местности, для которой ведётся расчёт, градусы;

i – крутизна склона в точке, для которой ведётся расчёт, градусы;

α – экспозиция склона в точке, для которой ведётся расчёт, градусы;

h_0 – высота солнца в истинный полдень, градусы;

h_1 – высота метеостанции над уровнем моря, м;

h – высота точки, для которой ведётся расчёт, над уровнем моря, м;

γ_1 – широта метеостанции, градусы.

В качестве альтернативы была построена также многофакторная модель, учитывающая ряд агроэкологических параметров территории:

$$T = T_1 + 1,4 * (h_1 - h) + 480 * (\operatorname{tg} i_1 * \cos \alpha_1 - \operatorname{tg} i * \cos \alpha) + 230 * (\gamma_1 - \gamma) - 170 * ((r_1 + 0,9)^{-1} - (r + 0,9)^{-1}) \quad (3),$$

где T – значение суммы температур выше 20 °С в анализируемой точке, °С;

T_1 – среднее многолетнее значение суммы температур выше 20 °С на ближайшей метеостанции, °С;

h_1 – высота метеостанции над уровнем моря, м;

h – высота точки, для которой ведётся расчёт, над уровнем моря, м;

i_1 – крутизна склона в месте расположения метеостанции, градусы;

i – крутизна склона в точке, для которой ведётся расчёт, градусы;

α_1 – экспозиция склона в месте расположения метеостанции, градусы;

α – экспозиция склона в точке, для которой ведётся расчёт, градусы;

γ_1 – широта метеостанции, градусы;

γ – широта местности, для которой ведётся расчёт, градусы;

r_1 – расстояние от метеостанции до моря или другого крупного водоёма, км;

r – расстояние от анализируемой точки до моря или другого крупного водоёма, км.

Результаты расчёта суммы температур выше 20 °С по трём вышеприведенным моделям и их сравнение с фактическими данными в опорных точках показаны в таблице 1.

Таблица 1 – Сравнение точности математических моделей для расчёта суммы температур выше 20 °С

Показатель	Модель (1)	Модель (2)	Модель (3)
Средняя абсолютная ошибка	-2	57	42
Средняя квадратичная ошибка	214	191	162
Средняя относительная ошибка, %	8,7	7,4	6,2

По результатам сравнения установлено, что наибольшей точностью обладает модель (3).

На основании модели (3), показавшей наилучшие результаты по расчёту суммы температур выше 20 °С, при помощи ГИС-технологий построена цифровая крупномасштабная карта пространственного распределения данного показателя. В результате классификации рассчитанных величин суммы температур выше 20 °С на территории Крымского полуострова выделено 6 зон (рис. 1, табл. 2).

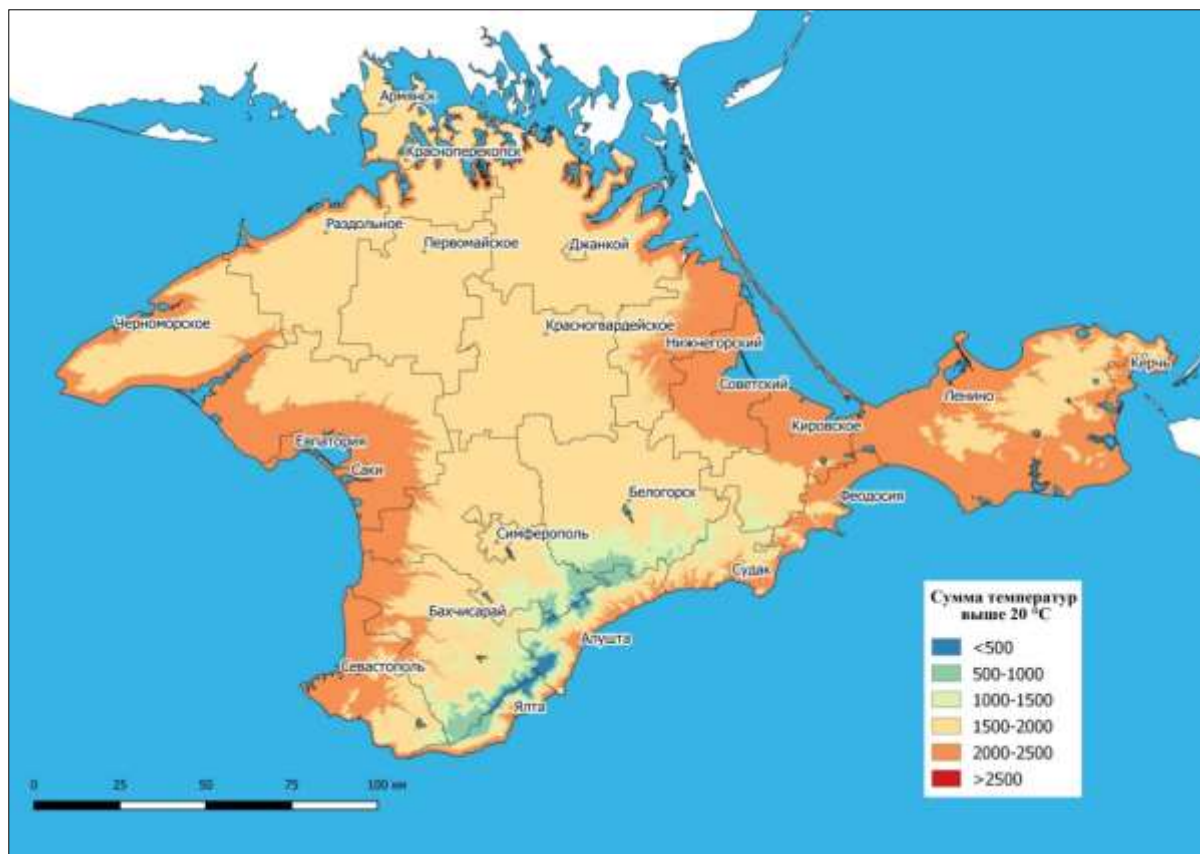


Рис. 2. Цифровая крупномасштабная картографическая модель пространственного варьирования суммы температур выше 20 °С на территории Крымского полуострова

Таблица 2 – Распределение величины суммы температур выше 20 °С на территории Крымского полуострова

Сумма температур выше 20 °С	Площадь	
	тыс. га	%
<500	8,70	0,34
500–1000	44,09	1,72
1000–1500	119,09	4,65
1500–2000	1552,96	60,61
2000–2500	836,65	32,65
>2500	0,62	0,02
Всего:	2562,10	100,00

На большей части Крымского полуострова (60,61 %) значение величины суммы температур выше 20 °С составляет 1500-2000 °С. На территории 0,62 тыс. га, что составляет 0,02 % от общей площади полуострова, значение данного показателя выше 2500 °С. В предгорных районах сумма температур не превышает 500 °С, в прибрежных районах находится на уровне 2000-2500 °С.

Выводы. Проведен сбор и анализ метеорологической информации, необходимой для расчёта суммы температур выше 20 °С, характеризующей период созревания винограда на территории Крымского полуострова. Рассчитано среднее многолетнее значение изучаемого агроклиматического индекса в точках расположения метеостанций с длинным рядом метеонаблюдений на территории Крымского полуострова.

Установлено, что в зависимости от географического положения метеостанции происходят изменения средних многолетних значений суммы температур выше 20 °С на территории Крымского полуострова: от 1574 °С (метеостанция Белогорск) до 2476 °С (метеостанция Ялта).

Проанализированы при помощи технологий геоинформационного моделирования закономерности пространственного варьирования величины суммы температур выше 20 °С, в результате чего получены модели, описывающие данные закономерности.

Разработана цифровая крупномасштабная картографическая модель пространственного варьирования суммы температур выше 20 °С на территории Крымского полуострова, в результате которой на данной территории выделено 6 зон. Данная модель в сочетании с современными геоинформационными технологиями дает возможность автоматизировать анализ степени пригодности территории по данному показателю для возделывания винограда.

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

Литература

1. Разработка геоинформационной базы данных для исследования вариативности основных и вторичных метаболитов винограда в связи с пространственным распределением агроэкологических ресурсов [Электронный ресурс] / Е.А. Рыбалко [и др.] // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2020. № 66(6). С. 149–167. URL: <http://journalkubansad.ru/pdf/20/06/11.pdf>. DOI: 10.30679/2219-5335-2020-6-66-149-167 (дата обращения: 14.04.2021).
2. Vyshkvarkova E.V., Rybalko E.A., Baranova N.V., Voskresenskaya E.N. Favorability Level Analysis of the Sevastopol Region's Climate for Viticulture // *Agronomy* 2020, 10, 1226. doi:10.3390/agronomy10091226.
3. Рыбалко Е.А., Баранова Н.В., Борисова В.Ю. Закономерности пространственного варьирования индекса Хуглина в условиях Крымского полуострова // *Виноделие и виноградарство*. 2020. № 22(1). С. 18-23.
4. Ildikó Mesterházy, Róbert Mészáros, Rita Pongrácz, Péter Bodor, and Márta Ladányi. The analysis of climatic indicators using different growing season calculation methods – an application to grapevine grown in Hungary// *Quarterly Journal of the Hungarian Meteorological Service*. July – September, 2018. V. 122. No. 3. P. 217–235. DOI:10.28974/idojargas.2018.3.1.
5. Рыбалко Е.А., Баранова Н.В., Твардовская Л.Б. Разработка крупномасштабной картографической модели пространственного распределения теплообеспеченности на территории Республики Крым применительно к культуре винограда с учётом морфометрических особенностей рельефа // *Научные труды Государственного научного учреждения Северо-Кавказского зонального научно-исследовательского института садоводства и виноградарства Российской академии сельскохозяйственных наук*. Т. 11. Краснодар: ГНУ СКЗНИИСиВ, 2016. С. 17-22.
6. Cameron, Wendy & Petrie, P.R. & Barlow, Edward & Patrick, C.J. & Howell, Kate & Fuentes, Sigfredo. Advancement of grape maturity: comparison between contrasting cultivars and regions // *Australian Journal of Grape and Wine Research*. 2019. V.10. P.1111/ajgw.12414.
7. Наумова Л.Г., Новикова Л.Ю. Тенденции изменений сахаристости и кислотности сортов винограда коллекции ВНИИВиВ им. Я.И. Потапенко // *Виноделие и виноградарство*. 2013. № 6. С. 54-57.
8. Наумова Л.Г., Новикова Л.Ю. Температурный анализ межфазных периодов сортов винограда коллекции ВНИИВиВ им. Я.И. Потапенко // *Виноделие и виноградарство*. 2015. № 5. С. 46-50.
9. 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. V. 10. P. 1613. <https://doi.org/10.3390/agronomy10101613>.
10. Турманидзе Т.И. Агроклиматические условия формирования качества винограда и расчет показателей для специализации отрасли // *Виноградарство и виноделие СССР*. Бюллетень отраслевого научного центра по производству и переработке винограда: Ялта. 1989. № 3. С. 3-14.

11. Наумова Л.Г., Новикова Л.Ю. Тенденции продолжительности вегетации сортов винограда коллекции ВНИИВВ им. Я.И. Потапенко // Виноделие и виноградарство. 2013. № 6. С. 48–53.
12. Косюра В.Т., Донченко Л.В., Надыкта В.Д. Основы виноделия: учеб. пособие для вузов. 2-е изд., испр. и доп. М.: Юрайт, 2018. 422 с. (Серия: Университеты России).
13. Jarvis С., Barlow E., Darbyshire R., Eckard R., Goodwin I. Relationship between viticultural climatic indices and grape maturity in Australia. *International Journal of Biometeorology*, 2017, V. 61, I. 10, 1, p. 1849–1862. 61. 10.1007/s00484-017-1370-9.
14. Mesterhazy, Ildiko & Mészáros, Róbert & Pongracz, Rita. (2014). The effects of climate change on grape production in Hungary. *Idojaras (Budapest, 1905)*. 118. 193–206.
15. Irimia L., Patriche C.V., Quénot H., 2013 - Viticultural potential assessment and natural terroir units deliniation using environmental criteria specific to Romanian viticulture. Case study: Urlați wine growing center, Dealu Mare vineyard. *Soil Forming Factors and Processes from the Temperate Zone*. 12(1):34.
16. Schultze, S.R., Sabbatini, P., Andresen, J.A. 2014. Spatial and Temporal Study of Climatic Variability on Grape Production in the Lake Michigan Shore AVA. *American Journal of Enology and Viticulture*, 65(2): 179–188.
17. Gregory V. Jones, Andrew A. Duff, Andrew Hall, Joseph W. Myers. Spatial Analysis of Climate in Winegrape Growing Regions in the Western United States. *Am J Enol Vitic*. September 2010 61: 313-326; published ahead of print September 01, 2010.
18. Fernandes de Oliveira, Ana & Mercenaro, Luca & Nieddu, Giovanni. Assessing thermal efficiency for berry anthocyanin accumulation in four different sites and field-growing conditions // *Acta Horticulturae*. 2017. P. 181-188. 10.17660/ActaHortic.2017.1188.24.
19. Renan, Le Roux & Rességuier, Laure & Corpetti, Thomas & Jégou, Nicolas & Madelin, Malika & van Leeuwen, Cornelis & Quénot, Hervé. Comparison of two fine scale spatial models for mapping temperatures inside winegrowing areas // *Agricultural and Forest Meteorology*. 2017. V. 247. P.159-169. 10.1016/j.agrformet.2017.07.020.
20. Verdugo, Nicolás & pañitur, Carolina & Ortega-Farias, Samuel. 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. V. 51. 10.20870/oeno-one.2017.51.2.1833
21. Агрометеорологические бюллетени по территории республики Крым // ФГБУ «КРЫМСКОЕ УГМС».
22. Рекомендации 575/46.00334830.002-94 «Оптимизация размещения виноградных насаждений в Крыму» ИВиВ «Магарач». Ялта, 1993. 68 с.
23. Ампелозкологическое моделирование как прием решения агроэкономических задач виноградарства: методические рекомендации / А.М. Авидзба [и др.]. Ялта: Национальный институт винограда и вина «Магарач», 2006. 72 с.
24. Влияние агроклиматических факторов на продуктивность винограда в Бахчисарайском районе АР Крым на примере ГП АФ «Магарач» / А.М. Авидзба [и др.]. Ялта: Национальный институт винограда и вина «Магарач», 2009. 19 с.
25. Рыбалко Е.А. Адаптация математической модели пространственного распределения теплообеспеченности территории с целью эффективного размещения промышленных виноградников на территории Крымского полуострова // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2014. № 2. С. 10-11.

References

1. Razrabotka geoinformacionnoj bazy dannyh dlya issledovaniya variativnosti osnovnyh i vtorichnyh metabolitov vinograda v svyazi s prostranstvennym raspredeleniem agroekologicheskikh resursov [Elektronnyj resurs] / E.A. Rybalko [i dr.] // *Plodovodstvo i vinogradarstvo Yuga Rossii*. 2020. № 66(6). S. 149–167. URL: <http://journalkubansad.ru/pdf/20/06/11.pdf>. DOI: 10.30679/2219-5335-2020-6-66-149-167 (data obrashcheniya: 14.04.2021).
2. Vyshkvarkova E.V., Rybalko E.A., Baranova N.V., Voskresenskaya E.N. Favorability Level Analysis of the Sevastopol Region's Climate for Viticulture // *Agronomy* 2020, 10, 1226. doi:10.3390/agronomy10091226.
3. Rybalko E.A., Baranova N.V., Borisova V.Yu. Zakonomernosti prostranstvennogo var'irovaniya indeksa Huglina v usloviyah Krymskogo poluostrova // *Vinodelie i vinogradarstvo*. 2020. № 22(1). S. 18-23.
4. Ildikó Mesterházy, Róbert Mészáros, Rita Pongrácz, Péter Bodor, and Márta Ladányi. The analysis of climatic indicators using different growing season calculation methods – an application to grapevine grown in Hungary// *Quarterly Journal of the Hungarian Meteorological Service*. July – September, 2018. V. 122. No. 3. R. 217–235. DOI:10.28974/idojaras.2018.3.1.
5. Rybalko E.A., Baranova N.V., Tvardovskaya L.B. Razrabotka krupnomasshtabnoj kartograficheskoy modeli prostranstvennogo raspredeleniya teploobespechennosti na territorii Respubliki Krym primenitel'no k kul'ture vinograda s uchyotom morfometricheskikh osobenostej rel'efa // *Nauchnye trudy Gosudarstvennogo nauchnogo uchrezhdeniya Severo-Kavkazskogo zonal'nogo nauchno-issledovatel'skogo instituta sadovodstva i vinogradarstva Rossijskoj akademii sel'skohozyajstvennyh nauk*. T. 11. Krasnodar: GNU SKZNIISiV, 2016. S. 17-22.
6. Cameron, Wendy & Petrie, P.R. & Barlow, Edward & Patrick, C.J. & Howell, Kate & Fuentes, Sigfredo. Advancement of grape maturity: comparison between contrasting cultivars and regions // *Australian Journal of Grape and Wine Research*. 2019. V.10. P.1111/ajgw.12414.
7. Naumova L.G., Novikova L.Yu. Tendencii izmenenij saharistosti i kislotnosti sortov vinograda kollekcii VNIIViV im. Ya.I. Potapenko // *Vinodelie i vinogradarstvo*. 2013. № 6. S. 54-57.
8. Naumova L.G., Novikova L.Yu. Temperaturnyj analiz mezhfaznyh periodov sortov vinograda kollekcii VNIIViV im. Ya.I. Potapenko // *Vinodelie i vinogradarstvo*. 2015. № 5. S. 46-50.
9. 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. V. 10. P. 1613. <https://doi.org/10.3390/agronomy10101613>.
10. Turmanidze T.I. Agroklimaticheskie usloviya formirovaniya kachestva vinograda i raschet pokazatelej dlya specializacii otrasli // *Vinogradarstvo i vinodelie SSSR. Byulleten' otraslevogo nauchnogo centra po proizvodstvu i pererabotke vinograda*: Yalta. 1989. № 3. S. 3-14.
11. Naumova L.G., Novikova L.Yu. Tendencii prodolzhitel'nosti vegetacii sortov vinograda kollekcii VNIIViV im. Ya.I. Potapenko // *Vinodelie i vinogradarstvo*. 2013. № 6. S. 48-53.
12. Kosyura V.T., Donchenko L.V., Nadykta V.D. *Osnovy vinodeliya: ucheb. posobie dlya vuzov*. 2-e izd., ispr. i dop. M.: Yurajt, 2018. 422 s. (Seriya: Universitety Rossii).

13. Jarvis C., Barlow E., Darbyshire R., Eckard R., Goodwin I. Relationship between viticultural climatic indices and grape maturity in Australia. *International Journal of Biometeorology*, 2017, V. 61, I. 10, 1, p. 1849–1862. 61. 10.1007/s00484-017-1370-9.
14. Mesterhazy, Ildiko & Mészáros, Róbert & Pongracz, Rita. (2014). The effects of climate change on grape production in Hungary. *Idojaras (Budapest, 1905)*. 118. 193–206.
15. Irimia L., Patriche C.V., Quénol H., 2013 - Viticultural potential assessment and natural terroir units deliniation using environmental criteria specific to Romanian viticulture. Case study: Urlați wine growing center, Dealu Mare vineyard. *Soil Forming Factors and Processes from the Temperate Zone*. 12(1):34.
16. Schultze, S.R., Sabbatini, P., Andresen, J.A. 2014. Spatial and Temporal Study of Climatic Variability on Grape Production in the Lake Michigan Shore AVA. *American Journal of Enology and Viticulture*, 65(2): 179–188.
17. Gregory V. Jones, Andrew A. Duff, Andrew Hall, Joseph W. Myers. Spatial Analysis of Climate in Winegrape Growing Regions in the Western United States. *Am J Enol Vitic*. September 2010 61: 313-326; published ahead of print September 01, 2010.
18. Fernandes de Oliveira, Ana & Mercenaro, Luca & Nieddu, Giovanni. Assessing thermal efficiency for berry anthocyanin accumulation in four different sites and field-growing conditions // *Acta Horticulturae*. 2017. R. 181-188. 10.17660/ActaHortic.2017.1188.24.
19. Renan, Le Roux & Rességuier, Laure & Corpetti, Thomas & Jégou, Nicolas & Madelin, Malika & van Leeuwen, Cornelis & Quénol, Hervé. Comparison of two fine scale spatial models for mapping temperatures inside winegrowing areas // *Agricultural and Forest Meteorology*. 2017. V. 247. P.159-169. 10.1016/j.agrformet.2017.07.020.
20. Verdugo, Nicolás & pañitru, Carolina & Ortega-Farias, Samuel. 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. V. 51. 10.20870/oeno-one.2017.51.2.1833
21. Agrometeorologicheskie byulleteni po territorii respubliki Krym // FGBU «KRYMSKOE UGMS».
22. Rekomendacii 575/46.00334830.002-94 «Optimizaciya razmeshcheniya vinogradnyh nasazhdenij v Krymu» IViV «Magarach». Yalta, 1993. 68 s.
23. Ampeloekologicheskoe modelirovanie kak priem resheniya agroekonomicheskikh zadach vinogradarstva: metodicheskie rekomendacii / A.M. Avidzba [i dr.]. Yalta: Nacional'nyj institut vinograda i vina «Magarach», 2006. 72 s.
24. Vliyanie agroklimaticheskikh faktorov na produktivnost' vinograda v Bahchisarajskom rajone AR Krym na primere GP AF «Magarach» / A.M. Avidzba [i dr.]. Yalta: Nacional'nyj institut vinograda i vina «Magarach», 2009. 19 s.
25. Rybalko E.A. Adaptaciya matematicheskoj modeli prostranstvennogo raspredeleniya teploobespechennosti territorii s cel'yu effektivnogo razmeshcheniya pro-myshlennyh vinogradnikov na territorii Krymskogo poluostrova // «Magarach». Vinogradarstvo i vinodelie. 2014. № 2. S. 10-11.