

Распределение среднемесячной температуры воздуха в августе на территории Крымского полуострова

Рыбалко Е.А., Баранова Н.В., Борисова В.Ю.

Всероссийский национальный научно-исследовательский институт виноградарства и виноделия «Магарач» РАН, Россия, Республика Крым, 298600, г. Ялта, ул. Кирова, 31

Аннотация. Оригинальное исследование по изучению распределения среднемесячной температуры в августе на территории Республики Крым проведено сотрудниками сектора агроэкологии. Неоднократно доказывалось, что температура воздуха оказывает большое влияние на рост, развитие и качественные показатели виноградного растения. Особое влияние на качество урожая оказывает температура воздуха в августе, так как именно в этот период наблюдается лучшая ассимиляция углерода листьями и соответственно происходит накопление сахаров и уменьшение кислотности. В качестве материалов были использованы электронная модель рельефа SRTM-3 территории Крымского полуострова и многолетние данные метеонаблюдений по 17 метеостанциям Крыма и Севастополя за 1985–2019 гг. Для моделирования пространственного распределения величины среднемесячной температуры воздуха в августе были использованы три математические модели, в том числе одна авторская. На основании полученных результатов была построена цифровая крупномасштабная карта пространственного распределения среднемесячной температуры воздуха в августе на территории Крымского полуострова и выделено 5 зон по среднемесячной температуре в августе. Использование данных моделей в ГИС (геоинформационная система) дает возможность автоматизировать анализ степени пригодности территории для возделывания винограда.

Ключевые слова: виноград; среднемесячная температура; агроклиматология; геоинформационное моделирование.

Для цитирования: Рыбалко Е.А., Баранова Н.В., Борисова В.Ю. Распределение среднемесячной температуры воздуха в августе на территории Крымского полуострова // "Магарач". Виноградарство и виноделие, 2021; 23(1): 21-26. DOI 10.35547/IM.2021.69.94.003

Distribution of the average monthly air temperature in August on the territory of the Crimean Peninsula

Rybalko E.A., Baranova N.V., Borisova V.Yu.

All-Russian National Research Institute of Viticulture and Winemaking Magarach of the RAS, 31 Kirova Str., 298600 Yalta, Republic of Crimea, Russia

Abstract. The original study on the distribution of the average monthly temperature in August on the territory of the Republic of Crimea was carried out by staff scientists of the Agroecology Sector. It has been proven many times that air temperature has a great influence on the growth, development and quality indicators of a grape plant. Air temperature in August has a special effect on a crop quality, since it is during this very period the best assimilation of carbon by leaves is observed, resulting in sugar accumulation and acidity decrease. The materials used were the SRTM-3 digital terrain model of the Crimean Peninsula and long-term average annual data of meteorological observations in 17 meteorological stations of Crimea and Sevastopol for the period of 1985–2019. To model spatial distribution of the average monthly air temperature in August, three mathematical models, including one authorial, were used. Digital large-scale map of spatial distribution of the average monthly air temperature in August on the territory of the Crimean Peninsula was compiled basing on the results obtained. Five zones were identified according to the average monthly temperature in August. Using of these models in GIS (geoinformation system) makes it possible to computerize the analysis of applicability of the territory for grape cultivation.

Key words: grapes; average monthly temperature; agroclimatology; geoinformation modeling.

For citation: Rybalko E.A., Baranova N.V., Borisova V.Yu. Distribution of the average monthly air temperature in August on the territory of the Crimean Peninsula. Magarach. Viticulture and Winemaking, 2021; 23(1): 21-26. (in Russian). DOI 10.35547/IM.2021.69.94.003

Введение

Климат оказывает значительное влияние на виноградное растение, поскольку за счет него определяется возможность выращивания различных сортов винограда на конкретной территории. Климатические условия влияют на величину и качество урожая, а так-

же конечное направление его использования [1–4].

Температура воздуха – один из главных факторов, оказывающих влияние на развитие, рост, качество и количество урожая. В зависимости от соответствия температуры требованиям виноградного растения в тот или иной период, зависит рост и развитие всех частей растения. Чем лучше соответствие, тем выше будет урожайность и качество винограда. В зависимости от температурных условий возделывание винограда

Таблица 1. Средние многолетние значения температуры воздуха в августе
Table 1. Long-term average annual values of air temperature in August

Наименование метеостанции	Средняя температура воздуха в августе, °С	Наименование метеостанции	Средняя температура воздуха в августе, °С
Ишунь	23,4	Владиславовка	23,4
Джанкой	23,4	Феодосия	24,5
Клепинино	23,1	Белогорск	21,8
Раздольное	23,1	Симферополь	22,6
Черноморское	23,2	Почтовое	21,9
Евпатория	24,3	Алушта	24,2
Керчь	24,2	НБС	24,3
Нижнегорский	22,5	Ялта	25,3
		Севастополь	23,8

возможно в том или ином районе [5–9].

Изучением влияния агроклиматических факторов на продуктивность виноградного растения занимались многие ученые [10–12].

Гутучкина Т.И. [13] в своих исследованиях установила взаимосвязь качественной оценки вин с внешними лимитирующими факторами среды по фенологическим фазам развития виноградного растения.

Мищенко З.А. в своих исследованиях доказала, что условия погоды, сложившиеся в августе, оказывают большое влияние на качество технических сортов. С уменьшением суммы температуры воздуха за август при ослаблении прихода прямой солнечной радиации возрастает кислотность ягод винограда [14].

Температурный режим августа оказывает непосредственное влияние на показатели качества урожая, поскольку именно в этот период наблюдается лучшая ассимиляция углерода листьями и соответственно происходит накопление сахаров и уменьшение кислотности. Поэтому в южных районах, в отличие от северных, сок виноградной ягоды получается более сладким [15–20].

Основанием для выделения районов с оптимальным размещением виноградных плантаций служат требования сорта к природным ресурсам конкретного региона возделывания [21–25].

Цель исследования: провести анализ территориального распределения среднемесячной температуры воздуха в августе на территории Крымского полуострова.

Материалы и методы исследования

Исследования проведены на базе сектора агроэкологии.

В качестве материалов были использованы электронная модель рельефа SRTM-3 территории Крымского полуострова и многолетние данные метеонаблюдений по 17 метеостанциям Крыма и Севастополя за 1985–2019 гг. [26].

Работы выполнены в соответствии с методиками по оптимизации размещения виноградных насаждений [27], по методическим рекомендациям Авидзба А.М., Иванченко В.И. и др. [28]. Для оценки влияния агроклиматических факторов на виноград пользовались методикой, разработанной в 2009 году Авидзба А.М., Иванченко В.И., Барановой Н.В., Рыбалко Е.А.

[29].

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.

Результаты исследований

Для осуществления исследований был проведен сбор и анализ метеорологической информации, необходимой для расчёта агроклиматических индексов, характеризующих период созревания винограда на территории Крымского полуострова.

Для изучения среднего многолетнего значения температуры воздуха в августе использовали многолетние данные 17 метеостанций Крымского полуостров (табл. 1).

Для моделирования пространственного распределения величины среднемесячной температуры воздуха в августе на первом этапе была выбрана глобальная климатическая модель WorldClim 2.0 [30]. На её основе были рассчитаны величины исследуемого показателя для опорных точек. В результате было установлено, что среднее абсолютное значение ошибки по анализируемым точкам составило минус 1,45, то есть расчётные данные оказались заниженными. Исходя из этого, была произведена корректировка данных модели WorldClim 2.0 путём прибавления к результатам расчёта поправки 1,45, что значительно повысило точность моделирования.

Наряду с этим была составлена также многофакторная модель, учитывающая географическую широту местности, абсолютную высоту над уровнем моря, расстояние до моря или другого крупного водоёма, крутизну и экспозицию склона:

$$t_{08} = t_{i08} + 0,001 \cdot (h_1 - h) + 0,6 \cdot (\gamma_1 - \gamma) + 3,2 \cdot (\operatorname{tg} i_1 \cdot \cos \alpha_1 - \operatorname{tg} i \cdot \cos \alpha) - 2,5 \cdot ((r_1 + 1,5)^{-1} - (r + 1,5)^{-1}), \quad (1)$$

где t_{08} — среднемесячная температура воздуха в августе в анализируемой точке;

t_{i08} — среднемесячная температура воздуха в

августе на ближайшей метеостанции;

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.

В таблице 2 приведено сравнение всех трёх моделей по точности.

Таким образом, модель (1) показала наибольшую точность моделирования пространственного варьирования среднемесячной температуры воздуха в августе.

Для разработки цифровой крупномасштабной карты пространственного распределения среднемесячной температуры воздуха в августе на территории Крымского полуострова была выбрана модель (1), как наиболее точная в анализируемых условиях. На основании этой математической модели, цифровой модели рельефа SRTM-3, а также многолетних метеоданных методом геоинформационного моделирования была построена цифровая крупномасштабная карта пространственного распределения среднемесячной температуры воздуха в августе.

В результате классификации полученной карты с шагом 1 °С территория Крыма была разделена на 5 зон (рис., табл. 3).

Установлено, что среднемесячная температура воздуха в августе на территории Крымского полуострова находится в пределах от 22 до 25 °С. Своих максимальных значений (25 °С и более) она достигает в прибрежных районах Южного берега Крыма, в районе Балаклавы и на незначительных площадях вблизи Алушты и Судака. В прибрежной зоне полуострова значения данного показателя составляют от 23 до 25 °С. Минимальная среднемесячная температура воздуха в августе – 22 °С и ниже встречается в предгорных районах Крыма. На большей части исследуемой

Таблица 2. Сравнение точности математических моделей для расчёта среднемесячной температуры воздуха в августе

Table 2. Comparison of the mathematical model accuracy to calculate the average monthly air temperature in August

Показатель	WorldClim 2.0	WorldClim 2.0+1,45	Модель (1)
Средняя абсолютная ошибка	-1,45	0	-0,01
Средняя квадратичная ошибка	1,74	0,96	0,46
Средняя относительная ошибка, %	6,43	3,13	1,28

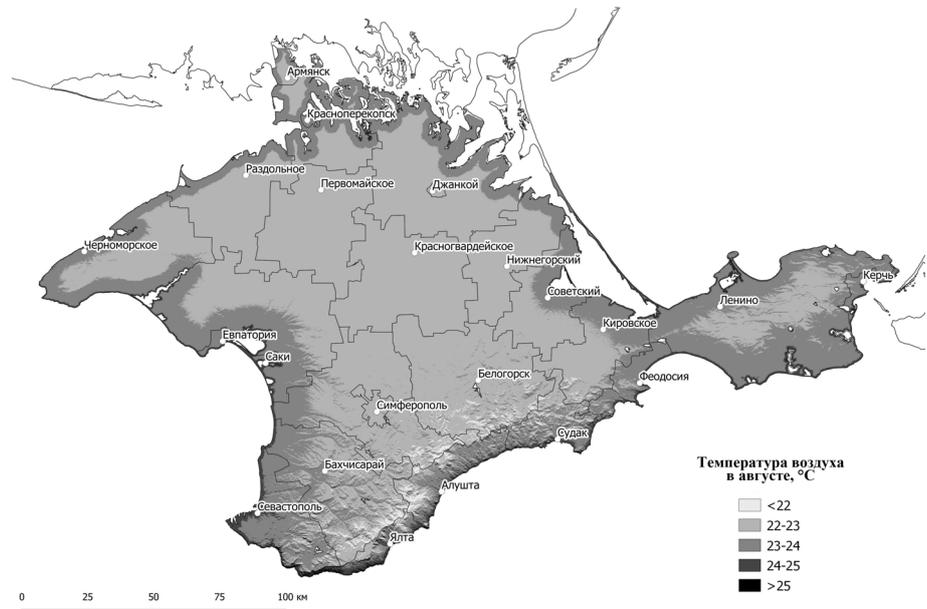


Рисунок. Цифровая крупномасштабная картографическая модель пространственного варьирования среднемесячной температуры воздуха в августе на территории Крымского полуострова

Figure. Digital large-scale cartographic model of spatial variation of the average monthly air temperature in August on the territory of the Crimean Peninsula

Таблица 3. Распределение величины среднемесячной температуры воздуха в августе на территории Крымского полуострова

Table 3. Distribution of the average monthly air temperature in August on the territory of the Crimean Peninsula

Среднемесячная температура воздуха в августе °С	Площадь	
	тыс. га	%
<22	35,36	1,38
22-23	1562,50	60,99
23-24	809,42	31,59
24-25	146,99	5,74
>25	7,83	0,31
Всего:	2562,10	100,00

территории (60,99 % от общей площади), в основном это центральные районы, величина изучаемого показателя находится на уровне 22–23 °С.

Выводы

В ходе исследования был проведен сбор и анализ метеорологической информации на территории Крымского полуострова. Расчитанно среднее многолетнее значение температуры воздуха в августе в точках расположения метеостанций. Установлено, что в зависимости от географического положения метео-

станции средняя температура воздуха в августе колеблется в пределах от 21,8 °С (Белогорск) до 25,3 °С (Ялта). При помощи технологий геоинформационного моделирования проведен анализ закономерностей пространственного варьирования величины среднемесячной температуры воздуха в августе, результатом которого стали модели, описывающие данные закономерности. На основании полученных результатов была разработана крупномасштабная картографическая модель пространственного распределения температуры воздуха в августе. Использование данных моделей в ГИС дает возможность автоматизировать анализ степени пригодности территории для возделывания винограда. В ходе проведения ампелоэкологической классификации исследуемой территории Крымского полуострова выделено 5 зон по среднемесячной температуре воздуха в августе.

Источник финансирования

Работа выполнена в рамках государственного задания № 0833-2019-0019.

Financing source

The work was conducted under public assignment № 0833-2019-0019.

Конфликт интересов

Не заявлен.

Conflict of interests

Not declared.

Список литературы

1. 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;22(2):120-124.
2. Егоров Е.А., Петров В.С. Создание устойчивых саморегулирующихся агроценозов винограда в условиях умеренно-континентального климата юга России // Вестник Российской сельскохозяйственной науки. 2017;5:51-54.
3. Лосев А.П. Сборник задач и вопросов по агрометеорологии: Учебное пособие. – М.: ИНФРА-М. 2018:170 с.
4. Наумова Л.Г., Новикова Л.Ю. Использование метода последовательных разностей при создании агрометеорологических регрессионных моделей многолетних данных. // Плодоводство и ягодоводство России. 2018;55:133-137. DOI 10.31676/20734948-2018-55-133-137.
5. Морозов А.Е. Метеорология и климатология: практикум / А.Е. Морозов, Н.И. Стародубцева. – Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т. 2018: 250 с.
6. Авидзба А.М. Научное обеспечение виноградарства и виноделия республики Крым // Вестник российской сельскохозяйственной науки. 2016;1:42-46.
7. 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. 2018;122(3):217-235. DOI:10.28974/idojaras.2018.3.1.
8. Гайсарова А.А., Филипенко Н.Ю. О проблемах и перспективах развития отраслей виноградарства и виноделия республики Крым // Агротехнологическая экономика. 2017;1:90-99.
9. Ступин Д.Ю. Влияние изменения климата на агроэкологические системы. – СПб.: Лань. 2020:224 с.
10. Вышкваркова Е.В., Рыбалко Е.А., Баранова Н.В. Геоинформационное моделирование пространственного распределения уровня благоприятности климатических ресурсов Севастопольского региона для выращивания винограда // Садоводство и виноградарство. 2020;3:51-56.
11. Бихори Золтан. Современное положение в сфере виноградарства и виноделия в Венгрии // Виноградарство и виноделие: Сб. науч. трудов ФГБУН «ВНИИВиВ «Магарач» РАН». 2018;XLVII:32-33.
12. 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. 51. 10.20870/oeno-one.2017.51.2.1833.
13. Гугучкина Т.И. Агроэкологическая и технологическая стратегия использования винограда для производства высококачественных вин: Автореферат дис. доктора сельскохозяйственных наук / Северо-Кавказский зональный научно-исследовательский институт садоводства и виноградарства. – Краснодар. 2002: 53 с.
14. Мищенко З.А. Агроклиматология. – Киев: КНТ. 2009: 512 с.
15. 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. 2016;11:17-22.
16. Lopes, Carlos & Egipto, Ricardo & Pedrosa, V. & Pinto, Pedro & Braga, Ricardo & Neto, Miguel. Can berry composition be explained by climatic indices? Comparing classical with new indices in the Portuguese Dão region. Acta Horticulturae. 2017:59-64. 10.17660/ActaHortic.2017.1157.10.
17. 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. 2017:181-188. 10.17660/ActaHortic.2017.1188.24.
18. Cornelis van Leeuwen and Benjamin Bois. Update in unified terroir zoning methodologies. 2E3S Web of Conferences 50, 01044. 2018. XII Congreso Internacional Terroir.
19. Jarvis, Chelsea & Barlow, Edward & Darbyshire, Rebecca & Eckard, Richard & Goodwin, Ian. Relationship between viticultural climatic indices and grape maturity in Australia. International Journal of Biometeorology. 2017; 61. 10.1007/s00484-017-1370-9.
20. 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. 10.1111/ajgw.12414.
21. Косюра В. Т. Основы виноделия: Учебное пособие для вузов / В. Т. Косюра, Л. В. Донченко, В. Д. Надикта. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт. 2018: 422 с.
22. Новикова Л.Ю., Наумова Л.Г. Выделение агроклиматических факторов, лимитирующих продвижение на север культуры винограда, методом регрессионного моделирования / Научное обеспечение устойчивого развития плодоводства и декоративного садоводства: матер. Международной научно-практической конференции, посвященной 125-летию ВНИИВиВ и 85-летию Ботанического сада "Дерево Дружбы", Сочи, 23-27 сентября 2019 г. – Изд:

- Всероссийский научно-исследовательский институт цитоводства и субтропических культур. Сочи. 2019: 288–293.
23. Renan, Le Roux & Rességuier, Laure & Corpetti, Thomas & Jégou, Nicolas & Madelin, Malika & van Leeuwen, Cornelis & Quéno, Hervé. Comparison of two fine scale spatial models for mapping temperatures inside winegrowing areas. *Agricultural and Forest Meteorology*. 2017;247:159-169. 10.1016/j.agrformet.2017.07.020.
 24. Новикова Л.Ю., Наумова Л.Г. Анализ хозяйственно ценных признаков сортов винограда различного происхождения из коллекции ВНИИВиВ в условиях климатических изменений. // *Науч. труды СКФНЦСВВ*. 2018;19:113-119. DOI 10.30679/2587-98472018-19-113-119.
 25. Ларькина М.Д., Дергачев Д.В., Петров В.С., Панкин М.И. Особенности вегетации интродуцированного технического сорта винограда Монарх в стрессовых погодных условиях умеренно континентального климата юга России // *Виноделие и виноградарство*. 2019;3:4–9.
 26. Агрометеорологические бюллетени по территории республики Крым // ФГБУ «КРЫМСКОЕ УГМС».
 27. Рекомендации 575/46.00334830.002-94 Оптимизация размещения виноградных насаждений в Крыму ИВиВ «Магарач». Ялта, 1993: 68 с.
 28. Авидзба А.М., Иванченко В.И., Антипов В.П., Степурин Р.В., Баранова Н.В. Амплелоэкологическое моделирование как прием решения агроэкономических задач виноградарства: методические рекомендации. Национальный институт винограда и вина «Магарач». Ялта. 2006: 72 с.
 29. Авидзба А.М., Иванченко В.И., Баранова Н.В., Рыбалко Е.А. Влияние агроклиматических факторов на продуктивность винограда в Бахчисарайском районе АР Крым на примере ГП АФ «Магарач». Национальный институт винограда и вина «Магарач». Ялта. 2009: 19 с.
 30. Fick, Steve & Hijmans, Robert. WorldClim 2: New 1-km spatial resolution climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology*. 2017; 37. 10.1002/joc.5086.
- ### References
1. Rybalko E.A., Baranova N.V., Borisova V.Yu. Study of laws of spatial variation of the mean air temperature for the growing season on the territory of the Crimean Peninsula. *Magarach. Viticulture and Winemaking*. 2020;22(2):120-124. DOI 10.35547/IM.2020.29.71.007 (in Russian).
 2. Egorov E. A., Petrov V. S. Creation of the resistant selfregulating agrocenoses of grapes in the conditions of moderate-continent climate of the South of Russia. *Bulletin of Russian agricultural science*. 2017;5:51-54 (in Russian).
 3. Losev A.P. Collection of tasks and questions on agrometeorology: Textbook. M.: INFRA-M. 2018:170 p. (in Russian).
 4. Naumova L.G., Novikova L.Yu. Using the method of successive differences for creating an agrometeorological regression model of long-term data. *Pomiculture and Small Fruit Culture in Russia*. 2018;55:133-137. DOI 10.31676/2073-4948-2018-55-133-137 (in Russian).
 5. Morozov A.E., Starodubtseva N.I. Meteorology and climatology: tutorial. Yekaterinburg: Ural State Forestry Engineering University. 2018: 250 p. (in Russian).
 6. Avidzba A.M. Scientific support of viticulture and winemaking of the Republic of Crimea. *Bulletin of Russian Agricultural Science*. 2016;1:42-46 (in Russian).
 7. 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. 2018;122(3):217-235. DOI:10.28974/idojaras.2018.3.1.
 8. Gaisarova A.A., Filipenko N.Yu. On the problems and prospects of development of viticulture and winemaking branches in the Republic of Crimea. // *Agricultural food economy*. 2017;1:90-99 (in Russian).
 9. Stupin D.Yu. Impact of climate change on agroecological systems. St.-Pb.: Lan'. 2020:224 p. (in Russian).
 10. Vyshkvarkova E.V., Rybalko E.A., Baranova N.V. Geoinformation modeling of spatial distribution of utility level of climatic resources of the Sevastopol region for grapes growing. *Gardening and Viticulture*. 2020;3:51–56 (in Russian).
 11. Bihari Zoltan. The situation of grape and wine production in Hungary. *Viticulture and winemaking*. Collection of Scientific Works of the FSBSI Magarach of the RAS. 2018;XLVII:32-33 (in Russian).
 12. 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. 51. 10.20870/oeno-one.2017.51.2.1833.
 13. Guguchkina T.I. Agroecological and technological strategy of using grapes for production of high-quality wines: Abstract of Dis. for Dr.Agric.Sci. Degree. North Caucasian Zonal Research Institute of Horticulture and Viticulture. Krasnodar. 2002: 53 p. (in Russian).
 14. Mishchenko Z.A. *Agroclimatology*. Kiev: KNT. 2009: 512 p. (in Russian).
 15. Rybalko E.A., Baranova N.V., Tvardovskaya L.B. Development of large-scale cartographic model of spatial distribution of heat provision in the territory of the Crimea for grapes taking into account the morphometric features of relief. *Scientific works of GNU SKIZNIISiV*. 2016;11:17-22 (in Russian).
 16. Lopes, Carlos & Egipto, Ricardo & Pedrosa, V. & Pinto, Pedro & Braga, Ricardo & Neto, Miguel. Can berry composition be explained by climatic indices? Comparing classical with new indices in the Portuguese Dão region. *Acta Horticulturae*. 2017:59-64. 10.17660/ActaHortic.2017.1157.10.
 17. 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*. 2017:181-188. 10.17660/ActaHortic.2017.1188.24.
 18. Cornelis van Leeuwen and Benjamin Bois. Update in unified terroir zoning methodologies. 2E3S Web of Conferences 50, 01044. 2018. XII Congreso Internacional Terroir.
 19. Jarvis, Chelsea & Barlow, Edward & Darbyshire, Rebecca & Eckard, Richard & Goodwin, Ian. Relationship between viticultural climatic indices and grape maturity in Australia. *International Journal of Biometeorology*. 2017; 61. 10.1007/s00484-017-1370-9.
 20. 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. 10.1111/ajgw.12414.
 21. Kosyura V. T., Donchenko L. V., Nadykta V. D. Fundamentals of winemaking: a textbook for universities. 2nd ed., rev. and add. M.: Youright Publishing House. 2018: 422 p. (in Russian).
 22. Novikova L.Yu., Naumova L.G. Allocation of agroclimatic factors limiting the advancement of grape culture to the north

- by the method of regression modeling. Scientific support of sustainable development of fruit growing and ornamental gardening: Materials of International Scientific and Practical Conference dedicated to the 125th anniversary of VNIITsiSK and the 85th anniversary of the Botanical Garden "Tree of Friendship". Sochi, September 23-27, 2019. Publ: All-Russian Research Institute of Floriculture and Subtropical Crops. Sochi. 2019: 288–293 (*in Russian*).
23. Renan, Le Roux & Ressayguier, 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;247:159-169. 10.1016/j.agrformet.2017.07.020.
 24. Novikova L.Yu., Naumova L.G. Analysis of economically valuable traits of grape varieties of various origins from the VNIIViV collection in conditions of climatic changes. *Scientific works of the NCFSCHVW*. 2018;19:113-119. DOI 10.30679 / 2587-98472018-19-113-119 (*in Russian*).
 25. Larkina M.D., Dergachev D.V., Petrov V.S., Pankin M.I. Peculiarities of vegetation of an introduced technical variety of Monarh grapes in stress weather conditions of moderate continental climate of South Russia. *Winemaking and Viticulture*. 2019;3:4–9 (*in Russian*).
 26. Agrometeorological bulletins on the territory of Republic of Crimea. FGBU "Krymskoye UGMS" (*in Russian*).
 27. Recommendations 575/46.00334830. 002-94. Optimization of placement grape plantations in Crimea. IV&W Magarach. Yalta. 1993: 68 p. (*in Russian*).
 28. Avidzba A.M., Ivanchenko V.I., Antipov V.P., Stepurin R.V., Baranova N.V. Ampeloecological modeling as a method for solving agroecological problems of viticulture: Guidelines. National Institute of Vine and Wine Magarach. Yalta. 2006: 72p. (*in Russian*).
 29. Avidzba A.M., Ivanchenko V.I., Baranova N.V., Rybalko E.A. The agroclimatic factor impact on grapevine productivity in Bakchisaray region on example of SE AF Magarach. Yalta. 2009: 19 p. (*in Russian*).
 30. Fick, Steve & Hijmans, Robert. WorldClim 2: New 1-km spatial resolution climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology*. 2017; 37. 10.1002/joc.5086.

Сведения об авторах

Евгений Александрович Рыбалко, канд. с.-х. наук, зав. сектором агроэкологии, rybalko_ye_a@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-4579-3505>;

Наталья Валентиновна Баранова, канд. с.-х. наук, вед. науч. сотр. сектора агроэкологии, natali.v.0468@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-2588-360X>;

Виктория Юрьевна Борисова, мл. науч. сотр. сектора агроэкологии, borisova.12@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-7757-9669>;

Information about authors

Evgeniy A. Rybalko, Cand.Agric.Sci., Head of Agroecology Sector, rybalko_ye_a@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-4579-3505>;

Natalia V. Baranova, Cand.Agric.Sci., Leading Staff Scientist of Agroecology Sector, natali.v.0468@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-2588-360X>;

Viktoria Yu. Borisova, Junior Staff Scientist of Agroecology Sector, borisova.12@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-7757-9669>;

Статья поступила в редакцию 04.02.2021, одобрена после рецензии 09.02.2021, принята к публикации 20.02.2021