

УДК 634.8.042: 551.586/524.33

UDC 634.8.042: 551.586/524.33

DOI 10.30679/2219-5335-2022-3-75-107-118

DOI 10.30679/2219-5335-2022-3-75-107-118

**АНАЛИЗ ТЕРРИТОРИАЛЬНОГО
РАСПРЕДЕЛЕНИЯ КЛИМАТИЧЕСКИХ
ФАКТОРОВ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИХ
ТЕПЛОБЕСПЕЧЕННОСТЬ
ТЕРРИТОРИИ КРЫМСКОГО
ПОЛУОСТРОВА**

**ANALYSIS OF TERRITORIAL
DISTRIBUTION OF CLIMATIC
FACTORS CHARACTERIZING
THE HEAT SUPPLY
OF THE CRIMEAN PENINSULA
TERRITORY**

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

*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 of the RAS,
Yalta, Republic of Crimea, Russia*

В работе представлен анализ территориального распределения климатических факторов, характеризующих теплообеспеченность территории Крымского полуострова. В качестве материалов были использованы электронная модель рельефа SRTM-3 территории Крымского полуострова и многолетние данные метеонаблюдений по 17 метеостанциям Крыма и Севастополя за 1985–2020 гг. Для проведения исследований был проведен сбор и анализ метеорологической информации, необходимой для расчёта климатических факторов, характеризующих теплообеспеченность территории Крымского полуострова для производства винограда. Для этого были выбраны шесть климатических показателей, связанных с термическими условиями территории, такие как гелиотермический индекс Хуглина, индекс Уинклера, сумма температур выше 10 °С, сумма температур выше 20 °С, средняя температура вегетационного периода, отношение суммы температур выше 20 °С

The work presents an analysis of territorial distribution of climatic factors that characterize the heat supply of the Crimean Peninsula territory. The materials used were the SRTM-3 electronic terrain model of the Crimean Peninsula and long-term meteorological observation data from 17 meteorological stations in Crimea and Sevastopol for the period of 1985-2020. To conduct the research, we have collected and analyzed meteorological information, necessary for calculating climatic factors that characterize heat supply of the Crimean Peninsula territory for grape production. In this regard, six climatic indicators related to the thermal conditions of the territory were selected: the Hugin heliothermal index, the Winkler index, the sum of temperatures above 10 °C, the sum of temperatures above 20 °C, the average temperature of growing season, the ratio of the sum of temperatures above 20 °C

к сумме температур выше 10 °С.

Для оптимизации размещения виноградных насаждений, проведён сравнительный анализ закономерностей пространственного варьирования величин приведенных климатических факторов. Установлено, что анализируемые факторы имеют схожие закономерности варьирования под влиянием рельефа, гидрологических и географических параметров территории. Поэтому был осуществлён подбор шага классификации величин каждого из анализируемых факторов для совмещения границ их классов. По группе проанализированных факторов, характеризующих теплообеспеченность территории, построена комплексная цифровая крупномасштабная карта пространственного распределения теплообеспеченности на территории Крымского полуострова, согласно которой выделено 5 классов. Полученные разработки могут служить основой для агроэкологической Оптимизации сортового состава и терруарной специализации виноградарско-винодельческой отрасли Республики Крым.

Ключевые слова: КЛИМАТИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ, ТЕПЛООБЕСПЕЧЕННОСТЬ ТЕРРИТОРИИ, ГЕОИНФОРМАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ, ЦИФРОВАЯ КАРТОГРАФИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ

to the sum of temperatures above 10 °С.

To optimize the location of grapevine plantations, a comparative analysis of consistent patterns of spatial variation in the values of given climatic factors was carried out. It is established that the analyzed factors have similar patterns of variation under the influence of terrain, hydrological and geographical parameters of the territory. Therefore, the classification step of values of every analyzed factor was selected to match the class limits. According to the group of analyzed Factors characterizing the heat supply of the territory, a complex digital large-scale map of spatial distribution of heat supply on the Crimean Peninsula territory was constructed, according to which 5 classes were identified. The achieved developments can provide the basis for agro-ecological optimization of varietal composition and terroir specialization of viticultural and winemaking industry of the Republic of Crimea.

Key words: CLIMATIC FACTORS, HEAT SUPPLY OF THE TERRITORY, GEOINFORMATION MODELING, DIGITAL CARTOGRAPHIC MODEL

Введение. Одним из основных факторов, определяющих возможность выращивания винограда и влияющих на его рост, а также развитие и плодоношение является климат. Климатические условия в значительной мере определяют качество винограда для получения виноградарско-винодельческой продукции.

Температурные условия являются одним из основных природных факторов, определяющих возможность возделывания винограда в том или ином регионе и формирующих качество получаемой продукции [1-3].

Чем больше температура будет соответствовать требованиям виноградного растения в разных стадиях его развития, тем лучше будет рост

всех органов, а в конечном итоге будет выше урожайность и качество винограда [4-6].

Для оптимизации размещения промышленных виноградников и повышения эффективность производства продукции необходимо проанализировать территориальное распределения климатических факторов, характеризующих теплообеспеченность территории.

Исследования по влиянию климатических условий на качественные показатели винограда, проведенные Наумовой Л.Г., Новиковой Л.Ю., показали рост сахаристости и уменьшение кислотности сока 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, 8].

Исследователями ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт виноградарства и виноделия имени Я.И. Потапенко» проведен температурный анализ межфазных периодов винограда, возделываемого в условиях Ростовской области [9, 10].

Ученые Венгрии занимаются изучением влияния климата на производство винограда. В исследованиях оцениваются прошлые изменения значений вегетационных индексов. Особое внимание уделяется прогнозируемым изменениям вегетационных индексов до конца 21-го века. Полученные результаты свидетельствуют о том, что виноград для производства белого вина с большой вероятностью потеряет свое доминирование над виноградом для производства красного вина в Венгрии в ближайшие несколько десятилетий. Кроме того, созревание позднеспелых и очень позднеспелых сортов винограда станет более вероятным [11, 12].

В течение последних двадцати лет на территории южной части Румынии проводятся наблюдения относительно влияния климатических показателей на качественные и количественные параметры наиболее распространенного румынского сорта винограда *Fetească regală*, привитого на подвое Kober 5 BB [13].

В США ведутся работы по изучению пространственной и временной изменчивости климатических индексов, влияющих на виноград, в частности, индексов Уинклера, Хуглина и другие [14, 15].

Исследования по возможности использования гелиотермического индекса Хуглина для оценки пригодности земель для винограда ведутся также и в Румынии [16].

В Калифорнийском университете доктором А.Дж. Уинклером и М.Э. Америном была разработана система классифицирования климатических зон виноградарства, основанная на суммировании суточных температур и выражении их в градусо-днях нарастающим итогом. Ученые разделили географические районы на пять климатических регионов в зависимости от температуры, которую преобразовали в градусо-дни нарастающим итогом. Была проведена оценка сортов винограда разных сроков созревания на территории данных регионов, а также выделены сорта винограда, пригодные для производства столового вина высокого качества для выделенных пяти климатических регионов [17].

Зарубежные исследования показали, что увеличение индекса Хуглина на 100-600 единиц к 2050 году в Европе приведет к широтному сдвигу промышленных виноградарских районов [18].

Проанализировав имеющийся в литературных источниках материал по изучаемой теме, можно сделать вывод о недостаточном внимании, которое уделяется изучению данной темы. Поэтому решение данной задачи остается актуальной.

Цель исследования: проанализировать распределение климатических

факторов, характеризующих условия теплообеспеченности для выращивания винограда на территории Крымского полуострова.

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

В качестве материалов были использованы электронная модель рельефа SRTM-3 территории Крымского полуострова и многолетние данные метеонаблюдений по 17 метеостанциям Крыма и Севастополя за 1985-2020 гг. [19].

Работы выполнены в соответствии с методиками по оптимизации размещения виноградных насаждений и методическими рекомендациями [20, 21].

Подгонка (подбор) коэффициентов в математических моделях производился 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 климатических факторов, характеризующих теплообеспеченность территории Крымского полуострова и необходимых для производства винограда. Для этого были выбраны шесть климатических показателей, связанных с термическими условиями территории, такие как геотермический индекс Хуглина, индекс Уинклера, сумма температур выше 10 °С, сумма температур выше 20 °С, средняя температура вегетационного периода, отношение суммы температур выше 20 °С к сумме температур выше 10 °С.

При расчетах использовали многолетние данные за 36 лет по 17 метеостанциям Крымского полуострова (табл. 1).

Таблица 1 – Среднее многолетнее значение климатических факторов, характеризующих теплообеспеченность территории

Наименование метеостанции	Климатические факторы					
	Сумма температур выше, °С		средняя температура вегетационного периода	отношение $t > 20^\circ$ к $t > 10^\circ$	индекс Хуглина	индекс Уинклера
	10 ° ($t > 10^\circ$)	20 ° ($t > 20^\circ$)				
1	2	3	4	5	6	7
Ишунь	3558	2072	18,9	0,58	2631	1704
Джанкой	3617	2112	18,9	0,58	2682	1705
Клепинино	3506	1985	18,6	0,57	2709	1647
Раздольное	3561	2052	18,7	0,58	2646	1681
Черноморское	3582	1960	18,4	0,55	2403	1637
Евпатория	3821	2255	19,3	0,59	2635	1817
Керчь	3796	2218	19,2	0,58	2571	1773
Нижнегорский	3409	1821	18,2	0,53	2617	1564
Владиславовка	3647	2033	18,7	0,56	2521	1685
Феодосия	3964	2461	20,0	0,62	2654	1940
Белогорск	3475	1574	17,9	0,45	2525	1512
Симферополь	3453	1781	18,4	0,52	2631	1623
Почтовое	3421	1599	18,0	0,47	2595	1525
Алушта	3868	2224	19,2	0,57	2512	1818
НБС	3872	2152	19,1	0,56	2466	1796
Ялта	4218	2476	20,0	0,59	2659	1987
Севастополь	3941	2203	19,2	0,56	2502	1806

В зависимости от географического положения метеостанции происходят изменения средних многолетних температурных значений на территории Крымского полуострова.

Установлено, что сумма температур выше 10 °С находится в пределах от 3421 °С (метеостанция Почтовое) до 4218 °С (метеостанция Ялта). Наиболее высокие значения получены в Южнобережной зоне, от Алушты до Севастополя, а также в районе метеостанции Феодосия. Их показатели находятся в пределах от 3868 °С до 4218 °С. Средние многолетние значения сумм температур выше 20 °С варьируют от 1574 °С (метеостанция Бело-

горск) до 2476 °С (метеостанция Ялта). Значения средних многолетних температур воздуха в вегетационный период находятся в пределах от 17,9 °С в районе метеостанции Белогорск до 20,0 °С (Феодосия и Ялта). Отношение суммы температур выше 20 °С к сумме температур выше 10 °С находится в пределах от 0,45 (метеостанция Белогорск) до 0,62 (метеостанция Феодосия). Показатели, полученные по гелиотермическому индексу Хуглина на территории Крымского полуострова, составляют 2403-2709. Значения индекса Уинклера, рассчитанные в районах метеостанций Крымского полуострова, находятся на уровне от 1512 (Белогорск) до 1987 (Ялта).

При помощи технологий геоинформационного моделирования были проанализированы закономерности пространственного варьирования величины сумм температур выше 10 °С, сумм температур выше 20 °С, средней температуры вегетационного периода, отношения сумм температур выше 20 °С к сумме температур выше 10 °С, индекса Хуглина, индекса Уинклера. В результате проведенного анализа были получены модели, описывающие данные закономерности, на основании которых разработаны цифровые крупномасштабные картографические модели пространственного распределения изучаемых климатических факторов, характеризующих теплообеспеченность территории Крымского полуострова. Затем была проведена ампелоэкологическая классификация исследуемой территории по каждому из анализируемых факторов согласно принятым диапазонам.

В результате на территории Крымского полуострова выделено 6 зон по сумме температур выше 10 °С, 6 зон по сумме температур выше 20 °С, 4 зоны по средней температуре воздуха за вегетационный период, 7 зон по отношению сумм температур выше 20 °С к сумме температур выше 10 °С, 8 зон по индексу Хуглина, 6 зон по индексу Уинклера [1, 2, 5].

Поскольку разделение изучаемой территории по ранее принятой классификации каждого из проанализированных климатических факторов привело бы к большой раздробленности ампелоэкотопов и сложности

практического применения полученных результатов для оптимизации размещения виноградных насаждений, был проведён сравнительный анализ закономерностей пространственного распределения рассматриваемых факторов. Установлено, что анализируемые факторы имеют схожие закономерности пространственного варьирования под влиянием рельефа, гидрологических и географических параметров территории. Поэтому был осуществлён подбор шага классификации величин каждого из анализируемых факторов для совмещения границ их классов (табл. 2.).

Таблица 2 – Классификация факторов теплообеспеченности территории Крымского полуострова

Фактор	Класс					
	1	2	3	4	5	
Индекс Хуглина	<1500	1500-1800	1800-2100	2100-2400		
Индекс Уинклера	<1150	1150-1450	1450-1650	1650-1790	1790-2000	
Сумма температур выше 10 °С	<2400	2400-2900	2900-3300	3300-3700	3700-4300	
Сумма температур выше 20 °С	<900	900-1300	1300-1700	1700-2100	2100-2500	
Отношение суммы температур выше 20 °С к сумме температур выше 10 °С	<0,39	0,39-0,47	0,47-0,53	0,53-0,58	0,58-0,62	
Средняя температура вегетационного периода, °С	13,0-16,6	16,6-17,4	17,4-18,4	18,4-21,0		
Площадь	га	51502,6	88427,8	210142,8	2107696,4	104361,1
	%	2,0	3,5	8,2	82,3	4,0

За основу обобщённой классификации факторов теплообеспеченности были взяты общепринятые градации индекса Хуглина – наиболее широко применяемого в мире показателя теплообеспеченности территории для выращивания винограда. Градации величин других факторов были подогнаны под градации индекса Хуглина для совмещения их границ. Наиболее тёплый на анализируемой территории класс по индексу Хуглина, соответствующий диапазону 2100-2400 единиц, был дополнительно разде-

лён ещё на два класса по величинам сумм температур и индексу Уинклера с целью выделения наиболее тёплых участков территории.

По группе проанализированных факторов, характеризующих теплообеспеченность территории построена комплексная цифровая крупномасштабная карта. Все значения ячеек полученной карты классифицированы в соответствии с границами классов (см. табл. 2)

Согласно полученным данным на карте, характеризующей теплообеспеченность, было выделено 5 классов (рис.). Большая часть территории (82,3 %) отнесена к четвертому классу.

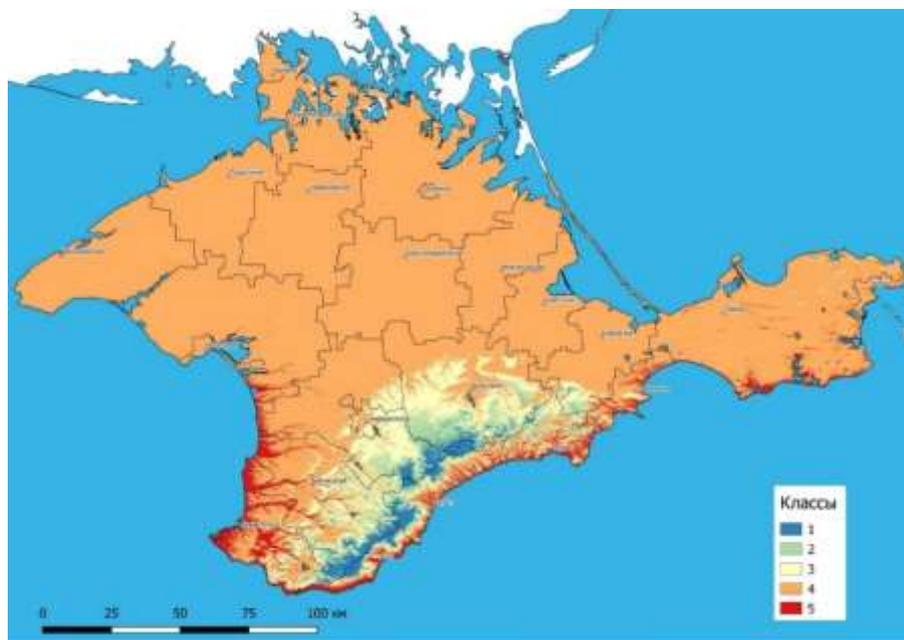


Рис. Картографическая модель пространственного распределения теплообеспеченности на территории Крымского полуострова

Выводы. Проведен сравнительный анализ закономерностей пространственного распределения климатических факторов, характеризующих теплообеспеченность территории для размещения виноградных насаждений. Установлено, что анализируемые факторы имеют схожие закономерности пространственного варьирования под влиянием рельефа и географических параметров территории.

Осуществлён подбор шага классификации величин каждого из проанализированных факторов для совмещения границ их классов. За основу

взят индекс Хуглина. Наиболее тёплый на анализируемой территории класс по индексу Хуглина, соответствующий диапазону 2100-2400 единиц, был дополнительно разделён ещё на два класса по величинам сумм температур и индексу Уинклера с целью выделения наиболее тёплых участков территории.

Построена комплексная цифровая крупномасштабная карта пространственного распределения теплообеспеченности на территории Крымского полуострова, согласно которой, на данной территории, выделено 5 классов.

Полученные разработки могут служить основой для агроэкологической оптимизации сортового состава и терруарной специализации виноградарско-винодельческой отрасли Республики Крым

Литература

1. 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 ГНУ СКЗНИИСиВ РАСХН. Т. 11. Краснодар: СКЗНИИСиВ, 2016. С. 17-22.
2. Рыбалко Е.А., Баранова Н.В., Борисова В.Ю. Закономерности пространственного варьирования индекса Хуглина в условиях Крымского полуострова // Виноделие и виноградарство, 2020. № 1. С. 18-23.
3. Vyshkvarkova E., Rybalko E., Marchukova O., Baranova N. Assessment of the Current and Projected Conditions of Water Availability in the Sevastopol Region for Grape Growing / *Agronomy* 2021, 11, 1665. <https://doi.org/10.3390/agronomy11081665>
4. 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.
5. Рыбалко Е.А., Баранова Н.В., Борисова В.Ю. Оценка теплообеспеченности территории Крымского полуострова для производства винограда на основе анализа закономерностей пространственного варьирования индекса Уинклера / *Экосистемы*, 24: 117-123 (2020).
6. Толоков Н.Р. Экология качественного виноделия. Новочеркасск, 2004. 102 с.
7. 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.
8. 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>.
9. 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.

10. Наумова Л.Г., Новикова Л.Ю. Тенденции продолжительности вегетации сортов винограда коллекции ВНИИВИВ им. Я.И. Потапенко // Виноделие и виноградарство. 2013. № 6. С. 48-53.

11. Ildikó Mesterházy, Róbert Mészáros, and Rita Pongrácz. The effects of climate change on grape production in Hungary. IDŐJÁRÁS. Quarterly Journal of the Hungarian Meteorological Service Vol. 118, No. 3, July – September, 2014, pp. 193-206.

12. 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/idojaras.2018.3.1.

13. Oana Arina Antoce, Georgeta Mihaela Bucur, George Adrian Cojocaru. The climate change influences and trends on the grapevine growing in Southern Romania: a long-term study. Book of abstracts 42nd Congress of Vine and Wine, 17th General Assembly of the OIV 15th-19th July 2019, CIGG, Geneva, Switzerland. – P.43-44.

14. Jones, G.V. 2005. Climate change in the western United States grape growing regions. Acta Hort. 689:41–60.

15. Jones G. V., Duff A. A., Hall A., Myers J. W., Am. J. Enol. Vitic., 61 313-326 (2010).

16. Viticultural Zoning: A Comparative Study Regarding the Accuracy of Different Approaches in Vineyards Climate Suitability Assessment. Cercetari Agronomice in Moldova: Vol. 46, Issue 3, Pages 95–106.

17. Amerine M.A., Winkler A.J. Composition and quality of musts and wines of California grapes. Hilgardia 15, 493-675 (1944).

18. M. Moriondo & G. V. Jones & B. Bois & C. Dibari & R. Ferrise & G. Trombi & M. Bindi / Projected shifts of wine regions in response to climate change/ Climatic Change (2013) 119:825–839 DOI 10.1007/s10584-013-0739-y.

19. Агрометеорологические бюллетени по территории республики Крым // ФГБУ «КРЫМСКОЕ УГМС».

20. Рекомендации 575/46.00334830.002-94 «Оптимизация размещения виноградных насаждений в Крыму» ИВиВ «Магарач». Ялта, 1993. 68 с.

21. 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.

References

1. Rybalko E.A., Baranova N.V., Tvardovskaya L.B. Razrabotka krupnomasshtabnoj kartograficheskoj modeli prostranstvennogo raspredeleniya teploobespechennosti na territorii Respubliki Krym primenitel'no k kul'ture vinograda s uchyotom morfometricheskikh osobennostej rel'efa // Nauchnye trudy GNU SKZNIISiV RASHN. T. 11. Krasnodar:SKZNIISiV, 2016. S. 17-22.

2. Rybalko E.A., Baranova N.V., Borisova V.Yu. Zakonomernosti prostranstvennogo var'irovaniya indeksa Huglina v usloviyah Krymskogo poluostrova // Vinodelie i vinogradarstvo, 2020. № 1. S. 18-23.

3. Vyshkvarkova E., Rybalko E., Marchukova O., Baranova N. Assessment of the Current and Projected Conditions of Water Availability in the Sevastopol Region for Grape Growing / Agronomy 2021, 11, 1665. <https://doi.org/10.3390/agronomy11081665>.

4. Rybalko E.A. Adaptaciya matematicheskoj modeli prostranstvennogo raspredeleniya teploobespechennosti territorii s cel'yu effektivnogo razmeshcheniya promyshlennyh vinogradnikov na territorii Krymskogo poluostrova // «Magarach». Vinogradarstvo i vinodelie. 2014. № 2. S. 10-11.

5. Rybalko E.A., Baranova N.V., Borisova V.Yu. Ocenka teploobespechennosti territorii Krymskogo poluostrova dlya proizvodstva vinograda na osnove analiza zakonomernostej prostranstvennogo var'irovaniya indeksa Uinklera / *Ekosistemy*, 24: 117-123 (2020).
6. Tolokov N.R. *Ekologiya kachestvennogo vinodeliya*. Novocherkassk, 2004. 102 s.
7. 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.
8. 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>.
9. 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.
10. 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.
11. Ildikó Mesterházy, Róbert Mészáros, and Rita Pongrácz. The effects of climate change on grape production in Hungary. *IDŐJÁRÁS. Quarterly Journal of the Hungarian Meteorological Service* Vol. 118, No. 3, July – September, 2014, pp. 193–206.
12. 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.
13. Oana Arina Antoce, Georgeta Mihaela Bucur, George Adrian Cojocaru. The climate change influences and trends on the grapevine growing in Southern Romania: a long-term study. *Book of abstracts 42nd Congress of Vine and Wine, 17th General Assembly of the OIV 15th-19th July 2019, CIGG, Geneva, Switzerland*. – R.43-44.
14. Jones, G.V. 2005. Climate change in the western United States grape growing regions. *Acta Hort.* 689:41–60.
15. Jones G. V., Duff A. A., Hall A., Myers J. W., *Am. J. Enol. Vitic.*, 61 313-326 (2010).
16. *Viticultural Zoning: A Comparative Study Regarding the Accuracy of Different Approaches in Vineyards Climate Suitability Assessment*. Cercetari Agronomice in Moldova: Vol. 46, Issue 3, Pages 95–106.
17. Amerine M.A., Winkler A.J. Composition and quality of musts and wines of California grapes. *Hilgardia* 15, 493-675 (1944).
18. M. Moriondo & G. V. Jones & B. Bois & C. Dibari & R. Ferrise & G. Trombi & M. Bindi/ Projected shifts of wine regions in response to climate change/ *Climatic Change* (2013) 119:825–839 DOI 10.1007/s10584-013-0739-y.
19. *Agrometeorologicheskie byulleteni po territorii respubliky Krym // FGBU «KRYMSKOE UGMS»*.
20. *Rekomendacii 575/46.00334830.002-94 «Optimizaciya razmeshcheniya vinograd-nyh nasazhdenij v Krymu» IViV «Magarach»*. Yalta, 1993. 68 s.
21. *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.