

## ВЫДЕЛЕНИЕ АМПЕЛОЭКОТОПОВ ДЛЯ ЭФФЕКТИВНОГО ВЫРАЩИВАНИЯ ВИНОГРАДА В ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ СТЕПНОЙ ЗОНЫ КРЫМА

*Работа выполнена в рамках государственного задания № FEUU-2019-0019*

Е.А. Рыбалко<sup>✉</sup>, Н.В. Баранова, А.С. Ерхова

ФГБУН «Всероссийский национальный научно-исследовательский институт виноградарства и виноделия «Магарач» РАН», 298600, ул. Кирова, 31, г. Ялта, Республика Крым, Россия; [priemnaya@magarach-institut.ru](mailto:priemnaya@magarach-institut.ru)

### Аннотация

В статье приводятся результаты исследований степени благоприятности агроэкологических условий западной части Степной зоны Крыма для выращивания винограда. Проанализированы многолетние данные по метеостанциям Крымского полуострова. Рассчитаны следующие климатические индексы, характеризующие период вегетации и период созревания винограда: сумма температур выше 20 °С, отношение суммы температур выше 20 °С к сумме температур выше 10 °С, индексы Хуглина и Уинклера, средняя температура вегетационного периода, гидротермический коэффициент Селянинова, суммы осадков за год и вегетационный период. Кроме того, рассмотрены основные агроэкологические факторы, лимитирующие возможность и эффективность выращивания винограда: средний из абсолютных минимумов температуры воздуха и сумма активных температур выше 10 °С. С помощью геоинформационного моделирования построена цифровая комплексная карта пространственного распределения данных индексов на анализируемой территории. Проанализировано распределение в западной части Степной зоны Крыма территорий, не подлежащих закладке виноградников: с неблагоприятными почвенными условиями, с высотой более 600 м над уровнем моря, с уклоном свыше 20 градусов, а также земли лесного и заповедного фондов. В результате комплексного анализа агроэкологических условий на территории западной части Степной зоны Крыма выделено 8 ампелоэкоптов, в том числе на территории Раздольненского района – 4, Сакского района – 7, Черноморского района – 5 ампелоэкоптов. В результате сопоставления агроэкологических условий выделенных ампелоэкоптов с требованиями сортов винограда к условиям выращивания с учётом зависимости качественных показателей виноградарско-винодельческой продукции от агроэкологических факторов разработаны рекомендации по агроэкологической оптимизации сортового состава и терруарной специализации виноградарско-винодельческой отрасли на территории западной части Степной зоны Крыма.

**Ключевые слова:** ампелоэкопты, климат, рельеф, почва, геоинформационное моделирование

## ALLOCATION OF AMPELOECOTOPES FOR THE EFFECTIVE CULTIVATION OF GRAPES IN THE WESTERN PART OF THE STEPPE ZONE OF CRIMEA

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

Е.А. Rybalko<sup>✉</sup>, N.V. Baranova, A.S. Erkhova

All-Russian national research institute of viticulture and winemaking "MAGARACH" RAS, 298600, Republic of Crimea, Yalta, Str. Kirova, 31, [priemnaya@magarach-institut.ru](mailto:priemnaya@magarach-institut.ru)

### Abstract

The article presents the results of studies of the degree of favorability of agroecological conditions of the western part of the Steppe zone of Crimea for growing grapes. The long-term data

on weather stations of the Crimean peninsula have been analyzed. The following climatic indices characterizing the growing season and the ripening period of grapes have been calculated: the sum of temperatures above 20 °C, the ratio of the sum of temperatures above 20 °C to the sum of temperatures above 10 °C, the Huglin and Winkler indices, the average temperature of the growing season, the Selyaninov hydrothermal coefficient, the sum of precipitation for the year and the growing season. In addition, the main agroecological factors limiting the possibility and efficiency of growing grapes have been considered: the average of the absolute minima of air temperature and the sum of active temperatures above 10 °C. With the help of geoinformation modeling, a digital complex map of the spatial distribution of index data on the analyzed territory has been constructed. The distribution of territories in the western part of the Steppe zone of Crimea that are not subject to the planting of vineyards is analyzed: with unfavorable soil conditions, with a height of more than 600 m above sea level, with a slope of more than 20 degrees, as well as lands of forest and nature reserves. As a result of a comprehensive analysis of agroecological conditions in the western part of the Steppe zone of Crimea, 8 ampelocotopes have been identified, including 4 ampelocotopes in the Razdolnensky district, 7 in the Saki district, and 5 ampelocotopes in the Black Sea region. As a result of comparing the agroecological conditions of the selected ampelocotopes with the requirements of grape varieties for growing conditions, taking into account the dependence of the quality indicators of viticultural and wine products on agroecological factors, recommendations for agroecological optimization of varietal composition and terroir specialization of the viticultural and wine industry in the western part of the Steppe zone of Crimea have been developed.

**Key words:** ampelocotopes, climate, landform, soil, geoinformation modeling

### **Введение**

Цель исследования – выделить на территории западной части Степной зоны Крыма ампелозкотопы и разработать для каждого из них рекомендации по оптимальному выбору сортов винограда и направлению специализации виноградарско-винодельческой отрасли.

Эффективное использование сельскохозяйственных земель подразумевает соответствие агроэкологических ресурсов местности биологическим потребностям выращиваемых здесь культур. Для обеспечения этого условия необходима разработка теоретических и методических положений эффективной системы управления земельными ресурсами, в том числе и на основе научно обоснованной системы зонирования территорий (Матушинская, Рогатнев, 2016).

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 (Van Leeuwen, 2010; Karlik et al., 2018; Verdugo-Vasquez et al., 2017; Savic, Vukotic, 2018).

Комплексное агроэкологическое зонирование территории, включающее в себя широкий спектр орографических, эдафических и климатических показателей, является основой для терруарного виноградарства и виноделия. При этом создаются условия для получения уникальной по своим характеристикам виноградарско-винодельческой продукции, которая не может быть получена в другой местности.

Выделение агроэкологических районов для оптимального размещения виноградных насаждений (ампелозкотопов) основано на соответствии требований промышленного сортимента винограда природным ресурсам конкретного региона возделывания (Vyshkvarkova, Rybalko, 2021; Vyshkvarkova et al., 2021; Van Leeuwen, Bois, 2018; Lopes et al., 2017; Van Leeuwen et al., 2013).

Зонирование виноградопригодных земель и выделение ампелозокотопов связано с рядом методических сложностей. Агроэкологические факторы отличаются большой пространственной изменчивостью, что требует разработки методик пространственной интерполяции данных, полученных в отдельных точках, например, на метеостанциях. Кроме того, влияние агроэкологических факторов на качественные показатели виноградарско-винодельческой продукции изучено недостаточно. В связи с этим, при оценке благоприятности территории для винограда различными исследователями предлагаются различные наборы учитываемых агроэкологических факторов.

В Краснодарском крае проведено углубленное зонирование агротерриторий, направленное на эффективное использование их природного потенциала, бездефицитное обеспечение растений наиболее востребованными природными ресурсами (свет, тепло, вода, питание). В результате на данной территории выделено пять агроэкологических зон и 47 подзон виноградарства (Егоров, Петров, 2017).

В работе французских ученых представлен комплексный подход к зонированию агроклиматического потенциала с использованием пространственно интерполированных суточных данных о температуре на территории винодельческого региона Бордо. В их исследовании впервые сообщается об интерполяции суточных минимальных и максимальных температурных данных сетью метеостанций с 2001 по 2005 год в данном винодельческом регионе с помощью регрессионного кригинга с использованием ковариата рельефа, спутников и почвенного покрова (Bois et al., 2018).

В Румынии для оценки виноградного потенциала и определения виноградных зон предложена методология, основанная на геоинформационном анализе 15-ти экологических параметров, репрезентативных для топографии, климата и почв виноградников умеренного континентального климата (Irimia et al., 2014; Irimia et al., 2013).

В четырех американских винодельческих районах – Калифорнии, Орегоне, Вашингтоне и Айдахо – проводились исследования климата на предмет пригодности для виноделия с использованием цифровой климатической модели PRISM, содержащей данные за период 1971...2000 гг. и имеющей пространственное разрешение 400 м. Результаты показывают, что пространственная изменчивость климата в пределах винодельческих районов может быть значительной, причем некоторые регионы включают в себя до пяти климатических классов, пригодных для виноградарства (Jones et al., 2010).

В Чехии в результате моделирования воздействия изменения климата на виноград предложена модель, основывающаяся на экологической взаимосвязи между климатическим и растительным зонированием ландшафта (Machar et al., 2017).

В исследованиях, проведенных в Австралии, основное внимание уделено температурным показателям периода вегетации винограда, а также четырём индексам температуры воздуха в весеннее время (Jarvis et al., 2017).

Ученые из Бразилии и Франции разработали многокритериальную систему климатической классификации регионов виноградарства по всему миру. В качестве дескрипторов использовали климатические индексы (потенциальный водный баланс почвы в течение вегетационного цикла, гелиотермические условия в течение вегетационного периода и ночную температуру в период созревания). Многокритериальная система климатической классификации представлена для 97-ми виноградарских регионов в 29-ти странах (Tonietto, Carbonneau, 2004).

Существуют также подходы к использованию дистанционного зондирования земли для выделения терруаров (Marciniak et al., 2015).

Большое значение по всему миру уделяется и временному варьированию агроклиматических факторов, влияющих на виноград как на растение, обладающее

продолжительным жизненным циклом (Mesterhazy et al., 2018; Mesterhazy et al., 2014; Bucur et al., 2019; Comte et al., 2019; Cameron et al., 2020; Cardell et al., 2019).

Таким образом, наблюдается большое разнообразие подходов по выделению наиболее значимых для винограда агроэкологических факторов, служащих основой зонирования, а также методик их пространственной интерполяции. Отсутствие единой методологии зонирования виноградопригодных территорий и вероятная её зависимость от географического расположения анализируемой местности обуславливает актуальность настоящей работы, направленной на агроэкологическое зонирование Крымского полуострова как территории, традиционно ориентированной на виноградарство и виноделие.

### **Материалы и методика исследований**

В исследовании использованы данные метеонаблюдений на метеостанциях Крыма за 1985...2021 годы, а также набор глобальных климатических данных Worldclim version 2.1 с пространственным разрешением 30 угловых секунд, содержащий климатическую информацию за 1970...2000 гг.

Анализ рельефа проводился на основе цифровой модели рельефа SRTM-3 (NASA Shuttle Radar Topography Mission), с пространственным разрешением 3 угловые секунды.

Расчет индексов проведен в соответствии с резолюцией МОБВ 423–2012 (редакция 1) (OIV Guidelines for vitiviniculture zoning methodologies on a soil and climate level, 2012).

Для визуализации пространственного распределения агроэкологических ресурсов, анализа влияния морфометрических особенностей местности на агроклиматические условия, а также целей агроэкологического моделирования использована географическая информационная система QGIS Desktop.

Интерполирование метеорологических данных произведено с помощью авторских математических моделей.

Для выделения ампелозотопов были отобраны следующие климатические индексы, характеризующие период вегетации и период созревания винограда: сумма температур выше 20 °С, отношение суммы температур выше 20 °С к сумме температур выше 10 °С, индексы Хуглина и Уинклера, средняя температура вегетационного периода, гидротермический коэффициент Селянинова, суммы осадков за год и вегетационный период. Кроме того, рассмотрены основные агроэкологические факторы, лимитирующие возможность и эффективность выращивания винограда: средний из абсолютных минимумов температуры воздуха и сумма активных температур выше 10 °С.

При помощи ГИС были построены цифровые растровые карты, отображающие пространственное распределение данных индексов на анализируемой территории. Средствами ГИС проведён оверлейный анализ полученных карт с их взаимным наложением. Для уменьшения пестроты в мозаике распределения ампелозотопов проведено отсеивание растровых полигонов карты площадью мене 50-ти смежных ячеек и заменой их значений на значения наиболее обширного смежного растрового полигона.

Из полученной комплексной карты ампелозотопов исключены территории с неблагоприятными почвенными условиями, с высотой более 600 м над уровнем моря, с уклоном свыше 20 градусов, а также земли лесного и заповедного фондов.

При выделении неблагоприятных почв руководствовались бонитировкой почв Крыма по Н.А. Драган (2004). В категорию неблагоприятных были отнесены почвы с бонитетом менее 60 баллов, главным образом засоленные, переувлажнённые и маломощные.

Карты лесного и заповедного фонда взяты с ресурса nextgis.com на базе проекта Open street map.

Для оценки пригодности или непригодности ампелозотопа для того или иного сорта

винограда (или группы сортов) проверялось условие достаточности уровня проанализированных агроклиматических факторов биологическим требованиям сорта винограда с вероятностью не менее 80 % (8 лет из 10).

### Результаты и их обсуждение

В результате комплексного анализа агроэкологических условий на территории Крымского полуострова выделено 27 ампелозкотопов (Рыбалко, Баранова, 2022), в том числе 8 на территории западной части Степной зоны Крыма (таблица 1).

Таблица 1 – Характеристика ампелозкотопов западной части Степной зоны Крыма (среднее за 1985...2021 гг.)

Ампелозкотоп	Индекс Хуглина	Индекс Уинклера	Сумма температур выше 10 °С	Сумма температур выше 20 °С	Отношение суммы температур выше 20 °С к сумме температур выше 10 °С	Средняя температура вегетационного периода, °С	Гидротермический коэффициент Селянинова	Сумма осадков за год, мм	Сумма осадков за вегетационный период, мм	Средний из абсолютных минимумов температуры, °С
15	2100...2400	1650...1790	3300...3700	1700...2100	0,53...0,58	18,4...21,0	<0,6	<450	<207	-19...-16,5
16	2100...2400	1650...1790	3300...3700	1700...2100	0,53...0,58	18,4...21,0	0,6...0,8	450...560	207...265	-19...-16,5
18	2100...2400	1650...1790	3300...3700	1700...2100	0,53...0,58	18,4...21,0	<0,6	<450	<207	-16,5...-14
19	2100...2400	1650...1790	3300...3700	1700...2100	0,53...0,58	18,4...21,0	0,6...0,8	450...560	207...265	-16,5...-14
21	2100...2400	1650...1790	3300...3700	1700...2100	0,53...0,58	18,4...21,0	<0,6	<450	<207	>-14
22	2100...2400	1650...1790	3300...3700	1700...2100	0,53...0,58	18,4...21,0	0,6...0,8	450...560	207...265	>-14
24	2100...2400	1790...2000	3700...4300	2100...2500	0,58...0,62	18,4...21,0	<0,6	<450	<207	-16,5...-14
26	2100...2400	1790...2000	3700...4300	2100...2500	0,58...0,62	18,4...21,0	<0,6	<450	<207	>-14

Раздольненский район находится в северо-западной части Крымского полуострова. Граничит на северо-востоке с Красноперекопским, на востоке – с Первомайским, на юго-востоке – с Сакским, на юге – с Черноморским районами, северо-западная часть района омывается водами Каркинитского залива Черного моря. Территория района находится в пределах Северо-Крымской низменности. Рельеф характерный для данной местности – слабоволнистая низменная равнина, поверхность которой нарушается неглубокими балками. Почвы: черноземы южные, солонцы и солончаки, дерновые карбонатные, каштановые.

Исходя из почвенно-климатических условий на территории Раздольненского района выделено 4 ампелозкотопа (таблица 2, рисунок 1).

Пригодные для выращивания винограда площади на территории Раздольненского района занимают 103206 га (84,12 %). Наибольшая доля из этих земель (61,9 %) относится к 16-му ампелозкотопу. Он занимает практически всю территорию Раздольненского района за исключением северных и западных частей. непригодные для виноградарства территории (15,88 %) находятся в приморской северной части района.

Таблица 2 – Структура ампелозкотопов Раздольненского района

Ампелозкотоп	Площадь	
	га	%
15	19368	15,79
16	75940	61,90
18	6889	5,62
19	1009	0,82
Всего пригодно	103206	84,12
Не пригодно	19479	15,88
Итого	122685	-

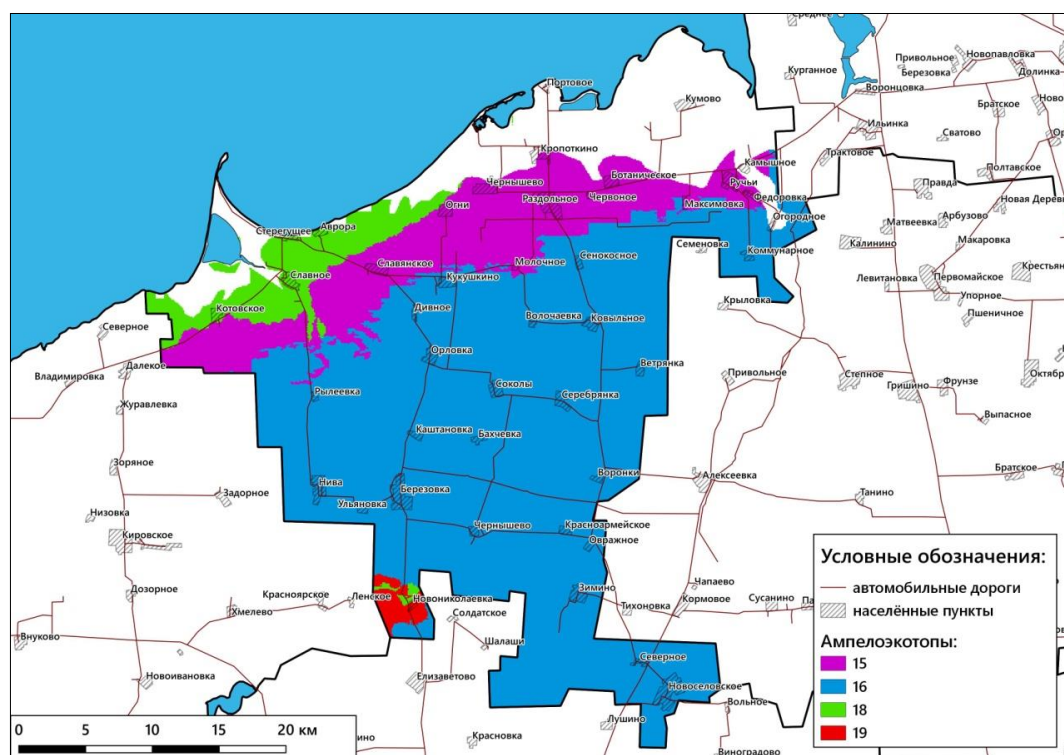


Рисунок 1 – Ампелозкотопы Раздольненского района ([посмотреть в лучшем разрешении](#))

Сакский район на севере граничит с Раздольненским и Черноморским, на юге – с Симферопольским, на востоке – с Красногвардейским, а на северо-востоке – с Первомайским районом. На западе имеет выход к Черному морю. Рельеф района представляет собой плоскую равнину с неглубокими долинами рек и балками. Из почв преобладают черноземы преимущественно карбонатные, менее распространены дерновые карбонатные, зольные, луговые черноземные, темно-каштановые почвы, солонцы и солончаки, черноземы южные.

Исходя из почвенно-климатических условий на территории Сакского района выделено 7 ампелозкотопов (таблица 3, рисунок 2).

Преобладающая часть территории Сакского района является пригодной для выращивания винограда – 212498 га (95,12 %). 49,02 % района входит в 19-й ампелозкотоп. К непригодным для размещения винограда отнесены северные и приморские части, занимающие 10894 га, что составляет 4,88 % от общей площади Сакского района.

Таблица 3 – Структура ампелозкотопов Сакского района

Ампелозкотоп	Площадь	
	га	%
16	44521	19,93
18	31467	14,09
19	109513	49,02
21	23809	10,66
22	419	0,19
24	525	0,23
26	2244	1,00
Всего пригодно	212498	95,12
Не пригодно	10894	4,88
Итого	223392	

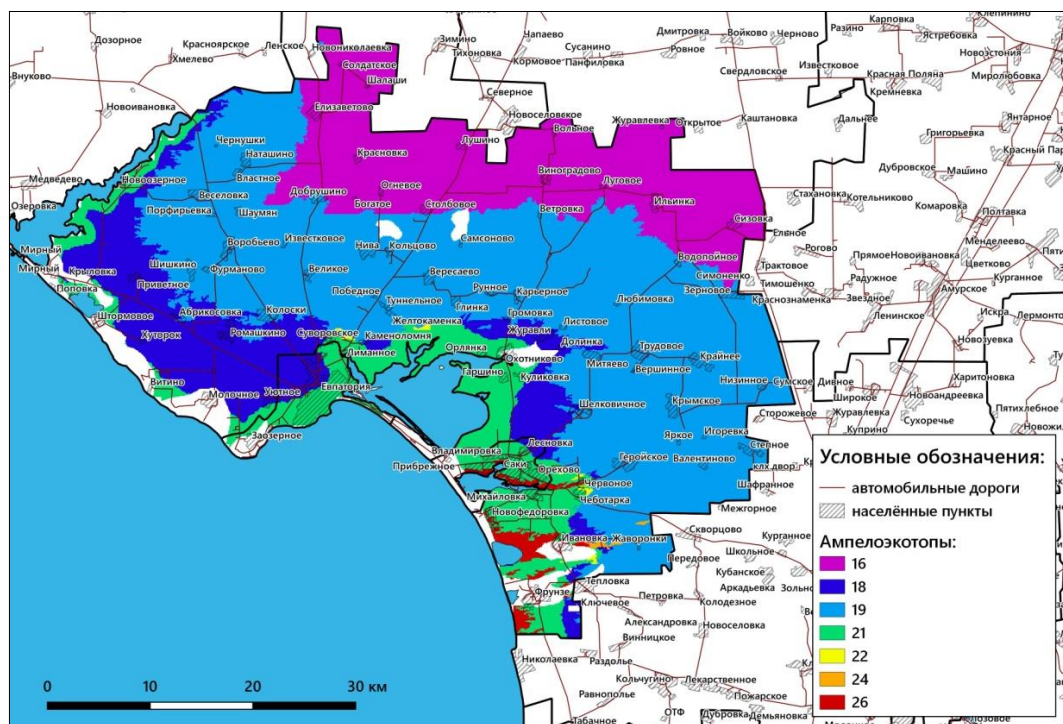


Рисунок 2 – Ампелозкотопы Сакского района ([посмотреть в лучшем разрешении](#))

Черноморский район находится на северо-западе Крымского полуострова и граничит с Раздольненским и Сакским районами. С западной и северной стороны омывается Чёрным морем. Граница совпадает с Тарханкутским полуостровом. В рельефе района преобладает холмистая равнина, а морское побережье в основном обрывистое. Почвы: дерновые карбонатные, зольные, лугово-каштановые, черноземы южные.

Исходя из почвенно-климатических условий на территории Черноморского района, выделено 5 ампелозкотов (таблица 4, рисунок 3).

Преобладающая часть территории Черноморского района (91,3 %) является пригодной для выращивания винограда. Максимальную площадь занимает 19-й ампелозкотоп – 48987 га. К нему отнесены центральная, юго-западная и восточные части Черноморского района. Основная часть земель, непригодных для размещения виноградников, находится в западной и юго-западной частях прибрежных районов. Их удельный вес составляет 8,70 % от общей площади района.

Таблица 4 – Структура ампелозкотов Черноморского района

Ампелозкотоп	Площадь	
	га	%
15	6012	4,10
16	36540	24,93
18	35849	24,46
19	48987	33,42
21	6411	4,37
Прочие*	20	0,01
Всего пригодно	133819	91,30
Не пригодно	12751	8,70
Итого	146570	

\* – ампелозкотопы с удельным весом менее 0,1% от площади района

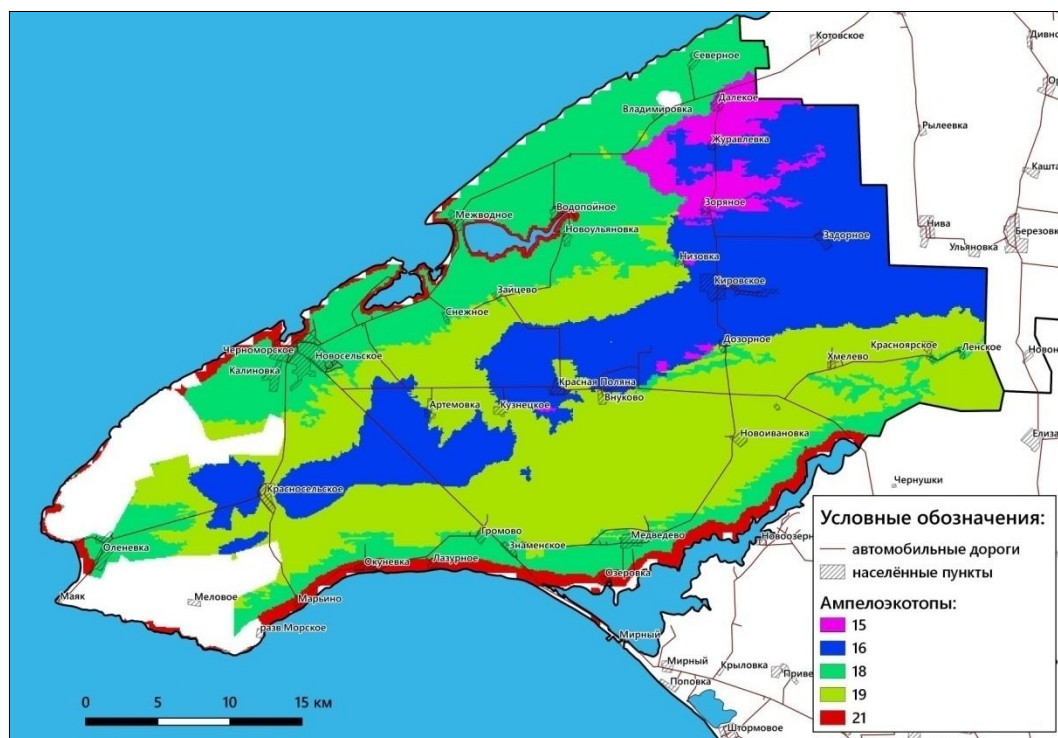


Рисунок 3 – Ампелозкотопы Черноморского района [\(посмотреть в лучшем разрешении\)](#)

В результате сопоставления агроэкологических условий выделенных ампелозкотопов с требованиями сортов винограда к условиям выращивания с учётом зависимости качественных показателей виноградарско-винодельческой продукции от агроэкологических факторов были разработаны рекомендации по агроэкологической оптимизации сортового состава и терруарной специализации виноградарско-винодельческой отрасли на территории западной части Степной зоны Крыма (таблица 5). При этом применён опыт отечественных и зарубежных ученых в области определения направления использования урожая винограда для получения различных видов продукции.

Таблица 5 – Агроэкологическая оптимизация сортового состава и терруарной специализации виноградарско-винодельческой отрасли на территории западной части Степной зоны Крыма

Ампелозкотоп	Требования к сортам винограда		Направление использования	Потребность в орошении
	Степень морозоустойчивости	Срок созревания		
1	2	3	4	5
15	Высокоморозоустойчивые	Очень ранний, ранний, раннесредний, средний, среднепоздний		
16	Высокоморозоустойчивые	Очень ранний, ранний, раннесредний, средний, среднепоздний	Игристые вина, вина, коньячные виноматериалы, столовый виноград	Желательно
18	Средне- и высокоморозоустойчивые	Очень ранний, ранний, раннесредний, средний, среднепоздний	Игристые вина, вина, коньячные виноматериалы, столовый виноград	Рекомендовано



продолжение таблицы 5

1	2	3	4	5
19	Средне- и высокоморозоустойчивые	Очень ранний, ранний, раннесредний, средний, среднепоздний	Игристые вина, вина, коньячные виноматериалы, столовый виноград	Желательно
21	Слабо-, средне- и высокоморозоустойчивые	Очень ранний, ранний, раннесредний, средний, среднепоздний	Игристые вина, вина, коньячные виноматериалы, столовый виноград	Рекомендовано
22	Слабо-, средне- и высокоморозоустойчивые	Очень ранний, ранний, раннесредний, средний, среднепоздний	Игристые вина, вина, коньячные виноматериалы, столовый виноград	Желательно
24	Средне- и высокоморозоустойчивые	Очень ранний, ранний, раннесредний, средний, среднепоздний, поздний	Вина, крепленые вина, столовый виноград	Рекомендовано
26	Слабо-, средне- и высокоморозоустойчивые	Очень ранний, ранний, раннесредний, средний, среднепоздний, поздний	Вина, крепленые вина, столовый виноград	Рекомендовано

### Выводы

Таким образом, несмотря на то, что западная часть Степной зоны Крыма не является традиционным виноградарским регионом и обладает не самыми благоприятными для винограда почвенно-климатическими условиями, при правильном выборе сортов здесь возможно получение некоторых видов виноградарско-винодельческой продукции.

### Финансирование

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

### Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

### Литература

1. Драган Н.А. Почвенные ресурсы Крыма. 2-е изд. доп. Симферополь: ДОЛЯ, 2004. 208 с.
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. С. 51-54. EDN [ZWIFDV](#)
3. Матушинская Д.С. Рогатнев Ю.М. Методология выявления признаков для зонирования сельскохозяйственной территории // Электронный научно-методический журнал Омского ГАУ. 2016. № 4. С. 15. EDN [XHJVXB](#)
4. Рыбалко Е.А., Баранова Н.В. Выделение ампелозотопов на территории Крымского полуострова // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2022. № 77. С. 68-81. DOI: 10.30679/2219-5335-2022-5-77-68-81. EDN [KFVPGS](#)

5. Bois B., Joly D., Quenol H., Pieri P., Gaudillere J.-P., Guyon D., Saur E., van Leeuwen C. Temperature based zoning of the Bordeaux wine region // *OENO One*. 2018. Vol. 52, N 4. P. 291-306. DOI: 10.20870/oenone.2018.52.4.1580
6. Bucur G.M., Cojocaru G.A., Antocea A.O. The climate change influences and trends on the grapevine growing in Southern Romania: a long-term study // *BIO Web of Conferences*. 2019. Vol. 15. P. 01008. DOI:10.1051/bioconf/20191501008
7. Cameron W., Petrie P.R., Barlow E., Patrick C.J., Howell K., Fuentes S. Advancement of grape maturity: comparison between contrasting cultivars and regions // *Australian Journal of Grape and Wine Research*. 2020. Vol. 26, N 1. P. 53-67. DOI:10.1111/ajgw.12414
8. Cardell M.F., Amengual A., Romero R. Future effects of climate change on the suitability of wine grape production across Europe // *Regional Environmental Change*. 2019. № 19. P. 2299-2310. DOI:10.1007/s10113-019-01502-x
9. Comte V., Zufferey V., Rosti J., Calanca P., Rebetez M. Adaptation strategies of a cold climate vineyard to climate change, the case of the Neuchâtel region in Switzerland // *Book of abstracts 42nd Congress of Vine and Wine 17th General Assembly of the OIV15th-19th July 2019, Geneva: CICG, 2019. P. 45-47*
10. 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. N 61. P. 1849-1862. DOI: 10.1007/s00484-017-1370-9
11. Jones G.V., Duff A.A., Hall A., Myers J.W. Spatial Analysis of Climate in Winegrape Growing Regions in the Western United States // *American Journal of Enology and Viticulture*. 2010. Vol. 61, № 3. P. 313-326. DOI: 10.5344/ajev.2010.61.3.313
12. Irimia L., Patriche C.V., Quenol H. Viticultural zoning: a comparative study regarding the accuracy of different approaches in vineyards climate suitability assessment // *Cercetari Agronomice in Moldova*. 2013. Vol. 46, N 3. P. 95-106.
13. Irimia L.M., Patriche C.V., Quenol H. Analysis of viticultural potential and delineation of homogeneous viticultural zones in a temperate climate region of Romania // *Journal International des sciences de la vigne et du vin*. 2014. Vol. 48, N 3. P. 145-167. DOI: 10.20870 / oeno-one.2014.48.3.1576
14. Karlik L., Marian G., Faltan V., Havlíček M. Vineyard zonation based on natural terroir factors using multivariate statistics // *OENO One*. 2018. Vol. 52, N 2. P. 105-117. DOI: 10.20870/oenone.2018.52.2.1907
15. Lopes C.M., Egipto R., Pedroso V., Pinto P.A., Braga R., Neto M. Can berry composition be explained by climatic indices? Comparing classical with new indices in the Portuguese Dão region. // *Acta Horticulturae*. 2017. Vol. 1157. P. 59-64. DOI: 10.17660/ActaHortic.2017.1157.10
16. Machar I., Vlckova V., Bucek A., Vrublova K., Filippovova J., Brus J. Environmental modelling of climate change impact on grapevines: Case study from the Czech Republic // *Polish Journal of Environmental Studies*. 2017. Vol. 26, N 4. P. 1927-1933. DOI:10.15244/pjoes/68886
17. Marciniak M., Brown R., Reynolds A., Jollineau M. Use of remote sensing to understand the terroir of the Niagara peninsula. Applications in a Riesling vineyard // *Journal international des sciences de la vigne et du vin*. 2015. Vol. 49, N 1. P. 1-26. DOI:10.20870/oenone.2015.49.1.97
18. Mesterhazy I., Meszaros R., Pongracz R., Bodor P., Ladanyi M. The analysis of climatic indicators using different growing season calculation methods – an application to grapevine grown in Hungary // *Idojaras – Quarterly Journal of the Hungarian Meteorological Service*. 2018. Vol. 122, N 3. P. 217-235. DOI:10.28974/idojaras.2018.3.1
19. Mesterhazy I., Meszaros R., Pongracz R. The effects of climate change on grape production in Hungary // *Idojaras – Quarterly Journal of the Hungarian Meteorological Service*. 2014. Vol. 118, N 3. P. 193-206

20. OIV Guidelines for vitiviniculture zoning methodologies on a soil and climate level. Resolution OIV-VITI 423–2012 rev. 1. URL: <https://www.oiv.int/public/medias/400/viti-2012-1-en.pdf> (дата обращения 03.09.2022)
21. Savic S., Vukotic M. Viticulture zoning in montenegro // *Bulletin UASVM Horticulture*. 2018. Vol. 75, N 1. P. 73-86. DOI:10.15835/buasvmcn-hort: 003917
22. Tonietto J., Carbonneau A. A multicriteria climatic classification system for grape-growing regions worldwide // *Agricultural and Forest Meteorology*. 2004. Vol. 124, N 1-2. P. 81-97. DOI:10.1016/j.agrformet.2003.06.001
23. Van Leeuwen C., Bois B. Update in unified terroir zoning methodologies // *E3S Web of Conferences*. 2018. Vol. 50. P. 01044. DOI:10.1051/e3sconf/20185001044
24. Van Leeuwen C., Schultze H.R., de Cortazar-Ataurid I.G., Duchenee E., Ollata N., Pieria P., Boissg B., Goutoulya J.-P., Quenol H., Touzardi J.-M., Malheiroj A.C., Bavarescok L., Delrot S. Why climate change will not dramatically decrease viticultural suitability in main wine-producing areas by 2050 // *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 2013. Vol. 110, N 33. P. E3051–E3052. DOI: 10.1073/pnas.1307927110
25. Van Leeuwen C., Terroir: the effect of the physical environment on vine growth, grape ripening and wine sensory attributes. Pages. Vol. 2 *Managing Wine Quality*. Oxford: Woodhead Publishing Ltd., 2010. Vol. 2. P. 273-315. DOI: 10.1533/9781845699284.3.273
26. Verdugo-Vasquez N., Panitru-De la Fuente C., Ortega-Farias S. Model Development to Predict Phenological scale of Table Grapes (cvs. Thompson, Crimson and Superior Seedless and Red Globe) using Growing Degree Days // *OENO One*. 2017. Vol. 51, N 3. P. 277-288. DOI:10.20870/oeno-one.2017.51.2.1833
27. 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. Vol. 11, N 8. P. 1665. DOI: 10.3390/agronomy11081665
28. Vyshkvarkova E., Rybalko E. Forecast of Changes in Air Temperatures and Heat Indices in the Sevastopol Region in the 21st Century and Their Impacts on Viticulture // *Agronomy*. 2021. Vol. 11, N 5. P. 954. DOI: 10.3390/agronomy11050954

## References

1. Dragan, N.A. (2004). *Crimea soil resources*. Dolya. (In Russian)
2. Egorov, E.A., & Petrov, V.S. (2017). Creation of the sustainable self-regulating grapes agroecosystems in the temperate continental climate conditions of the Russian's south. *Vestnik of the russian agricultural science*, 5, 51–54. EDN [ZWIFDV](#). (In Russian, English abstract)
3. Matushinskaya, D.S., & Rogatnev, Yu.M. (2016). Methodology of detection of signs for the zoning of agricultural areas. *Research and Scientific Electronic Journal of Omsk SAU*, 4, 15. EDN [XHJVXB](#). (in Russian, English abstract)
4. Rybalko, E.A., & Baranova, N.V. (2022). Allocation of ampelocotopes on the territory of the Crimean peninsula. *Fruit growing and viticulture of the South of Russia*, 77, 68-81. <https://doi.org/10.30679/2219-5335-2022-5-77-68-81>. EDN [KFVPGS](#) (in Russian, English abstract)
5. Bois, B., Joly, D., Quenol, H., Pieri, P., Gaudillere, J.-P., Guyon, D., Saur, E., & van Leeuwen, C. (2018). Temperature-based zoning of the Bordeaux wine region. *OENO One*, 52(4), 291-306. <https://doi.org/10.20870/oeno-one.2018.52.4.1580>
6. Bucur, G.M., Cojocaru, G.A., & Antoce, A.O. (2019). The climate change influences and trends on the grapevine growing in Southern Romania: a long-term study. *BIO Web of Conferences*, 15, 01008. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20191501008>
7. Cameron, W., Petrie, P.R., Barlow, E., Patrick, C.J., Howell, K., & Fuentes, S. (2020). Advancement of grape maturity: comparison between contrasting cultivars and regions.

- Australian Journal of Grape and Wine Research*, 26(1), 53-67  
<https://doi.org/10.1111/ajgw.12414>
8. Cardell, M.F., Amengual, A., & Romero, R. (2019). Future effects of climate change on the suitability of wine grape production across Europe. *Regional Environmental Change*, 19, 2299-2310. <https://doi.org/10.1007/s10113-019-01502-x>
  9. Comte, V., Zufferey, V., Rosti, J., Calanca, P., & Rebetez, M. (2019). Adaptation strategies of a cold climate vineyard to climate change, the case of the Neuchâtel region in Switzerland. In *Book of abstracts 42nd Congress of Vine and Wine 17th General Assembly of the OIV* (pp. 45-47). CIGG, Geneva, Switzerland.
  10. Jarvis, C., Barlow, E., Darbyshire, R., Eckard, R., & Goodwin, I. (2017). Relationship between viticultural climatic indices and grape maturity in Australia. *International journal of biometeorology*, 61, 1849-1862. <https://doi.org/10.1007/s00484-017-1370-9>
  11. Jones, G.V., Duff, A.A., Hall, A., & Myers, J.W. (2010). Spatial Analysis of Climate in Winegrape Growing Regions in the Western United States. *American Journal of Enology and Viticulture*, 61(3), 313-326. <https://doi.org/10.5344/ajev.2010.61.3.313>
  12. Irimia, L., Patriche, C.V., & Quenol, H. (2013). Viticultural zoning: a comparative study regarding the accuracy of different approaches in vineyards climate suitability assessment. *Cercetari Agronomice in Moldova*, 46(3), 95-106.
  13. Irimia, L.M., Patriche, C.V., & Quenol, H. (2014). Analysis of viticultural potential and delineation of homogeneous viticultural zones in a temperate climate region of Romania. *Journal International des Sciences de la vigne et du vin*, 48(3), 145-167. <https://doi.org/10.20870/oeno-one.2014.48.3.1576>
  14. Karlik, L., Marian, G., Faltan, V., & Havlíček, M. (2018). Vineyard zonation based on natural terroir factors using multivariate statistics. *OENO One*, 52(2), 105-117. <https://doi.org/10.20870/oeno-one.2018.52.2.1907>
  15. Lopes, C.M., Egipto, R., Pedroso, V., Pinto, P.A., Braga, R., & Neto, M. (2017). Can berry composition be explained by climatic indices? Comparing classical with new indices in the Portuguese Dão region. *Acta Horticulturae*, 1157, 59-64. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2017.1157.10>
  16. Machar, I., Vlckova, V., Bucek, A., Vrublova, K., Filippovova, J., & Brus, J. (2017). Environmental modelling of climate change impact on grapevines: Case study from the Czech Republic. *Polish Journal of Environmental Studies*, 26(4), 1927-1933. <https://doi.org/10.15244/pjoes/68886>
  17. Marciniak, M., Brown, R., Reynolds, A., & Jollineau, M. (2015). Use of remote sensing to understand the terroir of the Niagara peninsula. Applications in a Riesling vineyard. *Journal international des sciences de la vigne et du vin*, 49(1), 1-26. <https://doi.org/10.20870/oeno-one.2015.49.1.97>
  18. Mesterhazy, I., Meszaros, R., Pongracz, R., Bodor, P., & Ladanyi, M. (2018). The analysis of climatic indicators using different growing season calculation methods – an application to grapevine grown in Hungary. *Idojaras – Quarterly Journal of the Hungarian Meteorological Service*, 122(3), 217-235. <http://doi.org/10.28974/idojaras.2018.3.1>
  19. Mesterhazy, I., Meszaros, R., & Pongracz, R. (2014). The effects of climate change on grape production in Hungary. *Idojaras – Quarterly Journal of the Hungarian Meteorological Service*, 118(3), 193-206.
  20. OIV. (2012). *OIV guidelines for vitiviniculture zoning methodologies on a soil and climate level: resolution OIV-VITI 423-2012 rev1*. <https://www.oiv.int/public/medias/400/viti-2012-1-en.pdf> (дата обращения 03.06.2022)
  21. Savic, S., & Vukotic, M. (2018). Viticulture Zoning in Montenegro. *Bulletin UASVM Horticulture*, 75(1), 73-86. <https://doi.org/10.15835/buasmvcn-hort:003917>

22. Tonietto, J., & Carbonneau, A. (2004). A multicriteria climatic classification system for grape-growing regions worldwide. *Agricultural and Forest Meteorology*, 124(1-2), 81-97. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2003.06.001>
23. Van Leeuwen, C., & Bois, B. (2018). Update in unified terroir zoning methodologies. *E3S Web of Conferences*, 50, 01044. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20185001044>
24. Van Leeuwen, C., Schultze, H.R., de Cortazar-Ataurid, I.G., Duchenee, E., Ollata, N., Pieria, P., Bois, B., Goutoulya, J.-P., Quenolh, H., Touzardi, J.-M., Malheiroj, A.C., Bavarescok, L., & Delrot, S. (2013). Why climate change will not dramatically decrease viticultural suitability in main wine-producing areas by 2050. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 110(33), E3051–E3052. <https://doi.org/10.1073/pnas.1307927110>
25. Van Leeuwen, C. (2010). Terroir: the effect of the physical environment on vine growth, grape ripening and wine sensory attributes. In *Managing Wine Quality* (Vol. 1, pp. 273-315), Woodhead Publishing Ltd. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-102067-8.00005-1>
26. Verdugo-Vasquez, N., Panitrur-De la Fuente, C., & Ortega-Farias, S. (2017). Model Development to Predict Phenological scale of Table Grapes (cvs. Thompson, Crimson and Superior Seedless and Red Globe) using Growing Degree Days. *OENO One*, 51(3), 277-288. <https://doi.org/10.20870/oenone.2017.51.3.1833>
27. Vyshkvarkova, E., Rybalko, E., Marchukova, O., & Baranova, N. (2021). Assessment of the Current and Projected Conditions of Water Availability in the Sevastopol Region for Grape Growing. *Agronomy*, 11(8), 1665. <https://doi.org/10.3390/agronomy11081665>
28. Vyshkvarkova, E., & Rybalko, E. (2021). Forecast of Changes in Air Temperatures and Heat Indices in the Sevastopol Region in the 21st Century and Their Impacts on Viticulture. *Agronomy*, 11(5), 954. <https://doi.org/10.3390/agronomy11050954>

**Авторы:**

**Евгений Александрович Рыбалко**, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник сектора агроэкологии ФГБУН «Всероссийский национальный научно-исследовательский институт виноградарства и виноделия «Магарач» РАН, [rybalko\\_je\\_a@mail.ru](mailto:rybalko_je_a@mail.ru)

**Наталья Валентиновна Баранова**, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, ведущий научный сотрудник сектора агроэкологии ФГБУН «Всероссийский национальный научно-исследовательский институт виноградарства и виноделия «Магарач» РАН, [natali.v.0468@mail.ru](mailto:natali.v.0468@mail.ru)

**Алина Сергеевна Ерхова**, ведущий инженер сектора агроэкологии ФГБУН «Всероссийский национальный научно-исследовательский институт виноградарства и виноделия «Магарач» РАН, [alina\\_meotida@mail.ru](mailto:alina_meotida@mail.ru)

**Authors details:**

**Evgeniy Rybalko**, PhD in Agriculture, leading researcher in agroecology sector of The All-Russian National Research Institute of Viticulture and Winemaking «MAGARACH» RAS, [rybalko\\_je\\_a@mail.ru](mailto:rybalko_je_a@mail.ru)

**Natalia Baranova**, PhD in Agriculture, senior researcher, leading researcher in agroecology sector of The The All-Russian National Research Institute of Viticulture and Winemaking «MAGARACH» RAS, [natali.v.0468@mail.ru](mailto:natali.v.0468@mail.ru)

**Alina Erkhova**, leading engineer in agroecology sector of The All-Russian National Research Institute of Viticulture and Winemaking «MAGARACH» RAS, [alina\\_meotida@mail.ru](mailto:alina_meotida@mail.ru)