

УДК 634.8:551.582:54.06:002.55

UDC 634.8:551.582:54.06:002.55

DOI 10.30679/2219-5335-2020-6-66-149-167

DOI 10.30679/2219-5335-2020-6-66-149-167

**РАЗРАБОТКА  
ГЕОИНФОРМАЦИОННОЙ БАЗЫ  
ДАННЫХ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ  
ВАРИАТИВНОСТИ ОСНОВНЫХ  
И ВТОРИЧНЫХ МЕТАБОЛИТОВ  
ВИНОГРАДА В СВЯЗИ  
С ПРОСТРАНСТВЕННЫМ  
РАСПРЕДЕЛЕНИЕМ  
АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ\***

**DEVELOPMENT  
OF GEOINFORMATIONAL  
DATABASE TO STUDY  
THE VARIABILITY OF MAJOR  
AND SECONDARY GRAPE  
METABOLITES IN CONNECTION  
WITH SPATIAL DISTRIBUTION  
OF AGROECOLOGICAL  
RESOURCES\***

Рыбалко Евгений Александрович  
канд. с.-х. наук  
заведующий сектором агроэкологии  
e-mail: agroeco-magarach@yandex.ru

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

Остроухова Елена Викторовна  
д-р техн. наук  
главный научный сотрудник  
заведующий лабораторией тихих вин  
e-mail: bioxim2012@mail.ru

Ostroukhova Elena Viktorovna  
Dr. Sci. Techn.  
Chief Research Associate  
Head of Still Wines Laboratory  
e-mail: bioxim2012@mail.ru

Баранова Наталья Валентиновна  
канд. с.-х. наук  
ведущий научный сотрудник  
сектора агроэкологии  
e-mail: agroeco-magarach@yandex.ru

Baranova Natalia Valentinovna  
Cand. Agr. Sci.  
Leading Research Associate  
of Agroecology Sector  
e-mail: agroeco-magarach@yandex.ru

Пескова Ирина Валерьевна  
канд. техн. наук  
ведущий научный сотрудник  
лаборатории тихих вин  
e-mail: bioxim2012@mail.ru

Peskova Irina Valerievna  
Cand. Techn. Sci.  
Leading Research Associate  
of Still Wines Laboratory  
e-mail: bioxim2012@mail.ru

Борисова Виктория Юрьевна  
агроном сектора агроэкологии  
e-mail: agroeco-magarach@yandex.ru

Borisova Viktoria Yurievna  
Agronomist of Agroecology Sector  
e-mail: agroeco-magarach@yandex.ru

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

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

\* Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 20-016-00075.

\* The study was carried out with financially supported of the Russian Fund of Thorough Research within the framework of the scientific project No. 20-016-00075.\_

Для наиболее всестороннего изучения влияния агроэкологических факторов на качество винограда территория исследований охватывает Степную, Предгорную и Южнобережную зоны Крымского полуострова. При этом учтено пространственное варьирование агроэкологических факторов под влиянием рельефа, гидрологических особенностей территории и неоднородности подстилающей поверхности. Разработанная геоинформационная база данных содержит информацию о расположении более 70 контрольных виноградников, качественных характеристиках урожая, полученного в них за 2001-2019 годы, и агроэкологических условиях местности. В ней содержится информация о морфометрических особенностях рельефа и климатических ресурсах на исследуемой территории. Для оценки формирования комплексов основных и вторичных метаболитов виноградного растения в базу данных включена информация о качественном составе и количественном содержании в ягодах моно- и олигоуглеводов, органических кислот, фенольных веществ, ароматобразующих компонентов и их соотношений. На основании собранных данных, путём нелинейной интерполяции многолетних наблюдений по метеостанциям Крыма с использованием методов геоинформационного и математического моделирования, были рассчитаны климатические показатели для каждой точки Крымского полуострова. Это позволило точно охарактеризовать климатические условия на каждом из анализируемых виноградников, что в дальнейшем будет способствовать более точному выявлению закономерностей между характеристиками местности выращивания винограда и показателями качества урожая. Разработанная геоинформационная База данных является мощным инструментом для изучения взаимосвязей между агроэкологическими факторами и формированием основных и вторичных метаболитов винограда, обуславливающих

For the most comprehensive study of the influence of agroecological factors on the quality of grapes, the research area covers Steppe, Pedmont and the South Coast zones of the Crimean Peninsula. At the same time, the spatial variation of agroecological factors under the influence of the terrain, hydrological features of the territory and the heterogeneity of the surface background was taken into account. The developed geoinformational database contains information on the location of more than 70 control vineyards, the qualitative characteristics of the crop yield obtained in 2001-2019 and the agroecological conditions of the area. It contains the information about the morphometric features of the terrain and climatic resources of the territory under study. To assess the formation of complexes of major and secondary grape metabolites, the information on the qualitative composition and quantitative content of mono- and oligo- carbohydrates, organic acids, phenolic substances, aroma producing components and their ratios in berries is included in the database. Basing on the data collected, by non-linear interpolation of long-term observations at Crimean meteorological stations using methods of geoinformational and mathematical modeling, the climatic indicators for each point of the Crimean Peninsula were calculated. It allowed to characterize accurately the climatic conditions in each vineyard with prospects to contribute to a more accurate identification of patterns between the characteristics of the grape growing area and parameters of crop quality. The geoinformational database developed is a powerful tool to study the relationship between agroecological factors and the formation of the major and secondary grape metabolites, determining the quality parameters

качественные показатели виноградарско-винодельческой продукции. Она позволит использовать при анализе корреляции между качественными показателями винограда и параметрами климата не данные ближайшей метеостанции, как в других схожих исследованиях, а уточнённые на основании геоинформационного моделирования значения. Это будет способствовать более точному выявлению характера и степени анализируемых зависимостей.

*Ключевые слова:* ВИНОГРАД, АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ, ГЕОИНФОРМАЦИОННАЯ БАЗА, ПРИРОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИХ ЗОНЫ, ПЕРВИЧНЫЕ И ВТОРИЧНЫЕ МЕТАБОЛИТЫ ВИНОГРАДА

of products of viticulture and winemaking. It will allow using, when analyzing the correlation between the qualitative indicators of grapes and climate parameters, not the data of the nearest meteorological station, as in other similar studies, but the values specified on the basis of geoinformational modeling. This will contribute to a more accurate identification of the nature and degree of the analyzed dependencies.

*Key words:* GRAPES, AGROECOLOGICAL FACTORS, GEOINFORMATIONAL DATABASE, NATURAL AND CLIMATIC ZONES, MAJOR AND SECONDARY GRAPE METABOLITES

**Введение.** На метаболизм виноградного растения и, как следствие, на качество продукции виноградарства и виноделия большое влияние оказывают агроэкологические факторы территории выращивания винограда [1-3]. При этом различные характеристики климата, почв, рельефа оказывают различное по характеру и силе воздействия влияние на те или иные показатели компонентного состава, биохимических и физико-химических свойств получаемой виноградарско-винодельческой продукции [4-6]. Поэтому для научно обоснованного выбора территории для закладки виноградника, подбора сортов и определения направления использования полученной продукции (специализации виноделия) чрезвычайно важно понимать закономерности влияния факторов внешней среды на формирование качественных характеристик винограда и получаемого из него вина.

Изучение влияния отдельных природных факторов на те или иные качественные показатели урожая винограда (в том числе с учетом генетической специфичности сортов) и винопродукции имеют глубокую ретроспективу [7-11]. Однако, при оценке территорий для виноделия в большинстве случаев рассматривается только содержание основных метаболи-

тов виноградного растения – сахаров (или потенциальное содержание спирта) и органических кислот (чаще посредством комплексного показателя – титруемых кислот), а также дегустационная оценка винопродукции [12-14]. Вместе с тем, синтез многих ферментных систем и вторичных метаболитов виноградного растения, определяющих качественные и технологические параметры урожая, тип и качество винопродукции во многом зависят от количества солнечного света, температуры и водного режима произрастания винограда, а также от адаптивной особенности сорта, нормы реакции генотипа на воздействие условий среды. В первую очередь, это касается фенольного и ароматобразующего комплексов, ферментов оксидазного и гидролитического действия [9,10, 15-19]. Отсутствие учета этих параметров винограда является узким местом любой разработанной на настоящее время методики агроэкологического зонирования.

Проблемным вопросом стоит определение точных мезоклиматических характеристик анализируемого виноградника, поскольку они могут значительно отличаться от условий на ближайшей метеостанции, взятой за основу получения климатической информации.

Таким образом, изучение вариативности основных и вторичных метаболитов винограда, обуславливающих качественные характеристики урожая и винопродукции, в связи с пространственным распределением орографических, эдафических и климатических факторов, остается актуальным. Первым этапом исследований в этом направлении является разработка основных принципов и создание геоинформационной базы данных (БД) компонентного состава и свойств винограда, выращенного на территориях (участках) с различными агроэкологическими условиями, что и составило цель настоящей работы.

***Объекты и методы исследований.*** Работа выполнена на базе ФГБУН «ВНИИВиВ «Магарач» РАН». Объектами исследований служи-

ли агроэкологические ресурсы Крымского полуострова, компонентный состав, биохимические свойства и технологические характеристики винограда, полученного в сельскохозяйственных предприятиях Республики Крым и Севастополя.

Методика исследований предусматривала: выбор контрольных виноградников, расположенных в разных природных зонах и природно-виноградарских районах Крыма; определение географических координат, орографических и гидрологических параметров контрольных виноградников; определение ближайших к ним стационарных метеостанций; расчет параметров климатических ресурсов в точке расположения виноградников; сбор и систематизацию сведений о содержании основных и вторичных метаболитов в винограде, полученных с контрольных участков. В работе использовали классификацию территории Крымского полуострова на природно-виноградарские районы [20].

Расчёт величины каждого из анализируемых климатических факторов в точке расположения контрольного виноградника осуществлялся методом геоинформационного моделирования с использованием многолетних данных сети стационарных метеостанций Крымского полуострова за 1985-2019 годы, цифровых моделей рельефа SRTM-3 и ASTER GDEM, глобальной климатической модели Worldclim ver. 2.0 и разработанных в ВНИИВиВ «Магарач» РАН математических моделей, описывающих закономерности пространственного варьирования климатических показателей под влиянием орографических, гидрологических и географических параметров анализируемой территории [21-26].

На настоящем этапе исследований использовали собственные экспериментальные данные о химическом составе, биохимических и технологических свойствах урожая 2001-2019 годов, полученного на выбранных контрольных виноградниках. Отбор проб винограда осуществлялся при

достижении им технической зрелости в период промышленного сбора. Для анализа винограда применяли инструментальные методы, отраженные в межгосударственных и национальных стандартах, общепринятые в энохимии, основанные на принципах потенциометрии, колориметрии, высокоэффективной жидкостной и газовой хроматографии [27, 28]. При систематизации экспериментального материала использовали методы дисперсионного анализа с применением программы Statistica Application.

***Обсуждение результатов.*** В результате исследований, с учетом пространственного варьирования агроэкологических параметров под влиянием рельефа, гидрологических особенностей территории и неоднородности подстилающей поверхности, было выбрано для дальнейших исследований более 70 контрольных виноградников Крымского полуострова, расположенных в южнобережном, горно-долинном, горно-долинном приморском и восточно-предгорном районах Южнобережной природной зоны, в западном предгорно-приморском районе Предгорной зоны, в западном приморско-степном и центральном степном районах Степной зоны.

Для учета сортоспецифичности при выявлении взаимосвязей компонентного состава и свойств винограда и агроэкологических условий территорий в состав контрольных виноградников включены участки с наиболее распространенными [29] белыми и красными сортами: крымскими аборигенными (Кокур белый, Эким кара, Кефесия, Джават кара и др.), классическими винными (Каберне-Совиньон, Мерло, Алиготе, Мускат белый, Ркацителли и др.), селекции ВНИИВиВ «Магарач» РАН (Бастардо Магарачский и др.). Контрольные виноградники явились основой для первого этапа формирования геоинформационной базы данных агроэкологических ресурсов, состава и свойств винограда (рис.1).



Рис. 1. Принципиальная структура геоинформационной базы данных агроэкологических ресурсов, состава и свойств винограда и вина

Для каждого контрольного виноградника были определены географические координаты, морфометрические особенности рельефа (абсолютная высота над уровнем моря, крутизна и экспозиция склона, относительное превышение над тальвегом) и характеристики почвенного покрова. Эти сведения включаются в БД как в виде табличных значений, так и в виде цифровых растровых карт, в том числе и в трёхмерном представлении (рис. 2).

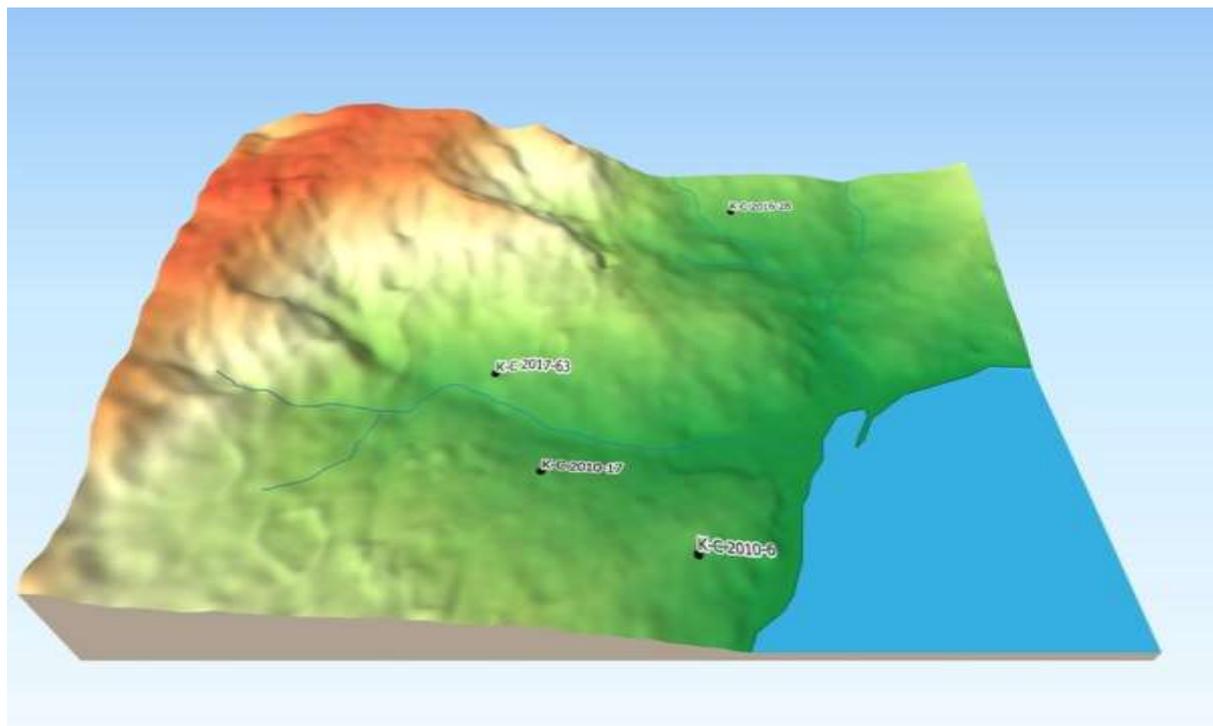


Рис. 2. Фрагмент цифровой карты рельефа и расположение некоторых контрольных виноградников вблизи г. Ялта

Путем сбора и нелинейной интерполяции многолетних наблюдений по метеостанциям Крыма с использованием методов геоинформационного и математического моделирования были рассчитаны климатические показатели контрольных виноградников независимо от их удалённости от метеостанции. В качестве основных оценочных показателей теплообеспеченности виноградников были отобраны: сумма активных температур, средний из абсолютных минимумов температуры воздуха, индекс Хуглина, индекс Уинклера, средняя температура вегетационного периода; показатели влагообеспеченности – годовое количество осадков, сумма осадков за вегетационный период, гидротермический коэффициент Селянинова [30-32].

Основные климатические показатели контрольных виноградников представляются в БД в виде таблицы и пакета цифровых растровых карт (рис. 3). В качестве дополнительных климатических показателей предполагается рассматривать сумму температур выше 20 °С, среднюю температуру и сумму осадков за сентябрь. Ранее нами было показано, что в условиях Крыма наибольшее влияние на формирование углеводно-кислотного (массовая концентрация сахаров, титруемых кислот, рН) комплекса и оксидазной активности виноградного растения оказывают сумма температур выше 20 °С и сумма осадков в сентябре, а фенольного комплекса – сумма активных температур и средняя температура воздуха в сентябре [18].

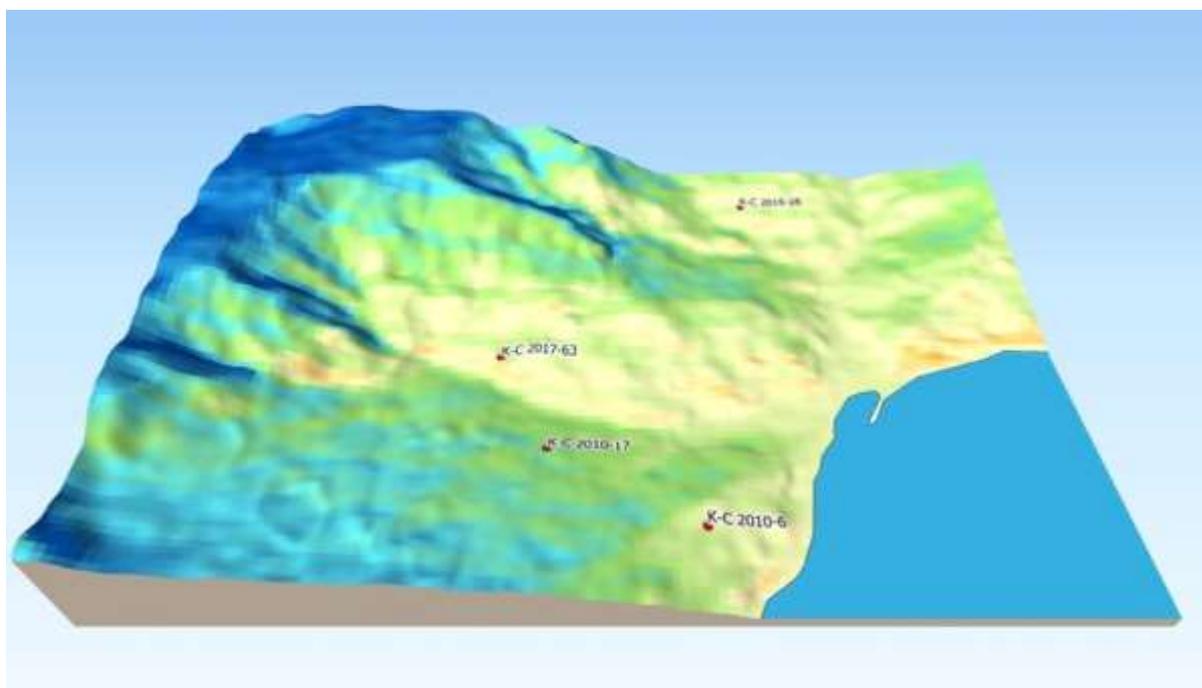


Рис. 3. Фрагмент цифровой карты пространственного распределения индекса Уинклера и расположение некоторых контрольных виноградников вблизи г. Ялта

В таблице 1 представлены рассчитанные путем геоинформационного моделирования пространственного распределения агроэкологических ресурсов диапазоны варьирования основных климатических параметров контрольных виноградников по природным зонам Крымского полуострова. Результаты расчета были сопоставлены с агроэкологическими параметрами, полученными традиционным подходом, учитывающим только данные метеостанций.

Данные таблицы отражают, с одной стороны, значительную внутри-зональную дисперсию величин показателей, с другой стороны, – существенное перекрытие межзональных диапазонов каждого из показателей. При этом отмечено, что расчет агроэкологических показателей по всей зоне показал их более широкое варьирование, чем традиционный подход, учитывающий только данные метеостанций. Вместе, с тем совокупный учет ряда климатических параметров, как показали ранее проведенные исследования [18], позволяет дискриминировать природные зоны Крыма с лямбда Уилкса 0,27 при  $p < 0,0001$ .

Таблица 1 – Характеристика природных зон Крымского полуострова по данным геоинформационного моделирования (ГИМ) и метеостанций (МС)

Показатель	Природная зона					
	Южнобережная		Предгорная		Степная	
	ГИМ	МС	ГИМ	МС	ГИМ	МС
Сумма активных температур, °С	$\frac{1352-4921}{3488}$	$\frac{3763-4191}{3929}$	$\frac{1594-5165}{3382}$	$\frac{3247-3794}{3524}$	$\frac{2883-4236}{3523}$	$\frac{3413-3763}{3582}$
Индекс Хуглина	$\frac{975-3533}{2556}$	$\frac{2466-2659}{2546}$	$\frac{1195-3649}{2481}$	$\frac{2502-2654}{2581}$	$\frac{2120-3047}{2551}$	$\frac{2403-2709}{2602}$
Индекс Уинклера	$\frac{655-2375}{1674}$	$\frac{1796-1987}{1867}$	$\frac{748-2499}{1619}$	$\frac{1512-1940}{1681}$	$\frac{1372-2025}{1663}$	$\frac{1564-1817}{1690}$
Средняя температура вегетационного периода, °С	$\frac{16,5-19,4}{18,5}$	$\frac{19,1-20,0}{19,4}$	$\frac{16,8-19,4}{18,5}$	$\frac{17,9-20,0}{18,7}$	$\frac{18,3-19,2}{18,8}$	$\frac{18,2-19,3}{18,8}$
Средний из абсолютных минимумов температуры воздуха, °С	$\frac{-20,7 \dots -3,0}{-11,5}$	$\frac{-9,2 \dots -6,2}{-7,7}$	$\frac{-19,4 \dots -3,2}{-14,7}$	$\frac{-18,8 \dots -9,7}{-14,7}$	$\frac{-19,7 \dots -9,0}{-16,1}$	$\frac{-20,0 \dots -13,5}{-16,1}$
Гидротермический коэффициент Селянинова	$\frac{0,47-2,1}{0,77}$	$\frac{0,6-0,7}{0,67}$	$\frac{0,43-1,81}{0,75}$	$\frac{0,6-0,9}{0,76}$	$\frac{0,46-0,91}{0,62}$	$\frac{0,5-0,7}{0,6}$
Сумма осадков за вегетационный период, мм	$\frac{224-299}{259}$	$\frac{228-295}{260}$	$\frac{186-298}{259}$	$\frac{198-297}{260}$	$\frac{179-269}{224}$	$\frac{180-244}{219}$

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

С позиций создания геоинформационный БД компонентного состава и качественных характеристик винограда и вина в целях выявления их взаимосвязи с агроклиматическими ресурсами территорий значительная дисперсия климатических параметров по контрольным виноградникам свидетельствует о том, что они были выбраны правильно. Второй важный вывод, следующий из представленной информации: целесообразно ориентироваться на оценку агроэкологических условий конкретной географической точки, полученной методом геоинформационного моделирования, а не данными ближайшей метеостанции. Третий вывод – необходимость комплексного учета параметров при исследовании влияния климатических ресурсов на метаболизм виноградной ягоды и формирование качественных показателей винограда и вина. Интегральные показатели агроклиматических ресурсов виноградников и формулы их расчета составят второй этап разработки БД.

Основанием для выбора контролируемых показателей, отражающих метаболизм виноградной ягоды, количественные и качественные параметры урожая и вина для включения в разрабатываемую БД, явился цикл исследований, в том числе авторские, посвященные выявлению отличительных признаков винограда, виноматериалов и вин из разных природных зон – районов – географических объектов/хозяйств [33-43]. Обобщение представленных в работах сведений показывает, что межзональная/межрегиональная дисперсия первичных метаболитов (показателей углеводно-кислотного комплекса) виноградной ягоды без учета сортоспецифичности значима в случае белых сортов при  $p < 0,004$ , красных – при  $p < 0,05$  [41, 42].

У сорта Каберне-Совиньон отмечено значительное варьирование компонентов антоцианового комплекса (моноглюкозидов дельфинидина, цианидина, мальвидин-3-О-ацетилглюкозида), флавонолов, флаван-3-олов,

оксикоричных кислот в винограде из хозяйств, расположенных в различных районах Крыма [40,43]. Нами установлена [41,42] значимая при  $p < 0,05$  межрегиональная и межзональная дисперсия уровня перехода ФВ в сусло и вино в моделируемых процессах виноделия и доли легко экстрагируемых антоцианов, показателя монофенолмонооксидазной активности.

На основании вышеизложенного для оценки воздействия агроклиматических параметров на формирование комплексов основных и вторичных метаболитов виноградной ягоды в базу данных включена информация (см. рис. 1) по качественному составу и количественному содержанию в ягодах моно (глюкоза, фруктоза) - и олигоуглеводов, органических кислот (винная, яблочная, янтарная, лимонная), фенольных веществ (гидроксикоричные и гидроксибензойные кислоты и их производные, антоцианы и их ацилированные производные, флавонолы и гликозиды флавонолов, флаванолы, процианидины, стильбены), ароматобразующих компонентов (комплекс терпеновых соединений, а также алифатических ( $C_6-C_{10}$  ряда) и ароматических спиртов, альдегидов и др.),  $SO_2$ -связывающих веществ.

Как качественные параметры урожая и вина в БД представлены: оксидазная активность, индексы углеводно-кислотной, фенольной и ароматической зрелости винограда, активная кислотность, уровень перехода ФВ в сусло и вино в моделируемых процессах виноделия, органолептические характеристики (см. рис. 1).

В таблице 2 представлены диапазоны значений некоторых контролируемых показателей состава и свойств винограда изучаемых белых и красных сортов с отобранных для исследований виноградников.

Как следует из данных таблицы 2, параметры винограда варьируют в широких пределах, что является непременным условием выявления их зависимости от пространственного распределения агроэкологических ресурсов.

Таблица 2 – Характеристика некоторых параметров состава и свойств винограда с контрольных виноградников

Показатель	Виноград белых сортов	Виноград красных сортов
Массовая концентрация: сахаров, г/дм <sup>3</sup>	<u>160-250</u> 210±32	<u>170-301</u> 212±25
альдегидов, мг/дм <sup>3</sup>	<u>7,4-33,4</u> 17,8±8,7	<u>6,2-49,3</u> 19,7±10,7
α-кетоглутаровой кислоты, мг/дм <sup>3</sup>	<u>6,1-53,6</u> 25,3±11,8	<u>4,9-63,9</u> 30,7±13,7
Показатель активной кислотности (рН)	<u>2,75-4,28</u> 3,31±0,22	<u>2,88-4,08</u> 3,42±0,23
Отношение концентраций винной и яблочной кислот	<u>1,5-7,6</u> 3,4±1,6	<u>0,7-6,5</u> 2,6±1,2
Технологический запас фенольных веществ (ТЗ ФВ), мг/дм <sup>3</sup>	<u>251-2170</u> 979±464	<u>532-4298</u> 1980±708
Уровень перехода фенольных веществ в сусло от ТЗ ФВ, %: при прессовании целых ягод	<u>12-98</u> 49±23	<u>8-93</u> 28±18
при настаивании мезги в течение 4 ч.	<u>17-90</u> 54±24	<u>13-99</u> 34±19
Показатель монофенолмонооксидазной активности: А <sub>мфмо</sub> × 10 <sup>2</sup> , ед	<u>0,7-26,8</u> 9,6±5,9	<u>1,8-37,5</u> 9,5±5,2
SO <sub>2</sub> -связывающая способность (КС <sub>20</sub> ), мг/дм <sup>3</sup>	<u>39,3-140,7</u> 83,1±31,1	<u>24,6-160,0</u> 78,9±35,8
Массовая концентрация антоцианов, мг/дм <sup>3</sup>	-	<u>53-2879</u> 819±475
Доля легко экстрагируемых антоцианов, %	-	<u>19-83</u> 45±11
титруемых кислот, г/дм <sup>3</sup>	<u>3,0-11,4</u> 6,7±1,5	<u>3,2-11,0</u> 6,5±1,7

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

**Заключение.** По результатам исследований разработаны основные принципы формирования геоинформационной базы данных агроэкологических ресурсов, состава и свойств винограда и вина. Завершен первый этап создания геоинформационной базы данных, которая включает в себя блок табличных данных, пакет цифровых растровых карт агроэкологических ресурсов Крымского полуострова, в том числе и в трёхмерном представлении, и инструменты для анализа данных. База данных содержит сведения о более чем 70 виноградниках.

Разработанная геоинформационная база данных является инструментом для изучения взаимосвязей между агроэкологическими факторами и формированием основных и вторичных метаболитов винограда, обуславливающих качественные показатели виноградарско-винодельческой продукции. Она позволит использовать при анализе корреляции между качественными показателями винограда и параметрами климата не данные ближайшей метеостанции, как в других схожих исследованиях, а уточнённые на основании геоинформационного моделирования значения. Это будет способствовать более точному выявлению характера и степени анализируемых зависимостей.

База данных находится на стадии расширения и дополнения имеющейся информации. Предполагается включение в неё данных по характеристикам урожая с контрольных виноградников, как минимум, ещё за 2-3 ближайших года. Впоследствии накопленный массив информации будет использован для выявления закономерностей, отражающих влияние агроэкологических условий на формирование комплекса основных и вторичных метаболитов винограда (с учетом сортоспецифичности), параметров качества урожая и вин разных типов, а также для выделения объектоориентированных виноградарско-винодельческих терруаров.

#### Литература

1. Влияние агроклиматических факторов на продуктивность винограда в Бахчисарайском районе АР Крым на примере ГП АФ «Магарач»: Тематический сборник / А.М. Авидзба [и др.]. Ялта: НИВиВ «Магарач», 2009. 19 с.
2. Мищенко З.А. Агроклиматология: Киев: КНТ, 2009. 512 с.
3. Рапча М.П. Научные основы ампелозоологической оценки и освоения виноградо-винодельческих центров республики Молдова. Кишинев, 2002. 332 с.
4. 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.
5. Особенности вегетации интродуцированного технического сорта винограда Монарх в стрессовых погодных условиях умеренно континентального климата юга России / М.Д. Ларькина [и др.] // Виноделие и виноградарство. 2019. № 3. С. 4-9.
6. Фурса Д. И., Фурса В. П. Влияние микроклиматических особенностей Южного берега Крыма на специализацию виноградно-винодельческой промышленности // Труды научного центра виноградарства и виноделия. Т. 3. Ялта: НИВиВ «Магарач», 2001. С. 15–21.

7. Downey, M.O., Dokoozlian, N.K., Krstic, M. (2006). Cultural, Practice and Environmental Impacts on the Flavonoid Composition of Grapes and Wine: A Review of Recent Research. *American Journal of Enology and Viticulture*. 57(3), 257-268.

8. Ubalde J.M., Sort X., Poch R.M. and Porta M. Influence of edapho-climatic factors on grape quality in Conca de Barberà Vineyards (Catalonia, Spain). *J. Int. Sci. Vigne Vin*, 2007, 41, n°1, 33-41

9. Маркосов В.А., Агеева Н.М. Биохимия, технология и медико-биологические особенности красных вин. Краснодар: Просвещение-Юг, 2008. 223 с.

10. Van Leeuwen C. and Darriet Ph. The Impact of Climate Change on Viticulture and Wine Quality. *Journal of Wine Economics*, 2016, vol. 11, no. 1, pp.150-167. DOI: <https://doi.org/10.1017/jwe.2015.21>

11. Drappier J., Thibon C., Rabot A., Geny-Denis L. (2017): Relationship between wine composition and temperature: Impact on Bordeaux wine typicity in the context of global warming—Review, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, DOI: 10.1080/10408398.2017.1355776

12. Seguin, B. and Garcia de Cortazar, I. (2005). Climate warming: consequences for viticulture and the notion of 'terroirs' in Europe. *Acta Hortic.* 689, 61-70 DOI: 10.17660/ActaHortic.2005.689.3

13. Панкин М.И., Гугучкина Т.И., Лопатина Л.М. Управление формированием качества продуктов переработки винограда. Краснодар: СКЗНИИСиВ, 2010. 306 с.

14. Иванченко В.И., Березовская С.П., Мельников В.А. Влияние крутизны склона и влагообеспеченности участка на качество и количество урожая сорта Мускат белый в условиях Южного берега Крыма // Магарач. Виноградарство и виноделие. 2016. № 1. С. 10-12.

15. Roujou de Boubée, D. Organoleptic impact of 2-methoxy-3-isobutylpyrazine on red Bordeaux and Loire wines. Effect of environmental conditions on concentrations in grapes during ripening/ D. Roujou de Boubée, C. Van Leeuwen, D. Dubourdieu // *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. – 2000. – V. 48(10). – P. 4830–4834.

16. Mori, K., Goto-Yamamoto, N., Kitayama, M., Hashizume, K. (2007). Loss of anthocyanins in red-wine grape under high temperature. *Journal of Experimental Botany* 58, 1935-1945.

17. Pastore, C., Dal Santo, S., Zenoni, S., Movahed, N., Allegro, G., Valentini, G., Filippetti, I. and Tornielli, G.B. (2017). Whole plant temperature manipulation affects flavonoid metabolism and the transcriptome of grapevine berries. *Front Plant Sci.* 8, 929. doi:10.3389/fpls.2017.00929

18. Исследование влияния климатических факторов на технологические характеристики винограда красных сортов, произрастающих в различных регионах Республики Крым / Е.В. Остроухова [и др.] // Магарач. Виноградарство и виноделие. 2015. № 2. С. 28-31.

19. Levchenko S., Vasylyk I., Volynkin V., Rybachenko N., Vasylyk A. Technochemical evaluation of Crimean autochthonous cultivars Tashly and Shabash clones yield // 4th Balkan Symposium on Fruit Growing. Book of Abstracts Symposium Programme. 2019. С. 55.

20. Виноградарство Крыма / А.П. Дикань [и др.]. Симферополь: Бизнес-Информ, 2001. 408 с.

21. 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.

22. 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.

23. Рыбалко Е.А., Баранова Н.В. Разработка математической модели пространственного распределения морозоопасности на территории Республики Крым применительно к культуре винограда // Системы контроля окружающей среды. 2016. № 6 (26). С. 101-105.

24. Рыбалко Е.А., Баранова Н.В. Исследование тенденций изменения климатических условий в Республике Крым для планирования размещения виноградных насаждений // Системы контроля окружающей среды, №14 (34). Севастополь: ИПТС, 2018. С. 116-121.

25. 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.

26. 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. № 2. С. 120-124.

27. Методы технохимического контроля в виноделии / под ред. В.Г. Гержиковой. 2-е изд. Симферополь: Таврида, 2009. 303 с.

28. Compendium of International Methods of Wine and Must Analysis, (O.I.V., Paris, 2018), 1, 2 <http://www.oiv.int/>

29. Лиховской В.В. Анализ состояния виноградарства Крыма // Напитки. Технологии и инновации. 2015. № 6-7. С. 22-24.

30. Amerine M.A. et A.J. Winkler. Composition and quality of musts and wines of California grapes. *Hilgardia*. 1944. 15(6): 493-673.

31. Huglin P. Nouveau mode d'évaluation des possibilités héliothermiques d'un milieu viticole. *Comptes Rendus de l'Académie de l'Agriculture de France*. 1978. 64: 1117-1126.

32. Jones G.V., M.A. White, O.R. Cooper, et K. Storchmann. Climate change and global wine quality. *Climatic Change*. 2005. 73(3): 319-343.

33. An Extraction Method for Obtaining the Maximum Non-Anthocyanin Phenolics from Grape Berry Skins / Jin Zan-Min, Bi He-Qiong, Liang Na-Na, Duan Chang-Qing // *Analytical Letters*. – 2010. – V. 43, Issue 5. – P. 776–785.

34. Jaitz L., Siegl K., Eder R., et al. LC–MS/MS analysis of phenols for classification of red wine according to geographic origin, grape variety and vintage. *Food Chemistry*, 2010, vol. 122, iss. 1, pp. 366–372. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.02.053>.

35. Huang X.-Y., Jiang Z.-T., Tan J., et al. Geographical Origin Traceability of Red Wines Based on Chemometric Classification via Organic Acid Profiles. *Journal of Food Quality*, 2017, vol. 2017, Article ID 2038073, 7 p. DOI: <https://doi.org/10.1155/2017/2038073>.

36. Gnilomedova N.V., Anikina N.S., and Gerzhikova V.G. Profile of sugars in a grape-wine system as the identifying indicator of the authenticity of wine products. *Foods and Raw Materials*, 2018, vol. 6, no. 1, pp. 191–200. DOI: <https://doi.org/10.21603/2308-4057-2018-1-191-200>.

37. Xie Sh., Lei Y., Wang Y., Wang X. J., Ren R., and Zhang Zh. Influence of continental climates on the volatile profile of Cabernet Sauvignon grapes from five Chinese viticulture regions. *Plant Growth Regulation*, 2019, vol. 87, iss. 1, pp 83–92. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10725-018-0455-8>.

38. Bora F.D., Donici A., Oşlobanu A., et al. Qualitative Assessment of the White Wine Varieties Grown in Dealu Bujorului Vineyard, Romania. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 2016, vol. 44, no. 2, pp. 593–602. DOI: <https://doi.org/10.15835/nbha44210434>.

39. Edlira K., Onejda K., Fatbardha M., and Krenar G. Chemical and Fistic Components of Shesh i Bardhe: Grape Cultivar in Albania. *Journal Agricultural Science and Food Research*, 2017, vol. 8, no. 4, p. 195. Available at: <https://www.longdom.org/open-access/chemical-and-fistic-components-of-shesh-i-bardhe-grape-cultivar-inalbania.pdf>. (accessed 20 April 2019).

40. Фенольные компоненты винограда сорта Каберне-Совиньон винодельческих хозяйств Крыма / Г.П. Зайцев [и др.] / Химия растительного сырья. 2015. № 2. С. 187-193.

41. Разработка системы показателей качества и технологических свойств в цепочке «виноград - сусло - виноматериал – вино», дифференцирующей вина Крыма по географическому происхождению / Е.В. Остроухова [и др.] / Магарач. Виноградарство и виноделие. 2019. Т. 21. № 3 (109). С. 250-255. DOI: 10.35547/ИМ.2019.21.3.012

42. Качество винограда как фактор развития виноделия с географическим статусом / Е.В. Остроухова [и др.] // Магарач. Виноградарство и виноделие. 2018. Т. 20. № 3 (105). С. 77-79.

43. Ostroukhova E.V., Levchenko S.V., Likhovskoi V.V., Volynkin V.A., Peskova I.V., Vasylyk I.A. The dynamics of the phenolic complex of grapes during ripening: comparison of crimean autochthonous and classical cultivars. *Acta Horticulturae*. 2019. Т. 1259. С. 105-113. DOI: 10.17660/ActaHortic.2019.1259.18

### References

1. Vliyanie agroklimaticheskikh faktorov na produktivnost' vinograda v Bahchisarajskom rajone AR Krym na primere GP AF «Magarach»: Tematicheskij sbornik / A.M. Avizba [i dr.]. Yalta: NIViV «Magarach», 2009. 19 s.

2. Mishchenko Z.A. *Agroklimatologiya*: Kiev: KNT, 2009. 512 s.

3. Rapcha M.P. Nauchnye osnovy ampeloekologicheskoy ocenki i osvoeniya vinogrado-vinodel'cheskih centrov respubliky Moldova. Kishinev, 2002. 332 s.

4. 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.

5. Osobennosti vegetacii introducirovannogo tekhnicheskogo sorta vinograda Monarh v stressovyh pogodnyh usloviyah umerenno kontinental'nogo klimata yuga Rossii / M.D. Lar'kina [i dr.] // *Vinodelie i vinogradarstvo*. 2019. № 3. S. 4-9.

6. Fursa D.I., Fursa V.P. Vliyanie mikroklimaticheskikh osobennostej Yuzhnogo berega Kryma na specializaciyu vinogradno-vinodel'cheskoj promyshlennosti // *Trudy nauchnogo centra vinogradarstva i vinodeliya*. Т. 3. Yalta: NIViV «Magarach», 2001. S. 15-21.

7. Downey, M.O., Dokoozlian, N.K., Krstic, M. (2006). Cultural, Practice and Environmental Impacts on the Flavonoid Composition of Grapes and Wine: A Review of Recent Research. *American Journal of Enology and Viticulture*. 57(3), 257-268.

8. Ubalde J.M., Sort X., Poch R.M. and Porta M. Influence of edapho-climatic factors on grape quality in Conca de Barberà Vineyards (Catalonia, Spain). *J. Int. Sci. Vigne Vin*, 2007, 41, n°1, 33-41

9. Markosov V.A., Ageeva N.M. *Biohimiya, tekhnologiya i mediko-biologicheskie osobennosti krasnyh vin*. Krasnodar: Prosveshchenie-Yug, 2008. 223 s.

10. Van Leeuwen C. and Darriet Ph. The Impact of Climate Change on Viticulture and Wine Quality. *Journal of Wine Economics*, 2016, vol. 11, no. 1, pp.150–167. DOI: <https://doi.org/10.1017/jwe.2015.21>

11. Drappier J., Thibon C., Rabot A., Geny-Denis L. (2017): Relation-ship between wine composition and temperature: Impact on Bordeaux wine typicity in the context of global warming—Review, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, DOI: 10.1080/10408398.2017.1355776

12. Seguin, B. and Garcia de Cortazar, I. (2005). Climate warming: consequences for viticulture and the notion of 'terroirs' in Europe. *Acta Hortic*. 689, 61-70 DOI: 10.17660/ActaHortic.2005.689.3

13. Pankin M.I., Guguchkina T.I., Lopatina L.M. *Upravlenie formirovaniem kachestva produktov pererabotki vinograda*. Krasnodar: SKZNIISiV, 2010. 306 s.

14. Ivanchenko V.I., Berezovskaya S.P., Mel'nikov V.A. Vliyanie krutizny sklona i vlagoobespechennosti uchastka na kachestvo i kolichestvo urozhaya sorta Muskat belyj v usloviyah Yuzhnogo berega Kryma // *Magarach. Vinogradarstvo i vinodelie*. 2016. № 1. S. 10-12.
15. Roujou de Boubee, D. Organoleptic impact of 2-methoxy-3-isobutylpyrazine on red Bordeaux and Loire wines. Effect of environmental conditions on concentrations in grapes during ripening/ D. Roujou de Boubee, C. Van Leeuwen, D. Dubourdieu // *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. – 2000. – V. 48(10). – P. 4830–4834.
16. Mori, K., Goto-Yamamoto, N., Kitayama, M., Hashizume, K. (2007). Loss of anthocyanins in red-wine grape under high temperature. *Journal of Experimental Botany* 58, 1935-1945.
17. Pastore, C., Dal Santo, S., Zenoni, S., Movahed, N., Allegro, G., Valentini, G., Filippetti, I. and Tornielli, GB. (2017). Whole plant temperature manipulation affects flavonoid metabolism and the transcriptome of grapevine berries. *Front Plant Sci.* 8, 929. doi:10.3389/fpls.2017.00929
18. Issledovanie vliyanie klimaticheskih faktorov na tekhnologicheskie harakteristiki vinograda krasnyh sortov, proizrastayushchih v razlichnyh regionah Respubliki Krym / E.V. Ostrouhova [i dr.] // *Magarach. Vinogradarstvo i vinodelie*. 2015. № 2. S. 28-31.
19. Levchenko S., Vasylyk I., Volynkin V., Rybachenko N., Vasylyk A. Technochemical evaluation of crimean autochthonous cultivars Tashly and Shabash protoclones yield // 4th Balkan Symposium on Fruit Growing. Book of Abstracts Symposium Programme. 2019. S. 55.
20. *Vinogradarstvo Kryma / A.P. Dikan' [i dr.]. Simferopol': Biznes-Inform*, 2001. 408 s.
21. Rybalko E.A. Adaptaciya matematicheskoy 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.
22. Rybalko E.A., Baranova N.V., Tvardovskaya L.B. Razrabotka krupnomasshtabnoj kartograficheskoy modeli prostranstvennogo ras-predeleniya 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.
23. Rybalko E.A., Baranova N.V. Razrabotka matematicheskoy modeli prostranstvennogo raspredeleniya morozoopasnosti na territorii Respubliki Krym primenitel'no k kul'ture vinograda // *Sistemy kontrolya okruzhayushchej sredy*. 2016. № 6 (26). S. 101-105.
24. Rybalko E.A., Baranova N.V. Issledovanie tendencij izmeneniya klimaticheskih uslovij v Respublike Krym dlya planirovaniya razmeshcheniya vinogradnyh nasazhdenij // *Sistemy kontrolya okruzhayushchej sredy*, №14 (34). Sevastopol': IPTS, 2018. S. 116-121.
25. 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.
26. Rybalko E.A., Baranova N.V., Borisova V.Yu. Issledovanie zakonomernostej prostranstvennogo var'irovaniya srednej temperatury vozduha za vegetacionnyj period na territorii Krymskogo poluostrova // *Magarach. Vinogradarstvo i vinodelie*, 2020. № 2. S. 120-124.
27. *Metody tekhnicheskogo kontrolya v vinodelii / pod red. V. G. Gerzhikovej*. 2-e izd. Simferopol': Tavrida, 2009. 303 s.
28. *Compendium of International Methods of Wine and Must Analysis*, (O.I.V., Paris, 2018), 1, 2 <http://www.oiv.int/>
29. Lihovskoj V.V. Analiz sostoyaniya vinogradarstva Kryma // *Napitki. Tekhnologii i innovacii*. 2015. № 6-7. S. 22-24.

30. Amerine M.A. et A.J. Winkler. Composition and quality of musts and wines of California grapes. *Hilgardia*. 1944. 15(6): 493-673.
31. Huglin P. Nouveau mode d'évaluation des possibilités héliothermiques d'un milieu viticole. *Comptes Rendus de l'Académie de l'Agriculture de France*. 1978. 64: 1117-1126.
32. Jones G.V., M.A. White, O.R. Cooper, et K. Storchmann. Climate change and global wine quality. *Climatic Change*. 2005. 73(3): 319-343.
33. An Extraction Method for Obtaining the Maximum Non-Anthocyanin Phenolics from Grape Berry Skins / Jin Zan-Min, Bi He-Qiong, Liang Na-Na, Duan Chang-Qing // *Analytical Letters*. – 2010. – V. 43, Issue 5. – P. 776–785.
34. Jaitz L., Siegl K., Eder R., et al. LC–MS/MS analysis of phenols for classification of red wine according to geographic origin, grape variety and vintage. *Food Chemistry*, 2010, vol. 122, iss. 1, pp. 366–372. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.02.053>.
35. Huang X.-Y., Jiang Z.-T., Tan J., et al. Geographical Origin Trace-ability of Red Wines Based on Chemometric Classification via Organic Acid Profiles. *Journal of Food Quality*, 2017, vol. 2017, Article ID 2038073, 7 p. DOI: <https://doi.org/10.1155/2017/2038073>.
36. Gnilomedova N.V., Anikina N.S., and Gerzhikova V.G. Profile of sugars in a grape-wine system as the identifying indicator of the authenticity of wine products. *Foods and Raw Materials*, 2018, vol. 6, no. 1, pp. 191–200. DOI: <https://doi.org/10.21603/2308-4057-2018-1-191-200>.
37. Xie Sh., Lei Y., Wang Y., Wang X. J., Ren R., and Zhang Zh. In-fluence of continental climates on the volatile profile of Cabernet Sauvignon grapes from five Chinese viticulture regions. *Plant Growth Regulation*, 2019, vol. 87, iss. 1, pp 83–92. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10725-018-0455-8>.
38. Bora F.D., Donici A., Oşlobanu A., et al. Qualitative Assessment of the White Wine Varieties Grown in Dealu Bujorului Vineyard, Romania. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 2016, vol. 44, no. 2, pp. 593–602. DOI: <https://doi.org/10.15835/nbha44210434>.
39. Edlira K., Onejda K., Fatbardha M., and Krenar G. Chemical and Fistic Components of Shesh i Bardhe: Grape Cultivar in Albania. *Journal Agricultural Science and Food Research*, 2017, vol. 8, no. 4, p. 195. Available at: <https://www.longdom.org/open-access/chemical-and-fistic-components-of-shesh-i-bardhe-grape-cultivar-in-albania.pdf>. (accessed 20 April 2019).
40. Fenol'nye komponenty vinograda sorta Kaberne-Sovin'on vinodel'cheskih hoz'yajstv Kryma / G.P. Zajcev [i dr.] / Himiya rastitel'nogo syr'ya. 2015. № 2. S. 187-193.
41. Razrabotka sistemy pokazatelej kachestva i tekhnologicheskikh svojstv v cepochke «vinograd - suslo - vinomaterial – vino», differenciruyushchej vina Kryma po geograficheskomu proiskhozhdeniyu / E.V. Ostrouhova [i dr.] / *Magarach. Vinogradarstvo i vinodelie*. 2019. T. 21. № 3 (109). S. 250-255. DOI: 10.35547/IM.2019.21.3.012
42. Kachestvo vinograda kak faktor razvitiya vinodeliya s geograficheskim statusom / E.V. Ostrouhova [i dr.] // *Magarach. Vinogradarstvo i vinodelie*. 2018. T. 20. № 3 (105). S. 77-79.
43. Ostroukhova E.V., Levchenko S.V., Likhovskoi V.V., Volynkin V.A., Peskova I.V., Vasylyk I.A. The dynamics of the phenolic complex of grapes during ripening: comparison of crimean autochthonous and classical cultivars. *Acta Horticulturae*. 2019. T. 1259. S. 105-113. DOI: 10.17660/ActaHortic.2019.1259.18