

## ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ В ВИНОГРАДАРСТВЕ

УДК 634.8; 631.961; 631.547

### ВЛИЯНИЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ И ФЕНОЛОГИЮ ВИНОГРАДА

### INFLUENCE OF CLIMATIC CHANGE ON GRAPEVINE'S PRODUCTIVITY AND PHENOLOGY

*Г.Ю. Алейникова, В.С. Петров*

*G.Y. Aleynikova, V.S. Petrov*

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия», Краснодар, Россия, e-mail: gala.aleynikova@gmail.com

Federal State Budget Scientific Institution «North Caucasian Federal Scientific Center of Horticulture, Viticulture, Wine-making», Krasnodar, Russian Federation, e-mail: gala.aleynikova@gmail.com

**Аннотация.** Отрасль сельского хозяйства, и виноградарство в том числе, в наибольшей степени подвержена изменению климата. В связи с этим возникает необходимость изучения влияния локальных изменений климата на виноградное растение. Установлено, что в черноморской агроэкологической зоне происходят локальные изменения температурных параметров в направлении повышения контрастности (континентальности) климата, а также снижение обеспечения территории осадками в период роста и созревания ягод винограда. Высокие максимальные температуры в период роста и созревания ягод в комплексе с недостаточной увлажненностью почвы являются стрессовыми для винограда и, в свою очередь, снижают устойчивость растений к низким температурам зимнего периода. Локальные изменения климата сопровождаются повышением продуктивности насаждений, несмотря на общую тенденцию снижения абсолютной минимальной температуры воздуха в период покоя. При анализе дат наступления фенологических фаз установлено, что в западноевропейской эколого-географической группе как технических, так и столовых сортов винограда произошло сокращение длительности периода от распускания почек до начала цветения

**Summary.** The agricultural sector is most affected by climate change, including viticulture. In this regard, there is a need to study the influence of local climate changes on the grapevine plant. It has been established that in the Black Sea agroecological zone there are local changes in temperature parameters in the direction of increasing contrast (continentality) of the climate, as well as a decrease in the provision of territory with precipitation during the period of growth and ripening of grape berries. High maximum temperatures during the period of growth and ripening of berries in combination with insufficient moisture in the soil are stressful for grapes and, in turn, reduce the resistance of plants to low winter temperatures. Local climate changes are accompanied by an increase in planting productivity, despite the general tendency to decrease the absolute minimum air temperature during the rest period. When analyzing the dates of the onset of phenological phases, it was found that in the Western European ecological and geographical group of both technical and table grape varieties, there was a reduction in the length of time from bud budding to flowering in technical varieties by 9 days, in table by 2 days. Also, the period from the beginning of flowering to the start of ripening was reduced by 3 days for technical and 6 days for table

у технических сортов на 9 дней, у столовых на 2 дня. Также сократился период от начала цветения до начала созревания на 3 дня у технических и 6 дней у столовых сортов. Аналогичная тенденция и у технических сортов восточной эколого-географической группы и у сорта Пухляковский, относящегося к сортам побережья Черного моря.

**Ключевые слова:** изменение климата, виноград, фенология, продуктивность

varieties. A similar trend is observed in technical varieties of the eastern ecological-geographical group and in the variety Pukhlyakovsky, belonging to varieties of the Black Sea coast.

**Keywords:** climate change, grapevine plant, phenology, productivity

**DOI:** 10.32904/2412-9836-2020-11-81-91

**Введение.** В настоящее время в ряд первоначально важных вышла проблема влияния изменения климата на различные компоненты природной среды. В докладе межправительственной группы экспертов по изменению климата говорится о том, что потепление климатической системы является неоспоримым фактом, и, начиная с 1950-х годов, многие наблюдаемые изменения являются беспрецедентными в масштабах от десятилетий до тысячелетий. Каждое из трех последних десятилетий характеризовалось более высокой температурой у поверхности Земли по сравнению с любым предыдущим десятилетием начиная с 1950 г. [1].

Изменения климата обусловлено различными факторами [2]. Ученые многих стран в настоящее время занимаются вопросами колебаний и изменений климата, в том числе в рамках крупных международных проектов и национальных программ [3–4].

Изменения климата часто оцениваются на основании математических моделей, но наиболее достоверно они могут быть определены по данным инструментальных наблюдений на сети гидрометеорологических станций. В этой связи, нами была создана база данных «Агроклиматические показатели агротерритории Краснодарского края за 1989–2018 годы для выявления оптимальных агроэкологических условий рационального размещения виноградных насаждений», которая стала основой для анализа тенденций локальных изменений основных климатических факторов, влияющих на виноградное растение [5].

В связи с изменениями климата возникает необходимость изучить адаптационные возможности виноградного растения к меняющимся условиям произрастания [6–10]. Несмотря на то, что виноградное растение обладает высокой способностью онтогенетической адаптации к условиям внешней среды, экологической пластичностью,

наиболее полная реализация генетического потенциала продуктивности, физиологической продолжительности жизни осуществляется в условиях, максимально соответствующим потребностям растения, выработанным в процессе филогенеза. Обычно виноградное растение адаптируется к климатическим условиям, но как минимальные, так и максимальные крайности могут оказывать негативное воздействие. Меняющиеся климатические условия влияют на физиологию, продуктивность и фенологический цикл.

Два региона – Краснодарский край и Республика Дагестан обеспечивают около 80% урожая отечественного винограда, занимая 30 и 25% от площади всех промышленных насаждений России соответственно [11]. Виноградарство Краснодарского края характеризуется как высокоинтенсивное, динамично развивающееся. Наблюдается устойчивая тенденция увеличения урожайности и валового производства винограда. В связи с чем, изучение влияния локального изменения климата в Краснодарском крае на фенологию и продуктивность винограда является актуальным направлением исследований.

Цель работы – изучить происходящие климатические изменения в зонах промышленного виноградарства Краснодарского края и установить их влияние на фенологический цикл и продуктивность винограда.

**Объекты и методы исследований.** Объектами исследований являлись: сорта винограда Сильванер, Пино гри, Алиготе, Совиньон, Каберне-Совиньон, Клерет белый, Мурведр, Мускат гамбургский, Тербаш, Пухляковский, Мадлен Анджевин, Португизер и Шасла белая, произрастающие на Анапской ампелографической коллекции; агроклиматические показатели места произрастания винограда за период 1977–2017 гг. (метеостанция г. Анапа). Из литературных источников [12] были взяты ретроспективные даты наступления основных фенологических фаз исследуемых сортов, произраставших в г. Анапа в 1927–1950 гг. и сопоставлены с имеющимися наблюдениями за теми же сортами, произрастающими в Анапской ампелографической коллекции в период 2007–2015 гг.

В работе были применены эмпирические (эксперимент, наблюдение, описание) и теоретические (анализ, синтез, обобщение, индукция и др.) методы исследований. Для изучения влияния локального изменения климата на фенологию винограда применяли ампелоэкологические методы исследований, а также метод фенологических на-

блюдений [13].

Для установления динамики климатических показателей нами был взят временной период с 1977 по 2017 годы.

Почвы Анапской опытной станции (1927–1950 гг.) и Анапской ампелографической коллекции (2007–2015 гг.) в основном представлены западно-предкавказскими выщелоченными черноземами на лесовидных суглинках. Рельеф в зоне представляет собой сочетание идущих в северо-западном направлении параллельных гряд и хребтов, разделенных продольными межгорными долинами [14, 15]. Культура винограда не укрывная, богарная. Система ведения на вертикальной шпалере.

**Обсуждение результатов.** Для установления тенденций локального изменения климата в Черноморской агроэкологической зоне виноградарства Краснодарского края был проведен анализ метеорологических данных температурного режима и влагообеспеченности за период с 1977 по 2017 годы.

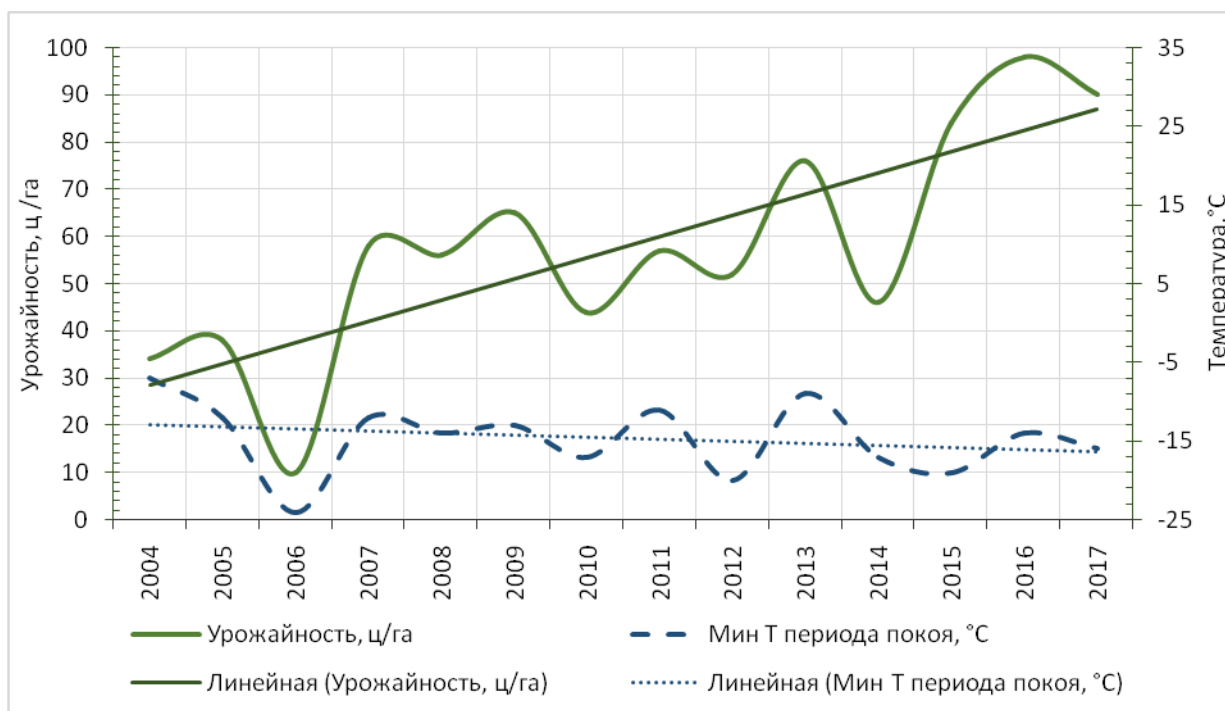
По многолетним данным метеостанции г. Анапы среднесуточная температура воздуха за год составляет 12,6 °С, во время активной вегетации (май – сентябрь) она равна 20,6 °С. В период вынужденного покоя виноградной лозы (январь – февраль) среднесуточная температура воздуха соответствует 2,77 °С. Минимальная температура в период зимовки винограда опускается до -24 °С, максимальная во время вегетации достигает 38° С. В динамике умеренно континентальный климат характеризуется локальными изменениями, частыми аномальными проявлениями в форме низкотемпературных и водных стрессов. За последние 40 лет среднегодовая температура воздуха увеличилась на 1,9 °С, максимальная – на 4,2°С, минимальная – напротив снизилась на 2,2 С. Увеличилась повторяемость стрессовых отрицательных температур воздуха в зимний период. Если в период с 1977 по 1996 годы минимальная температура ниже -18 °С опускалась один раз, то с 1997 по 2017 годы – пять раз.

Анализ данных метеостанции г. Анапа с 1977 года по обеспеченности осадками показал тенденцию повышения годового количества осадков на 80 мм. Наряду с этим отмечается снижение суммы осадков за период роста и созревания ягод (II июня – III августа) на 30 мм, что составляет 30% от среднего количества осадков, выпадавших в этот период (1977 по 2017 г.).

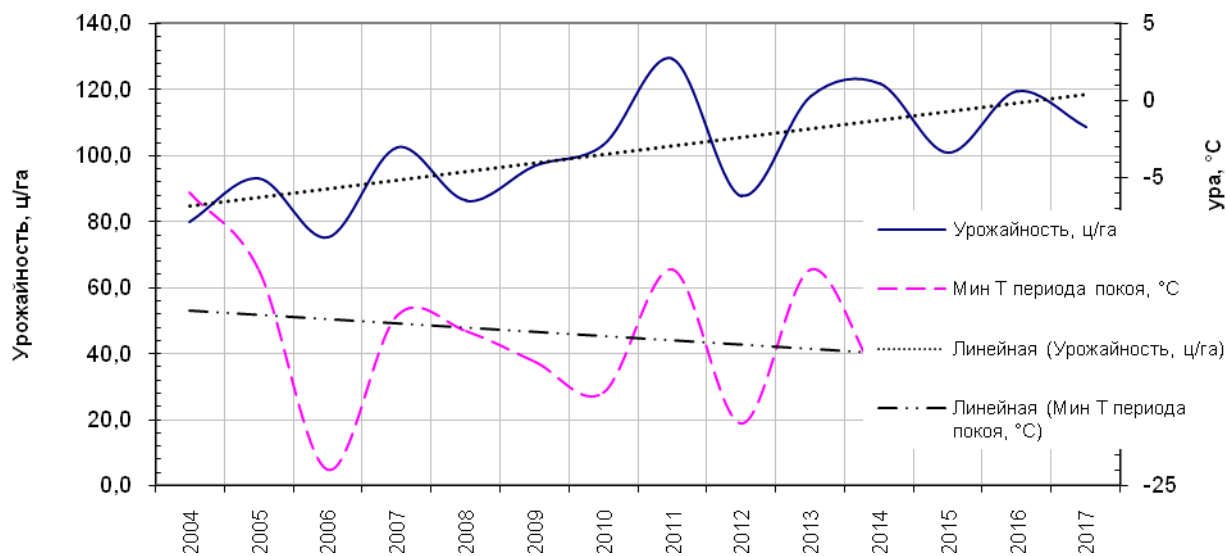
В связи с локальным повышением среднесуточных температур

воздуха отмечается смещение наступления биологического нуля ( $>10\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) на 3–4 дня, а оптимальные условия для начала цветения винограда (среднесуточная температура воздуха  $20\text{--}25\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) сдвигаются на 13–14 дней. Учитывая, что все сорта *V. vinifera* цветут в течение 6–7 дней (максимум 10 дней), можно говорить о том, что в настоящее время начало роста ягод смещено на более ранние сроки по сравнению с началом анализируемого периода.

В связи с изменениями и более ранними сроками наступления вегетационного периода у винограда возрастает вероятность повреждения насаждений весенними заморозками. Также возрастает вероятность влияния возвратных низких температур на сдерживание весенней додифференциации эмбриональных соцветий в зимующих глазках. Это приводит к уменьшению размера ягод и ухудшению выполненности соцветий и, как следствие, к снижению урожайности насаждений (например, 2017 год). Наблюдается усиление зависимости продуктивности винограда по годам от колебаний минимальных температур воздуха в период зимовки винограда (рисунки 1–2).



**Рисунок 1.** Урожайность и минимальная температура воздуха зимой, Анапа, 2004–2017 гг.

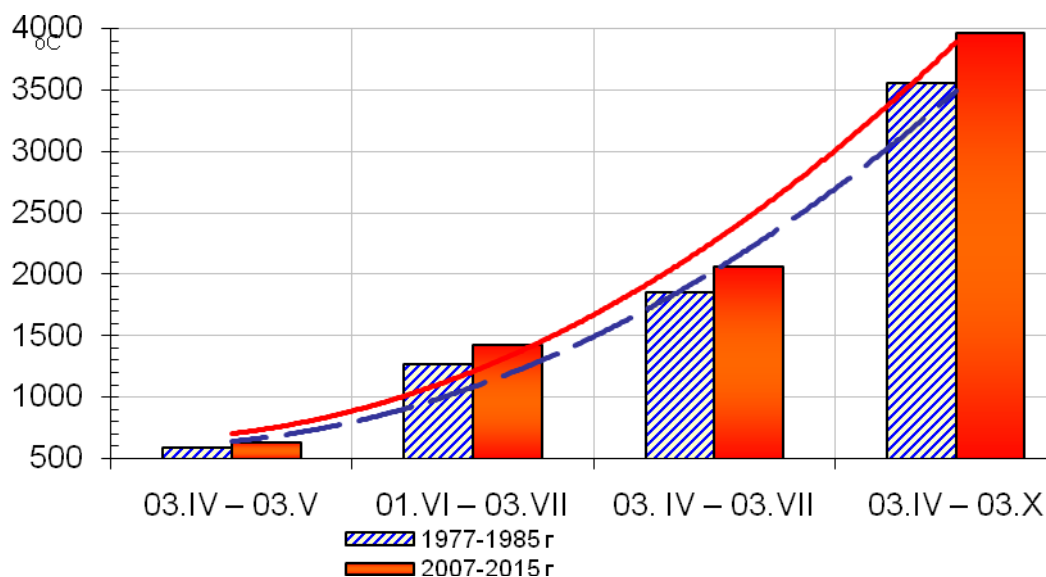


**Рисунок 2.** Урожайность и минимальная температура воздуха зимой, Темрюк, 2004–2017 г.

Локальное изменение климата в сторону повышения среднесуточных температур воздуха в период вегетации в динамике сопровождается повышением продуктивности насаждений, несмотря на общую тенденцию снижения абсолютной минимальной температуры воздуха в период покоя.

Изменяющиеся климатические условия в первую очередь влияют на физиологию растения, его фенологический цикл и как следствие продуктивность. В связи с чем, нами было изучено изменение продолжительности фенологических фаз сортов винограда различных эколого-географических групп в динамике в условиях произрастания г.-к. Анапа.

Из литературных источников [12] были взяты даты наступления основных фаз вегетации винограда 13 технических и столовых сортов, произраставших в г. Анапа, за период 1938–1952 гг. и сопоставлены с имеющимися наблюдениями за теми же сортами в период 2007–2015 гг. Так как не удалось найти данные метеорологических наблюдений за 1938–1952 годы, нами были взяты имеющиеся наиболее ранние показания метеостанции по г.-к. Анапа (1977–1985 гг.) для анализа динамики агроклиматических параметров (рисунок 3).



**Рисунок 3.** Сравнительная динамика накопления суммы активных температур, Анапа

Рост и развитие виноградного растения, переход его от одной фазы вегетации к другой в основном регулируется тепловым состоянием воздуха и накоплением активного тепла. Таким показателем является сумма активных температур (выше +10°C). Как видно на рисунке 5, в период наблюдений 2007–2015 гг. накопление суммы активных температур происходило более интенсивно, чем в период 1977–1985 гг. Разница по фазам вегетации достигала 8–12 %. Таким образом можно предположить, что более раннее накопление необходимого тепла для перехода к следующей фазе вегетации может обуславливать смещение фенологических дат наступления этих фаз.

При анализе фенологических данных за 1927–1952 годы [12] и наблюдений за сортами винограда в 2007–2015 годах (г.-к. Анапа) установлено, что в настоящее время в западно-европейской эколого-географической группе как технических, так и столовых сортов винограда, отмечается дата распускания почек на 2 дня позже, чем в 1938–1941 годах, а начало цветения – на 7 дней раньше (таблица).

Произошло сокращение периода от распускания почек до начала цветения у технических сортов на 9 дней, у столовых на 2 дня. Также сократился период от начала цветения до начала созревания на 3 дня у технических и 6 дней у столовых сортов.

Аналогичная тенденция и у технических сортов восточной эколого-географической группы и у сорта Пухляковский, относящегося к сортам побережья Черного моря.

**Таблица.** Даты начала фенологических фаз сортов винограда различных эколого-географических групп, Анапа

Сорт	Периоды наблюдений	Даты фазы вегетации			Период вегетации
		распускание почек	начало цветения	начало созревания	
<b>ТЕХНИЧЕСКИЕ СОРТА</b>					
Западноевропейская эколого-географическая группа сортов					
Сильванер	1938–1941	18 апреля	12 июня	11 августа	115
	2007–2015	24 апреля	5 июня	30 июля	97
Пино гри	1945–1950	21 апреля	4 июня	2 августа	103
	2007–2015	20 апреля	3 июня	31 июля	102
Алиготе	1938–1941	13 апреля	2 июня	7 августа	116
	2007–2015	20 апреля	4 июня	6 августа	108
Совиньон	1938–1941	18 апреля	9 июня	8 августа	112
	2007–2015	22 апреля	2 июня	2 августа	102
Каберне-Совиньон	1938–1941	20 апреля	9 июня	9 августа	111
	2007–2015	22 апреля	4 июня	6 августа	106
Клерет белый	1927–1934	27 апреля	12 июня	18 августа	113
	2007–2015	22 апреля	3 июня	3 августа	103
Мурведр	1941	20 апреля	19 июня	21 августа	123
	2007–2015	23 апреля	3 июня	29 июля	97
<b>Среднее за 1927–1950 гг</b>		<b>20 апреля</b>	<b>10 июня</b>	<b>11 августа</b>	<b>113</b>
<b>Среднее за 2007–2015 гг</b>		<b>22 апреля</b>	<b>3 июня</b>	<b>1 августа</b>	<b>101</b>
Восточная эколого-географическая группа сортов					
Мускат гамбургский	1938–1941	20 апреля	9 июня	13 августа	115
	2007–2015	23 апреля	5 июня	3 августа	102
Тербаш	1948–1952	18 апреля	13 июня	10 августа	114
	2007–2015	21 апреля	6 июня	1 августа	102
<b>Среднее за 1938–1952 гг</b>		<b>19 апреля</b>	<b>11 июня</b>	<b>12 августа</b>	<b>115</b>
<b>Среднее за 2007–2015 гг</b>		<b>22 апреля</b>	<b>6 июня</b>	<b>2 августа</b>	<b>102</b>
Сорта побережья Чёрного моря					
Пухляковский	1941	11 апреля	8 июня	7 августа	118
	2007-2015	25 апреля	6 июня	31 июля	97
<b>СТОЛОВЫЕ СОРТА</b>					
Западно-европейская эколого-географическая группа сортов					
Мадлен Анжевин	1938–1941	21 апреля	6 июня	21 июля	91
	2007–2015	16 апреля	2 июня	11 июля	86
Португизер	1939–1941	15 апреля	4 июня	1 августа	108
	2007–2015	21 апреля	5 июня	27 июля	97
<b>Среднее за 1938–1941гг</b>		<b>18 апреля</b>	<b>5 июня</b>	<b>26 июля</b>	<b>99</b>
<b>Среднее за 2007–2015 гг</b>		<b>19 апреля</b>	<b>4 июня</b>	<b>19 июля</b>	<b>91</b>
Восточная эколого-географическая группа сортов					
Шасла белая	1949-1952	24 апреля	6 июня	13 августа	111
	2007-2015	18 апреля	3 июня	25 июля	98



Технические сорта восточной эколого-географической группы (Мускат Гамбургский и Тербаш) на изменение климата отреагировали аналогично западноевропейским сортам: распускание почек в 2007–2015 г. наступило позже на 3 дня, а цветение и начало созревания – раньше на 4–7 и 9–10 дней соответственно.

Столовый сорт винограда Шасла белая, относящийся к восточной эколого-географической группе сортов, несмотря на более раннее распускание почек в период 2007–2015 г. имел период от распускания почек до начала цветения длиннее на 3 дня, чем в 1949–1952 г., а период от начала цветения до начала созревания – короче на 16 дней.

При рассмотрении сортов западноевропейской эколого-географической группы (Сильванер, Пино гри, Алиготе, Совиньон, Каберне-Совиньон, Клерет белый, Мурведр, Мадлен Анджеви и Португизер), восточной эколого-географической группы (Мускат Гамбургский, Тербаш и Шасла белая) и побережья Черного моря (Пухляковский) отмечена тенденция сокращения периода от распускания почек до начала созревания винограда на срок от 5 до 26 дней. Обращает на себя внимание сорт Пино гри – по данным фенологических наблюдений даты наступления основных периодов вегетации в периоды 1945–1950 гг. и 2007–2015 гг. значительно не отличаются, длительность периодов сохранилась, несмотря на изменение погодноклиматических условий места произрастания.

**Выводы.** В результате проведенной работы определены тенденции изменения основных климатических факторов, влияющих на виноградное растение. Установлено, что в Черноморской агроэкологической зоне происходят локальные изменения температурных параметров в направлении повышения контрастности (континентальности) климата, а также снижение обеспечения территории осадками в период роста и созревания ягод винограда. Высокие максимальные температуры в период роста и созревания ягод в комплексе с недостаточной увлажненностью почвы являются стрессовыми для винограда и, в свою очередь, снижают устойчивость растений к низким температурам зимнего периода. Также было установлено, что увеличилась повторяемость стрессовых отрицательных температур воздуха в зимний период. Так, в период с 1977 по 1996 годы минимальная температура ниже  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$  в Анапе и  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  в Темрюке опускалась всего один раз, а в период с 1997 по 2017 годы – пять раз. Все это оказывает влияние на продуктивность насаждений винограда, приводит к повы-

шению себестоимости продукции в виду дополнительных затрат на агротехнические мероприятия по нивелированию негативных последствий температурных и водных стрессов.

При анализе фенологического цикла установлено, что в западно-европейской эколого-географической группе как технических, так и столовых сортов винограда произошло сокращение длительности периода от распускания почек до начала цветения у технических сортов на 9 дней, у столовых на 2 дня. Также сократился период от начала цветения до начала созревания на 3 дня у технических и 6 дней у столовых сортов. Аналогичная тенденция и у технических сортов восточной эколого-географической группы и у сорта Пухляковский, относящегося к сортам побережья Черного моря. Обращает на себя внимание сорт Пино гри – по данным фенологических наблюдений даты наступления основных фаз вегетации в периоды 1945–1950 гг. и 2007–2015 гг. значительно не отличаются, длительность периодов сохранилась, несмотря на изменение погодно-климатических условий места произрастания.

Выявлена тенденция сокращения периода от распускания почек до начала созревания винограда на срок от 5 до 26 дней у сортов западноевропейской эколого-географической группы (Сильванер (18), Пино гри (1), Алиготе (8), Совиньон (10), Каберне-Совиньон (5), Клерет белый (10), Мурведр (26), Мадлен Анджеви (5) и Португизер (11)), восточной эколого-географической группы (Мускат Гамбургский (13), Тербаш (12) и Шасла белая(13)) и побережья Черного моря (Пухляковский (21)).

### Литература

1. Изменение климата, 2013 г. Физическая научная основа. Вклад Рабочей группы I в Пятый доклад об оценке Межправительственной группы экспертов по изменению климата / Межправительственная группа экспертов по изменению климата, 2013
2. Монин А.С., Сонечкин Д.М. Колебания климата по данным наблюдений: тройной солнечный и другие циклы. – М., 2005
3. Логинов В.Ф. Изменения климата в Беларуси и их последствия для ключевых ситуаций экономики (сельское и водное хозяйство). – Минск: РУП «БелНИЦэкология», 2010. – 151 с.
4. Изменения температуры в тропо-стратосфере Северного полушария во второй половине XX столетия / Ю.П.Переведенцев, М.А. Верещагин и др. // Мировой океан, водоемы суши и климат: Тр. XII съезда Русского геогр. об-ва. СПб., 2005. –Т.5. – С. 361–365.
5. Алейникова Г.Ю., Петров В.С., Мarmorштейн А.А. База данных «Агроклиматические показатели агротерритории Краснодарского края за 1989–2018 годы для вы-

явления оптимальных агроэкологических условий рационального размещения виноградных насаждений» Св-во №2020620453 от 11 марта 2020 г.

6. C. van Leeuwen, Terroir: the effect of the physical environment on vine growth, grape ripening and wine sensory attributes/Managing Wine Quality Viticulture and Wine Quality, 2010. – P. 273–315

7. Ramón Mira de Orduña, Climate change associated effects on grape and wine quality and production. Food Research International Volume 43. – Issue 7, August 2010. – P. 1844–1855

8. José Mariano Escalona Responses of leaf night transpiration to drought stress in *Vitis vinifera* L. / Sigfredo Fuentes, Magdalena Tomás, Sebastià Martorell, Jaume Flexas, Hipólito Medrano // Agricultural Water Management – Volume 118, February. – 2013. – P. 50–58

9. Drought-induced changes in development and function of grapevine (*Vitis* spp.) organs and in their hydraulic and non-hydraulic interactions at the whole-plant level: a physiological and molecular update / C. Lovisolo, I. Perrone, A. Carra, A. Ferrandino, J. Flexas, H. Medrano, A. Schubert // Funct. Plant Biol. – 2010. – 37. – P. 98–116.

10. Two-dimensional correlation analysis of the effect of temperature on the fingerprint of wines analysed by mass spectrometry electronic nose / D. Cozzolino, W. Cynkar, R. Damberg, P. Smith // Sensors and Actuators B: Chemical. – 2010. – Т. 145. – № 2. – P. 628–634.

11. Виноградарство / под ред. А.К. Раджабова– М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2017. – 500 с.

12. Ампелография СССР / под ред. А. М. Фролова-Багреева. – М.: Пищепромиздат, 1956.– Т.2. – С. 72; –Т.3. – С. 70, С. 257; –Т.4 С. 139; –Т. 5 С. 36, С. 339, С. 353

13. Методическое и аналитическое обеспечение организации и проведения исследований по технологии производства винограда.– Краснодар: ГНУ СКЗНИИСиВ, 2010.–182 с.

14. Асриев Э. Агрехимическая характеристика основных почв анапского района / Сборник материалов Анапской опытной станции к научно-производственной конференции. – Анапа, 1967.– С. 7–19

15. Анапская ампелографическая коллекция. – Краснодар: ГНУ Северо-Кавказский зональный НИИ садоводства и виноградарства, 2009.– 215с.