

ТЕНДЕНЦИИ ЛОКАЛЬНОГО ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ И ФЕНОЛОГИЮ ВИНОГРАДА

Алейникова Г.Ю., канд. с.-х. наук, Петров В.С., д-р с.-х. наук,
Соколова В.В., канд. с.-х. наук

*Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Северо-Кавказский
федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия»
(Краснодар)*

Реферат. Показаны тенденции локальных изменений климатических условий в районах основных промышленного виноградарства Краснодарского края. Установлено влияние происходящих изменений на фенологический цикл виноградного растения и продуктивность промышленных насаждений.

Ключевые слова: изменение климата, виноград, фенология, продуктивность

Summary. The trends of local changes in climatic conditions in the main industrial areas of viticulture of the Krasnodar Region are shown. The influence the changes the phenological cycle of the grape plant and the productivity of industrial plantations was established.

Key words: climate change, grape plant, phenology, productivity

Введение. Проблема современных изменений климата и их влияния на различные компоненты природной среды выдвинулась в ряд первостепенно важных. Согласно докладу межправительственной группы экспертов по изменению климата потепление климатической системы является неоспоримым фактом, и, начиная с 1950-х годов, многие наблюдаемые изменения являются беспрецедентными в масштабах от десятилетий до тысячелетий. Произошло потепление атмосферы и океана, запасы снега и льда сократились, уровень моря повысился, концентрации парниковых газов возросли. Каждое из трех последних десятилетий характеризовалось более высокой температурой у поверхности Земли по сравнению с любым предыдущим десятилетием начиная с 1950 года. [1].

Изменения климата обусловлены как естественными факторами (форма орбиты вращения земли вокруг солнца, наклон земной оси, изменение ориентации земной оси и др.), так и возрастающим влиянием хозяйственной деятельности человека (техногенные выбросы парниковых газов, степень нарушенности территории и др.) [2]. В настоящее время вопросами колебаний и изменений климата занимаются многие отдельные исследователи и целые коллективы учёных, в том числе в рамках крупных международных проектов и национальных программ [3-4].

Зачастую изменения климата оцениваются на основании моделей, но наиболее достоверно изменения могут быть определены по данным инструментальных наблюдений на сети гидрометеорологических станций. В связи с этим, нами была создана база данных «База агроклиматических показателей мест произрастания винограда на территории Краснодарского края за период 1977-2016 гг.» для анализа тенденций локальных изменений основных климатических факторов, влияющих на виноградное растение [5]. В наибольшей степени изменению климата подвержен такой вид деятельности как сельское хозяйство в целом и виноградарство в частности, поэтому возникает необходимость изучения влияния изменений климата на виноградное растение в целях установления агротехнических мероприятий по его адаптации к меняющимся условиям произрастания [6-10].

Метеорологические условия относятся к наиболее изменчивым и нерегулируемым факторам, оказывающим большое влияние на виноградное растение и ампелоценоз в це-

лом. Несмотря на то, что растение винограда 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.

Промышленное виноградарство Российской Федерации сосредоточено на небольшой территории юга России, виноградные насаждения составляют около 85 тыс. га. 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 служили сорта винограда: Сильванер, Пино гри, Алиготе, Совиньон, Каберне-Совиньон, Клерет белый, Мурведер, 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 применены эмпирические (эксперимент, наблюдение, описание) и теоретические (анализ, синтез, обобщение, индукция и др.) методы исследований. Для изучения влияния локального изменения климата на фенологию винограда использовали ампелоэкологические методы исследований, а также метод фенологических наблюдений [13].

Для установления динамики климатических показателей в Краснодарском крае нами был взят период с 1977 по 2017 год.

Почвы Анапской опытной станции (1927-1950 гг.) и Анапской ампелографической коллекции (2007-2015 гг.) в основном представлены западно-предкавказскими выщелоченными черноземами на лессовидных 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 и Центральной агроэкологической зоне виноградарства Краснодарского края нами был проведен анализ метеорологических данных температурного режима и влагообеспеченности за временной период с 1977 по 2017 годы. По 40-летним данным метеостанции г.-к. Анапа, 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 (рис. 1). 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.

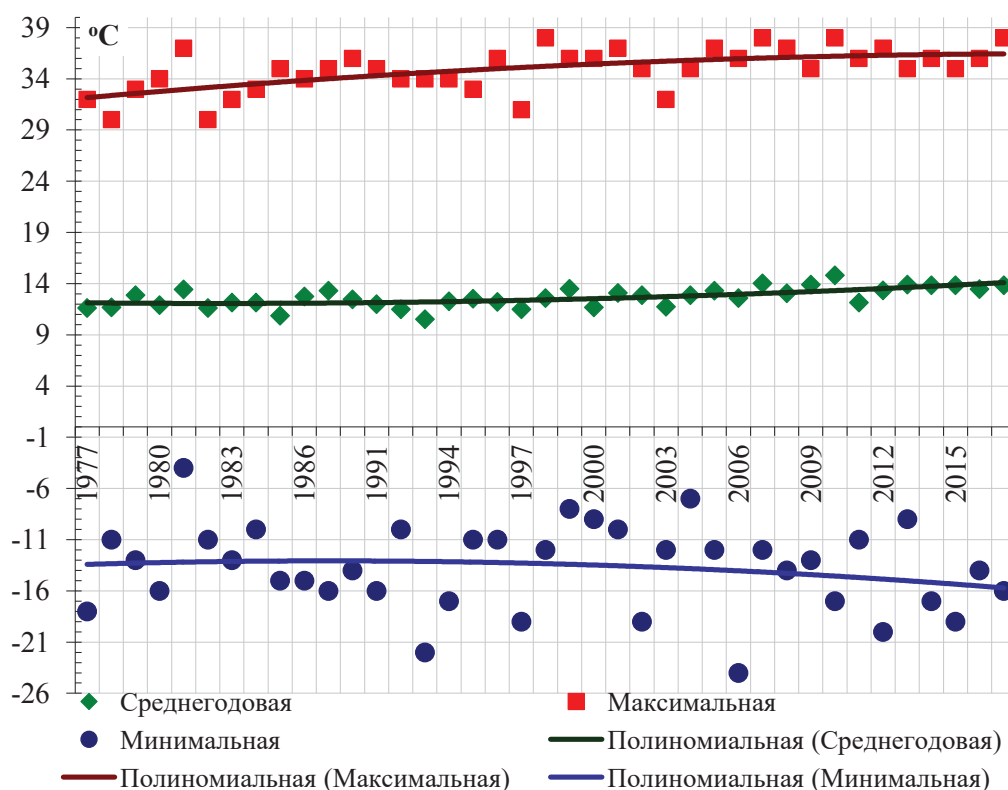


Рис. 1. Температурный режим по данным метеостанции г.-к. Анапа

Анализ данных метеостанции г.-к. Анапа с 1977 года по обеспеченности осадками показал тенденцию повышения годового количества осадков на 80 мм (рис. 2). 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 (с 1977 по 2017 г.). Центральная зона укрывного виноградарства также характеризуется повышенной инсоляцией и дефицитом атмосферных осадков, изменчивостью температурных условий и влагообеспеченности. По 40-летним данным метеостанции г. Армавир, среднесуточная температура воздуха за год составляет 11,2 °С, во время активной вегетации (май-сентябрь) она равна 20,3 °С. За 10 летний период исследований она варьировала во время вегетации от 19,2 до 21,6 °С. В период вынужденного покоя виноградной лозы (январь-февраль) среднесуточная температура воздуха соответствует -0,6 °С, минимальная температура опускается до -31 °С. Максимальная температура во время вегетации достигает 40 °С.

В динамике умеренно континентальный климат характеризуется частыми аномальными проявлениями в форме низкотемпературных и водных стрессов. За последние 40 лет среднегодовая температура воздуха увеличилась на 1,0 °С, максимальная – на 3,0 °С, минимальная снизилась на 2,5 °С. Увеличилась повторяемость стрессовых отрицательных

температур воздуха в зимний период. Если в период с 1977 по 1996 годы минимальная температура ниже -24°C опускалась пять раз, то с 1997 по 2016 годы – семь раз.

Тенденция изменения годового количества осадков в центральной зоне укрывного виноградарства аналогична вышеописанной по г.-к. Анапа. Повышение годовой суммы осадков составило 95 мм, но в отличие от черноморской агроэкологической зоны виноградарства в центральной зоне отмечается тенденция повышения количества осадков в период роста и созревания ягод на 20 мм. (рис. 3).

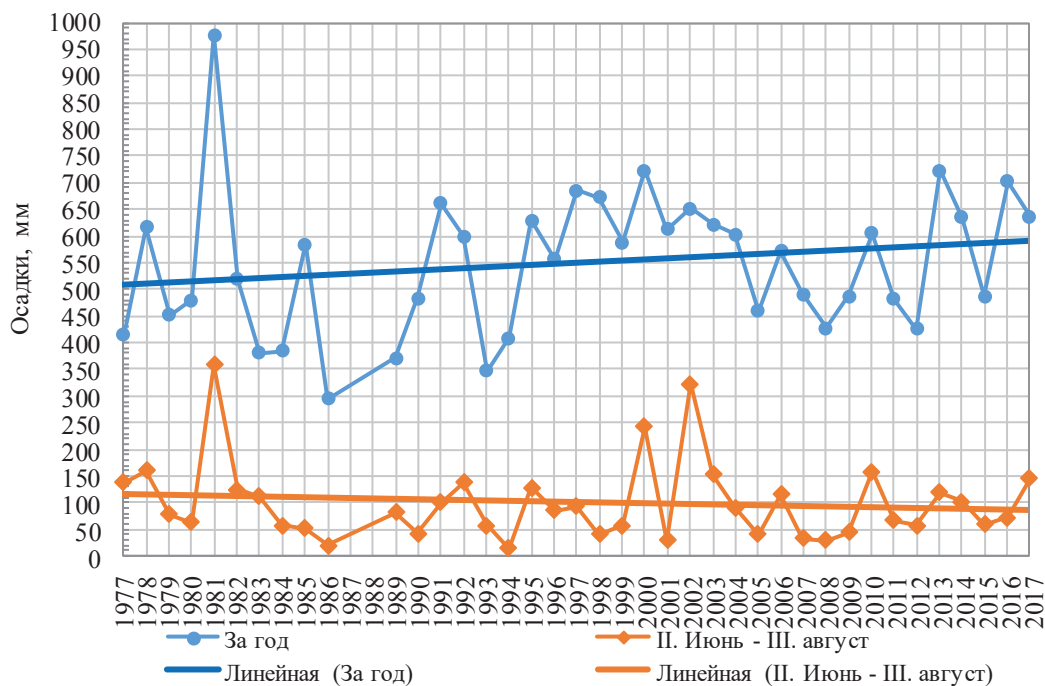


Рис. 2. Обеспеченность осадками по данным метеостанции г.-к. Анапа

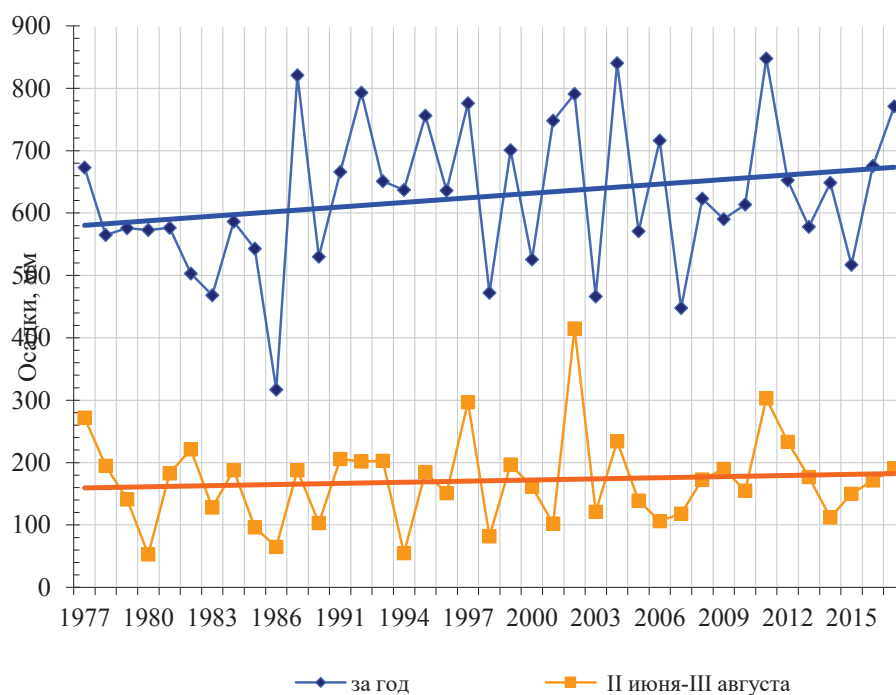


Рис. 3. Обеспеченность осадками по данным метеостанции г. Армавир

В связи с локальным повышением среднесуточных температур воздуха отмечается смещение наступления биологического нуля ($>10^{\circ}\text{C}$) на 3-4 дня, а оптимальные условия для начала цветения винограда (среднесуточная температура воздуха $20-25^{\circ}\text{C}$) 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 (рис. 4-5).

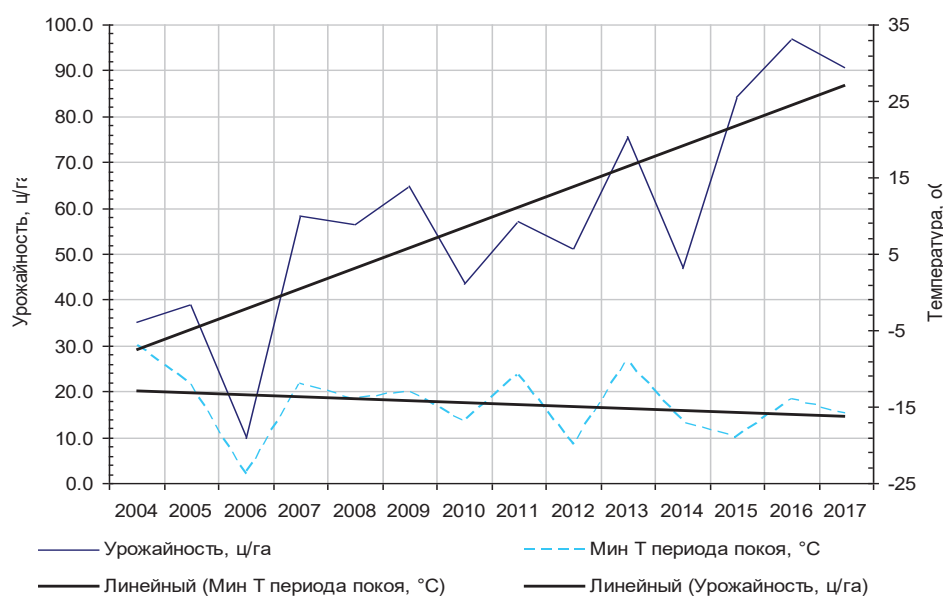


Рис. 4. Урожайность и минимальная температура воздуха зимой, Анапа, 2004-2017 гг.

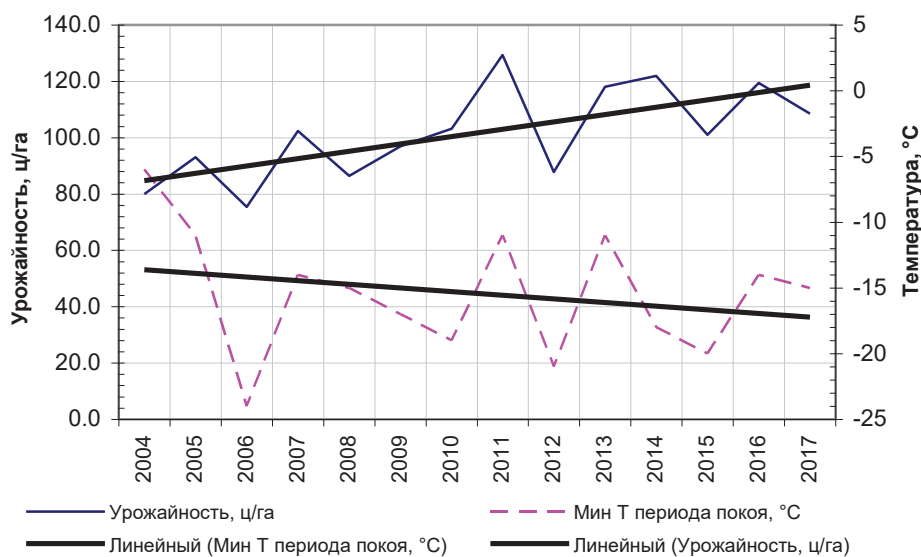


Рис. 5. Урожайность и минимальная температура воздуха зимой, Темрюк, 2004-2017 гг.

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. Нами было изучено изменение фенологического цикла 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.

Исходя из того, что 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 (рис. 6).

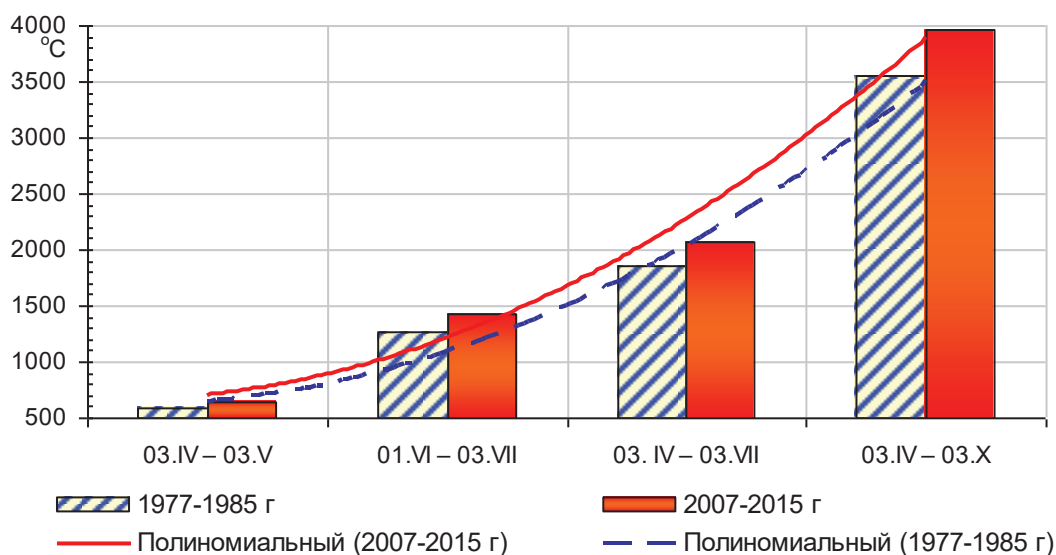


Рис. 6. Накопление суммы активных температур, Анапа

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 рис. 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 гг. [12] и наблюдений за сортами винограда в 2007-2015 гг. (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 гг., а начало цветения на 7 дней раньше (табл.).

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 на 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.

Фенология сортов винограда различных эколого-географических групп, Анапа

Сорт	Период наблюдений	Дата фазы вегетации			Период вегетации от распускания почек до начала созревания
		распускание почек	начало цветения	начало созревания	
ТЕХНИЧЕСКИЕ СОРТА					
Западно-европейская 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
Среднее за 1927-1950 гг		20 апреля	10 июня	11 августа	113
Среднее за 2007-2015 гг		22 апреля	3 июня	1 августа	101
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
Среднее за 1938-1952 гг		19 апреля	11 июня	12 августа	115
Среднее за 2007-2015 гг		22 апреля	6 июня	2 августа	102
Сорта побережья Чёрного моря					
Пухляковский	1941	11 апреля	8 июня	7 августа	118
	2007-2015	25 апреля	6 июня	31 июля	97
СТОЛОВЫЕ СОРТА					
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
Среднее за 1938-1941гг		18 апреля	5 июня	26 июля	99
Среднее за 2007-2015 гг		19 апреля	4 июня	19 июля	91
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 западно-европейским 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 гг. имел период от распускания почек до начала цветения длиннее на 3 дня, чем в 1949-1952 гг., а период от начала цветения до начала созревания – короче на 16 дней.

При рассмотрении сортов западно-европейской эколого-географической группы (Сильванер, Пино гри, Алиготе, Совиньон, Каберне-Совиньон, Клерет белый, Мурведр, Мадлен Анжеви 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 (рис. 7).

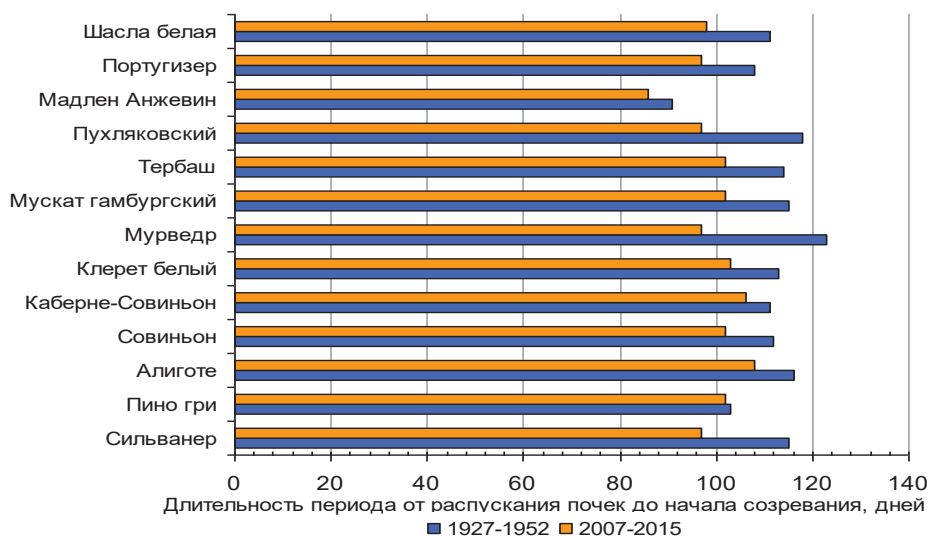


Рис. 7. Длительность периода от распускания почек до начала созревания у технических сортов различных эколого-географических групп

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 разнятся, длительность периодов сохранилась, несмотря на изменение погодно-климатических условий места произрастания.

Выводы. В результате проведенной работы были определены тенденции изменения основных климатических факторов, влияющих на виноградное растение в основных агро-экологических зонах виноградарства Краснодарского края. 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.

Было установлено, что увеличилась повторяемость стрессовых отрицательных температур воздуха в зимний период: с 1977 по 1996 год минимальная температура ниже -18°C в Анапе и -20°C в Темрюке опускалась всего один раз, а в период с 1997 по 2017 год – пять раз. Все это оказывает влияние на продуктивность насаждений винограда, приводит к повышению себестоимости продукции ввиду дополнительных затрат на агротехнические мероприятия по нивелированию негативных последствий температурных и водных стрессов.

В Центральной агроэкологической зоне виноградарства Краснодарского края также отмечены изменения температурных параметров в направлении повышения контрастности (континентальности) климата, как и в черноморской зоне. Увеличилась повторяемость стрессовых отрицательных температур воздуха в зимний период. Так в период с 1977

по 1996 год минимальная температура ниже -24 °С опускалась пять раз, а с 1997 по 2016 год – семь раз. Однако здесь наблюдается повышение обеспеченности территории осадками как в период роста и созревания ягод, так и в период вегетации винограда в целом.

При анализе фенологического цикла установлено, что в настоящее время в западно-европейской эколого-географической группе как технических, так и столовых сортов винограда 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. У сорта Пино гри даты наступления основных фаз вегетации значительно не отличаются, длительность периодов сохраняется. Выявлена тенденция сокращения периода от распускания почек до начала созревания винограда на срок от 5 до 26 дней у сортов западно-европейской эколого-географической группы (Сильванер (18), Пино гри (1), Алиготе (8), Совиньон (10), Каберне-Совиньон (5), Клерет белый (10), Мурведер (26), Мадлен Анджеви (5), Португизер(11)); восточной эколого-географической группы (Мускат Гамбургский (13), Тербаш (12), 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. 191 с.
3. Изменения климата Белоруссии и их последствия / В.Ф. Логинов [и др.]. Минск, 2003. 330 с.
4. Переведенцев Ю.П. Изменения температуры в тропо-стратосфере Северного полушария во второй половине XX столетия / Ю.П. Переведенцев, М.А. Верещагин и др. // Мировой океан, водоёмы суши и климат: Тр.ХII съезда Русского геогр. об-ва. СПб., 2005. Т.5. С. 361-365.
5. База агроклиматических показателей мест произрастания винограда на территории Краснодарского края за период 1977-2016 гг. Св-во №2017620691 от 29 июня 2017 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, Pages 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, Pages 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, Pages 50-58.
9. C. Lovisolo, I. Perrone, A. Carra, A. Ferrandino, J. Flexas, H. Medrano, A. Schubert 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 Funct. Plant Biol., 37 (2010), pp. 98-116 Reynolds et al., 1996.
10. Cozzolino D., Cynkar W., Damberg R., Smith P. Two-dimensional correlation analysis of the effect of temperature on the fingerprint of wines analysed by mass spectrometry electronic nose. Sensors and Actuators B: Chemical. 2010. T. 145. № 2. pp. 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. Агрохимическая характеристика основных почв Анапского района // Сб. 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. 215 с.