

УДК 634.8: (470.61)

Температурный анализ межфазных периодов сортов винограда коллекции ВНИИВиВ им. Я. И. Потапенко

Л. Г. НАУМОВА, канд. с.-х. наук

Всероссийский научно-исследовательский институт виноградарства и виноделия им. Я. И. Потапенко

Л. Ю. НОВИКОВА, канд. техн. наук

Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н. И. Вавилова

Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н. И. Вавилова

Введение. Сроки наступления и продолжительность фаз вегетации растений находятся в тесной зависимости от множества факторов различной природы. Основное климатическое требование винограда, как и других культурных растений — обеспеченность вегетации теплом [1–5]. В агроклиматологии винограда применяют следующие показатели оценки теплообеспеченности территории: сумма активных (выше 10 °С) температур, сумма эффективных температур (degree-days), средняя температура самого теплого месяца, средняя температура сезона вегетации, средний из абсолютных годовых минимумов температуры воздуха и почвы, продолжительность безморозного периода (не менее 150 сут), частота и интенсивность весенних и осенних заморозков. Температурой начала активной вегетации считают 10 °С, нижней предельной температурой для прохождения фазы цветения — 14 °С; от начала цветения до начала созревания ягод — 20 °С; от начала созревания ягод до начала сбора урожая — 17 °С; от начала до конца сбора — 12 °С. Температуры выше 35...40 °С, в условиях дефицита влаги и более низкие, оказывают тор-мозящее действие [1, 2].

В основе агрометеорологических методов прогнозирования фено-

фаз лежат эмпирические регрессионные зависимости, специфичные для эколого-географических условий [6]. В качестве предикторов применяют такие характеристики теплообеспеченности периода, как суммы активных, эффективных температур за межфазные периоды, даты устойчивого перехода температур через различные температурные пределы. Проводимые исследования [7] показали ускорение вегетации с ростом сумм температур выше 20 °С.

Цель настоящего исследования — разносторонняя характеристика температурных потребностей межфазных периодов сортов винограда различных сроков созревания в условиях Нижнего Придонья.

Материалы и методы. Исследования проводили на ампелографической коллекции ВНИИВиВ им. Я. И. Потапенко (Новочеркасск, Россия). Проанализированы данные многолетних (1981–2014 гг.) фенологических наблюдений за 71 сортом винограда различного назначения (30 столовых, в том числе 3 бессемянных сорта; 33 технических; 8 универсальных), способа ведения культуры (50 укрывных, 21 неукрывной), вида *Vitis vinifera* L. или другого происхождения, в том числе межвидовые гибриды. Среди исследованного винограда 34 сорта российской селекции и 37 сортов из 11 стран мира. По продолжительности вегетации в соответствии с международным классификатором [8] 4 сорта отнесе-

ны к сверхранним (продукционный период до 105 сут), 6 — к очень ранним (106–115 сут), 10 — к ранним (116–125 сут); 16 — к ранне-средним (126–135 сут); 25 — к средним (136–145 сут); 10 — к средне-поздним (146–155 сут); поздние (156–165 сут) и очень поздние (более 165 сут) группы не представлены.

Для характеристики метеорологических условий применяли ежедневные наблюдения метеопоста ВНИИВиВ. Определены температуры 1-го дня фенофазы, средние температуры межфазных периодов, суммы активных и эффективных температур за периоды и показатели их варибельности.

По методике М. А. Лазаревско-го [2] определены индивидуальные для сорта и фазы развития температурные минимумы и суммы эффективных температур как коэффициенты регрессии уравнения зависимости сумм среднесуточных температур за исследуемый период (ΣT) от продолжительности периода L : $\Sigma T = A + BL$. Где B — величина постоянная, интерпретируется как температурный минимум периода, A — сумма эффективных температур.

Проведен корреляционно-регрессионный анализ сроков и продолжительностей межфазных периодов и погодно-климатических характеристик. Уравнения регрессии построены с помощью пакета Stat Soft Statistica 6.0 методом регрессии с последовательным включением переменных. В качестве предикторов рассматривали даты устойчивого перехода температур через различные температурные пределы (0, 5, 10, 15, 20, 25 °С), продолжительности периодов между ними, суммы температур и осадков.

Распределение образцов по исследованным характеристикам отличается от нормы, поэтому для сравнения средних значений по группам сортов применен непараметрический критерий Манна-Уитни [9], для выявления связи продолжительностей межфазных периодов рассчитывали коэффициент ранговой корреляции Спирмена. В исследовании принят уровень значимости 5%.

Результаты. Продолжительность межфазных периодов. Продолжительность продукционного периода исследованных сортов варьируют в широких пределах — от 101 (Белорозовый) до 151 сут (Юбилейный Магарача) (см. таблицу). Среднемого-



Межсортовая и межгодовая вариабельность продолжительностей межфазных периодов и сумм среднесуточных температур

Показатель	Среднее по сортам	Минимум среди сортов	Максимум среди сортов	Межсортовая изменчивость (макс. — мин.)	Стандартное отклонение распределения по годам	Средняя межгодовая изменчивость сортов (макс. — мин.)	Коэффициент вариации по годам, %
Начало распускания почек — начало цветения							
Продолжительность периода, сут	38	32	43	11	8	28	21,3
Сумма температур, °С	655	580	738	158	87	317	13,3
Начало цветения — начало созревания ягод							
Продолжительность периода, сут.	55	39	68	29	6	23	11,1
Сумма температур, °С	1269	885	1596	711	141	549	11,5
Начало созревания — полная зрелость ягод							
Продолжительность периода, сут.	38	19	51	32	9	33	23,3
Сумма температур, °С 832	457	1129	673	177	662	21,4	
Производственный период							
Продолжительность периода, сут.	131	101	151	50	11	41	8,5
Сумма температур, °С	2754	2068	3205	1136	162	586	5,9

летняя продолжительность периода от начала распускания почек до начала цветения у разных сортов составила от 32 до 43 сут, от начала цветения до начала созревания ягод — 32–68 сут, от начала созревания до полной зрелости ягод — 19–68 сут. Коэффициент корреляции Спирмена среднемноголетней продолжительности производственного периода с продолжительностью периода от начала распускания почек до начала цветения незначим $r=-0,13$, от начала цветения до начала созревания ягод $r=0,89$, от начала созревания до полной зрелости ягод $r=0,74$. Таким образом, более поздние сорта имели большую продолжительность межфазных периодов после цветения.

Продолжительность периода от начала распускания почек до начала цветения зависела больше от условий года, чем от сорта, межгодовая изменчивость составила 28 сут, межсортовая — 11 сут. Ряд исследователей отмечает, что распускание почек и цветение сортов различных сроков созревания можно считать почти одновременным [1, 2, 10]. Меньше всего от условий года зависела продолжительность межфазного периода от начала цветения до начала созревания ягод, что было отмечено в ранее опубликованной работе для меньшей выборки [7]: межгодовая изменчивость составила 23 сут, межсортовая — 29 сут. Период от начала до полного созревания ягод сильно зависел от условий года (варьировал на 33 сут) и различался по сортам (на 32 сут). Различная степень зависимости продолжительности межфазных периодов

от условий сезона подтверждается разной степенью коррелированности со средней за период температурой: высокая зависимость в период от начала распускания почек до начала цветения (средний по сортам коэффициент корреляции $r=-0,91$), в меньшей степени зависит от средней температуры продолжительность производственного периода ($r=-0,74$). Продолжительность периода от начала цветения до начала созревания не зависит от средней температуры ($r=-0,30$), период от начала до полного созревания ягод зависит средне ($r=-0,45$).

Незначительные различия в начале вегетации отмечены между сортами укрывного и неукрывного способа ведения культуры. Начало распускания почек у неукрывных сортов наблюдал в среднем 27 апреля, у укрывных — 29 апреля, различия достоверны (уровень значимости критерия Манна-Уитни $p=0,000$).

Группа сортов столового направления характеризуется значительным разнообразием по продолжительности периода от начала до полного созревания ягод (от 19 до 45 сут) и производственного периода (от 101 до 147 сут), суммы среднесуточных температур 2068...3149 °С (см. рисунок).

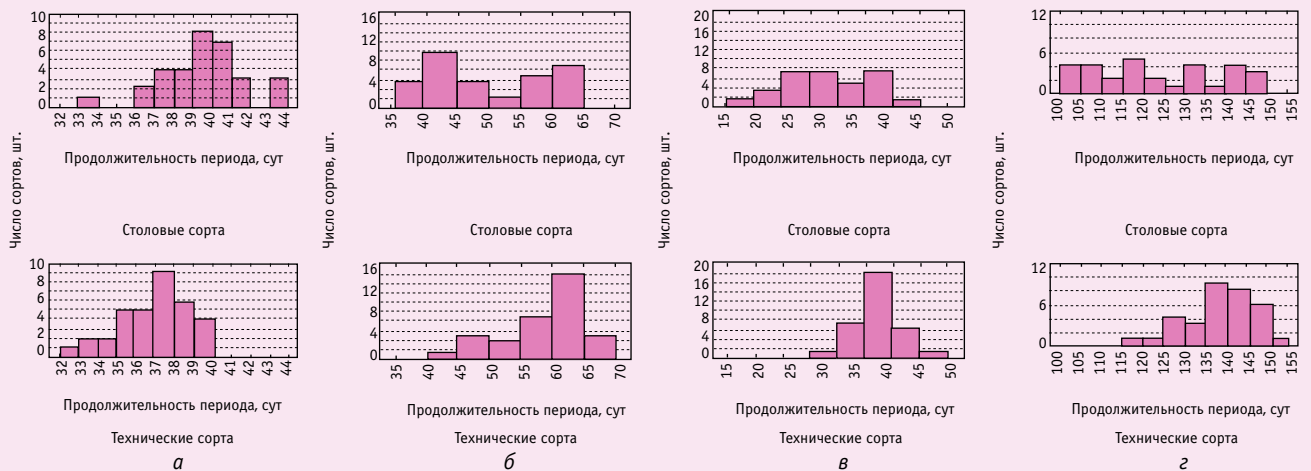
Группа технических сортов представлена в большей степени позднеспелыми сортами (117–151 сут, 2442...3205 °С) с более продолжительными межфазными периодами от начала цветения до начала созревания ягод (44–68 сут, у столовых 39–64 сут), от начала до полного со-

зревания ягод (33–51 сут).

Период от начала распускания почек до начала цветения у технических сортов в среднем на 2 сут короче (32–40 сут), чем у столовых (34–43 сут), различия достоверны (уровень значимости критерия Манна-Уитни $p=0,043$). Универсальные сорта занимают промежуточное положение между техническими и столовыми.

Среди изученных сортов было представлено 9 аборигенных донских, они представляют собой компактную группу ранне-средних и средних сортов вида *Vitis vinifera L.* технического (7 сортов) и универсального (2 сорта) назначения. Продолжительность производственного периода у них составила 131–142 сут (2784...3054 °С), что может служить оценкой климатически обеспеченной максимальной продолжительности условий в Нижнем Придонуе.

Сорта селекции ВНИИВиВ им. Я. И. Потапенко столового и технического назначения представляют широкий спектр по продолжительности производственного процесса (101–132 сут столовые, 117–147 сут технические), при этом находятся образцы с наименьшей продолжительностью производственного периода из изучаемых сортов. Сумма температур за производственный период составляет 2068...2722 °С. Наиболее стабильной продолжительностью вегетации (стандартное отклонение 7–8 сут при максимальном — 17 сут) отличались 7 сортов из 71, из них 5 селекции ВНИИВиВ им. Я. И. Потапенко — *Тасон*, *Зоревой*, *Белорозовый*, *Алар*, *Искристый*, а также *Армалага*



Распределение сортов столового и технического направления использования по продолжительности межфазных периодов: а) начало распускания почек — начало цветения; б) начало цветения — начало созревания ягод; в) начало созревания — полная зрелость ягод; г) начало распускания почек — полная зрелость ягод

(США), *Юбилейный Магарача* (Россия, НИВиВ «Магарач»). Эти сорта отличаются большей устойчивостью к изменениям условий среды произрастания. Самыми нестабильными оказались сорта из экологически удаленных регионов.

Суммы среднесуточных температур. Для продукционного периода в целом и периода от начала распускания почек до начала цветения суммы температур характеризуются меньшим коэффициентом вариации (5,9 и 13,3%) (см. таблицу), чем продолжительность периода (8,5 и 21,3%), т. е. служат более стабильной характеристикой периода. Учитывая синхронность прохождения сортами этой фазы, период от начала распускания почек до начала цветения в условиях Нижнего Придонья можно охарактеризовать суммой температур 655 °С для всех сортов, сумма среднесуточных температур за продукционный период варьировала от 2068 °С до 3205 °С.

Коэффициенты вариации продолжительности периода от начала цветения до начала созревания ягод и сумм температур за этот период примерно одинакова (11,1 и 11,5%), как и у периода от начала созревания до полной зрелости ягод (21,4 и 23,3%), т. е. эти периоды можно с одинаковой точностью характеризовать как продолжительностью 39–68 сут и 19–51 сут, так и суммой температур 885...1596 и 457...1129 °С.

Суммы эффективных температур. Для периода от начала распускания почек до начала цветения связь сумм температур и продолжи-

тельности периода температурный минимум, определенный по методике Лазаревского М. А., составил от 9 до 11 °С у 69 сортов и был выше у сортов *Молдова* (13 °С) и *Ркацители* (14 °С). Суммы эффективных температур варьировали от 136 до 324 °С и в среднем составили 267 °С. Регрессионный анализ понижает степень варибельности показателя, поэтому суммы эффективных температур служат более стабильной характеристикой, чем суммы среднесуточных температур. Период от начала распускания почек до начала цветения наиболее точно может быть охарактеризован суммой эффективных температур выше 10 °С равной 270 °С, что соответствует литературным данным и нашим предыдущим исследованиям [1, 2, 7]. Для продукционного и межфазных периодов: от начала цветения до начала созревания ягод и от начала до полного созревания ягод данная модель оказалась неприменима, так как полученные уравнения имеют незначимые коэффициенты регрессии.

Регрессионное исследование сроков наступления фенофаз. В условиях Ростовской обл. среднеемноголетние значения сроков начала распускания почек у разных сортов приходятся на 24 апреля — 2 мая, цветения — на 30 мая — 9 июня, созревания ягод — на 12 июля — 16 августа, полного созревания ягод — на 6 августа — 29 сентября. Температуры 1-го дня фенофаз приходятся на 11...16 °С, 20...24 °С, 22...27 °С, 26...15 °С соответственно. Межгодовая изменчивость значительно

превышала межсортную для всех фаз и составила 11...13 °С для сроков начала распускания почек, начала цветения, начала созревания и 18 °С — для сроков созревания ягод. Средняя температура периода «начало распускания почек — начало цветения» составила 16...19 °С, «начало цветения — начало созревания ягод» — 22...24 °С, «начало — полная зрелость ягод» — 19...25 °С, продукционного периода в целом — 20...22 °С.

Средняя по сортам среднеемноголетняя дата начала распускания почек сильно коррелирует с датой перехода температур через 10 °С, средний коэффициент корреляции $r=0,76$ (варьирует у сортов от 0,57 до 0,92). Уравнение регрессии среднего по сортам номера дня распускания почек, отсчитанного от 1 апреля (ДНПП) в зависимости от номера дня перехода температур через 10 °С (D10):

$$D_{\text{НПП}} = 22,658 + 0,432D_{10} \quad R^2 = 0,59$$

R^2 — коэффициент детерминации уравнения. Коэффициент регрессии 0,432 показывает, что запаздывание на сутки перехода температур через 10 °С вызывает запаздывание начала распускания почек в среднем на 0,4 сут.

Начало цветения приходится в среднем на температуру 22 °С, что согласуется с литературными данными (21...22 °С — для различных лет и пунктов наблюдения) [1, 2]. Эта дата сильно коррелирует с датой перехода температур через 20 °С, средний по 71 сорту коэффициент корреляции $r=0,80$ (0,60–0,89). Урав-



нение регрессии номера дня начала цветения ($D_{\text{нц}}$) от номера дня перехода температур выше 20°C (D_{20}):

$$D_{\text{нц}} = 37,923 + 0,511 D_{20} \quad R^2 = 0,70$$

Задержка перехода температур через 20°C на одни сут приводит к задержке начала цветения на 0,5 сут.

Дата начала созревания ягод средне коррелирует с датой начала цветения $r = 0,66$ (0,03–0,97), полная зрелость ягод с датой начала созревания, $r = 0,57$ (0,11–0,86). Для сортов ранних сроков созревания развитие после цветения ускорялось с ростом сумм активных температур выше 20°C (ΣT_{20}); более поздних сортов — с ростом температур выше 25°C (ΣT_{25}); и имела положительную зависимость от продолжительности периода с температурами от 20 до 25°C (L_{20-25}). Для среднего по сортам значения номер дня начала созревания от 1 апреля ($D_{\text{нсч}}$):

$$D_{\text{нсч}} = 58,255 + 0,917 D_{\text{нц}} + 0,136 L_{20-25} \quad R^2 = 0,74$$

Таким образом, для сортов ранне-среднего и среднего сроков созревания, составляющих большую часть выборки, период «начало цветения — начало созревания ягод» ассоциирован с периодом, характеризующимся с температурами $20...25^{\circ}\text{C}$. Дата полного созревания в основном зависит от даты начала созревания и ускоряется высокими температурами — выше 20°C для более ранних, 25°C (ΣT_{25}) для более поздних сортов. Средний по сортам номер дня полного созревания от 1 апреля ($D_{\text{пз}}$) описывается хорошо детерминированным уравнением:

$$D_{\text{пз}} = 74,516 - 0,753 D_{\text{нсч}} - 0,007 \Sigma T_{25} \quad R^2 = 0,82$$

Выводы. Изученный в 1981–2014 гг. фрагмент из 71 сорта винограда коллекции ВНИИВиВ им. Я. И. Потапенко представляет собой сорта от сверххранних до среднепоздних сроков созревания с продолжительностью продукционного периода 101–151 сут и температурными потребностями 2068...3205 $^{\circ}\text{C}$. Период от начала распускания почек до начала цветения мало различается у исследованных сортов (32–43 сут), для этого периода более стабильной по годам характеристикой служит сумма среднесуточных температур 655 $^{\circ}\text{C}$, и наиболее стабильной — сумма эффективных температур выше 10°C , составляющая 270 $^{\circ}\text{C}$. Период от начала цветения до начала созревания ягод характеризуется продолжительностью 39–68 сут или 885...1596 $^{\circ}\text{C}$. Средняя продолжительность периода от начала созревания до полной зрелости ягод у изученных образцов составила от 19 до 51 сут, суммы температур от 457 до 1129 $^{\circ}\text{C}$.

Фазы распускания почек, цветения, созревания в условиях Нижнего Придонья у разных сортов начинаются при температурах 11...16 $^{\circ}\text{C}$, 20...24 $^{\circ}\text{C}$, 22...27 $^{\circ}\text{C}$ соответственно, полная зрелость достигается при температурах 26...15 $^{\circ}\text{C}$. Дата начала распускания почек сильно коррелирована с датой перехода температур выше 10°C , дата начала цветения — с датой перехода выше 20°C . Начало созревания и полное созревание ягод происходит практически через постоянное для сорта количество сут после начала цветения, ускоряясь температурами выше 20°C для ранних и выше 25°C для более поздних сортов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Давитая, Ф.Ф. Исследование климатов винограда в СССР и обоснование их практического

использования / Ф.Ф. Давитая. — М.-Л: Гидрометеоиздат, 1952. — 304 с.

2. Лазаревский, М.А. Изучение сортов винограда / М.А. Лазаревский. — Ростов н/Д: Изд-во Ростовского ун-та, 1963. — 150 с.
3. Мищенко, З.А. Агроклиматология / З.А. Мищенко. — Киев: КНТ, 2009. — 512 с.
4. Петров, В.С. Особенности вегетации межвидовых сортов винограда в Черноморской агроэкологической зоне виноградарства юга России / В.С. Петров [и др.] // Плодоводство и виноградарство юга России. — Краснодар: СКЗНИИСВиВ, 2015. — № 32 (02). [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.ourjournal.kubansad.ru/pdf/15/02/04.pdf>.
5. Jones, G.V. Climate, Grapes, and Wine: Structure and Suitability in a Variable and Changing Climate / G.V. Jones // Historic and future climate variability and climate change: effects on vocation, stress and new vine areas, Soave, Italy, 2010. — pp. 3–7. [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://terroir2010.entecra.it/atti/pdf/session3.pdf>.
6. Руководство по агрометеорологическим прогнозам: Т. 2. Технические, овощные, плодовые, субтропические культуры, травы, пастбищная растительность, отгонное животноводство / ред. Мельник Ю.С., Гулинова Н.В., Бедарев С.А. — Л.: Гидрометеоиздат, 1984. — 264 с.
7. Наумова, Л.Г. Тенденции продолжительности вегетации сортов винограда коллекции ВНИИВиВ им. Я.И. Потапенко / Л.Г. Наумова, Л.Ю. Новикова // Виноделие и виноградарство. — 2013. — № 6. — С. 48–53.
8. Code des caracteres descriptifs des varietes et especes de Vitis. — Paris: Office international de la vigne et dti vin (OIV), 1983. — 56 p.
9. Халафян, А.А. Статистика 6. Статистический анализ данных / А.А. Халафян. — М.: Бином, 2010. — 528 с.
10. Dimovska, V. The influence of climate on the grapevine phenology and content of sugar and total acids in the must / V. Dimovska, K. Beleski, K. Boskov // Historic and future climate variability and climate change: effects on vocation, stress and new vine areas. Soave, Italy, 2010. — pp. 47–51. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://terroir2010.entecra.it/atti/pdf/session3.pdf>.

ИНФОРМАЦИЯ

Температурный анализ межфазных периодов сортов винограда коллекции ВНИИВиВ им. Я.И. Потапенко**Ключевые слова**

виноградарство, регрессионный анализ; температурные потребности; фенология

Реферат

Основное климатическое требование винограда, как и других культурных растений, — обеспеченность вегетации теплом. Цель исследования — разносторонняя характеристика температурных потребностей сортов, возделываемых в условиях Ростовской области. Проанализированы данные фенологических наблюдений за 71 сортом винограда коллекции ВНИИВиВ им. Я. И. Потапенко в 1981–2014 гг. Представлены сорта различного способа ведения культуры, направления использования, сроков созревания. Среднепогодная продолжительность продукционного периода составила 101–151 сут, температурные потребности — 2068...3205 °С. Период от начала распускания почек до начала цветения у исследованных сортов различался незначительно и составил 32–43 сут, для этого периода более стабильной по годам характеристикой служит сумма среднесуточных температур 655 °С, и наиболее стабильной — сумма эффективных температур выше 10 °С, равная 270 °С. Период от начала цветения до начала созревания характеризуется продолжительностью 39–68 сут, или 885...1596 °С. Средняя продолжительность периода от начала созревания до полной зрелости ягод составила у изученных образцов от 19 до 51 сут, суммы температур — от 457 до 1129 °С. Фазы распускания почек, цветения, созревания начинаются в условиях Нижнего Придонья у разных сортов при температурах 11...16 °С, 20...24 °С, 22...27 °С соответственно; полная зрелость достигается при температурах 26...15 °С. Регрессионные зависимости сроков начала фенофаз и полного созревания ягод показали, что дата начала распускания почек сильно коррелирована с датой перехода температур выше 10 °С, дата начала цветения — с датой перехода выше 20 °С. Начало созревания и полное созревание ягод происходит практически через постоянное для сорта количество сут после начала цветения, ускоряясь температурами выше 20 °С для ранних, и выше 25 °С для более поздних сортов.

Авторы

Наумова Людмила Георгиевна, канд. техн. наук
Всероссийский научно-исследовательский институт виноградарства и виноделия им. Я.И. Потапенко, 346421, Россия, Ростовская обл., г. Новочеркасск, пр. Баклановский, д 166
LGnaumova@yandex.ru

Новикова Любовь Юрьевна, канд. техн. наук
Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова, 190000, Россия, Санкт-Петербург, ул. Б. Морская, д. 42, 44, l.novikova@vir.nw.ru

Keywords

viticulture; regression analysis; temperature demands; phenology.

Abstract

Warmth during growing season is the main climatic requirement of grapes, as of all the other cultivated plants. The purpose of this research is the comprehensive characteristic of temperature requirements of grape varieties cultivated in the conditions of Rostov region. There were analyzed phenological data for 71 grape varieties from Research Institute of Viticulture and Winemaking named after Ya. I. Potapenko collection in 1981–2014. There are represented varieties of different way of culture maintaining, purpose of use, maturing terms. The mean annual duration of the production period is 101–151 days, temperature requirements are 2068...3205 °C. Period from bud break to flowering differs at the studied varieties a little, it's duration 32–43 days, for this period more stable characteristic from year to year are the sums of average daily temperatures 655 °C, and even more stable — the sums of effective temperatures higher 10°C equal 270 °C. The period from the beginning of flowering to veraison has duration of 39–68 days, or 885...1596 °C. The average duration of the period from veraison till a full maturity of berries was at the studied samples from 19 to 51 days, the sum of temperatures from 457 to 1129 °C. Phases of bud break, flowering, veraison begin in the conditions of Nizhny Don region by different varieties at temperatures 11...16 °C, 20...24 °C, 22...27 °C respectively, the full maturity is reached at temperatures of 26...15 °C. Regression analysis of phenophase dates of beginning and full maturity of berries showed that beginning of budbreak is strongly correlated with date of transition of temperatures above 10 °C, start date of flowering — with date of transition above 20 °C. The beginning and full maturity of berries occurs practically through number of days, constant for a variety, after the beginning of flowering, being accelerated by temperatures above 20 °C for early, above 25 °C for later varieties.

Authors

Naumova Luydmila Georgievna, Candidate of Technical Science
All-Russian Scientific Research Institute of Viticulture and Winemaking named after Ya. I. Potapenko, 166, Baklanovsky av., Novocherkassk, Rostov region, Russia, 346421

LGnaumova@yandex.ru
Novikova Lubov Yurievna, Candidate of Technical Science
Federal Research Center the N.I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources, 42-44, B. Morskaya Str., St. Petersburg, Russia, 190000
l.novikova@vir.nw.ru

