

УДК 634.8 (470.61)

**РЕГРЕССИОННЫЙ АНАЛИЗ
ФЕНОЛОГИЧЕСКИХ
НАБЛЮДЕНИЙ ЗА СОРТАМИ
ВИНОГРАДА В КОЛЛЕКЦИИ
ВНИИВ ИМ. Я.И. ПОТАПЕНКО**

Новикова Любовь Юрьевна
канд. техн. наук

*Федеральное государственное
бюджетное научное учреждение
«Федеральный исследовательский центр
Всероссийский институт генетических
ресурсов растений им. Н.И. Вавилова»,
Санкт-Петербург, Россия*

Наумова Людмила Георгиевна
канд. с.-х. наук

*ФГБНУ «Всероссийский научно-
исследовательский институт
виноградарства и виноделия
имени Я.И. Потапенко»,
Новочеркасск, Россия*

Николай Иванович Вавилов уделял большое внимание изучению климатических потребностей сортов культурных растений. Начавшееся в 70-х гг. XX века глобальное потепление климата вызвало изменение биоклиматического потенциала регионов страны. Тренды агроклиматических характеристик локальны и различны в разных регионах. Важнейшим фактором регуляции фенологии винограда литературные источники единодушно признают температурный фактор. Цель исследования – провести регрессионный анализ дат наступления фенофаз сортов винограда и их продолжительности в условиях Нижнего Придонья. Исследования проводились на ампелографической коллекции ВНИИ Виноградарства и виноделия им. Я.И. Потапенко. Проанализированы многолетние данные (1981-2014 гг.) фенологических наблюдений за 71 сортом винограда. Продолжительность

UDC 634.8 (470.61)

**REGRESSION ANALYSIS
OF PHENOLOGICAL OBSERVATIONS
FOR GRAPES VARIETIES
OF COLLECTIONS OF ARRIV&W
NAMED AFTER YA.I. POTAPENKO**

Novikova Liubov
Cand. Tech. Sci.

*Federal State Budget Scientific
Institution «Federal Research
Center the named after N.I. Vavilov
All-Russian Institute of Plant
Genetic Resources»
St.Petersburg, Russia*

Naumova Lyudmila
Cand. Agr. Sci.

*Federal State Budgetary Scientific
Institution «Research Institute
of Viticulture and Winemaking
named after Ya.I. Potapenko»,
Novocherkassk, Russia*

Nikolay Ivanovich Vavilov had been paid much attention to study of climatic requirements of varieties of cultivated plants. The global warming of climate which has began in the 70th of the XX century caused the change of bioclimatic capacity of regions. Trends of agric and climatic characteristics are local and various in the different regions of country. The references unanimously recognize the temperature factor as the most important factor of regulation of grapes phenology. A research objective is to carry out the regression analysis of dates of the beginning of phenophases of grapes varieties and their duration under the conditions of Nizhny Don Region. The research were conducted on ampelographic collection of the Research Institute of Viticulture and Winemaking named after Ya.I. Potapenko. Long-term data (1981-2014) of phenological observation over 71 grapes varieties are analyzed. Duration of period from the beginning

периода от начала распускания почек до начала цветения растений практически полностью определялась условиями года, коэффициент корреляции продолжительности этого периода со средней температурой $r=-0,91$. Продолжительность периода после цветения в значительной степени зависит от сорта. Фазы распускания почек, цветения, созревания ягод начинаются в условиях Нижнего Придонья у разных сортов винограда при температурах 11-16°C, 20-24°C, 22-27°C, полная зрелость ягод достигается при температурах 26-15°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 полная зрелость ягод винограда проходят практически через постоянное для сорта количество дней после начала цветения. Эти процессы ускоряются температурами выше 20°C для ранних сортов и выше 25°C – для более поздних сортов.

Ключевые слова: ВИНОГРАД, СОРТ, АМПЕЛОГРАФИЧЕСКАЯ КОЛЛЕКЦИЯ, МЕЖФАЗНЫЕ ПЕРИОДЫ, СУММА ТЕМПЕРАТУР

of bud break to the beginning of plants flowering completely depends on conditions of year; coefficient of correlation of duration of this period with average temperature – $r=-0,91$. Duration of period after flowering substantially depends on a variety. Phases of the bud break, flowering and maturing of berries of different varieties are beginning under conditions of Nizhny Don Region at the temperatures of 11-16°C, 20-24°C, 22-27°C respectively; the full maturity of berries is reached at temperatures of 26-15°C. Start date of bud break is strongly correlated with a date of transition of temperatures above 10°C, start date of blossoming is correlated with temperatures higher 20°C. The beginning of maturing and a full maturity of grapes berries pass practically through the constant for every variety number of days after the beginning of blossoming. These processes are being accelerated by temperatures above 20°C for early varieties and above 25°C – for later varieties.

Key words: GRAPES, VARIETY, AMPELOGRAPHIC COLLECTION, INTERPHASE PERIODS, SUM OF TEMPERATURES

Введение. Н.И. Вавилов уделял большое внимание изучению климатических потребностей сортов культурных растений, связывая их с условиями в центрах происхождения видов. На первое место среди параметров «экологического паспорта» сорта он ставил различия в продолжительности периода вегетации и отдельных межфазных периодов [1]. Начавшееся в 70-х гг. XX века глобальное потепление вызвало изменение биоклиматического потенциала регионов. Тренды агроклиматических характеристик локальны и различны в разных регионах [2-4].

Важнейшим фактором регуляции фенологии винограда литературные источники единодушно признают температурный [3, 5-8]. В основе

агрометеорологических методов прогнозирования лежат эмпирические регрессионные зависимости, различающиеся для различных сортов и эколого-географических условий. В качестве предикторов используются следующие характеристики теплообеспеченности периода: исследуются суммы активных, эффективных температур за межфазные периоды, даты устойчивого перехода температур через различные температурные пределы [9]. Наши исследования показали ускорение вегетации с ростом сумм температур выше 20°C [10].

Актуальной задачей современного растениеводства является его адаптация к наблюдающимся изменениям климата, оптимизация и корректировка сортовой структуры, направлений селекции, внедрение на юге более засухоустойчивых сортов [2, 4]. Цель исследования – провести регрессионный анализ дат наступления фенофаз и продолжительности межфазных периодов сортов винограда в условиях Нижнего Придонья.

Объекты и методы исследований. Исследования проводились на ампелографической коллекции ВНИИВиВ им. Я.И. Потапенко (г. Новочеркасск, Россия). Проанализированы многолетние данные (1981-2014 гг.) фенологических наблюдений за 71 сортом винограда различного направления использования (30 столовых, 33 технических, 8 универсальных) и происхождения (вида *Vitis vinifera L.* и другого происхождения, в том числе межвидовые гибриды). Среди исследованных сортов – 34 сорта российской селекции и 37 сортов из 11 стран мира.

Для характеристики метеорологических условий использованы ежедневные наблюдения метеопоста ВНИИВиВ им. Я.И. Потапенко. Определены температуры первого дня фенофазы, средние температуры межфазных периодов, даты устойчивого перехода температур через различные температурные пределы (0, 5, 10, 15, 20, 25°C), продолжительности периодов между ними, суммы температур и осадков.

Сделан корреляционно-регрессионный анализ дат и продолжительностей межфазных периодов и погодно-климатических характеристик. Уравнения регрессии построены с использованием пакета StatSoft Statistica 6.0 методом регрессии с последовательным включением переменных.

Обсуждение результатов. Зависимость продолжительности межфазных периодов от средней температуры за период. Межфазные периоды характеризовались различной степенью зависимости от средней температуры за период. Продолжительность периода от начала распускания почек до начала цветения винограда зависела больше от условий года, чем от сорта, средняя по сортам межгодовая изменчивость составила 28 суток, межсортная – 11 суток.

Ряд исследователей отмечает, что распускание почек и цветение сортов винограда различных сроков созревания можно считать почти одновременным [5, 6, 11]. Меньше всего зависела от условий года продолжительность межфазного периода от начала цветения до начала созревания ягод, что было отмечено нами ранее для меньшей выборки [10]: межгодовая изменчивость составила 23 сут., межсортная – 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 (рис.): сильная связь – 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 продукционного 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 ($r=-0,45$).

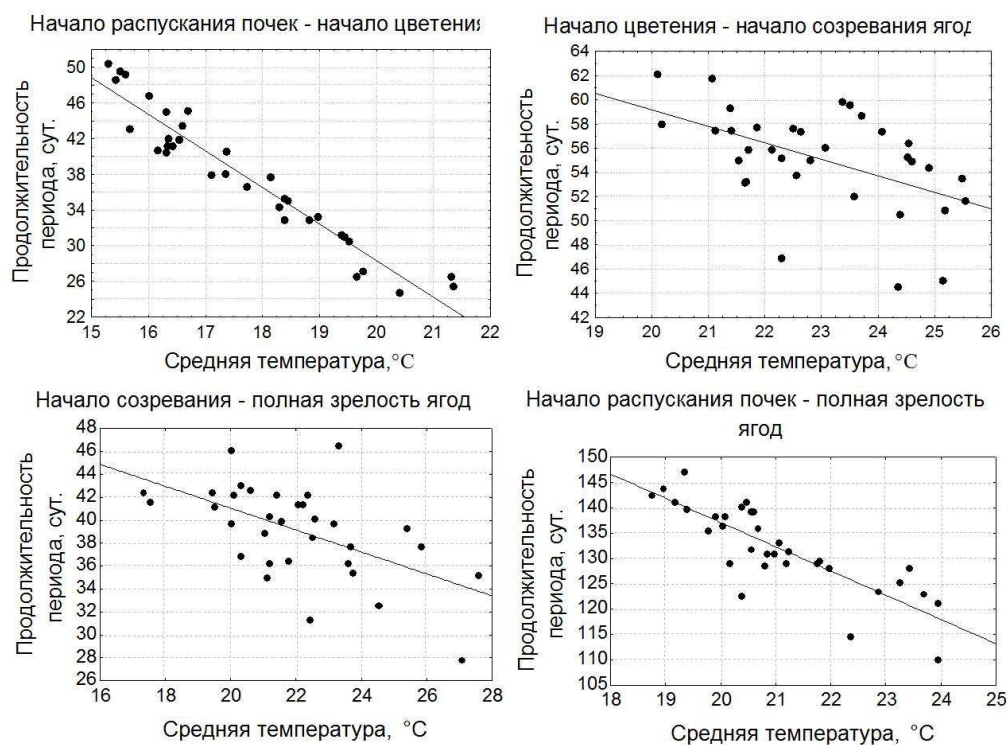


Рис. Зависимость продолжительности межфазных периодов от средней температуры за период

Даты начала фенофаз. В условиях Нижнего Придонья среднемноголетние значения дат начала распускания почек у разных сортов приходятся на 24 апреля-2 мая, цветения 30 мая-9 июня, созревания ягод 12 июля-16 августа, полного созревания ягод 6 августа-29 сентября. Температуры первого дня фенофаз приходятся на температуры 11-16°C, 20-24°C, 22-27°C, 26-15°C соответственно. Межгодовая изменчивость значительно превышала межсортовую для всех фаз и составила для дат начала распускания почек, начала цветения, начала созревания ягод 11-13°C, для даты полной зрелости ягод – 18°C. Средняя температура периода начало распускания почек-начало цветения составила 16-19°C, начало цветения – начало созревания ягод – 22-24°C, начало – полная зрелость ягод – 19-25°C, продукционного периода в целом – 20-22°C.

Среднемноголетняя средняя по сортам дата начала распускания почек сильно коррелирует с датой перехода температур через 10°C, средний коэффициент корреляции $r=0,76$ (варьирует от $r=0,57$ до $r=0,92$).

Уравнение регрессии среднего по сортам номера дня распускания почек, отсчитанного от 1 апреля ($D_{НРП}$), в зависимости от номера дня перехода температур через 10°C (D_{10}):

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

R^2 – коэффициент детерминации уравнения.

Коэффициент регрессии 0,432 показывает, что запаздывание на сутки перехода температур через 10°C вызывает запаздывание начала распускания почек в среднем на 0,4 суток.

Начало цветения приходится на температуру 22°C , что согласуется с литературными данными – $21-22^{\circ}\text{C}$ для различных лет и пунктов наблюдения [5, 6]. Эта дата коррелирует с датой перехода температур через 20°C , средний по 71 сорту коэффициент корреляции $r=0,80$ (0,60-0,89).

Уравнение регрессии номера дня начала цветения ($D_{НЦ}$) от номера дня перехода температур выше 20°C (D_{20}):

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

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

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 с ранними сроками созревания развитие после цветения ускорялось с ростом сумм активных температур выше 20°C (ΣT_{20}); у более поздних сортов – с ростом температур выше 25°C (ΣT_{25}); и зависела положительно от продолжительности периода с температурами от 20 до 25°C (L_{20-25}).

Для среднего по сортам значения номер дня начала созревания ягод от 1 апреля ($D_{НСЯ}$): $D_{НСЯ} = 58,255 + 0,917D_{НЦ} + 0,136L_{20-25} \quad R^2=0,74$

Дата полной зрелости ягод коррелирует с датой начала созревания ягод, $r=0,57$ (от 0,11 до 0,86), вторым существенным фактором оказалась

сумма активных температур выше 20°C (ΣT_{20}) для сверхранних и ранних сортов и для остальных сортов – выше 25°C (ΣT_{25}).

Средний по сортам номер дня полного созревания ягод от 1 апреля ($D_{ПЗЯ}$) описывается хорошо детерминированным уравнением:

$$D_{ПЗЯ} = 74,516 - 0,753D_{НСЯ} - 0,007 \sum T_{25} \quad R^2=0,82$$

Выводы. Продолжительность периода от начала распускания почек до начала цветения винограда практически полностью определялась условиями года, коэффициент корреляции со средней температурой ($r=-0,91$). Продолжительность периода после цветения в значительной степени зависит от сорта. Фазы распускания почек, цветения, созревания начинаются в условиях Нижнего Придонья у разных сортов винограда при температурах 11-16°C, 20-24°C, 22-27°C соответственно, полная зрелость ягод достигается при температурах 26-15°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 полная зрелость ягод проходят практически через постоянное для сорта количество дней после начала цветения, ускоряясь температурами выше 20°C для сверхранних и ранних, выше 25°C – для более поздних сортов.

Литература

1. Вавилов, Н.И. Мировые ресурсы сортов хлебных злаков, зерновых бобовых, льна и их использование в селекции / Н.И. Вавилов // Опыт агроэкологического обозрения важнейших полевых культур.– М.-Л.: Изд. АН СССР, 1957.– 462 с.
2. Гордеев, А.В Биоклиматический потенциал России: меры адаптации в условиях изменяющегося климата / А.В. Гордеев [и др.] // под ред. А.В. Гордеева.– М., 2008. – 207 с.
3. Мищенко, З.А. Агроклиматология / З.А. Мищенко.– Киев: КНТ, 2009. – 512 с.
4. Сиротенко, О.Д. Мониторинг изменений климата и оценка последствий глобального потепления для сельского хозяйства / О.Д. Сиротенко, А.Д. Клещенко, В.Н. Павлова [и др.] // Агрофизика. – 2011. – № 3. – С. 31-39.
5. Давитая, Ф.Ф. Исследование климатов винограда в СССР и обоснование их практического использования / Ф.Ф. Давитая. – М., Л.: Гидрометеиздат, 1952.– 304 с.
6. Лазаревский, М.А. Изучение сортов винограда / М.А. Лазаревский.– Ростов-н-Д: Изд-во Ростовского ун-та, 1963. – 150 с.
7. Петров, В.С. Особенности вегетации межвидовых сортов винограда в Черноморской агроэкологической зоне виноградарства юга России / В.С. Петров, М.И. Панкин, С.В.Щербаков [и др.] // Плодоводство и виноградарство Юга России. – [Электронный ресурс]. – Краснодар: СКЗНИИСИВ, 2015.– № 32 (02). – С. 37-46.– Режим доступа: <http://www.journal.kubansad.ru/pdf/15/02/04.pdf>.

8. Jones G.V. Climate, Grapes, and Wine: Structure and Suitability in a Variable and Changing Climate // Historic and future climate variability and climate change: effects on vocation, stress and new vine areas, Soave, Italy, 2010. - pp. 3-7. Режим доступа: <http://terroir2010.entecra.it/atti/pdf/session3.pdf>.

9. 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.: Гидрометеиздат, 1984.– Т.2.– 264 с.

10. 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.

11. Dimovska V., Beleski K, Boskov K. The influence of climate on the grapevine phenology and content of sugar and total acids in the must // Historic and future climate variability and climate change: effects on vocation, stress and new vine areas. Soave, Italy, 2010. - pp. 47-51 Режим доступа: <http://terroir2010.entecra.it/atti/pdf/session3.pdf>.

References

1. Vavilov, N.I. Mirovye resursy sortov hlebnih zlakov, zernovyh bobovyh, l'na i ih ispol'zovanie v selekcii / N.I. Vavilov // Opyt agroekologicheskogo obozrenija vazhnejshih polevyh kul'tur.– М.-Л.: Izd. AN SSSR, 1957.– 462 s.

2. Gordeev, A.V. Bioklimaticheskij potencial Rossii: mery adaptacii v uslovijah izmenjajushhegosja klimata / A.V. Gordeev [i dr.] // pod red. A.V. Gordeeva.- М., 2008.- 207 s.

3. Mishhenko, Z.A. Agroklimatologija / Z.A. Mishhenko.– Kiev: KNT, 2009. – 512 s.

4. Sirotenko, O.D. Monitoring izmenenij klimata i ocenka posledstvij global'nogo poteplenija dlja sel'skogo hozjajstva / O.D. Sirotenko, A.D. Kleshhenko, V.N. Pavlova [i dr.] // Agrofizika. – 2011. – № 3. – С. 31-39.

5. Davitaja, F.F. Issledovanie klimatov vinograda v SSSR i obosnovanie ih prakticheskogo ispol'zovanija / F.F. Davitaja. – М., Л.: Гидрометеиздат, 1952.– 304 с.

6. Lazarevskij, M.A. Izuchenie sortov vinograda / M.A. Lazarevskij.– Rostov-n-D: Izd-vo Rostovskogo un-ta, 1963. – 150 s.

7. Petrov, V.S. Osobennosti vegetacii mezhhvidovyh sortov vinograda v Chernomorskoj agroekologicheskoi zone vinogradarstva juga Rossii / V.S. Petrov, КуауренсусМ.И. Pankin, S.V.Shherbakov [i dr.] // Plodovodstvo i vinogradarstvo Juga Rossii. – [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: SKZNIISiV, 2015.– № 32 (02). – С. 37-46.– Rezhim dostupa: <http://www.journal.kubansad.ru/pdf/15/02/04.pdf>.

8. Jones G.V. Climate, Grapes, and Wine: Structure and Suitability in a Variable and Changing Climate // Historic and future climate variability and climate change: effects on vocation, stress and new vine areas, Soave, Italy, 2010. - pp. 3-7. Rezhim dostupa: <http://terroir2010.entecra.it/atti/pdf/session3.pdf>.

9. Rukovodstvo po agrometeorologicheskim prognozam.– Т.2. Tehnicheskie, ovoshhnye, plodovye, subtropicheskie kul'tury, travy, pastbishhnaja rastitel'nost', otgonnoe zhivotnovodstvo / red. Mel'nik Ju.S., Gulanova N.V., Bedarev S.A.– Л.: Гидрометеиздат, 1984.– Т.2.– 264 с.

10. Naumova, L.G. Tendencii prodolzhitel'nosti vegetacii sortov vinograda kolekcii VNIIViV im. Ja.I. Potapenko / L.G. Naumova, L.Ju. Novikova // Vinodelie i vinogradarstvo.– 2013.– № 6.– С. 48-53.

11. Dimovska V., Beleski K, Boskov K. The influence of climate on the grapevine phenology and content of sugar and total acids in the must // Historic and future climate variability and climate change: effects on vocation, stress and new vine areas. Soave, Italy, 2010. - pp. 47-51 Rezhim dostupa: <http://terroir2010.entecra.it/atti/pdf/session3.pdf>.