

УДК 634.8 : 631.52

UDC 634.8 : 631.52

DOI 10.30679/2219-5335-2022-5-77-21-33

DOI 10.30679/2219-5335-2022-5-77-21-33

**ФЕНОТИПИЧЕСКАЯ
РЕАКЦИЯ ВИНОГРАДА
ИНТРОДУЦИРОВАННЫХ СОРТОВ
OCCIDENTALIS NEGR.
КАБЕРНЕ СОВИньОН, ПИНО БЛАН
И ШАРДОНЕ НА ИЗМЕНЧИВОСТЬ
ПОГОДНЫХ УСЛОВИЙ
ЮГА РОССИИ***

**PHENOTYPIC REACTION
OF INTRODUCED GRAPE VARIETIES
OCCIDENTALIS NEGR. CABERNET
SAUVIGNON, PINOT BLANC
AND CHARDONNAY
ON THE VARIABILITY
OF WEATHER CONDITIONS
IN THE SOUTHERN RUSSIA***

Петров Валерий Семенович
д-р с.-х. наук
ведущий научный сотрудник
лаборатории управления
воспроизводством
в ампелоценозах и экосистемах
e-mail: petrov_53@mail.ru

Petrov Valeriy Semionovich
Dr. Sci. Agr.
Leading Research Associate
of Reproduction Control
in the Ampelocenoses
and Ecological Systems Laboratory
e-mail: petrov_53@mail.ru

Марморштейн Анна Александровна
младший научный сотрудник
лаборатории управления
воспроизводством в ампелоценозах
и экосистемах
e-mail: am342@yandex.ru

Marmorshtein Anna Aleksandrovna
Junior Research Associate
of Reproduction Control
in the Ampelocenoses
and Ecological Systems Laboratory
e-mail: am342@yandex.ru

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

*Federal State Budget
Scientific Institution
«North Caucasian Federal
Scientific Center of Horticulture,
Viticulture, Wine-making»,
Krasnodar, Russia*

Установлены пределы модификационной изменчивости фенотипического признака – урожая винограда интродуцированных сортов *Occidentalis negr.* Каберне Совиньон, Пино блан и Шардоне. Исследования выполнены по данным наблюдений за период с 1997 по 2011 гг. в изменчивых погодных условиях умеренно континентального климата Черноморской зоны первой подзоны виноградарства (Ч₁) Краснодарского края на южных черноземах.

The limits of the modification variability of the phenotypic trait – the grape yield of the introduced varieties *Occidentalis negr.* Cabernet Sauvignon, Pinot Blanc and Chardonnay have been established. The studies were carried out according to observations for the period from 1997 to 2011 in the changeable weather conditions of the moderate continental climate of the Black Sea zone of the first viticulture sub-zone (BS1) of the Krasnodar region

* Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 20-316-90016

* The reported study was funded by RFBR according to the research project № 20-316-90016

На изучаемой территории среднегодовая температура воздуха в среднем за 15 летний период наблюдений была +12,3 °С, во время распускания почек (апрель) – +10,9 °С, вегетации (апрель – сентябрь) – +19,5 °С, активного роста ягод винограда (II июнь – III август) – +23,9 °С, созревания ягод (III август – II сентябрь) – +20,7 °С. По отдельным годам температура варьировала в диапазоне +11,0...13,7 °С, во время распускания почек +8,3...13,4 °С, в период вегетации +18,4...21,0 °С, активного роста ягод +22,5...25,8 °С, созревания ягод винограда +19,6...22,0 °С. Исследуемые сорта винограда ежегодно испытывали стресс от максимальной температуры воздуха в период активного роста ягод винограда (+34...38 °С) и четырежды от минимальной во время вынужденного покоя (-20...-24 °С). Варьирование погодных условий вызывало изменчивость модификационных фенотипических признаков у растений винограда. Парный корреляционный анализ показал, что на модификационную изменчивость урожайности винограда наибольшее влияние оказывала температура воздуха в апреле, в целом за вегетацию – в апреле-августе, минимальная за июнь-ноябрь предшествующего года. Урожайность сорта Пино блан и Каберне Совиньон коррелирует с температурой в апреле в умеренной степени ($r = -0,43, -0,44$), Шардоне в средней степени ($r = -0,54$), Каберне Совиньон в апреле-августе в средней степени ($r = -0,54$), Пино блан – в умеренной ($r = -0,30$). У сортов Пино блан и Шардоне средняя зависимость от минимальной температуры в июне-ноябре предшествующего года ($r = 0,51$). Норма реакции фенотипического признака – урожайности винограда сорта Каберне Совиньон равна 137 ц/га, Пино блан – 87 ц/га, Шардоне – 86 ц/га.

Ключевые слова: ВИНОГРАД, СРЕДА ОБИТАНИЯ, ФЕНОТИП, МОДИФИКАЦИОННАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ, НОРМА РЕАКЦИИ

on the southern chernozems. In the studied area, the average annual air temperature for the 15-year observation period was +12.3 °C, during budbreak (April) – +10.9 °C, vegetation (April – September) – +19.5 °C, active growth of grape berries (II June – III August) – +23.9 °C, ripening berries (III August – II September) – +20.7 °C. For individual years, the temperature varied in the range of +11.0...13.7 °C, during budbreak +8.3...13.4 °C, during the growing season +18.4...21.0 °C, active berry growth +22.5...25.8 °C, grape ripening +19.6...22.0 °C. The studied grape varieties annually experienced stress from the maximum air temperature during the period of active growth of grapes (+34...38 °C) and four times from the minimum during forced rest (-20...-24 °C). Variations in weather conditions caused variability of modification phenotypic traits in grape plants. Paired correlation analysis showed that the modification variability of grape yield capacity was most influenced by the temperature of the air in April, in general during the growing season – in April-August, the minimum for June-November of the previous year. The yield capacity of Pinot Blanc and Cabernet Sauvignon correlates with the temperature in April to a moderate degree ($r = -0.43, -0.44$), Chardonnay to an average degree ($r = -0.54$), Cabernet Sauvignon in April-August to an average degree ($r = -0.54$), Pinot Blanc to a moderate degree ($r = -0.30$). The yield capacity of Pinot Blanc and Chardonnay varieties have an average dependence on the minimum temperature in June-November of the previous year ($r = 0.51$). The reaction rate of the phenotypic trait – yield capacity of Cabernet Sauvignon grape variety is 137 c/ha, Pinot Blanc – 87 c/ha, Chardonnay – 86 c/ha.

Key words: GRAPES, HABITAT, PHENOTYPE, MODIFICATION VARIABILITY, REACTION NORM

Введение. Растения винограда в большом жизненном и малом годовом циклах онтогенеза наиболее активно развиваются и в наибольшей степени реализуют потенциал хозяйственной продуктивности в оптимальных условиях среды обитания [1-3]. При отклонении параметров среды обитания от оптимальных значений растение запускает механизмы адаптации для выживания и плодоношения [4-7]. При этом происходят модификационные изменения фенотипических признаков [8-11]. Под влиянием стрессовых погодных условий у растений винограда изменяется интенсивность роста, размер побегов и листьев, количество гроздей, урожай и качество ягод [12-18], качество вина [19, 20]. Модификационная изменчивость может варьировать в широком диапазоне и выражается нормой реакции [21]. Норма реакции столовых сортов, выраженная продуктивностью ягод винограда, имеет большое научное и практическое значение для создания новых сортов и выработки сорт ориентированных агротехнологий.

Цель настоящих исследований – установить пределы модификационной изменчивости урожая винограда интродуцированных сортов *occidentalis negr.* в условиях Черноморской агроэкологической зоны виноградарства Краснодарского края. Данные исследования выполнены впервые.

Объект и методы исследований. В качестве объекта исследований использовали технические сорта винограда Каберне Совиньон, Пино блан и Шардоне. Эти сорта входят в число лидеров по площади насаждений. В Российской Федерации на долю сорта Каберне Совиньон приходится более 5,0 тыс. га, Пино блан – 1,3 тыс. га и Шардоне 3,5 тыс. га виноградников в Краснодарском крае соответственно 2,5, 1,2 и 2,5 тыс. га.

Предмет исследований – модификационные изменения фенотипического признака – урожайность винограда под влиянием природных условий.

Исследования выполнены по данным наблюдений за период с 1997 по 2011 гг. в изменчивых погодных условиях умеренно континентального климата Черноморской зоны первой подзоны виноградарства (Ч₁) Краснодарского края (п. Таманский) на южных черноземах [22].

Обсуждение результатов. Жизнедеятельность растений винограда активно протекают в определенных погодных условиях. Установлено, что для каждой фазы вегетации необходим свой температурный режим. Распускание почек начинается после перехода среднесуточной температуры воздуха через +10 °С. В фазу роста побегов и соцветий оптимальной является температура +20...30 °С, в период роста ягод винограда – +25...30 °С, созревания ягод +28...32 °С.

За исследуемых период (1997-2011 гг.) погодные условия были неоднородными на изучаемой территории. Среднегодовая температура воздуха в среднем за 15 летний период наблюдений была равна +12,3 °С, во время распускания почек (апрель) – +10,9 °С, вегетации (апрель – сентябрь) – +19,5 °С, активного роста ягод винограда (II июнь – III август) – +23,9 °С, созревания ягод (III август – II сентябрь) – +20,7 °С.

В динамике температура воздуха имела тенденцию к увеличению. В период с 1997 по 2011 гг. среднегодовая температура по данным линии тренда увеличилась с +12,0 до 12,4 °С, во время распускания почек уменьшилась с +11,0 до 10,4 °С, во время вегетации увеличилась с +19,2 до 20,0 °С, за период активного роста ягод винограда – с +23,4 до 24,6 °С, созревания ягод – с +20,0 до 21,2 °С. Эта тенденция потепления климата согласуется с выводами других исследователей.

По отдельным годам среднегодовая температура воздуха варьировала в диапазоне +11,0...13,7 °С, во время распускания почек +8,3...13,4 °С, в период вегетации +18,4...21,0 °С, активного роста ягод +22,5...25,8 °С, созревания ягод винограда +19,6...22,0 °С.

Исследуемые сорта ежегодно испытывали стресс от максимальной температуры в период активного роста ягод винограда и минимальной во время вынужденного покоя зимой. Абсолютная максимальная температура в период активного роста ягод винограда ежегодно поднималась до +33...38 °С. Такая температура является стрессовой для растений винограда. Абсолютная минимальная температура в период зимовки винограда по годам исследований варьировала от -6 до -24 °С. Для сортов винограда западно-европейского происхождения в период зимовки критической является температура -20...-22 °С. Исследуемые сорта четырежды испытывали стресс во время зимовки при снижении минимальной температуры в 1997 г. до -20, 2002 г. – -20, 2006 г. – -24 и 2010 г. – -19 °С (рис. 1, табл. 1).

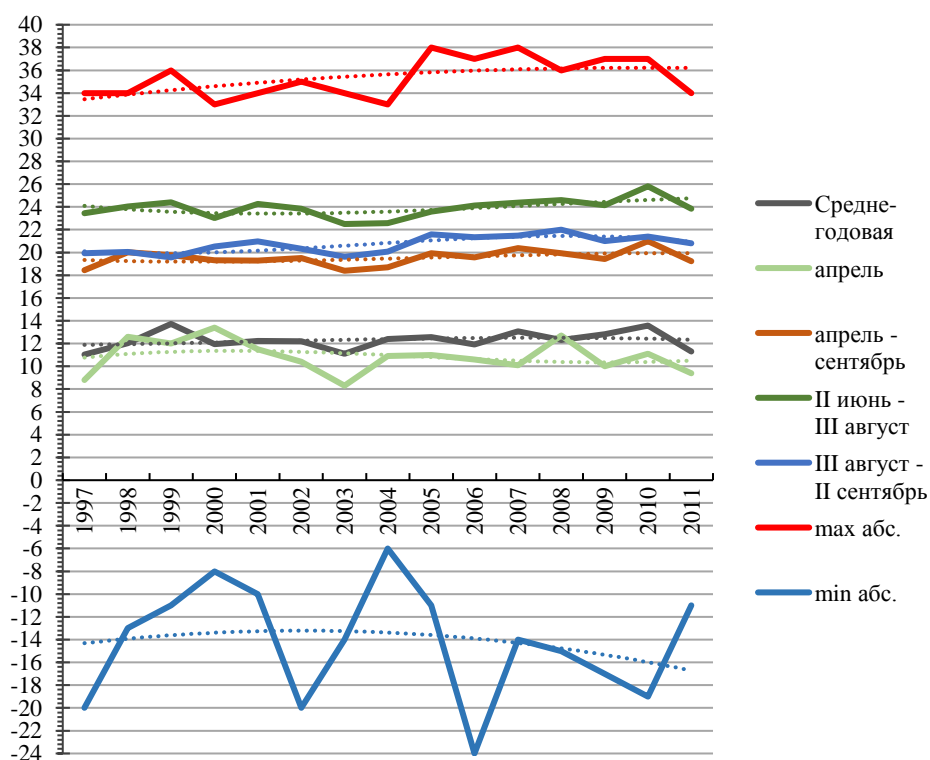


Рис. 1. Температура воздуха в отдельные периоды онтогенеза винограда, Краснодарский край, метеостанция г. Темрюк

Таблица 1 – Погодные условия в годы исследований,
Краснодарский край, метеостанция г. Темрюк

Годы	Температура воздуха, °С							Атмосферные осадки, мм		
	средне-годовая	апрель	апрель - сентябрь	II июнь-III август	III август - II сентябрь	max абс.	min абс.	за год	май-сентябрь	II июнь-III август
1997	11,0	8,8	18,5	23,5	19,9	34	-20	566	170	130
1998	12,0	12,6	20,0	24,0	20,0	34	-13	555	164	35
1999	13,7	12,0	19,8	24,4	19,6	36	-11	443	160	140
2000	11,9	13,4	19,3	23,0	20,5	33	-8	558	302	235
2001	12,2	11,5	19,3	24,3	21,0	34	-10	641	216	101
2002	12,2	10,4	19,5	23,9	20,3	35	-20	670	346	214
2003	11,1	8,3	18,4	22,5	19,6	34	-14	531	177	136
2004	12,4	10,9	18,7	22,6	20,1	33	-6	752	435	299
2005	12,6	11,0	19,9	23,6	21,6	38	-11	517	97	63
2006	11,9	10,6	19,6	24,1	21,3	37	-24	531	280	115
2007	13,1	10,1	20,4	24,4	21,5	38	-14	503	115	81
2008	12,3	12,7	19,9	24,6	22,0	36	-15	534	242	51
2009	12,8	10,0	19,4	24,2	21,0	37	-17	561	167	87
2010	13,6	11,1	21,0	25,8	21,4	37	-19	572	221	149
2011	11,3	9,4	19,2	23,9	20,8	34	-11	429	152	105

Варьирование погодных условий вызвало изменчивость модификационных фенотипических признаков у растений винограда. Парный корреляционный анализ показал, что на модификационную изменчивость урожайности винограда наибольшее влияние оказывала температура воздуха в апреле, в целом за вегетацию – в апреле-августе, минимальная за июнь-ноябрь предшествующего года. По общей классификации корреляционных связей по Ивантеру Э.В., Коросову А.В. [23] урожайность винограда сорта Пино блан и Каберне Совиньон коррелирует с температурой в апреле в умеренной степени, Шардоне в средней степени, Каберне Совиньон в апреле-августе в средней степени, Пино блан – в умеренной.

У сортов Пино блан и Шардоне средняя зависимость от минимальной температуры в июне-ноябре предшествующего года. Связь урожайности винограда с температурой воздуха в апреле и апреле-августе текущего года и

июне-ноябре предшествующего года определяется благоприятными условиями для закладки и дифференциации эмбриональных соцветий в эти сроки (табл. 2).

Под влиянием изменчивости погодных условий происходят модификационные изменения фенотипических признаков, в том числе урожайности винограда. Норма реакции анализируемых сортов винограда в нестабильных погодных условиях менялось в широком диапазоне.

Таблица 2 – Корреляционная зависимость урожайности винограда от погодных условий

Показатели	Пино блан	Шардоне	Каберне Совиньон
Температура воздуха, °С			
апрель	-0,43	-0,54	-0,44
апрель-август	-0,30	-0,14	-0,54
май - сентябрь	-0,02	0,16	-0,27
май - сентябрь предшествующего года	0,08	0,39	0,00
1-2 декада июня	0,13	0,35	-0,30
1-2 декада июня предшествующего года	0,03	0,21	-0,04
II июнь – III август	-0,21	-0,03	-0,46
минимальная июнь-ноябрь предшествующего года	0,51	0,51	0,11
min абсолютная	0,39	0,09	0,37
Атмосферные осадки, мм			
июнь – август	0,03	-0,13	0,46
август	0,11	-0,17	0,42
1-2 декада июня	-0,14	-0,16	0,20
май – сентябрь	-0,05	-0,24	0,25
II июнь – III август	0,10	-0,06	0,49

У сорта винограда Каберне Совиньон нижний порог модификационной изменчивости (урожайности винограда) был равен 5, верхний 142 ц/га. Соответственно норма реакции равна 137 ц/га. Широкая норма реакции указывает на преимущественное влияние среды обитания на фенотипическую изменчивость урожая винограда по сравнению с генотипом. Влияние среды обитания на изменчивость урожайности винограда подтверждается корреляционной зависимостью фенотипических признаков винограда Каберне Совиньон от природных условий (рис. 2, см. табл. 2).



Рис. 2. Норма реакции винограда по показателям урожайности сорта Каберне Совиньон на изменчивость погодных условий, Краснодарский край, АО АФ «Южная»

У винограда сорта Пино блан нижний порог модификационной изменчивости (урожайности винограда) был равен 36, верхний 123 ц/га. Соответственно норма реакции равна 87 ц/га, это в 1,6 раза меньше чем у сорта Каберне Совиньон. Существенное уменьшение нормы реакции указывает на более низкий адаптивный потенциал растений винограда сорта Пино блан по сравнению с сортом Каберне Совиньон в нестабильных погодных условиях в Черноморской агроэкологической зоне виноградарства. Влияние среды обитания на модификационную изменчивость урожая винограда также подтверждается большим размахом нормы реакции и корреляционной зависимостью фенотипических признаков винограда сорта Пино блан от природных условий (рис. 3, см. табл. 2).

Сорт Шардоне был близок к сорту Пино блан по показателям модификационной изменчивости урожайности винограда. Нижний порог модификационной изменчивости у сорта винограда Шардоне был равен 51, верхний 137 ц/га. Норма реакции – 86 ц/га, это в 1,6 раза меньше, чем у сорта Каберне Совиньон и практически одинаково с сортом Пино блан (рис. 4).

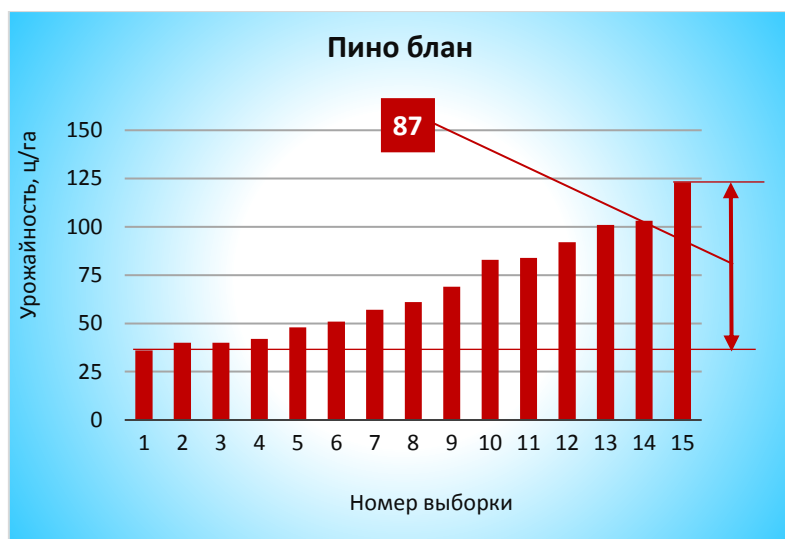


Рис. 3. Норма реакции винограда по показателям урожайности сорта Пино блан на изменчивость погодных условий, Краснодарский край, АО АФ «Южная»



Рис. 4. Норма реакции винограда по показателям урожайности сорта Шардоне на изменчивость погодных условий, Краснодарский край, АО АФ «Южная»

Различие параметров нормы реакции указывают на превосходство сорта Каберне Совиньон по отношению к сортам Шардоне и Пино блан по адаптивному потенциалу в нестабильных погодных условиях в Черноморской агроэкологической зоне виноградарства. Превосходство сорта Каберне

Совиньон по адаптивному потенциалу подтверждается результатами исследований состояния растений винограда после зимовки в критических погодных условиях 2006 года. После понижения температуры воздуха до $-23\text{ }^{\circ}\text{C}$ сохранность зимующих глазков на побегах винограда сорта Каберне Совиньон была равна 68 %, Шардоне 49 %, Пино блан 45 %.

Выводы. Установлена норма реакции фенотипического признака – урожайности винограда сортов Каберне Совиньон, Пино блан и Шардоне на изменчивость погодных условий умеренно континентального климата юга России. По классификации корреляционных связей [23] урожайность винограда сорта Пино блан и Каберне Совиньон коррелирует с температурой в апреле в умеренной степени ($r = -0,43, -0,44$), Шардоне в средней степени ($r = -0,54$), Каберне Совиньон в апреле-августе в средней степени ($r = -0,54$), Пино блан – в умеренной ($r = -0,30$). У сортов Пино блан и Шардоне средняя зависимость от минимальной температуры в июне-ноябре предшествующего года ($r = 0,51$). Норма реакции фенотипического признака – урожайности винограда сорта Каберне Совиньон равна 137 ц/га, Пино блан – 87 ц/га, Шардоне – 86 ц/га.

Литература

1. Howell G.S. Sustainable Grape Productivity and the Growth-Yield Relationship: A Review // Am J Enol Vitic. 2001. Vol. 52. P. 165-174.
2. Bucur G.M., Dejeu L. Research on climate - grapevine yield relationship and the impact of global warming // Bull. Univ. Agr. Sci. and Vet. Med., Cluj-Napoca. Ser. Hort. 2014. Vol. 71(2). P. 339-340. <http://dx.doi.org/10.15835/buasvmcn-hort:10402>
3. Система виноградарства Ставропольского края: монография / Егоров Е.А., Серпуховитина К.А., Петров В.С. [и др.]. Краснодар: ГНУ Северо-Кавказский зональный НИИ садоводства и виноградарства, Союз виноградарей и виноделов Ставрополья, 2010. 156 с.
4. Boselli M., Tempesta G., Fiorilo M., Brandi M. Resistance and resilience to changing climate of Tuscany and Valpolicella wine grape growing regions in Italy // BIO Web Conf. 2016. Vol. 7. 01012. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20160701012>
5. Bernardo S., Dinis LT., Machado N., Moutinho-Pereira J. Grapevine abiotic stress assessment and search for sustainable adaptation strategies in Mediterranean-like climates. A review // Agron. Sustain. Dev. 2018. Vol. 38. 66. <https://doi.org/10.1007/s13593-018-0544-0>

6. Kapoor D., Bhardwaj S., Landi M., Sharma A., Ramakrishnan M., Sharma A. The Impact of Drought in Plant Metabolism: How to Exploit Tolerance Mechanisms to Increase Crop Production // *Appl. Sci.* 2020. Vol. 10. 5692. <https://doi.org/10.3390/app10165692>
7. Адаптивный потенциал винограда в условиях стрессовых температур зимнего периода (методические рекомендации). / Е.А. Егоров, К.А. Серпуховитина, В.С. Петров [и др.]. Краснодар:СКЗНИИСиВ, 2006. 156 с.
8. Brunetto G., De Melo G.W.B., Toselli M., Quartieri M., Tagliavini M. The role of mineral nutrition on yields and fruit quality in grapevine, pear and apple // *Rev. Bras. Frutic.* 2015. Vol. 37 (4). P. 1089-1104. <https://doi.org/10.1590/0100-2945-103/15>
9. Perin C., Fait A., Palumbo F., Lucchin M., Vannozzi A. The Effect of Soil on the Biochemical Plasticity of Berry Skin in Two Italian Grapevine (*V. vinifera* L.) Cultivars // *Front. Plant Sci.* 2020. Vol. 11. 822. <http://doi.org/10.3389/fpls.2020.00822>
10. Руссо Д.Э., Красильников А.А. Шелудько О.Н. Влияние специальных органоминеральных микроудобрений нового поколения на качество винограда и виноматериалов [Электронный ресурс] // *Плодоводство и виноградарство Юга России.* 2021. № 67(1). С. 261-282. Режим доступа: <http://doi.org/10.30679/2219-5335-2021-1-67-261-282> (дата обращения: 10.06.2021).
11. Pavlyuchenko N., Zimina N., Melnikova S., Kolesnikova O. Influence of the root-stock variety on the vegetative and uvological measures of grapes // *E3S Web of Conferences.* 2020. Vol. 210. 05011 <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202021005011>
12. Popovic T., Mijovic S., Raicevic D., Pajovic R. Impact of climate factors on yield and quality of vine variety Cabernet Sauvignon in Podgorica wine growing region // *Agriculture and Forestry.* 2016. Vol. 62 (2). P. 275-282. <http://dx.doi.org/10.17707/AgricultForest.62.2.24>
13. Кисиль М.Ф., Владов П.Г. Формирование продуктивного потенциала винограда в зависимости от экологических условий // *Виноделие и виноградарство.* 2010. №1. С. 30-31.
14. Наумова Л.Г., Новикова Л.Ю. Анализ тенденций изменения урожайности сортов винограда коллекции ВНИИВиВ им. Я.И. Потапенко // *Виноделие и виноградарство.* 2014. №5. С.44-49.
15. Martinez Toda F., Balda P. Reducing the pH of wine by increasing grape sunlight exposure: a method to mitigate the effects of climate warming // *Vitis.* 2014. Vol. 53(1). P. 17-20. <https://doi.org/10.5073/vitis.2014.53.17-20>
16. Lung M-L., Pop N., Ciobanu F., Babes A., Bunea C., Lazar S.-L. Environmental Factors Influence on Quality of Wine Grape Varieties in Four Different Areas of Culture // *Bul. Univ. Agr. Sci. and Vet. Med. Cluj-Napoca. Hort.* 2012. Vol. 69 (1). P. 219-227.
17. Koyama K., Ikeda H., Poudel P.R., Goto-Yamamoto N. Light quality affects flavonoid biosynthesis in young berries of Cabernet Sauvignon grape // *Phytochemistry.* 2012. Vol. 78. P. 54-64 (2012) <http://doi.org/10.1016/j.phytochem.2012.02.026>
18. Koshita Y., Mitani N., Azuma A., Yakishui H. Effect of short-term temperature treatment to clusters on anthocyanin and abscisic acid content in the peel of “Aki Queen” grape // *Vitis.* 2015. 54 № 4, с. 169-173.
19. Gavrilescu G., Bois B. Chardonnay wines climate plasticity: A worldwide geographical approach // *BIO Web Conf.* 2016. Vol. 7. 01013. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20160701013>
20. Niculcea M., Martinez-Lapuente L., Guadalupe Z., Sanchez-Diaz M., Ayestarán B., Antolín M.C. Characterization of phenolic composition of *Vitis vinifera* L. “Tempranillo” and “Graciano” subjected to deficit irrigation during berry development // *Vitis.* 2015. Vol. 54(1). P. 9-16.

21. Petrov V., Russo D., Krasilnikov A., Marmorshtein A. The reaction norm of Augustine and Moldova grape varieties in the agroecological conditions of the moderate continental climate of the south of Russia // BIO Web Conf. 2021. Vol. 34. 01010. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20213401010>

22. Петров В.С., Алейникова Г.Ю., Марморштейн А.А. Агрэколагическое зонирование территории для оптимизации размещения сортов, устойчивого виноградарства и качественного виноделия: монография. Краснодар: ФГБНУ СКФНЦСВВ, 2020. 138 с.

23. Ивантер Э.В., Коросов А.В. Основы биометрии: Введение в статистический анализ биологических явлений и процессов. Петрозаводск: Изд-во Петрозаводск. Гос. Ун-та, 1992. 168 с.

References

1. Howell G.S. Sustainable Grape Productivity and the Growth-Yield Relationship: A Review // Am J Enol Vitic. 2001. Vol. 52. P. 165-174.

2. Bucur G.M., Dejeu L. Research on climate - grapevine yield relationship and the impact of global warming // Bull. Univ. Agr. Sci. and Vet. Med., Cluj-Napoca. Ser. Hort. 2014. Vol. 71(2). P. 339-340. <http://dx.doi.org/10.15835/buasvmcn-hort:10402>

3. Sistema vinogradarstva Stavropol'skogo kraja: monografiya / Egorov E.A., Serpuhovitina K.A., Petrov V.S. [i dr.]. Krasnodar: GNU Severo-Kavkazskij zonal'-nyj NII sadovodstva i vinogradarstva, Soyuz vinogradarej i vinodelov Stavropo-l'ya, 2010. 156 s.

4. Boselli M., Tempesta G., Fiorilo M., Brandi M. Resistance and resilience to changing climate of Tuscany and Valpolicella wine grape growing regions in Italy // BIO Web Conf. 2016. Vol. 7. 01012. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20160701012>

5. Bernardo S., Dinis LT., Machado N., Moutinho-Pereira J. Grapevine abiotic stress assessment and search for sustainable adaptation strategies in Mediterranean-like climates. A review // Agron. Sustain. Dev. 2018. Vol. 38. 66. <https://doi.org/10.1007/s13593-018-0544-0>

6. Kapoor D., Bhardwaj S., Landi M., Sharma A., Ramakrishnan M., Sharma A. The Impact of Drought in Plant Metabolism: How to Exploit Tolerance Mechanisms to Increase Crop Production // Appl. Sci. 2020. Vol. 10. 5692. <https://doi.org/10.3390/app10165692>

7. Adaptivnyj potencial vinograda v usloviyah stressovyh temperatur zim-nego perioda (metodicheskie rekomendacii). / E.A. Egorov, K.A. Serpuhovitina, V.S. Petrov [i dr.]. Krasnodar: SKZNIISiV, 2006. 156 s.

8. Brunetto G., De Melo G.W.B., Toselli M., Quartieri M., Tagliavini M. The role of mineral nutrition on yields and fruit quality in grapevine, pear and apple // Rev. Bras. Frutic. 2015. Vol. 37 (4). P. 1089-1104. <https://doi.org/10.1590/0100-2945-103/15>

9. Perin C., Fait A., Palumbo F., Lucchin M., Vannozzi A. The Effect of Soil on the Biochemical Plasticity of Berry Skin in Two Italian Grapevine (*V. vinifera* L.) Cultivars // Front. Plant Sci. 2020. Vol. 11. 822. <http://doi.org/10.3389/fpls.2020.00822>

10. Russo D.E., Krasil'nikov A.A. Shelud'ko O.N. Vliyanie special'nyh organomineral'nyh mikroudobrenij novogo pokoleniya na kachestvo vinograda i vinomaterialov [Elektronnyj resurs] // Plodovodstvo i vinogradarstvo Yuga Rossii. 2021. № 67(1). S. 261-282. Rezhim dostupa: <http://doi.org/10.30679/2219-5335-2021-1-67-261-282> (data obrashcheniya: 10.06.2021).

11. Pavlyuchenko N., Zimina N., Melnikova S., Kolesnikova O. Influence of the root-stock variety on the vegetative and uvological measures of grapes // E3S Web of Conferences. 2020. Vol. 210. 05011 <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202021005011>

12. Popovic T., Mijovic S., Raicevic D., Pajovic R. Impact of climate factors on yield and quality of vine variety Cabernet Sauvignon in Podgorica wine growing region // Agriculture and Forestry. 2016. Vol. 62 (2). P. 275-282. <http://dx.doi.org/10.17707/AgricultFor-est.62.2.24>

13. Kisil' M.F., Vladov P.G. Formirovanie produktivnogo potenciala vinograda v zavisimosti ot ekologicheskikh uslovij // *Vinodelie i vinogradarstvo*. 2010. №1. S. 30-31.
14. Naumova L.G., Novikova L.Yu. Analiz tendencij izmeneniya urozhajnosti sortov vinograda kollekcii VNIIViV im. Ya.I. Potapenko // *Vinodelie i vinogradarstvo*. 2014. № 5. S.44-49.
15. Martinez Toda F., Balda P. Reducing the pH of wine by increasing grape sunlight exposure: a method to mitigate the effects of climate warming // *Vitis*. 2014. Vol. 53(1). P. 17-20. <https://doi.org/10.5073/vitis.2014.53.17-20>
16. Lung M-L., Pop N., Ciobanu F., Babes A., Bunea C., Lazar S.-L. Environmental Factors Influence on Quality of Wine Grape Varieties in Four Different Areas of Culture // *Bul. Univ. Agr. Sci. and Vet. Med. Cluj-Napoca. Hort*. 2012. Vol. 69 (1). P. 219-227.
17. Koyama K., Ikeda H., Poudel P.R., Goto-Yamamoto N. Light quality affects flavonoid biosynthesis in young berries of Cabernet Sauvignon grape // *Phytochemistry*. 2012. Vol. 78. P. 54-64 (2012) <http://doi.org/10.1016/j.phytochem.2012.02.026>
18. Koshita Y., Mitani N., Azuma A., Yakishui H. Effect of short-term temperature treatment to clusters on anthocyanin and abscisic acid content in the peel of “Aki Queen” grape // *Vitis*. 2015. 54 № 4, s. 169-173.
19. Gavrilescu G., Bois B. Chardonnay wines climate plasticity: A worldwide geographical approach // *BIO Web Conf*. 2016. Vol. 7. 01013. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20160701013>
20. Niculcea M., Martinez-Lapuente L., Guadalupe Z., Sanchez-Diaz M., Ayestarán B., Antolín M.C. Characterization of phenolic composition of *Vitis vinifera* L. “Tempranillo” and “Graciano” subjected to deficit irrigation during berry development // *Vitis*. 2015. Vol. 54(1). P. 9-16.
21. Petrov V., Russo D., Krasilnikov A., Marmorshtein A. The reaction norm of Augustine and Moldova grape varieties in the agroecological conditions of the moderate continental climate of the south of Russia // *BIO Web Conf*. 2021. Vol. 34. 01010. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20213401010>
22. Petrov V.S., Alejnikova G.Yu., Marmorshtejn A.A. Agroekologicheskoe zonirovaniye territorii dlya optimizacii razmeshcheniya sortov, ustojchivogo vinogradarstva i kachestvennogo vinodeliya: monografiya. Krasnodar: FGBNU SKFNCSVV, 2020. 138 s.
23. Ivanter E.V., Korosov A.V. Osnovy biometrii: Vvedenie v statisticheskij analiz biologicheskikh yavlenij i processov. Petrozavodsk: Izd-vo Petrozavodsk. Gos. Un-ta, 1992. 168 s.