

УДК 634.1(470.63)

DOI: 10.36305/2712-7788-2021-2-159-63-71

**АНАЛИЗ ВРЕМЕННОЙ И ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ
ТЕМПЕРАТУРНОГО И ВЛАЖНОСТНОГО РЕЖИМОВ ВЕСЕННЕ-ЛЕТНЕГО
ПЕРИОДА НА ЮГЕ РОССИИ ДЛЯ ВЫРАЩИВАНИЯ ПЛОДОВЫХ КУЛЬТУР
(НА ПРИМЕРЕ СТАВРОПОЛЬСКОГО КРАЯ)**

**Драгавцева Ирина Александровна¹, Ермоленко Виталий Георгиевич²
Оплачко Роман Андреевич¹, Кузнецова Анна Павловна¹,
Оплачко Екатерина Александровна¹**

¹ ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства,
виноградарства, виноделия», 350072, Краснодарский край, г. Краснодар,
ул. 40-летия Победы, 39

E-mail: I_d@list.ru

² Опытная станция по садоводству – филиал ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ»
357803, Ставропольский край, Георгиевский район,
пос. Ореховая роща, ул. Мичурина, д. 2

E-mail: gnu_soss@mail.ru

Нормальный рост и развитие плодового растения требует определенных жизненных условий, в первую очередь оптимальных температур для успешного прохождения всех фаз онтогенеза в течение года. Очень важным показателем является и сумма осадков, хотя этот фактор (в отличие от температурного) можно регулировать поливом.

Северный Кавказ – основной регион плодоводства страны, особенно для выращивания особо ценных южных плодовых культур. Во всех его республиках и краях периодически проявляются критические температуры зимне-весеннего периода различной силы, дискомфортные для урожая плодовых культур или даже губительные. Не менее важными факторами на юге России для успешного развития плодоводства являются повышенные температуры летнего периода, при достижении ими величины свыше 30°C приостанавливаются процессы развития семечковых и косточковых культур.

Ставропольский край отличается от других эколого-географических зон Северного Кавказа частым проявлением таких высоких температур в период вегетации и недостатком выпадающих осадков (300-500 мм), что создает дополнительные проблемы для урожаев, так все сады в Ставропольском крае требуют полива для создания эффективного производства плодовой продукции. Площади садов семечковых и косточковых культур в последние годы (2019, 2020 гг.) постепенно увеличиваются в этой зоне. Решение проблемы природопользования при имеющемся в настоящий момент изменении климата требует проведения оценки временной и пространственной изменчивости температурного и влажностного режима в расширяющихся зонах садоводства Ставропольского края. Это также необходимо для оптимального размещения различных культур и сортов плодовых культур.

Ключевые слова: юг России; Ставропольский край; плодовые культуры; климат; период вегетации; температура; осадки; изменчивость; время; пространство

Введение

Имеющиеся в последние десятилетия глобальные изменения климата (Gustafson, 2011; Yuan, Edwards, 2016; Snyder, 2017; Malhotra, 2017; Fekadu, Marshet, 2019; Shahzad, Ullah, Dar, 2021; Scheben *et al.*, 2021) оказывают значительное воздействие на экосистемы и, соответственно, на производственные процессы сельскохозяйственных

культур. Особенно велико их влияние на многолетние культуры, произрастающие на одном месте десятки лет.

Одними из основных климатических факторов, лимитирующих продуктивность плодовых культур, являются температурный и влажностный режимы весенне-летнего периода, когда зреет урожай текущего года и формируется урожай следующего года (закладка и дифференциация цветковых почек) (Драгавцева и др., 2020).

Ставропольский край – один из регионов юга России, где имеют место проявления в весенне-летний период высоких температур в сочетании с низкой суммой годовых осадков (от 300 до 500 мм).

В связи с этим, анализ изменений временной и пространственной изменчивости температурного и влажностного режима весенне-летнего периода Ставропольского края необходим для оценки его воздействия на плодовые культуры.

Цель исследования – дать прогнозные оценки изменения тепловых и влажностных ресурсов, лимитирующих формирование урожая плодовых культур в период их вегетации в разных зонах Ставропольского края для дальнейшего развития плодового хозяйства.

Материалы и методы исследований

Основные материалы исследования:

- суточные температуры воздуха (март-сентябрь);
- суммы выпадающих осадков (май-сентябрь) по следующим метеорологическим станциям Ставропольского края:

- Дивное – зона полупустынь, высота над уровнем моря $h = 86$ м.
- Будённовск – засушливая зона, $h = 136$ м.
- Новоалександровск – зона неустойчивого увлажнения, $h = 110$ м.
- Кисловодск – зона достаточного увлажнения, $h = 943$ м.

Рассмотрены по десятилетиям два временных периода за 1968-2017 гг. (три десятилетия в XX веке и два – в XXI веке) по рекомендациям Всемирной метеорологической организации (ВМО) – 1968-1997 гг. и 1998-2017 гг. В качестве критериев изменения климата использованы: тренды температур и осадков по методическим подходам Л.И. Желнаковой и С.А. Антонова (2011), С.П. Корсаковой (2018).

Потребность в оптимальных температурах для нормального роста и развития плодовых культур в летний период оценена по данным ФАО (Драгавцева и др., 2016).

Результаты и обсуждения

Ставропольский край – один из крупнейших регионов Северного Кавказа, рельеф которого относится к двум орографическим провинциям Большого Кавказа и Русской (Восточно-европейской равнине) (Драгавцева и др., 2007).

Его сельскохозяйственное районирование по характеру увлажнения и типам сельскохозяйственных предприятий представлено на рисунке 1 (Желнакова, Антонов, 2011).

Климат определяется в основном влиянием юго-западной периферии азиатского барического максимума, который формирует здесь в теплое время года прогретые и сухие массы воздуха. В летний обычно период наиболее жарко в восточной части края. С продвижением на запад с увеличением высоты над уровнем моря количество тепла убывает (Драгавцева и др., 2007).

Продолжительность теплого периода (с температурой больше 0°C) на территории края составляет около 9 месяцев, а период активного роста и развития плодовых культур – 5 месяцев (с мая по сентябрь).

Ставропольский край – один из регионов Северного Кавказа, где засухи и суховеи различной интенсивности наблюдаются ежегодно. Они обусловлены систематической сухостью воздуха, высокими температурами, большой испаряемостью и значительными скоростями ветра. Сильные ветра могут вызывать пыльные бури, приносящие большой ущерб сельскому хозяйству края (Антонов, 2017; Антонов, 2018; Антонов, 2019).



Рис. 1 Сельскохозяйственное районирование Ставропольского края по характеру увлажнения и преобладающим производственным типам сельскохозяйственных предприятий (Ставропольский НИИСХ, 1980)

Fig.1 Agricultural zoning of the Stavropol territory by the nature of moisturizing and predominantly manufacturing types of agricultural enterprises (Stavropol RIA, 1980)

В зонах садоводства края проявления лимитов среды в весенне-летне-осенний период различны. Наибольшие засухи, суховеи, пыльные бури имеют место в зоне полупустынь и сухих степей. Наименьшие – в зоне достаточного увлажнения, включающие в себя районы, непосредственно примыкающие к курортам Кавказских Минеральных вод (Драгавцева и др., 2007).

Флуктуация климата требует анализа его изменчивости во времени и пространстве для корректировки условий выращивания плодовых культур (Ксенофонтов, Ползиков, 2020).

С целью оценки температурного режима весенне-летнего периода Ставропольского края в условиях флуктуации климата изучено изменение сумм средних температур за май-сентябрь с 1968 по 2017 гг. (рис. 2).

Во всех изучаемых зонах имело место повышение температур в весенне-летний период, начиная с 1998 г., что совпадает с показателями изменения климата с этого же

года в условиях Крыма (Корсакова, 2018). Поэтому, начиная с названного года, проведен трендовый анализ их роста за два периода лет – сумма температур 1998-2007 гг. и 2007-2017 гг. (табл. 1). Наиболее активен он в зоне полупустынь (метеостанция Дивное) и засушливой зоне (метеостанция Будёновск). Наименее – в зоне достаточного увлажнения (метеостанция Кисловодск).

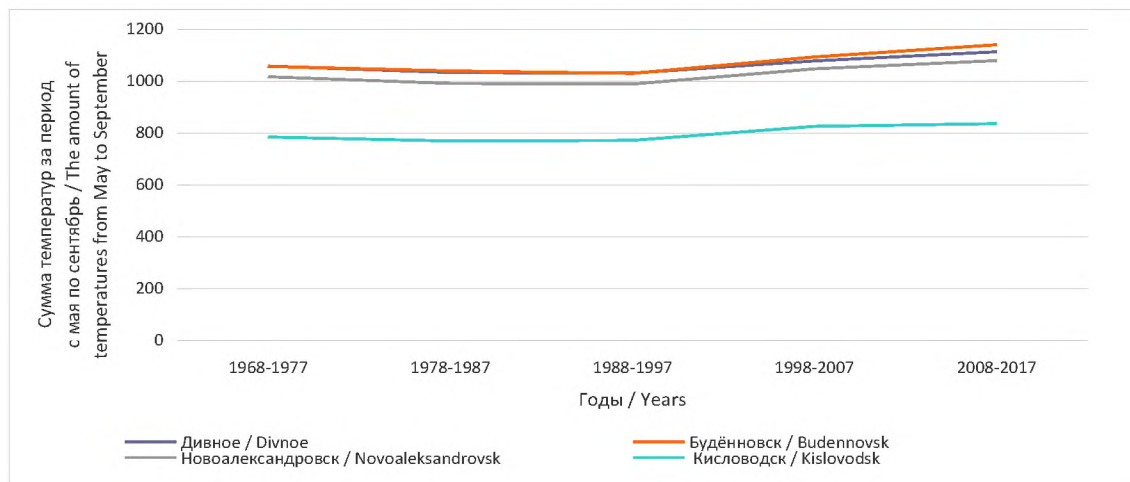


Рис. 2 Температурный режим летнего периода (май-сентябрь) различных зон Ставропольского края (1968-2017 гг.)

Fig. 2 The temperature regime of the summer period (May-September) of various zones of Stavropol territory (1968-2017)

Таблица 1

Сумма положительных температур с мая по сентябрь за два периода лет – 1998-2007 гг. и 2007-2017 гг.

Table 1

The amount of positive temperatures from May to September in two years of age - 1998-2007 and 2007-2017

Метеостанция Meteorological station	Высота над уровнем моря (h) Height above sea level (h)	Сумма температур (май-сентябрь), °C Temperature amount (May-September), °C		Изменения Changes
		1998-2007	2008-2017	
Дивное Divnoe	86	1077,2	1113,1	+131,9
Будёновск Budennovsk	136	1093,1	1110,4	+117,3
Новоалександровск Novoaleksandrovsk	110	1046,8	1079,5	+22,7
Кисловодск Kislovodsk	943	825	835,8	+10,8
HCP LSD		147,7	157,5	74,0

Потребность в температурах для нормального роста и развития разных плодовых культур в летний период различна (Иванов и др., 1998; Копылов и др. 2020). Их классификация (на примере яблони, груши, черешни, абрикоса) по потребности в тепле в период вегетации показана на рисунке 3 (Драгавцева и др., 2016), где более

темным цветом представлены наиболее оптимальные значения (Драгавцева и др., 2016).

Оптимум температур для яблони составляет от 12 °С до 30 °С. Температура выше 30 °С замедляет все её жизненные процессы.

Груша более требовательна к температурным условиям, по сравнению с яблоней. Для роста и развития ей необходимо больше тепла – от 22 до 34 °С.

Черешня требует положительных температур от 16 °С до 28 °С. Летом, во время дифференциации цветковых почек для нее благоприятной температурой является 22-24 °С.

Абрикос в летний период нужны температуры от 16 °С до 28 °С. Температура выше 34 °С замедляет все его жизненные процессы.

Из-за повышенной вероятности гибели цветковых почек персика в Ставрополье в зимне-весенний период его площади незначительны.

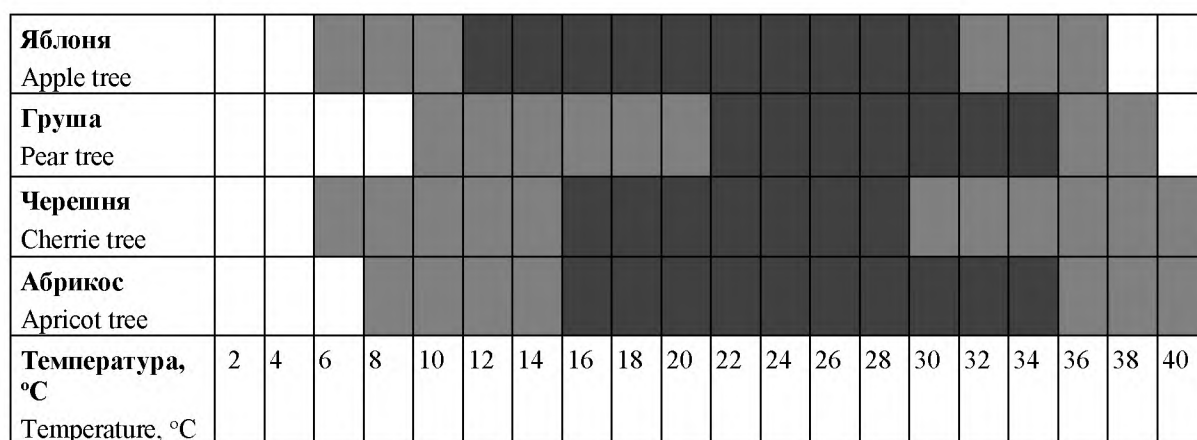


Рис. 3 Оптимальные температурные условия для роста плодовых культур в летний период
Fig. 3 Optimal temperature conditions for the growth of fruit crops in the summer

Поэтому, по проведенному анализу, следует отметить, что в условиях полупустынь и засушливой зоны Ставропольского края ухудшаются условия выращивания в первую очередь для черешни по температурному режиму весенне-летнего периода. Улучшаются – для всех изучаемых культур в зоне достаточного увлажнения.

Особо сложна территория Ставропольского края для выращивания плодовых культур по влажностному режиму, когда осадков выпадает меньше, чем в зимний период, а потребность в них резко возрастает, начиная с мая (фаза цветения), интенсивного роста побегов (май, июнь), созревания плодов и дифференциации цветочных почек (июль-сентябрь).

Изучен влажностный режим весенне-летнего периода различных зон Ставропольского края за длительный период лет (1968-2017 гг.) по четырем выше названным различным зонам садоводства.

Установлено, что выпадение осадков с мая по сентябрь стало меняться также начиная с 1998 г. (рис. 4).

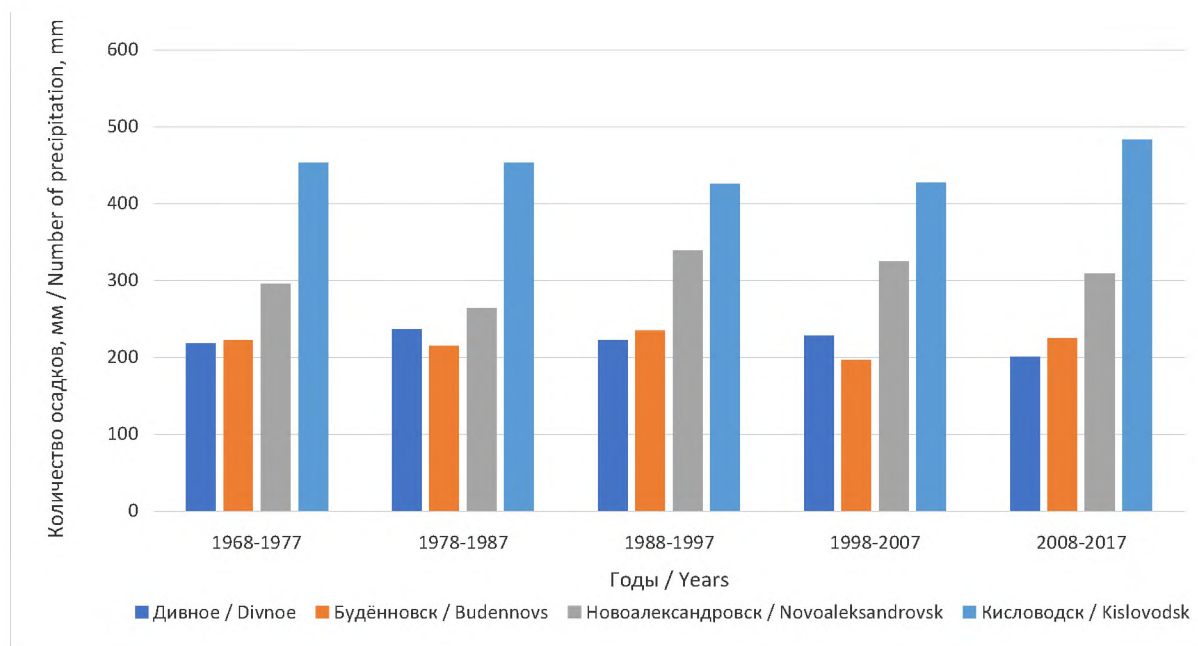


Рис. 4. Влажностный режим летнего периода различных зон Ставропольского края за 1968-2017 гг.
Fig. 4. The humidity regime of the summer period of various zones of Stavropol territory for 1968-2017

Таблица 2 показывает направление изменения сумм выпадающих осадков за длительный период лет (по десятилетиям).

Таблица 2

Сумма выпадающих осадков в весенне-летний период по десятилетиям с 1998 по 2017 гг. в разных зонах Ставропольского края

Table 2

The amount of falling precipitation in the spring-summer period for decades from 1998 to 2017 in different zones of Stavropol territory

Достижение	Высота над уровнем моря (h) Height above sea level (h)	Осадки (май-сентябрь), мм Precipitation (May-September), mm		Изменения Changes
		1998-2007	2008-2017	
Дивное Divnoe	86	2368,1	2003	-273
Будёновск Budennovsk	136	1962,0	2248	+619
Новоалександровск Novoaleksandrovsk	110	3247,0	3092	+286
Кисловодск Kislovodsk	943	4217,0	4833	+1586
HCP LSD		1181,6	1511,15	920,3

В зоне достаточного увлажнения (метеостанция Кисловодск) наблюдается наиболее существенное увеличение осадков в летний период с 1998 по 2017 г. В зоне полупустынь (метеостанция Дивное) количество осадков уменьшается.

Заключение

1. Проанализированы температурные и влажностные условия весенне-летнего периода (с мая по сентябрь) в четырех разных зонах Ставропольского края за 1968-2017 гг.

2. Установлено, что во всех изучаемых зонах садоводства температурный режим начал расти, начиная с 1998 г.

3. В условиях полупустынь и засушливой зоны Ставропольского края ухудшаются условия выращивания, в первую очередь для черешни по возможности переносить повышенные температуры в летний период при одновременном созревании урожая и дифференциации почек.

4. Влажностный режим в анализируемый период заметно улучшается в зоне достаточного увлажнения, что способствует развитию здесь отрасли плодоводства.

5. Особенности теплообеспеченности территории Ставропольского края при изменении климата необходимо учитывать при корректировке районирования плодовых культур и их сортов для повышения эффективности производства плодовой продукции.

Благодарности / Acknowledgements

Публикуется в рамках гранта №19-44-230023 p_a и госзадания № 0689-2019-004.

Литература/ References

Антонов С.А. Тенденции изменения климата и их влияние на земледелие Ставропольского края // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2017. № 4 (66). С. 43–46.

[Antonov S.A. Climate change trends and their influence on the farming of the Stavropol Territory. *News of the Orenburg State Agrarian University*. 2017. 4 (66): 43–46]

Антонов С.А. Анализ динамики климатически обусловленного количества чистых паров в Ставропольском крае // Новости науки в АПК. 2018. №1 (10). С. 5-8. DOI: 10.25930/2218-855x-1-10-511

[Antonov S.A. Analysis of the dynamics of the climatically determined number of pure vapors in the Stavropol Territory. *Science News in the APC*. 2018. 1 (10): 5–8. DOI: 10.25930/2218-855x-1-10-511]

Антонов С.А. Изменение засушливости территории Ставропольского края за последние 50 лет (1969-2018 гг.) // Сельскохозяйственный журнал. 2019. №2 (12). С. 1–12. DOI: 10.25930/001.2.12.2019

[Antonov S.A. Changes in aridness of the territory of the Stavropol Territory over the past 50 years (1969-2018). *Agricultural Journal*. 2019. 2 (12): 1–12. DOI: 10.25930/001.2.12.2019]

Драгавцева И.А., Савин И.Ю., Загиров Н.Г. Ресурсный потенциал земель Северного Кавказа для плодоводства / И.А. Драгавцева [и др.]. Краснодар-Махачкала. 2016. 138 с.

[Dragavtseva I.A., Savin I.Yu., Zagirov N.G. Resource potential of the lands of the North Caucasus for fruit growing / I.A. Dragantseva [and others]. Krasnodar-Makhachkala. 2016. 138 p.]

Драгавцева И.А., Смирнова Л.А., Желнакова Л.И. Анализ ресурсного потенциала земель Ставропольского края для возделывания плодовых культур / И.А. Драгавцева [и др.]. М. 2007. 191 с.

[Draghavseva I.A., Smirnova L.A., Zhelnakova L.I. Analysis of the resource potential of land of the Stavropol Territory for the cultivation of fruit cultures / I.A. Draghavseva [and others]. M. 2007. 191 p.]

Драгавцева И.А., Драгавцев В.А., Кузнецова А.Р., Ключкина А.В. Выявление «узких мест» в системах адаптивности сортов персика к конкретным абиотическим,

лимитирующим рост и развитие растений факторам, воздействующим на отдельные фазы онтогенеза, для создания оптимальных алгоритмов дальнейшей селекции // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2020. Т. 181. № 4. С. 112–119. DOI: 10.30901/2227-8834-2020-4-112-119

[*Dragavtseva I.A., Dragavtsev V.A., Kuznetsova A.R., Klykina A.V.* The identification of "narrow places" in the adaptability systems of peach varieties to a specific abiotic, limiting plant growth and plant factors affecting individual phases of ontogenesis, to create optimal algorithms for further selection. *Proceedings on applied botanic, genetics and selection*. 2020. 181. 4: 112–119. DOI: 10.30901/2227-8834-2020-4-112-119]

Желнакова Л.И., Антонов С.А. Методическое пособие по корректировке систем земледелия в связи с региональным изменением климата (на примере Ставропольского края). Михайловск. 2011. 50 с.

[*Zhelnakova L.I., Antonov S.A.* Methodological manual for adjusting agriculture systems due to regional change in climate (on the example of the Stavropol Territory). Mikhailovsk. 2011. 50 p.]

Иванов В.Ф., Иванова А.С., Опанасенко Н.Е. Экология плодовых культур. Киев: Аграрная наука. 1998. 405 с.

[*Ivanov V.F., Ivanova A.S., Opanasenko N.E.* Ecology of fruit crops. Kiev: Agrarian science. 1998. 405 p.]

Кононов В.Н. Лесостепь Ставропольской возвышенности и ее географические связи // Материалы по изучению Ставропольского края. Ставрополь. 1971. Вып. 12-13. С. 97–108.

[*Kononov V.N.* Forest-steppe Stavropol Hills and its geographical connections // Materials for the study of the Stavropol Territory. Stavropol. 1971. 12-13: 97–108]

Копылов В.И., Балыкина Е.Б., Беренштейн И.Б. Плодоводство с основами экологии и питомниководства: учебное пособие для вузов. СПб: Лань. 2020. 392 с.

[*Kopylov V.I., Balykina E.B., Berenstein I.B.* Fruit growing with the basics of ecology and nursery: a training manual for universities. St. Petersburg: Lan. 2020. 392 p.]

Корсакова С.П. Прогнозные оценки тепловых ресурсов для адаптации растениеводства и лесного хозяйства к изменениям климата // АгроЭкоИнфо. 2018. №3. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=36349942> (дата обращения: 26.03.2021)

[*Korsakova S.P.* Forecast evaluations of thermal resources for the adaptation of crop production and forestry to climate change // *AgroEkoInfo*. 2018. No. 3. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=36349942> (Date of handling: 03/26/2021)]

Ксенофонтов М.Ю., Ползиков Д.А. К вопросу о влиянии климатических изменений на развитие сельского хозяйства в России в долгосрочной перспективе // Проблемы прогнозирования. 2020. №3 (180). С. 82–92.

[*Ksenofontov M.Yu., Polzikov D.A.* To the question of the impact of climate change on the development of agriculture in Russia in the long term. *Problems of forecasting*. 2020. 3(180): 82–92]

Шальнев В.А. Ландшафты Ставропольского края. Ставрополь: Изд-во СГУ. 1995. 52 с.

[*Shalnev V.A.* Landscapes of Stavropol Territory. Stavropol: Publishing House of SSU. 1995. 52 p.]

Gustafson D. Climate change: A crop protection challenge for the twenty-first century // *Pest Management Science*. 2011. Vol. 67 (6). P. 691–696.

Fekadu H.H., Marshet N.G. Review on the Effects of Climate Change Variability on Horticultural Productivity // *Int J Environ Sci Nat Res*. 2019. Vol. 17 (4). P. 555969. DOI: 10.19080/IJESNR.2019.17.555969.

Malhotra S. Horticultural crops and climate change: A review // Indian Journal of Agricultural Sciences. 2017. 87 (1): 12–22.

Mukherjee S., Mishra A., Trenberth K E. Climate Change and Drought: a Perspective on Drought Indices // Current Climate Change Reports. 2018. Vol. 4 (2). P. 145–163. DOI: 10.1007/s40641-018-0098-x

Shahzad A., Ullah S., Dar A.A. Nexus on climate change: agriculture and possible solution to cope future climate change stresses // Environmental Science and Pollution Research. 2021. Vol. 28 (5). P. 1–22. DOI: 10.1007/s11356-021-12649-8

Scheben A., Yuan Y., Edwards D. Advances in genomics for adapting crops to climate change // Current Plant Biology. 2016. Vol. 6. P. 1–24. DOI: 10.1016/j.cpb.2016.09.001

Snyder R.L. Climate Change Impacts on Water Use in Horticulture // Horticulturae. 2017. Vol. 3 (2). P. 27. DOI: <https://doi.org/10.3390/horticulturae3020027>

Статья поступила в редакцию 09.04.2021 г.

Draghavseva I.A., Yermolenko V.G., Oplachko R.A., Kuznetsova A.P., Oplachko E.A. Analysis of the temporal and spatial variability of the temperature and humidity regime of the spring-summer period in the south of Russia for the cultivation of fruit crops (on the example of the Stavropol Territory) // Plant Biology and Horticulture: theory, innovation. 2021. № 2 (159). P. 63–71.

The normal growth and development of the fruit plant requires certain living conditions, primarily the optimal temperatures for the successful passage of all phases of ontogenesis during the year. The amount of precipitation is a very important indicator, although this factor (unlike temperature) can be regulated by irrigating.

The North Caucasus is the main region of the country's fruit growing, especially for the cultivation of particularly valuable southern fruit crops. In all of its republics and the edges, critical temperatures of the winter-spring period of various forces, uncomfortable for harvesting fruit crops or even destructive are occupied. No less important factors in the south of Russia for the successful development of fruit growing are elevated summer period temperatures, exceeding them more than 30 °C suspends the processes of the development of seed and bone crops.

Stavropol Territory differs from other ecological and geographical zones of the North Caucasus with frequent manifestation of such high temperatures during the growing season and disadvantage of falling precipitation (300–500 mm), which creates additional problems for crops, so all gardens in the Stavropol Territory require watering to create effective fruit production. Square of gardens of seed and bone cultures in recent years (2019, 2020) gradually increase in this zone. Solving the problem of environmental management when the climate change is currently requires an assessment of the time and spatial variability of the temperature and humidity regime in the expanding zones of gardening of the Stavropol Territory. It is also necessary for the optimal placement of various cultures and varieties of fruit crops.

Keywords: south of Russia; Stavropol Territory; fruit cultures; climate; period of vegetation; temperature; precipitation; variability; time; space