

УДК 634.1.13: 631.524.85 (470.6)

UDC 634.1.13: 631.524.85 (470.6)

DOI 10.30679/2219-5335-2023-4-82-69-83

DOI 10.30679/2219-5335-2023-4-82-69-83

**НАУЧНЫЕ ПОДХОДЫ  
К ИЗУЧЕНИЮ АДАПТАЦИОННОГО  
ПОТЕНЦИАЛА ПЛОДОВЫХ  
КУЛЬТУР В СЛОЖНОМ РЕЛЬЕФЕ  
СЕВЕРНОГО КАВКАЗА  
(НА ПРИМЕРЕ ГРУШИ  
В КАБАРДИНО-БАЛКАРИИ)**

**SCIENTIFIC APPROACHES  
TO THE STUDY OF THE ADAPTIVE  
POTENTIAL OF FRUIT CROPS  
IN THE COMPLEX RELIEF  
OF THE NORTHERN CAUCASUS  
(ON THE EXAMPLE OF PEARS  
IN KABARDINO-BALKARIA)**

Клюкина Анна Васильевна  
младший научный сотрудник  
лаборатории управления  
воспроизводством в плодовых  
агроценозах и экосистемах  
e-mail: anna.klyukina.95@list.ru

Klyukina Anna Vasilyevna  
Junior Research Associate  
of Reproduction Management  
in Fruit Agrocenoses  
and Ecosystems Laboratory  
e-mail: anna.klyukina.95@list.ru

Драгавцева Ирина Александровна  
д-р с.-х. наук, профессор  
главный научный сотрудник  
НЦ «Садоводство»  
e-mail: I\_d@list.ru

Dragavtseva Irina Aleksandrovna  
Dr. Sci. Agr., Professor  
Chief Research Associate  
of SC «Horticulture»  
e-mail: I\_d@list.ru

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

*Federal State  
Budgetary Scientific Institution  
«North Caucasus Federal  
Scientific Center of Horticulture,  
Viticulture, Winemaking»,  
Krasnodar, Russia*

Сатибалов Аслан Владимирович  
д-р с.-х. наук, доцент,  
заведующий отделом селекции  
и сортоизучения плодовых, ягодных  
и орехоплодных культур  
e-mail: aslan-07@list.ru  
<https://orcid.org/0000-0002-2500-613X>

Satibalov Aslan Vladimirovich  
Dr. Sci. Agr., Associate Professor,  
Head of Selection and Variety Studies  
of Fruit, Berry and Nut crops  
Department  
e-mail: aslan-07@list.ru  
<https://orcid.org/0000-0002-2500-613X>

Ахматова Зулайха Пашаевна  
канд. с.-х. наук  
ведущий научный сотрудник  
отдела селекции и сортоизучения  
плодовых, ягодных  
и орехоплодных культур  
e-mail: kbrapple@mail.ru  
<https://orcid.org/0000-0003-0633-6544>

Akhmatova Zuleikha Pashaevna  
Cand. Agr. Sci.  
Leading Research Associate  
of Selection and Variety Studies  
of Fruit, Berry and Nut crops  
Department  
e-mail: kbrapple@mail.ru  
<https://orcid.org/0000-0003-0633-6544>

*Федеральное государственное  
бюджетное научное учреждение  
«Северо-Кавказский научно-  
исследовательский институт  
горного и предгорного садоводства»,  
Нальчик, КБР, Россия*

*Federal State Budgetary  
Scientific Institution  
«North Caucasus Research  
Institute of Mountain  
and Foothill Gardening»,  
Nalchik, KBR, Russia*

В статье представлены результаты анализа многолетних исследований динамики основных климатических показателей за 38-летний период в сложном рельефе Северного Кавказа на примере специфических условий гор и предгорий Кабардино-Балкарской республики по трём зонам садоводства – Степной, Предгорной и Горно-Степной. Температурные условия разделены по двум периодам – 1985-2000 гг. и 2001-2022 гг. с целью выявления закономерности проявления генотипа в фенотипе в условиях флуктуации климата. Данные исследований подтверждают, что климат региона претерпевает определённые изменения под воздействием глобальных климатических процессов, имеющих место в настоящее время. В работе представлен анализ взаимодействия «генотип-среда» на примере сортов груши разного срока созревания и разной морозостойкости в Кабардино-Балкарии. Изучены требования сортов груши по фазам их развития к динамике лимитирующих факторов среды в зимне-весенний период. Дана оценка соответствующих требований сортов к условиям выращивания. Показан мониторинг изменения прохождения фаз развития (вариабельность длин фаз). Разработаны графические модели наиболее уязвимых периодов наступления критических температурных стрессов зимне-весеннего периода для различных сортов груши в разных зонах садоводства Кабардино-Балкарии. Представленные новые знания о защитно-приспособительных реакциях сортов по каждой фазе развития, позволят управлять не только продуктивностью сортов в целом (интегральный показатель), но и продукционным процессом, что обеспечит повышение урожайности не менее, чем на 70-80 %. Предложены новые решения по выявлению генетически-обусловленных резервов у анализируемых сортов груши с целью использования их в дальнейшей селекции.

The article presents the results of the analysis of long-term studies of the dynamics of the main climatic indicators over a 38-year period in the complex relief of the North Caucasus on the example of the specific conditions of the mountains and foothills of the Kabardino-Balkarian Republic in three horticultural zones – Steppe, Foothill and Mountain-Steppe. Temperature conditions are divided into two periods 1985-2000 and 2001-2022, in order to identify patterns in the manifestation of the genotype in the phenotype under conditions of climate fluctuations. Research data confirm that the climate of the region is undergoing certain changes under the influence of global climatic processes that are currently taking place. The paper presents an analysis of the «genotype-environment» interaction on the example of pear varieties of different ripening periods and different frost resistance in Kabardino-Balkaria. The requirements of pear varieties by phases of their development to the dynamics of limiting environmental factors in the winter-spring period have been studied. An assessment of the corresponding requirements of varieties to growing conditions is given. Monitoring of changes in the passage of developmental phases (variability of phase lengths) is shown. Graphical models of the most vulnerable periods of the onset of critical temperature stresses in the winter-spring period have been developed for various pear varieties in different horticultural zones of Kabardino-Balkaria. The presented new knowledge about the protective and adaptive reactions of varieties for each phase of development will make it possible to manage not only the productivity of varieties as a whole (integral indicator), but also the production process, which will ensure an increase in yield capacity by at least 70-80 %. New solutions are proposed to identify genetically determined reserves in the analyzed pear varieties in order to use them in further breeding.

*Ключевые слова:* ПОДХОДЫ, ПЛОДОВЫЕ, ГРУША, СОРТА, АДАПТАЦИОННЫЙ ПОТЕНЦИАЛ, РЕЛЬЕФ, СЕВЕРНЫЙ КАВКАЗ, КАБАРДИНО-БАЛКАРИЯ

*Key words:* APPROACHES, FRUIT, PEAR, VARIETIES, ADAPTIVE POTENTIAL, RELIEF, NORTH CAUCASUS, KABARDINO-BALKARIA

**Введение.** Производство продукции растениеводства базируется на использовании двух групп ресурсов:

– космические (климат и его изменения, световой спектр, интенсивность инсоляции и др.);

– земные (типы почв и их характеристики, рельеф, видовой и сортовое разнообразие сельскохозяйственных культур).

Космические ресурсы не зависят человека, в наших силах остаётся лишь только приспособляться к ним.

Растительные организмы и, в первую очередь, многолетние плодовые культуры нормально функционируют, когда существует достаточное соответствие между эволюционно сложившимися требованиями растений и факторами среды выращивания. Особо важное значение имеет соответствие температурных условий и требований к ним культур и сортов на всех этапах органогенеза.

Любые положительные или отрицательные отклонения от температурного оптимума приводят к нарушению процесса роста и развития растений. Они негативно влияют на продуктивность сортов плодовых культур, которая в этом случае зависит от уровня их защитно-приспособительных реакций (степени адаптации к лимитам среды), обусловленных их наследственной основой и состоянием растений [1].

Температурные условия – основной показатель климата, характерный для конкретной местности. Климат изменяется на Земле в очень широких пределах пространства под влиянием различных факторов (моря, океаны, рельеф местности и др.) [2-4].

Изменение климата происходит не только в пространстве, но и во времени. Оно носит в основном ритмический характер, охватывая период примерно в 30 лет.

В 1998 году начался очередной этап изменения климата [5], вызвавший отклик сортов плодовых культур на новые условия выращивания, что позволяет оценить адаптационный потенциал каждой фазы онтогенеза сортов.

Поэтому актуальны исследования в этом направлении для обнаружения резервов повышения урожаев, что требует раскрытия феномена взаимодействия «генотип-среда», и в первую очередь, «генотип-температурные условия территорий выращивания».

Будущее развития плововодства в России связано с освоением гор и предгорий, которые отличаются большим разнообразием и специфичностью, связанными с высотой над уровнем моря и особенностями рельефа [6]. Рельеф вносит большие отклонения в закономерные изменения климатических условий гор, связанные с нарастанием высоты. Особенно велико его влияние на солнечное освещение, температуру воздуха и почвы, воздушные течения и количество выпадающих осадков [7, 8].

Ещё в 1937 году Г. Люндергордом установлено [6], что на каждые 100 м вертикального подъема интенсивность солнечного света возрастает в среднем на 4,5 %, а температура воздуха уменьшается на 0,4-0,6 °С. Температурный фактор приобретает наиболее важное ограничивающее значение в плодовых зонах всех горных районов и, в том числе, в Кабардино-Балкарии [9, 10].

Цель исследований – изучение защитно-приспособительных реакций сортов груши в разрезе фаз их развития к динамике температурных лимитирующих факторов среды в условиях сложного рельефа Кабардино-Балкарии.

**Объекты и методы исследований.** Исследования проводятся в трёх основных плодовых зонах садоводства Кабардино-Балкарии:

- Степная зона (Прохладненский район) – метеостанция Прохладная. Высота над уровнем моря ( $h$ ) = 208 м.
- Предгорная зона (Нальчикский район) – метеостанция Нальчик.  $h$  = 512 м.
- Горно-Степная зона (Эльбрусский район) – метеостанция Тырнауз.  $h$  = 1300 м.

Объектами исследований являются три сорта груши разного срока созревания: Вильямс (летний), Киффер (осенний), Кюре (зимний). Годы посадки 2005-2009 гг., подвой – дикая кавказская груша, схема посадки 6х4 метра (416 деревьев на 1 га).

Исследования проводятся как с использованием общепринятых в плодоводстве методик (Орёл, 1999) [11], так и новейших:

- Теории эколого-генетической организации количественных признаков растений (ТЭГОКП), Драгавцев В.А. и др. [12]
- К созданию инновационных высоких технологий конструирования сортов плодовых культур с максимальными урожаями и их оптимального размещения на фонах разных динамик лим-факторов внешней среды, Драгавцев В.А. и др., 2022. [5]

К анализу по раскрытию взаимодействия «генотип-среда» привлечены температурные данные названных метеостанций за два временных периода: 1985-2000 гг. и 2001-2022 гг. При разработке матрицы пороговых значений минимальных температур использованы результаты полевых наблюдений ФГБНУ Северо-Кавказского НИИ горного и предгорного садоводства, материалы ФГБНУ Северо-Кавказского федерального научного центра садоводства, виноградарства и виноделия 1985-2022 гг., а также данные Госсортоучастков Северного Кавказа (ГСУ) за последние 70-80 лет.

**Обсуждение результатов.** Несмотря на свою ценность, груша в производственных насаждениях по-прежнему занимает малую площадь, что связано с дефицитом сортов, обладающих комплексом хозяйственно ценных биологических свойств. Поэтому актуальным является детальное изучение сортов по признакам устойчивости к специфическим климатическим условиям мест культивирования, а также их способности формировать высокие и качественные урожаи даже в экстремальных условиях [13-21].

Для оценки соответствия требований сортов груши к температурам зимне-весеннего периода в зависимости фаз развития, определены (усреднённые за длительный период лет) в количественных показателях (°С) абсолютные минимумы температуры воздуха, детерминирующие наличие и величину урожая сортов груши, с учётом динамики температурных лимитирующих факторов (табл. 1).

Таблица 1 – Уровни низких температур (°С), лимитирующих получение урожая сортов груши (Вильямс, Киффер, Кюре) в Кабардино-Балкарии

Месяц/ декада	Фазы развития	Абсолютный минимум (лимитирующий фактор), °С для сорта Вильямс	Абсолютный минимум (лимитирующий фактор), °С для сорта Киффер	Абсолютный минимум (лимитирующий фактор), °С для сорта Кюре
январь I	органический покой	< -25-23	< -25-23	< -25-23
январь II				
январь III				
февраль I	вынужденный покой	-25	-25	-27
февраль II		-25	-22	-27
февраль III		-22	-18	-25
март I	вынужденный покой	-18	-18	-18
март II	набухание цветковых почек	-10	-15	-10
март III	набухание цветковых почек	-10	-15	-10
апрель I	распускание цветковых почек	- 6	-10-8	- 8
апрель II	появление лепестков	- 4	-2-3	- 4
апрель III	цветение	-1,5	-1,5-2	-2-3



Рассчитана вероятность проявления температурных стрессов, губительных для урожая сортов груши в условиях сложного рельефа садопригодных территорий Кабардино-Балкарии (табл. 2).

Из таблицы 2 следует, что для сорта груши Вильямс в Степной зоне Кабардино-Балкарии вероятность проявления стресс-факторов в зимне-весенний период в первом периоде лет составляла 26,6 %, во втором – 29,3 %. В Предгорной зоне соответственно – 20 % и 36,8 %, Горно-Степной – 80 % и 73,7 %.

Таблица 2 – Вероятность (%) проявления отрицательных температур в зимне-весенний период, губительных для урожая сортов груши в разных зонах садоводства Кабардино-Балкарии

Сорта	Степная зона	Предгорная зона	Горно-Степная зона
	Вероятность проявления абсолютного минимума температуры, °С		
Период 1985-2000 гг.			
Вильямс	26,6	20,0	80,0
Киффер	20,0	20,0	73,3
Кюре	20,0	13,3	80,0
Период 2000-2022 гг.			
Вильямс	29,3	36,8	73,7
Киффер	18,1	27,2	63,6
Кюре	21,0	15,8	73,7

Вероятность проявления стресс-факторов для сорта Киффер в Степной зоне в первом периоде лет – 20 %, во втором – 18,1 %. В Предгорной зоне соответственно 20 % и 27,2 %, то есть при изменении климата количество стрессов для сорта Киффер в зимне-весенний период увеличилось во втором периоде. В Горно-Степной зоне – уменьшилось с 73,3 % до 63,6 %.

Для сорта Кюре вероятность проявления стресс-факторов в обоих периодах не изменилась в Степной зоне, увеличилась в Предгорной во втором периоде (13,3 % и 15,8 %) и почти не изменилась в Горно-Степной.

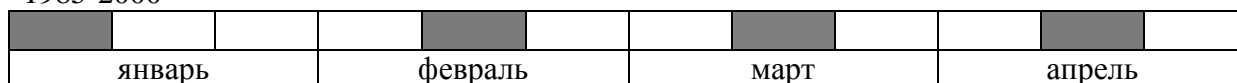
Следовательно, морозостойкость сортов груши в Кабардино-Балкарской республике при флуктуации климата меняется под воздействи-

ем низких температур зимне-весеннего периода различно по годам и территориям выращивания (во времени и пространстве), то есть, нет полного соответствия условий по конкретным территориям для выращивания изучаемых сортов в разрезе фаз их развития в условиях меняющегося климата.

С целью радикального повышения продуктивности плодовых культур (в том числе груши) необходимо раскрыть новые свойства (эмерджентные) возникающие при взаимодействии «генотип-среда». В этой связи нужны новые знания о защитно-приспособительных реакциях сортов по каждой фазе развития, что позволит управлять не только продуктивностью сортов в целом (интегральный показатель), а продукционным процессом по каждой фазе развития [22].

Для получения этих новых знаний о генетико-физиологических системах адаптивности сортов груши к условиям среды выращивания разработаны графические модели наиболее уязвимых периодов наступления критических температурных стрессов зимне-весеннего периода для различных сортов груши в разных зонах садоводства Кабардино-Балкарии (рис. 1-9).

1985-2000



2001-2022

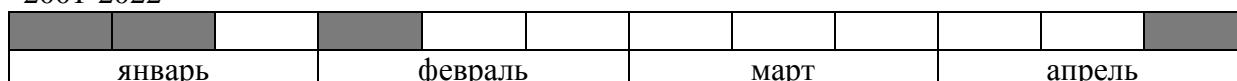
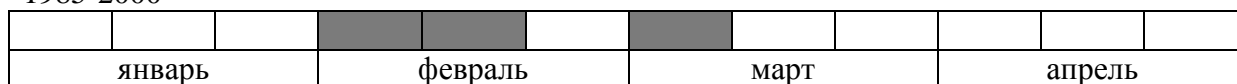


Рис. 1. Наиболее уязвимые периоды наступления температурных стресс-факторов зимнее-весеннего периода для груши сорта Вильямс в Степной зоне Кабардино-Балкарии

1985-2000



2001-2022

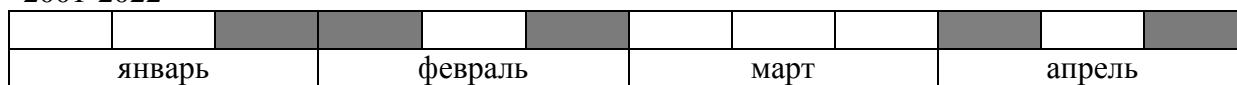


Рис. 2. Наиболее уязвимые периоды наступления температурных стресс-факторов зимнее-весеннего периода для груши сорта Вильямс в Предгорной зоне Кабардино-Балкарии



1985-2000

январь			февраль			март			апрель	

2001-2022

январь			февраль			март			апрель	

Рис. 3. Наиболее уязвимые периоды наступления температурных стресс-факторов зимнее-весеннего периода для груши сорта Вильямс в Горно-Степной зоне Кабардино-Балкарии

1985-2000

январь			февраль			март			апрель	

2001-2022

январь			февраль			март			апрель	

Рис. 4. Наиболее уязвимые периоды наступления температурных стресс-факторов зимнее-весеннего периода для груши сорта Киффер в Степной зоне Кабардино-Балкарии

1985-2000

январь			февраль			март			апрель	

2001-2022

январь			февраль			март			апрель	

Рис. 5. Наиболее уязвимые периоды наступления температурных стресс-факторов зимнее-весеннего периода для груши сорта Киффер в Предгорной зоне Кабардино-Балкарии

1985-2000

январь			февраль			март			апрель	

2001-2022

январь			февраль			март			апрель	

Рис. 6. Наиболее уязвимые периоды наступления температурных стресс-факторов зимнее-весеннего периода для груши сорта Киффер

1985-2000

январь			февраль			март			апрель	

2001-2022

январь			февраль			март			апрель	

Рис. 7. Наиболее уязвимые периоды наступления температурных стресс-факторов зимнее-весеннего периода для груши сорта Кюре в Степной зоне Кабардино-Балкарии

1985-2000

январь			февраль			март			апрель		

2001-2022

январь			февраль			март			апрель		

Рис. 8. Наиболее уязвимые периоды наступления температурных стресс-факторов зимнее-весеннего периода для груши сорта Кюре в Предгорной зоне Кабардино-Балкарии

1985-2000

январь			февраль			март			апрель		

2001-2022

январь			февраль			март			апрель		

Рис. 9. Наиболее уязвимые периоды наступления температурных стресс-факторов зимнее-весеннего периода для груши сорта Кюре в Горно-Степной зоне Кабардино-Балкарии

Из рисунка 1 следует, что сорт Вильямс в Степной зоне проявляет повышенную устойчивость к стрессам в зимне-весенний период по следующим фазам: в конце органического покоя и в начале вынужденного в первом периоде лет (фенологические фазы конец вынужденного покоя и набухание цветковых почек). Во втором периоде в стадии органического покоя, набухания, распускания и цветения.

В Предгорной зоне (см. рис. 2) данный сорт в обоих периодах лет проявляет устойчивость в стадии органического покоя, набухания и распускания цветковых почек. В Горно-Степной зоне (см. рис. 3) у анализируемого сорта также имеются защитно-приспособительные реакции на низкие температуры в фазе органического, вынужденного покоя, набухания и начала распускания цветковых почек.

Следовательно, сорт Вильямс показал высокую устойчивость в стадиях органического и вынужденного покоя, набухания и распускания цветковых почек во всех зонах садоводства. Пониженную – в фазе цветения.

Сорт Киффер в Степной зоне (см. рис. 4) в обоих периодах лет проявил повышенную морозостойкость в фазах набухания и распускания

цветковых почек. В Предгорной зоне (см. рис. 5) он в обоих периодах был устойчив к низким температурам в фазах распускания и начале цветения. Неустойчив – в фазе органического покоя. В Горно-Степной (см. рис. 6) для сорта Киффер сложились благоприятные условия только в стадии органического и вынужденного покоя.

Сорт Кюре в Степной зоне (см. рис. 7) более устойчив к морозам и заморозкам в фазах покоя, набухания и начала распускания цветковых почек в обоих периодах лет. В Предгорной зоне (см. рис. 8) – в конце вынужденного покоя, набухания и распускания цветковых почек в обоих периодах лет.

Следовательно, сорта Вильямс и Киффер могут быть привлечены в селекционный процесс в качестве исходных родительских форм на морозостойкость в фазе вынужденного покоя, набухания и распускания цветковых почек. Сорт Кюре может быть использован для подбора родительских форм в фазу вынужденного покоя.

Особое внимание следует уделить реакции сортов груши в Горно-Степной зоне Кабардино-Балкарии. Как правило, для них опасны условия весеннего периода. Таким образом, нужны доноры для повышения морозостойкости в эту фазу. Ими могут служить формы дикой груши, обильно произрастающие в горах Кабардино-Балкарии.

### ***Выводы.***

1. Представлен анализ взаимодействия в системе «сорт-температурные условия среды» в разных зонах садоводства республики Кабардино-Балкарии на примере трех сортов груши различного срока созревания.

2. Влияние флуктуации климата на морозостойкость изучаемых сортов проведено в двух временных периодах (1985-2000 гг. и 2001-2022 гг.) по трем зонам садоводства с различной высотой над уровнем моря (от 208 до 1300 м).

3. Для оценки соответствия требований сортов груши к температурному режиму среды выращивания определены количественные показатели стрессов, губительных для их урожаев.

4. Техногенная интенсификация растениеводства в настоящий период уже не способна решить проблемы дальнейшего повышения урожаев.

5. Резервы повышения урожаев плодовых культур и сортов имеются в раскрытии механизмов взаимодействия «генотип-среда» в конкретные фазы онтогенеза в различные периоды жизни плодовых культур (зимне-весенний и летне-осенний периоды).

6. Морозостойкость сортов груши в разных зонах садоводства Кабардино-Балкарии меняется во времени и пространстве, то есть возникают новые свойства сортов (эмерджентные), знания о которых позволят вскрыть и использовать существующие резервы повышения урожаев.

7. Установлено, что сорта Вильямс и Киффер могут быть привлечены в селекционный процесс в качестве исходных родительских форм на морозостойкость в фазе вынужденного покоя, набухания и распускания цветковых почек. Сорт Кюре может быть использован при подборе родительских форм по морозоустойчивости в фазу вынужденного покоя.

8. Особое внимание следует уделить поведению сортов груши в Горно-Степной зоне Кабардино-Балкарии. Как правило, для них опасны условия весеннего периода. Таким образом, нужны доноры для повышения морозостойкости в эту фазу. Ими могут служить формы дикой груши, обильно произрастающие в горах Кабардино-Балкарии.

### Литература

1. Дьяков А.Б. Надорганизменные биологические системы и принципы их изучения. Краснодар: Просвещение-Юг. 2019. 267 с. EDN: UWEOSJ. <https://elibrary.ru/uweosj>
2. Lal S. et al. Impact of climate change on productivity and quality of temperate fruits and its management strategies. 2018. Vol. 7. №4. P. 1833-1844. <https://www.researchgate.net/publication/325285677>

3. Lone A.A., Guroo T.A. Climatic change and its effects on Agri-Horti Sector (A study of the district Baramulla of J&K) // Scholedge International Journal of Business Policy & Governance. 2018. Vol. 4(9). 87. DOI: 10.19085/journal.sijbpg04090. <https://thescholedge.org/index.php/sijbpg/article/view/434>
4. Chadha K.L. Chapter 2. Global climate change and Indian horticulture. // Climate Dynamics in Horticultural Science: Impact, Adaptation and Mitigation, Volume 2 / Edited by: M.L. Chaudhary, V.B. Patel, M.W. Siddiqui, R.B. Verma. Apple Academic Press. 2015.
5. Драгавцев В.А. и др. К созданию инновационных высоких технологий конструирования сортов плодовых культур с максимальными урожаями и их оптимального размещения на фонах разных динамик лимитирующих факторов внешней среды // Краснодар: ФГБНУ СКФНЦСВВ, 2022. 95 с. EDN: NLLHIK. <https://elibrary.ru/nllhik>
6. Драгавцев А.П. Горное плодоводство. М.: Сельхозгиз, 1958. 431 с.
7. Сатибалов А.В., Нагудова Л.Х. Основные методы ослабления антропогенного давления на агробиоценозы в специфических условиях предгорий КБР // Материалы Международной н.-п. к. «Наука, образование и инновации для АПК». Майкоп: МГТУ. 2022. С. 491-496. EDN: YKFZFN. <https://elibrary.ru/item.asp?id=50119119&pff=1>
8. Драгавцева И.А., Ахматова З.П., Савин И.Ю., Акопян В.С. Оценка соответствия погодно-климатических условий Кабардино-Балкарии требованиям возделываемых плодовых культур [Электронный ресурс] // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2012. № 17(5). С. 49-57. EDN: NOZDXQ. <https://elibrary.ru/nozdxq>
9. Драгавцева И.А., Драгавцев В.А., Савин И.Ю., Клюкина А.В. Современные научные подходы к радикальному повышению урожая плодовых культур // Садоводство и виноградарство. 2022. № 5. С. 38-46. DOI: 10.31676/0235-2591-2022-5-38-46. EDN: SPUBAA. <https://www.sadivin.com/jour/article/view/923>
10. Драгавцева И.А. и др. Ресурсный потенциал земель Кабардино-Балкарии для возделывания плодовых культур. Краснодар, Нальчик: СКЗНИИСИВ. 2011. 127 с. EDN: QLDFCH. <https://elibrary.ru/item.asp?id=19518492>
11. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур. Орел: ВНИИСПК, 1999. 606 с.
12. Драгавцев В.А., Литун П.П., Шкель Н.М., Нечипоренко Н.Н. Модель эколого-генетического контроля количественных признаков растений // Доклады АН СССР. 1984. № 274(3). С. 720-723. EDN: RXWANT. <https://elibrary.ru/item.asp?id=21288087>
13. Raza A., Razzaq A., Mehmood S.S., Zou X., Impact of climate change on crops adaptation and strategies to tackle its outcome: A review // Plants. 2019. Vol. 8(2). 34. DOI: 10.3390/plants8020034. <https://www.mdpi.com/2223-7747/8/2/34>
14. Сатибалов А.В., Нагудова Л.Х. Устойчивость груши к воздействию стресс-факторов // Сельскохозяйственное землепользование и продовольственная безопасность: материалы межд. науч.-практ. конф. Нальчик, КБГАУ, 2016. С. 271-279. <https://elibrary.ru/ypnnfn>
15. Сатибалов А.В., Нагудова Л.Х., Тхазеплова Ф.Х. Параметры адаптивности сортов груши в условиях предгорий Кабардино-Балкарии // Проблемы развития АПК региона. 2019. № 1 (37). С. 114-117. EDN: ZDMYGL <https://elibrary.ru/zdmygl>
16. Сатибалов А.В. Оценка адаптивного потенциала сортов груши в предгорьях Кабардино-Балкарии // Субтропическое и декоративное садоводство. 2019. № 71. С. 101-109. EDN: CIOOAV. DOI: 10.31360/2225-3068-2019-71-101-109. <http://journal.vniisubtrop.ru/archive/71/13/>
17. Miranda, C., Urrestarazu, J., Santesteban, L.G. Fruclimadapt: An R package for climate adaptation assessment of temperate fruit species. // Computers and Electronics in Agriculture. 2020. Vol. 180(70). 105879. DOI: 10.1016/j.compag.2020.105879. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0168169920330842?via%3Dihub>

18. Nawaz R., Abbasi N.A., Hafiz I.A., Khalid A., Ahmad T., Aftab M. Impact of climate change on kinnow fruit industry of Pakistan // *Agrotechnology*. 2019. Vol. 8(1). 186. DOI: [10.24105/2168-9881.8.186](https://doi.org/10.24105/2168-9881.8.186) <https://www.researchgate.net/publication/335431041>

19. El Yaacoubi A., El Jaouhari N., Bouriou M. Potential vulnerability of Moroccan apple orchard to climate change – induced phenological perturbations: Effects on yields and fruit quality // *International Journal of Biometeorology*. 2020. Vol. 64. P. 377-387. DOI: [10.1007/s00484-019-01821-y](https://doi.org/10.1007/s00484-019-01821-y) <https://link.springer.com/article/10.1007/s00484-019-01821-y>

20. Bhattacharjee P, Warang O, Das S, Das S. Impact of Climate Change on Fruit Crops: A Review // *Current World Environment*. 2022. Vol. 17(2). P. 319-330. DOI: [10.12944/CWE.17.2.4](https://doi.org/10.12944/CWE.17.2.4) <https://cwejournal.org/vol2no2/pim-pact-of-climate-change-on-fruit-crops-a-reviewp>

21. Ahmadi H., Ghalhari G.F., Baaghdeh M. Impacts of climate change on apple tree cultivation areas in Iran // *Climatic Change*. 2019. Vol. 153. P. 91-103. DOI: [10.1007/s10584-018-2316-x](https://doi.org/10.1007/s10584-018-2316-x) <https://link.springer.com/article/10.1007/s10584-018-2316-x>

22. Драгавцева И.А., Савин И.Ю. Управление продуктивностью и продукционным процессом плодовых культур на основе закономерностей их генетических и фенотипических изменений при смене лимитов внешней среды // *Садоводство и виноградарство*. 2020. № 1. С. 39-48. EDN: JWYIAP. DOI: [10.31676/0235-2591-2020-1-39-48](https://doi.org/10.31676/0235-2591-2020-1-39-48). <https://www.sadivin.com/jour/article/view/479>

## References

1. Dyakov A.B. *Supraorganismal biological systems and principles of their study*. Krasnodar: Prosveshchenie-Yug, 2019. 267 p. EDN: UWEOSJ. <https://elibrary.ru/uweosj> (in Russian)

2. Lal S. et al. Impact of climate change on productivity and quality of temperate fruits and its management strategies. 2018. Vol. 7. №4. P. 1833-1844. <https://www.researchgate.net/publication/325285677>

3. Lone A.A., Guroo T.A. Climatic change and its effects on Agri-Horti Sector (A study of the district Baramulla of J&K) // *Scholedge International Journal of Business Policy & Governance*. 2018. Vol. 4(9). 87. DOI: [10.19085/journal.sijbpg04090](https://doi.org/10.19085/journal.sijbpg04090). <https://thescholedge.org/index.php/sijbpg/article/view/434>

4. Chadha K.L. Chapter 2. Global climate change and Indian horticulture. // *Climate Dynamics in Horticultural Science: Impact, Adaptation and Mitigation, Volume 2* / Edited by: M.L. Chaudhary, V.B. Patel, M.W. Siddiqui, R.B. Verma. Apple Academic Press. 2015.

5. Dragavtsev V.A. et al. On the creation of innovative high technologies for the design of fruit crop varieties with maximum yields and their optimal placement against the background of different dynamics of environmental limit factors // *Krasnodar: FSBSI NCF SCHVW*, 2022. 95 p. EDN: NLLHIK. <https://elibrary.ru/nllhik> (in Russian)

6. Dragavtsev A.P. *Mountain fruit growing*. M.: Selkhozgiz, 1958. 431 p. (in Russian)

7. Satibalov A.V., Nagudova L.Kh. The main methods for reducing anthropogenic pressure on agrobiocenoses in the specific conditions of the foothills of the KBR // *Proceedings of the International scientific-p. k. "Science, education and innovation for the agro-industrial complex"*. Maikop: MSTU, 2022. P. 491-496. EDN: YKFZFN. <https://elibrary.ru/item.asp?id=50119119&pff=1> (in Russian)

8. Dragavtseva I.A., Akhmatova Z.P., Savin I.Yu., Akopyan V.S. The estimation of conformity of Kabardino-Balkaria climatic conditions with requirements of growing fruit crops [Electronic resource] // *Fruit growing and viticulture of the South of Russia*. 2012. № 17(5). P. 49-57. EDN: NOZDXQ <https://elibrary.ru/nozdxq> (in Russian)



9. Dragavtseva I.A., Dragavtsev V.A., Savin I.Yu., Klyukina A.V. Contemporary scientific approaches for a dramatic increase in fruit crops // Horticulture and viticulture. 2022. № 5. P. 38-46. DOI: 10.31676/0235-2591-2022-5-38-46. EDN: SPUBAA. <https://www.sadivin.com/jour/article/view/923> (in Russian)
10. Dragavtseva I.A. et al. Resource potential of the lands of Kabardino-Balkaria for the cultivation of fruit crops. Krasnodar, Nalchik: SKZNIISiV, 2011. 127 p. EDN: QLDFCH. <https://elibrary.ru/item.asp?id=19518492> (in Russian)
11. Program and methods of variety study of fruit, berry and nut crops. Orel: VNIISPK, 1999. 606 p. (in Russian)
12. Dragavtsev V.A., Litun P.P., Shkel N.M., Nechiporenko N.N. Model of ecological-genetic control of quantitative traits of plants // Doklady AN SSSR. 1984. № 274(3). P. 720-723. (in Russian)
13. Raza A., Razzaq A., Mehmood S.S., Zou X., Impact of climate change on crops adaptation and strategies to tackle its outcome: A review // Plants. 2019. Vol. 8(2). 34. DOI: 10.3390/plants8020034. <https://www.mdpi.com/2223-7747/8/2/34>
14. Satibalov A.V., Nagudova L.Kh. Pear resistance to stress factors // Proceedings of the International scientific-p.c. "Agricultural land use and food security". Nalchik, KBGAU, 2016. P. 271-279. EDN: YPNNFN. <https://elibrary.ru/yppnfn> (in Russian)
15. Satibalov A.V., Nagudova L.Kh., Tkhazeplova F.Kh. Parameters of adaptability of pear varieties in the conditions of the foothills of Kabardino-Balkaria // Development problems of regional agro-industrial complex. 2019. № 1 (37). P. 114-117. EDN: ZDMYGL. <https://elibrary.ru/zdmygl> (in Russian)
16. Satibalov A.V. Assessment of the adaptive potential of pear varieties in the foothills of Kabardino-Balkaria // Subtropical and ornamental gardening. 2019. № 71. P. 101-109. EDN: CIOOAV. DOI: 10.31360/2225-3068-2019-71-101-109 <http://journal.vniisubtrop.ru/archive/71/13/> (in Russian)
17. Miranda, C., Urrestarazu, J., Santesteban, L.G. Fruclimadapt: An R package for climate adaptation assessment of temperate fruit species. // Computers and Electronics in Agriculture. 2020. Vol. 180(70). 105879. DOI: 10.1016/j.compag.2020.105879. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0168169920330842?via%3Dihub>
18. Nawaz R., Abbasi N.A., Hafiz I.A., Khalid A., Ahmad T., Aftab M. Impact of climate change on kinnow fruit industry of Pakistan // Agrotechnology. 2019. Vol. 8(1). 186. DOI: 10.24105/2168-9881.8.186 <https://www.researchgate.net/publication/335431041>
19. El Yaacoubi A., El Jaouhari N., Bourioum M. Potential vulnerability of Moroccan apple orchard to climate change – induced phenological perturbations: Effects on yields and fruit quality // International Journal of Biometeorology. 2020. Vol. 64. P. 377-387. DOI: 10.1007/s00484-019-01821-y <https://link.springer.com/article/10.1007/s00484-019-01821-y>
20. Bhattacharjee P, Warang O, Das S, Das S. Impact of Climate Change on Fruit Crops: A Review // Current World Environment. 2022. Vol. 17(2). P. 319-330. DOI: 10.12944/CWE.17.2.4 <https://cwejournal.org/vol2no2/pim-pact-of-climate-change-on-fruit-crops-a-reviewp>
21. Ahmadi H., Ghalhari G.F., Baaghdeh M. Impacts of climate change on apple tree cultivation areas in Iran // Climatic Change. 2019. Vol. 153. P. 91-103. DOI: 10.1007/s10584-018-2316-x <https://link.springer.com/article/10.1007/s10584-018-2316-x>
22. Dragavtseva I.A., Savin I.Yu. Management of the productivity and production process of fruit crops based on the patterns of their genetic and phenotypic changes when changing environmental limits // Horticulture and viticulture. 2020. № 1. P. 39-48. EDN: JWYIAP. DOI: 10.31676/0235-2591-2020-1-39-48. <https://www.sadivin.com/jour/article/view/479> (in Russian)