Специфика интегративного (комплексного) действия факторов внешней среды влажных субтропиков России на сорта культуры фундука

DOI: 10.30901/2227-8834-2021-1-22-32

УДК 634.13:631.524.85:581.1:581.4

Поступление/Received: 21.08.2020

Принято/Accepted: 01.03.2021

Т. Д. БЕСЕДИНА¹, А. П. БОЙКО²,
Ц. В. ТУТБЕРИДЗЕ^{1*}, Н. С. КИСЕЛЕВА¹

¹ Федеральный исследовательский центр
Субтропический научный центр
Российской академии наук,
354002 Россия, г. Сочи, ул. Яна Фабрициуса, 2/28
* supk@vniisubtrop.ru

² Федеральный исследовательский центр
Всероссийский институт генетических ресурсов
имени Н.И. Вавилова, Адлерская опытная станция –
филиал ВИР,
354340 Россия, г. Сочи, ул. Ленина, 95
aos.vir@mail.ru

**Specific nature of the integrative (complex)
effect of environmental factors on hazelnut
cultivars in the Russian humid subtropics**

T. D. BESEDINA¹, A. P. BOYKO²*,
TS. V. TUTBERIDZE^{1*}, N. S. KISELEVA¹

¹ Subtropical Scientific Center
of the Russian Academy of Sciences,
2/28 Yana Fabritsiusa St.,
Sochi 354002, Russia
* supk@vniisubtrop.ru

² N.I. Vavilov All-Russian Institute
of Plant Genetic Resources,
Adler Experiment Station of VIR,
95 Lenina St.,
Sochi 354340, Russia
aos.vir@mail.ru

Фундук – ценная орехоплодная культура. Целесообразность промышленного возделывания культуры ставит задачу определения параметров агроклиматических индикаторов, имеющих амплитуду изменчивости, интенсивности и продолжительности воздействия. Агроэкологические факторы оценивали фенологическим методом, базирующимся на учете дат цветения и созревания плодов, являющихся функцией комплексного их влияния на величину урожая в многолетнем цикле.

Изменение климата актуализирует подбор адаптивных сортов для зон возделывания, где лимитирующие факторы становятся стрессовыми.

Установлена зависимость сортов фундука от климатических индикаторов: температуры и влажности воздуха, суммы осадков по фазам формирования урожая. Цветение наступает в январе и зависит от температурного фактора и влажности воздуха. На созревание плодов влияет температура воздуха и количество осадков (июль – август). Степень зависимости величины урожая сортов от погодных факторов тесная, при значениях модуля 0,86–1,0 ($p < 0,05$). Для выявления степени воздействия лимитирующих факторов предпочтительнее коэффициент детерминации (%), являющийся непосредственным показателем определения зависимости величины урожая от погодных факторов. «Критическим» этапом онтогенеза фундука считается цветение (I–III) в непрогнозируемых условиях. Не менее критична фаза созревания плодов, происходящая одновременно с закладкой и дифференциацией генеративных органов урожая будущего года.

Учет варьирования лимитирующих факторов в многолетнем цикле позволяет рекомендовать адаптивные сорта для возделывания в субтропиках Краснодарского края: 'Черкесский-2', 'Анастасия', 'Кристина', 'Виктория'.

Ключевые слова: орехоплодная культура, генотип, агроклиматические индикаторы, фаза «цветение», фаза «созревание плодов».

Corylus pontica K. Koch is a valuable nut crop. The expediency of the crop's large-scale cultivation calls for measuring the parameters of agroclimatic indicators, ranging in variability, intensity, and duration of their impact.

Environmental factors were assessed using phenological techniques based on recording the flowering and fruiting dates, recognized as the function demonstrating the complex effect of these factors on the hazelnut yield throughout the crop's perennial cycle. Climate change urges the selection of adaptable cultivars for such areas where limiting factors are turning into stressors.

Dependence of hazel cultivars on climate indicators (air temperature and humidity, and total precipitation) was observed in the phases of harvest formation. The crop's genotypic diversity contributed to the specific nature of the complex effect produced by environmental factors. Peculiar responses of hazel plants to weather conditions in both flowering and fruiting phases were instigated by the biology of their development. Flowering started in January and depended on air temperature and humidity. Fruiting was affected by air temperatures and precipitation amounts (in July/August). Dependencies between yield and weather were well expressed, with module values of 0.86–1.0 ($p < 0.05$). The effect size of limiting factors is better measured with the coefficient of determination (%), a direct indicator of the correlations between harvest and weather factors. Flowering (I–III) under unpredictable conditions is regarded as a "critical" stage in the ontogenesis of hazel trees. No less critical is the fruiting phase, occurring simultaneously with the setting and differentiation of generative organs for the next year's yield.

Registration of limiting factors and their variations over the perennial plant cycle made it possible to recommend cvs. 'Cherkesskiy-2', 'Anastasiya', 'Kristina' and 'Viktoriya' as adaptable to the subtropics of Krasnodar Territory.

Key words: nut crop, genotype, agroclimatic indicators, flowering phase, fruiting phase.

Введение

Ограниченность растений в поддержке стабильно-го уровня метаболизма в варьирующих условиях среды обуславливает существенную зависимость продуктивности культивируемых видов от почвенных и погодных факторов. При оценке использования адаптивного потенциала возделываемых культур необходимо учитывать их избирательную зависимость от погодных факторов, воздействующих всем своим комплексом. К тому же в течение вегетации изменяются требования культур к условиям окружающей среды. В природных условиях оптимальное соотношение факторов среды встречается крайне редко. Постоянное действие лимитирующих факторов, включая и световые, определило климатическую сезонность и ритмичность биологических процессов в биоценозах. Изменение климата в локальных и планетарных масштабах актуализирует подбор адаптивных сортов для каждой из зон возделывания, где все чаще лимитирующие факторы становятся стрессовыми. Целесообразность возделывания той или иной культуры ставит задачу определения параметров агроклиматических факторов, имеющих амплитуду изменчивости, интенсивности и продолжительности воздействия.

Фундук (*Corylus pontica* K. Koch.) – ценная орехоплодная культура. В его ядре содержится до 70% жира, 15–16% белка, значительное количество витаминов, углеводов и минеральных солей. Растение фундука относят к тепло- и влаголюбивым культурам (Vorontsov et al., 1981); оно приспособилось к сменам тепла и холода в субтропиках Черного и Средиземного морей (FAO-STAT..., 2019; Hazelnut Report..., 2018).

«Критическим» этапом онтогенеза фундука считается цветение, протекающее с января по март, когда особенно высока вариабельность совершенно непрогнозируемых погодных условий. Не менее критична фаза «созревание плодов», проходящая почти одновременно с закладкой и дифференциацией генеративных органов урожая будущего года.

Высокая инертность сортового состава культуры, его селекционное разнообразие, длительная монокультура, рыночная ориентация, сокращение земельных ресурсов и изменение климата актуализируют оценку образцов народной селекции и нового поколения для промышленного возделывания на основе математического моделирования в системе «погода – урожай».

Методы исследований

Эффективность возделывания многолетней культуры фундука (до 50 лет) существенно зависит от почвенно-климатических факторов зон возделывания (Adamen, Sidorenko, 2017; Bayramova, Sultanov, 2017; Kozlovskaya, Yarmolich, 2018; Kosenko, Balabak, 2017; Makhno et al., 2014a, 2015; Kazaliev et al., 2007; Pchikhachev, 2013). Оценка агроэкологических факторов проведена фенологическим методом, базирующимся на учете дат цветения и созревания плодов, являющихся функцией влияния их комплексного воздействия на величину урожая в многолетнем цикле (Zhuchenko, 2009–2011). На основе анализа влияния агроклиматических условий на величину урожая сортов фундука разработаны количественные модели в системе «погода – урожай». Установлена избирательная зависимость сортов от климатических индикаторов: температуры и влажности воздуха, суммы осадков

(Besedina et al., 2019). Погодные условия для культуры в фазу цветения (в зимне-весенний период) характеризуются следующими показателями:

- среднесуточной температурой воздуха в начале цветения женского цветка, °C;
- относительной влажностью воздуха (%) в начале цветения женских цветков;
- суммой положительных температур (> 0°C) до начала цветения женских цветков;
- среднесуточной температурой воздуха в день начала созревания орехов, °C;
- суммой осадков, выпавших в июле, мм;
- суммой осадков, выпавших в августе, мм.

Критерии продуктивного потенциала сортов раскрыты с помощью программ Statistica 10 и Statgraphics 16. Данные погодных условий взяты из отчетов Сочинской агроклиматической станции и данных на сайте <http://www.pogodaiklimat.ru/> (Weather and climate..., 2004–2020). Сорта фундука нового поколения, выведенные в ФИЦ СНИЦ РАН (Федеральный исследовательский центр Субтропический научный центр Российской академии наук), находятся в промышленных садах и частных посадках, контролем служил сорт народной селекции 'Черкесский-2' (Makhno et al., 2014b).

Результаты исследований

Управлять продукционным потенциалом фундука в условиях влажных субтропиков необходимо выделением лимитирующих факторов среды, недостаток и избыток которых оказывает наибольшее влияние на продуктивность культуры. Математическое моделирование в системе «погода – урожай» позволило определить влияние следующих погодных факторов на величину урожая сортов фундука (табл. 1).

Данные таблицы 1 свидетельствуют о специфике требований растений к погодным условиям влажных субтропиков как в фазе цветения, так и в период созревания плодов. Цветение наступает в январе и происходит при снижении относительной влажности воздуха. Эффективность фазы зависит от температуры и влажности воздуха (Arveladze G.A., Arveladze R.G., 2007; Semenutina, Huzhahmetova, 2019). На созревание плодов культуры влияет температура воздуха и количество осадков, выпавших в июле – августе. Следовательно, наиболее информативными признаками взаимообусловленности урожая фундука являются среднесуточная температура воздуха в начале цветения и созревания плодов, влажность воздуха в период цветения и осадки, выпавшие в июле – августе.

Степень зависимости величины урожая сортов от погодных факторов тесная, при значениях модуля 0,86–1,0 и уровне статистической значимости $p < 0,05$. Для выявления степени воздействия лимитирующих факторов предпочтительнее коэффициент детерминации, выражаемый r^2 в %, являющийся прямым и более непосредственным показателем определения зависимости величины урожая от погодных факторов (табл. 2).

Рассмотрим критические факторы погодных условий, лимитирующие величину урожая сортов.

Во влажной субтропической зоне одним из лимитирующих факторов продуктивности сортов фундука является относительная влажность воздуха в фазу цветения, начинающуюся в основном в январе. Для сортов 'Футкурами', 'Черкесский-2' и 'Чхиквис-тави' этот фактор несет отрицательное значение: 57, 26 и 21% соответственно.

Таблица 1. Коэффициенты корреляции урожая сортов фундука с погодными факторами влажных субтропиков по фенологическим фазам его формирования (Сочи, коллекция ФИЦ ШЦ РАН, 1978–2010 гг.)**Table 1.** Correlation coefficients for hazelnut harvest and weather factors in humid subtropics across the phenological phases of harvest formation (Sochi, the collection of the Subtropical Scientific Center of the RAS, 1978–2010)

Сроки созревания	Сорт	Цветение			Созревание плодов		
		среднесуточная температура воздуха в день начала цветения °С	влажность воздуха, % в день начала цветения	сумма температур > 0°С с 1.01 до начала цветения	среднесуточная температура воздуха в день начала созревания, °С	осадки в мм, выпавшие в	
						июле	августе
Ранние	Галина	-0,140	0,485	0,064	-0,625	0,008	0,084
	Анастасия	-0,395	-0,118	-0,157	0,311	0,295	-0,223
	Футкурами	0,188	-0,753	0,499	0,472	0,114	0,220
	Немса	-0,596	0,864	-0,267	0,230	-0,129	-0,044
	Чхиквис-тави	-0,276	-0,454	-0,240	-0,188	0,109	0,444
Средние	Черкесский-2	-0,054	-0,508	0,249	0,112	0,082	0,392
	Президент	0,514	-0,126	0,203	-0,457	0,417	0,792
	Кристина	0,156	0,096	0,337	-0,455	0,277	0,143
	Хачапура	0,285	-0,145	0,546	-0,640	-0,127	0,437
Поздний	Виктория	0,145	0,070	0,079	-0,404	0,165	0,400

На рисунке 1 хорошо прослеживается интенсивность воздействия лимитирующего фактора на величину урожая сорта 'Футкурами' (рис. 1а) и 'Черкесский-2' (рис. 1б). С повышением влажности воздуха у сорта 'Футкурами' снижается урожай в 2,8 раза, у сорта 'Черкесский-2' – на 0,3 кг/куст.

Анализ показателей относительной влажности воздуха за 2000–2019 гг. показал, что в январе они варьируют от 58 до 100%, влияя на эффективность опыления растений фундука, особенно сорта 'Футкурами' (рис. 2).

Следующий лимитирующий фактор продуктивности сортов фундука – среднесуточная температура, которая лимитирует ее в фазу цветения, наблюдаемую у сорта 'Немса' (рис. 3). С повышением температуры воздуха урожай растений этого сорта снижается в 2 раза. Однако температура воздуха в январе (табл. 3) поднялась по сравнению с нормой с 5,8°С (Bulatova, 2004) до 6,1°С. Данные таблицы 3 свидетельствуют о значительной изменчивости показателя среднемесячной температуры в зимний период.

Проявляется лимитирующее воздействие температурного фактора на величину урожая в фазу созревания плодов у сортов 'Хачапура' и 'Галина' (41,0 и 39,1%), генотипов 'Президент', 'Кристина', 'Виктория' (20,9; 20,7; 16,3% соответственно) (см. табл. 2).

На рисунке 4а представлен характер воздействия температурного фактора в начале созревания плодов сорта 'Хачапура', где доля участия фактора равна 41%, при котором величина урожая снижается с 1,4 до 0,6 кг/куст, то есть в 2,3 раза.

Продуктивность генотипа 'Кристина' при повышении температуры воздуха в начале созревания снижается в 1,4 раза (рис. 4б).

Вместе с тем наблюдается специфика воздействия количества осадков, выпадающих в июле – августе, на величину урожая сортов культуры, так как в этот период не только созревают орехи, но и происходит закладка генеративных органов урожая следующего года. Продуктивность сорта 'Президент' существенно зависит от осадков, выпадающих в августе ($r = 0,792$).

На рисунке 5 показана интенсивность воздействия количества осадков в июле – августе на урожай сорта 'Президент' (Selyaninov, 1961). По данным экологической характеристики сортов нового поколения (Besedina, Tutberidze, 2019), установлено, что данный сорт относится к интенсивным, для которых необходима разработка сортовой агротехники, включающая режим полива во влажных субтропиках России.

Анализ осадков, выпадающих с июня по август за десятилетние периоды с 1960 по 2018 г. свидетельствует о чрезвычайной изменчивости фактора (табл. 4).

Таблица 2. Коэффициенты детерминации (%) урожая сортов фундука с погодными факторами влажных субтропиков в зависимости от фенологических фаз его формирования**Table 2.** Coefficients of determination (%) for hazelnut harvest and weather factors in humid subtropics across the phenological phases of harvest formation

Сроки созревания	Сорт	Цветение			Созревание плодов		
		среднесуточная температура воздуха в день начала цветения, °С	влажность воздуха, % в день начала цветения	сумма температур > 0°С с 1.01 до начала цветения	среднесуточная температура воздуха в день начала созревания, °С	осадки в мм, выпавшие в	
						июле	августе
		X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆
Ранние	Галина	-2,0	23,5	0,4	-39,1	0	0,7
	Анастасия	-15,6	-1,4	-2,5	9,7	8,7	-5,0
	Футкурами	3,5	-56,7	24,9	22,3	1,3	4,8
	Немса	-35,5	74,6	-7,0	5,3	-1,7	-0,2
	Чхиквис-тави	-7,6	-20,6	-5,7	-3,5	-1,2	19,7
Средние	Черкесский-2	-0,3	-25,8	6,2	1,3	0,7	15,4
	Президент	26,4	-1,6	4,1	-20,9	17,4	62,7
	Кристина	2,4	0,9	11,4	-20,7	7,7	2,0
	Хачапура	8,1	-2,1	29,8	-41,0	-1,6	19,1
Поздний	Виктория	2,1	0,5	0,6	-16,3	2,7	16,0

Таблица 3. Варьирование температурного фактора в зимний период, 1960–2019 гг.**Table 3.** Variations of the temperature factor in the winter season, 1960–2019

Периоды наблюдений	Температура воздуха, °С			Коэффициенты вариации, %		
	декабрь	январь	февраль	декабрь	январь	февраль
1960–1969	9,6	6,5	6,5	24	44	35
1970–1979	7,2	5,6	7,0	24	45	40
1980–1989	7,9	6,3	5,0	34	44	67
1990–1999	8,2	5,8	5,5	34	41	45
2000–2009	7,8	6,1	6,8	33	40	53
2010–2019	8,5	6,7	7,7	37	37	34

Примечание: норма за 1881–2019 гг. равна в декабре – 6,1°С; в январе – 6,0°С; в феврале – 8,2°С

Note: temperature norms for 1881–2019 were 6.1°C (December), 6.0°C (January), and 8.2°C (February)

Рис. 1. Влияние относительной влажности воздуха (%) на величину урожая сортов:
 1а - 'Футкурами', 16 - 'Черкесский-2'

Fig. 1. The effect of relative air humidity (%) on hazelnut harvest size for the cultivars:
 1а - 'Futkurami'; 16 - 'Cherkesskiy-2'

Рис. 2. Относительная влажность воздуха (%) в среднем с 1 по 31 января: 1999–2009; 2010–2019 гг.
Fig. 2. Relative air humidity (%) averaged for the period from January 1 through 31: 1999–2009; 2010–2019

Рис. 3 Реакция сорта 'Немса' на повышение среднесуточной температуры воздуха в начале цветения
Fig. 3. The response of cv. 'Nemsa' on an increase in mean daily temperatures at the start of the flowering phase

Рис. 4. Лимитирующее влияние среднесуточной температуры воздуха в начале созревания плодов сортов фундука: 4а – 'Хачапура', 4б – 'Кристина'

Fig. 4. Limiting effect of mean daily air temperatures at the start of fruit maturation for the hazel cultivars: 4а – 'Khachapura', 4б – 'Kristina'

Рис. 5. Влияние осадков, выпадающих в июле (а) и августе (б), на продуктивность сорта 'Президент'
Fig. 5. The effect of the precipitation in July (a) and August (б) on the yield of cv. 'Prezident'

Таблица 4. Вариабельность осадков, выпадающих во влажных субтропиках в июне – августе, 1960–2018 гг.
Table 4. Variability of the July/August precipitation in humid subtropics, 1960–2018

Периоды наблюдений	Сумма осадков, мм			Коэффициенты вариации, %		
	июнь	июль	август	июнь	июль	август
1960–1969	95,8	72,8	143,0	121	105	148
1970–1979	81,1	79,9	142,3	94	149	102
1980–1989	117,8	132,6	90,7	121	126	112
1990–1999	79,8	142,7	151,3	114	120	117
2000–2009	125,4	90,1	118,4	99	121	113
2010–2018	108,8	104,4	54,7	109	88	127

Аномальное варьирование суммы осадков в летний период характеризуется дефицитом влагообеспеченности культуры, что отражается на величине урожая и актуализирует режим орошения.

Выводы

Генотипическое разнообразие культуры фундука отразилось на специфике комплексного воздействия факторов внешней среды в условиях влажной субтропической зоны России.

Математическое моделирование на основе множественного корреляционно-регрессионного анализа позволило определить индикаторы внешней среды субтропиков, лимитирующие продуктивность сортов фундука: среднесуточная температура воздуха в начале цветения и созревания плодов, относительная влажность воздуха в начале цветения и осадки, выпадающие в июле – августе.

Учет варьирования лимитирующих факторов в многолетнем цикле позволяет рекомендовать адаптивные сорта для возделывания в субтропиках Краснодарского края: 'Черкесский-2', 'Анастасия', 'Кристина', 'Виктория'.

Авторы благодарят Василия Григорьевича Махно, доктора сельскохозяйственных наук за помощь.

Работа проведена в рамках темы НИР (0683-2019-0009) «Обосновать критерии оценки и разработать методы зонирования агротерриторий для эффективного использования биологических особенностей культур и природных ресурсов в производственном процессе плодовых агроценозов».

The authors express their sincere gratitude to Vasily G. Makhno, Doctor of Agricultural Sciences, for his kind assistance.

The study was accomplished within the framework of the R&D theme (0683-2019-0009) "To substantiate the criteria for assessment and develop zoning methods for agricultural areas for effective utilization of biological traits in crops and nature resources in the production process within fruit plant agroecozones".

References / Литература

- Adamen F.F., Sidorenko E.A. Hazelnut in the eastern part of the foothill Crimea. In: *Collection of articles from the proceedings of the IV International Extramural Scientific and Practical Conference "Scientific Forum: Medicine, Biology, and Chemistry (Nauchny forum: meditsina, biologiya i khimiya)"*, March 23 – April 2, 2017. Moscow: International Center of Science and Education; 2017. p.27-31. [in Russian] (Адамен Ф.Ф., Сидоренко Е.А. Фундук в условиях восточной части предгорного Крыма. В кн.: *Сборник статей по материалам IV международной заочной научно-практической конференции «Научный форум: медицина, биология и химия», 23 марта – 2 апреля 2017 г.* Москва: Международный центр науки и образования; 2017. С.27-31).
- Arveladze G.A., Arveladze R.G. Agroclimatic zoning in Georgia in the context of hazelnut cultivation (Agroklimaticheskoye rayonirovaniye Gruzii primenitelno k kulture funduka). *Meteorologiya i gidrologiya = Meteorology and Hydrology*. 2007;(5):95-98. [in Russian] (Арвеладзе Г.А., Арвеладзе Р.Г. Агроклиматическое районирование Грузии применительно к культуре фундука. *Метеорология и гидрология*. 2007;(5):95-98).
- Bayramova D.B., Sultanov I.M. Productivity and quality of fruits of introduced varieties of hazelnuts. *Works of the State Nikita Botanical Gardens*. 2017;144(4):164-166. [in Russian] (Байрамова Д.Б., Султанов И.М. Урожайность и качество плодов интродуцированных сортов фундука. *Сборник научных трудов Государственного Никитского ботанического сада*. 2017;144(4):164-166).
- Besedina T.D., Tutberidze Ts.V. Agroecological criterions for cultivation of hazelnuts in the humid subtropics of Russia. *Scientific Works of North Caucasian Federal Scientific Center of Horticulture, Viticulture, Wine-making*. 2019;25:104-113. [in Russian] (Беседина Т.Д., Тутберидзе Ц.В. Агроэкологические критерии возделывания фундука во влажных субтропиках России. *Научные труды Северо-Кавказского федерального научного центра садоводства, виноградарства, виноделия*. 2019;25:104-113). DOI: 10.30679/2587-9847-2019-25-104-113
- Besedina T.D., Tutberidze Ts.V., Toriya G.B. Agrosphere problems in hazelnut cultivation. *New Technologies*. 2019;4:89-110. [in Russian] (Беседина Т.Д., Тутберидзе Ц.В., Тория Г.Б. Проблемы агросферы в возде-

- ливании фундука. *Новые технологии*. 2019;4:89-110). DOI: 10.24411/2072-0920-2019-10409
- Bulatova A.S. Introduction of filbert varieties in the region of Nizhneye Povolzhye. *IZVESTIA Orenburg State Agrarian University*. 2004;3(3):71-72. [in Russian] (Булатова А.Ш. Интродукция сортов фундука в Нижнем Поволжье. *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. 2004;3(3):71-72).
- FAOSTAT: Crops. 2019. Available from: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC> [дата обращения: 07.08.2019].
- Hazelnut Report for 2017. Republic of Turkey Ministry of Customs and Trade, Directorate General of Cooperatives. Ankara; 2018. [in Turkish] (2017 Yili Findik Raporu. T.C. Gümrük ve ticaret bakanlığı, Kooperatifçilik genel müdürlüğü. Ankara; 2018). Available from: <http://koop.gtb.gov.tr/data/5ad06bb9ddee7dd8b423eb23/2017%20F%C4%B1nd%C4%B1k%20Raporu.pdf> [accessed Aug. 07, 2019].
- Kazaliev K.K., Mursalov M.M., Zagirov N.G. Problems of increasing the economic efficiency of nut crop production in Dagestan (case study of hazelnut) (Problemy povysheniya ekonomicheskoy effektivnosti proizvodstva orekhoplodnykh kultur v Dagestane [na primere funduka]). *Economy of Agricultural and Processing Enterprises*. 2007;(4):40-42. [in Russian] (Казадиев К.К., Мурсалов М.М., Загиров Н.Г. Проблемы повышения экономической эффективности производства орехоплодных культур в Дагестане (на примере фундука). *Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий*. 2007;(4):40-42).
- Kosenko I.S., Balabak A.A. Growing new hazelnut cultivars and forms (*Corylus domestica* Kos. et Opal.) in the right-bank Ukraine (Vyrashchivaniye v pravoberezhnoy lesostepi Ukrainy sortov i form funduka [*Corylus domestica* Kos. et Opal.]). In: *Prospects of the AIC Development in Modern Conditions (Perspektivy razvitiya APK v sovremennykh usloviyakh)*. *Proceedings of the 7th International Scientific and Practical Conference, Vladikavkaz, April 12-14, 2017*. Vladikavkaz; 2017. p.35-37. [in Russian] (Косенко И.С., Балабак А.А. Выращивание в правобережной лесостепи Украины сортов и форм фундука (*Corylus domestica* Kos. et Opal.). В кн.: *Перспективы развития АПК в современных условиях. Материалы 7-й международной научно-практической конференции, 12-14 апреля 2017 г.* Владикавказ; 2017. С.35-37).
- Kozlovskaya Z.A., Yarmolich S.A. Nut-bearing crops in Belarus (Orekhoplodnye kultury v Belarusi). *Novye i netraditsionnye rasteniya i perspektivy ikh ispolzovaniya = New and Unconventional Plants and Prospects of Their Utilization*. 2018;(13):69-73. [in Russian] (Козловская З.А., Ярмолич С.А. Орехоплодные культуры в Беларуси. *Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования*. 2018;(13):69-73).
- Makhno V.G., Besedina T.D., Pchikhachev E.K., Dybov A.I., Khavelov E.P. Innovative technology of hazelnut cultivation in the environments of Southern and Central Black Earth Regions: a monograph (Innovatsionnaya tekhnologiya vyrashchivaniya funduka v usloviyakh yuga i tsentralnogo Chernozemya: monografiya). Belgorod: LitKaraVan; 2014a. [in Russian] (Махно В.Г., Беседина Т.Д., Пчихачев Э.К., Дыбов А.И., Хавелов Е.П. Инновационная технология выращивания фундука в условиях юга и центрального Черноземья: монография. Белгород: ЛитКараВан; 2014а).
- Makhno V.G., Dybov A.I., Khavelov E.P. Practical fundamentals of hazelnut cultivation in the Russian Federation, Belgorod: LitKaraVan; 2015. [in Russian] (Махно В.Г., Дыбов А.И., Хавелов Е.П. Практические основы возделывания фундука в Российской Федерации, Белгород: ЛитКараВан; 2015).
- Makhno V.G., Lugovskoy A.P., Chepurnoy V.S. Catalogue of hazelnut varieties and forms (Katalog sortov i form funduka). Krasnodar; 2014b. [in Russian] (Махно В.Г., Луговской А.П., Чепурной В.С. Каталог сортов и форм фундука. Краснодар; 2014б).
- Pchikhachev E.K. Particularities of hazelnut cultivation in Northern Caucasus (Osobennosti vyrashchivaniya funduka na Severnom Kavkaze). Maikop; 2013. [in Russian] (Пчихачев Э.К. Особенности выращивания фундука на Северном Кавказе. Майкоп; 2013).
- Selyaninov G.T. Prospects of subtropical agriculture in the USSR in connection with environmental conditions (Perspektivy subtropizheskogo khozyaystva SSSR v svyazi s prirodnymi usloviyami). Leningrad: Gidrometeoizdat; 1961. [in Russian] (Селянинов Г.Т. Перспективы субтропического хозяйства СССР в связи с природными условиями. Ленинград: Гидрометеиздат; 1961).
- Semenyutina A.V., Huzhahmetova A.Sh. Adaptation of cultivars in dry steppe (Adaptatsiya sortov v sukhoy stepi). In: *Present-Day State of Forestry and Green Landscaping in the Republic of Kazakhstan: Problems, Solutions, and Prospects (Sovremennoye sostoyaniya lesnogo khozyaystva i ozeleneniya v Respublike Kazakhstan: problemy, puti ikh resheniya i perspektivy)*. *Proceedings of the International Scientific and Practical Conference dedicated to the 50th anniversary of the Forestry Science and Production Center, Ministry of Agriculture, Republic of Kazakhstan; August 23-24, 2007, Shchuchinsk*. Almaty; 2007. p.371-373. [in Russian] (Семенютина А.В., Хужахметова А.Ш. Адаптация сортов в сухой степи. В кн.: *Современное состояние лесного хозяйства и озеленения в Республике Казахстан: проблемы, пути их решения и перспективы. Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 50-летию организации НЦП лесного хозяйства МСХ РК; 23-24 августа 2007 г., г. Щучинск*. Алматы; 2007. С.371-373).
- Vorontsov V.V., Goletiani T.G., Gavrilov N.P., Ksenofontova D.V., Lebedeva L.V., Makhno V.G., Pritula Z.V., Khakho K.I. Technology of hazelnut cultivation in the South of the USSR. Recommendations (Tekhnologiya vozdeluyvaniya funduka na Yuge SSSR. Rekomendatsii). Sochi; 1981. [in Russian] (Воронцов В.В., Говетиани Т.Г., Гаврилов Н.П., Ксенофонтова Д.В., Лебедева Л.В., Махно В.Г., Пригула З.В., Хахо К.И. Технология возделывания фундука на Юге СССР. Рекомендации. Сочи; 1981).
- Weather and climate. Reference and information portal (Pogoda i klimat. Spravochno-informatsionny portal). 2004-2020. [in Russian] (Погода и климат. Справочно-информационный портал. 2004-2020). URL: <http://www.pogodaiklimat.ru/> [дата обращения: 11.06.2019].
- Zhuchenko A.A. Adaptation strategy for sustainable development of agriculture in Russia in the 21st century (ecogeographic principles). Theory and practice: in 2 volumes. Vol. II (Adaptivnaya strategiya ustoychivogo razvitiya selskogo khozyaystva Rossii v XXI stoletii [ekologogeneticheskiye osnovy]. Teoriya i praktika: v 2 t. T. II). Moscow: Agorus; 2009-2011. [in Russian] (Жученко А.А. Адаптивная стратегия устойчивого развития сельского хозяйства России в XXI столетии (экологогенетические основы). Теория и практика: в 2 т. Т. II. Москва: Агрус; 2009-2011).

Прозрачность финансовой деятельности / The transparency of financial activities

Авторы не имеют финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах.

The authors declare the absence of any financial interest in the materials or methods presented.

Для цитирования / How to cite this article

Беседина Т.Д., Бойко А.П., Тутберидзе Ц.В., Киселева Н.С. Специфика интегративного (комплексного) действия факторов внешней среды влажных субтропиков России на сорта культуры фундука. Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2021;182(1):22-32. DOI: 10.30901/2227-8834-2021-1-22-32

Besedina T.D., Boyko A.P., Tutberidze Ts.V., Kiseleva N.S. Specific nature of the integrative (complex) effect of environmental factors on hazelnut cultivars in the Russian humid subtropics. Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding. 2021;182(1):22-32. DOI: 10.30901/2227-8834-2021-1-22-32

Авторы благодарят рецензентов за их вклад в экспертную оценку этой работы / The authors thank the reviewers for their contribution to the peer review of this work

Дополнительная информация / Additional information

Полные данные этой статьи доступны / Extended data is available for this paper at <https://doi.org/10.30901/2227-8834-2021-1-22-32>

Мнение журнала нейтрально к изложенным материалам, авторам и их месту работы / The journal's opinion is neutral to the presented materials, the authors, and their employer

Авторы одобрили рукопись / The authors approved the manuscript

Конфликт интересов отсутствует / No conflict of interest

ORCID

Besedina T.D. <https://orcid.org/0000-0001-5587-749X>

Boyko A.P. <https://orcid.org/0000-0002-1510-8546>

Tutberidze Ts.V. <https://orcid.org/0000-0002-1486-0787>

Kiseleva N.S. <https://orcid.org/0000-0001-8655-6381>