

Н.А. Морозов¹,
Н.А. Ходжаева¹,
А.И. Хрипунов²,
Е.Н. Община² ✉

¹ Прикумская опытно-селекционная станция — филиал Северо-Кавказского федерального научного аграрного центра, Буденновск, Ставропольский край, Российская Федерация
² Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр, Михайловск, Ставропольский край, Российская Федерация

✉ sniish@mail.ru

Поступила в редакцию:
29.08.2022

Одобрена после рецензирования:
15.09.2022

Принята к публикации:
30.09.2022

Research article

 creative commons
Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2022-363-10-106-110

Nicolai A. Morozov¹,
Nina A. Khodzhaeva¹,
Alexander I. Khripunov²,
Elena N. Obshchiya² ✉

¹ Prikumskaya Experimental Breeding Station — branch of the North Caucasian Federal Scientific Agrarian Center, Budennovsk, Stavropol Territory, Russian Federation

² North Caucasian Federal Scientific Agrarian Center, Mikhailovsk, Stavropol Territory, Russian Federation

✉ sniish@mail.ru

Received by the editorial office:
29.08.2022

Accepted in revised:
15.09.2022

Accepted for publication:
30.09.2022

Экологическая пластичность урожайности озимой пшеницы при возделывании по различным предшественникам в засушливых условиях Восточного Предкавказья

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Подбор лучших для озимой пшеницы предшественников, обеспечивающих низкую вариабельность урожайности в контрастные годы, является важной задачей земледелия.

Методы. Исследования проводили в 2017–2021 гг. на Прикумской опытно-селекционной станции в 6-польном севообороте, где озимая пшеница размещалась по чистому и занятому пару и полупару. Цель исследований — оценить предшественников на различных фонах питания с позиции низкой изменчивости урожайности, экологической стабильности и высокой адаптивности к условиям засушливой зоны Ставропольского края.

Результаты. ГТК летне-осеннего периода был на 0,22, а весенне-летнего — на 0,06 единиц засушливее среднеемноголетнего значения. Особенно неблагоприятным был предпосевной период (ГТК = 0,22). Запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы осенью по чистому пару были значительно ниже нормы в 40%, а по другим предшественникам — в 80% лет. Урожайность озимой пшеницы по чистому пару на контроле составила — 2,43–4,46 т/га, на удобренном варианте — 2,86–4,93 т/га, по занятому пару — 1,98–4,72 и 2,15–5,35 т/га, по полупару — 0,59–2,19 и 0,64 до –2,44 т/га. А индекс условий среды варьировал, соответственно, от –0,51 до +1,52 и –0,64 до +1,43; от –0,90 до +1,84 и –1,10 до +2,10; –0,72 до +0,88 и от –1,19 до +0,79. Максимальная урожайность на всех фонах питания получена по чистому и занятому пару. Только 2 года из 5 были благоприятными, так как имели положительные значения индекса условий среды. Экологическая пластичность колебалась от 1,67 до 3,04. Самая большая вариабельность урожайности (47,1%) и максимальная устойчивость к стрессу (–1,6–1,98 т/га) наблюдалась по полупару. Чистый пар был самым гибким в стрессовых условиях возделывания, так как имел максимальную урожайность (2,94–3,50 т/га) и минимальную вариабельность (26,4%) по сравнению с другими предшественниками.

Ключевые слова: озимая пшеница, урожайность, экологическая пластичность, предшественник, вариабельность

Для цитирования: Морозов Н.А., Ходжаева Н.А., Хрипунов А.И., Община Е.Н. Экологическая пластичность урожайности озимой пшеницы при возделывании по различным предшественникам в засушливых условиях Восточного Предкавказья. Аграрная наука. 2022; 363 (10): 106–110. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-363-10-106-110>

© Морозов Н.А., Ходжаева Н.А., Хрипунов А.И., Община Е.Н.

Ecological plasticity of winter wheat yield when cultivating on different predecessors in arid conditions of Eastern Caucasus

ABSTRACT

Relevance. The selection of the best winter wheat precursors that provide low yield variability in contrasting years is an important task of farming.

Methods. Studies were carried out in 2017–2021 at the Prikumskaya Experimental Breeding Station in a 6-field crop rotation, where winter wheat was placed on bare and full fallow and semifallow. The aim of the research was to evaluate the precursors in different nutritional backgrounds from the position of low variability of yield, ecological stability and high adaptability to the conditions of the arid zone of the Stavropol Territory.

Results. The hydro-thermal coefficient of summer-autumn period was 0,22 and of spring-summer period — 0,06 units drier than the average summer value. The pre-sowing period was especially unfavorable (HTC = 0.22). The stocks of productive moisture in a meter layer of soil in autumn were considerably below the norm on bare fallow in 40% of years of experiment and on other predecessors — in 80% of years. Yield of winter wheat varied from 2.43 to 4.46 t/ha on bare fallow on control, 2.86 to 4.93 t/ha — on fertilized variant, 1.98 to 4.72 and 2.15 to 5.35 t/ha — on full fallow, 0.59 to 2.19 and 0.64 to 2.44 t/ha — on semifallow. And the environmental conditions index ranged from –0.51 to +1.52 and –0.64 to +1.43; from –0.90 to +1.84 and –1.10 to +2.10; from –0.72 to +0.88 and –1.19 to +0.79 respectively. Maximum yields in all nutritional backgrounds were obtained on bare and full fallow. Only 1 year out of 5 was favorable as it had positive environmental conditions index values. The environmental plasticity ranged from 1.67 to 3.04. The highest yield variability (47.1%) and maximum stress tolerance (–1.6–1.98 t/ha) was observed for the half fallow Semifallow. Bare fallow was the most flexible under stress conditions of cultivation as it had the highest yield (2.94–3.50 t/ha) and the lowest variability (26.4%) compared to other precursors.

Key words: winter wheat, yield, environmental plasticity, precursor, variability

For citation: Morozov N.A., Khodzhaeva N.A., Khripunov A.I., Obschiya E.N. Ecological plasticity of winter wheat yield when cultivating on different predecessors in arid conditions of Eastern Caucasus. Agrarian science. 2022; 363 (10): 106–110. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-363-10-106-110> (In Russian).

© Morozov N.A., Khodzhaeva N.A., Khripunov A.I., Obschiya E.N.

Введение / Introduction

В Ставропольском крае озимая пшеница занимает 1,8 млн га посевной площади, 2/3 которой сосредоточены в сухостепных ландшафтах с гидротермическим коэффициентом (ГТК) 0,7–0,9, где основным лимитирующим фактором устойчивого производства зерна является наличие влаги. В связи с этим подбор предшественника для этой культуры имеет большое значение, так как с ним связаны затраты на подготовку почвы, внесение минеральных удобрений, внедрение интенсивных сортов, накопление влаги к посеву и другие агро-технические мероприятия [1–6].

В условиях дефицита влаги на востоке края озимая пшеница широко размещается в коротко ротационных севооборотах, где основными предшественниками являются чистые пары и повторные посевы, однако не все предшественники создают условия для возделывания озимых зерновых и не все предшественники одинаково реагируют на изменение агрометеорологических факторов [7–9].

Это связано со сроками уборки предшествующей культуры, оставлением корневых и пожнивных остатков и их разложением, инфекционным фоном, распределением и накоплением осадков, а также другими факторами. Чистый пар считается эффективным когда урожайность после него равняется или превышает двойную урожайность по непаровому предшественнику. В то же время он может играть стабилизирующую роль в получении валовых сборов зерна вследствие более низкой вариабельности урожайности озимой пшеницы в контрастных условиях [10, 11].

Цель исследований — оценить предшественниково-озимой пшеницы на различных фонах питания с позиции низкой изменчивости урожайности, экологической стабильности и высокой адаптивности к условиям засушливой зоны Ставропольского края.

Материал и методы исследования / Materials and method

Опыт проводился в 2017–2021 гг. на Прикумской опытно-селекционной станции (филиал ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ») в 6-польном севообороте: чистый пар — озимая пшеница — яровой ячмень — занятый пар (эспарцет на зеленый корм) — озимая пшеница — озимая пшеница. Районированные сорта озимой пшеницы возделывали на естественном (контроль) и удобренном фоне. Минеральные удобрения вносили под предпосевную культивацию после чистого (P_{30}) и занятого (P_{40}) пара, озимой пшеницы (N_{35}).

Опытный участок представлен каштановой среднесуглинистой карбонатной (7,14% карбонатов в 1,5 м) почвой с содержанием в пахотном слое гумуса 1,45–1,62% (ГОСТ 26213-91), общего азота — 0,13–0,14%, подвижного фосфора — 13,8–15,0 мг/кг и обменного калия — 265–295 мг/кг (ГОСТ 26205-91). Реакция почвенного раствора нейтральная (рН солевой вытяжки — 7,0–7,1). Плотность почвы — 1,32 г/см³. Повторность опыта четырехкратная с последовательным расположением и общей площадью делянок 448,5 м². Учетная площадь — 210 м². Технология возделывания полевых культур — общепринятая для засушливой зоны.

Озимую пшеницу убирали в фазу полной спелости зерна комбайном САМПО-500, а урожайность пересчитывали на стандартную 14% влажность. Параметры оценки экологической пластичности рассчитывали по методике В.З. Пакудина [12], Статистическая обработка

данных проводилась по Б. А. Доспехову [13], с использованием программы «AgCStat» для «Excel».

Всходы озимой пшеницы в 2016 г. появились неравномерно — через 23–25 дней после посева. В зиму посевы ушли в фазе всходов и 3-го листа. Осенняя вегетация прекратилась 17 ноября. Зимний период был непродолжительным, холодным и характеризовался обильными осадками в виде снега. Весна, наоборот, была продолжительной, теплой, с осадками в пределах нормы. В мае выпало две с половиной нормы осадков, а июнь был прохладным и сухим, что благоприятствовало наливу и созреванию зерна.

Обильные осадки октября 2017 г. способствовали своевременному (28.10–31.10) получению всходов озимой пшеницы по всем предшественникам. В зиму, посевы по чистому пару ушли хорошо развитыми в фазе кущения с 2–3 стеблями, а по озимой пшенице они были в фазе всходов, слабыми и неравномерными. Зима была мягкой, а весна средней, с запасами влаги в почве существенно выше среднееголетнего значения. Весенне-летняя вегетация 2018 г. характеризовалась очень засушливыми условиями. ГТК с апреля по июнь составил всего 0,20 единиц.

Вся метеорологическая осень (переход среднесуточной температуры воздуха через +15 и +5 °C в сторону понижения) 2018 г. была сухой. Осадки выпали в середине ноября, когда осенняя вегетация уже закончилась. По чистому пару 30–50% всходов появилось в конце октября, по остальным предшественникам — в феврале. Озимая пшеница раскустилась в конце марта, но развитие растений было медленным, вследствие пониженных температур апреля. Май был теплым, с осадками в пределах нормы, а июнь — очень жарким и сухим с ГТК 0,45. В период налива наблюдались суховеи, что привело к щуплости зерна.

Лето и большая часть осени 2019 г. были засушливыми, что отрицательным образом сказалось на запасах влаги в пахотном слое почвы (1–9 мм). Слабые и изреженные всходы озимых по чистому пару появились в начале, а по полупару — в конце ноября. Благодаря очень ранней (с 23.02) и теплой весне (температура марта на 4,4 °C выше нормы) посевы к началу апреля были хорошо развиты, особенно на вариантах с внесением удобрений. Однако с 7 по 13 апреля наблюдались заморозки в ночное время (до –7 °C), что привело к 50–60%-ной гибели главного стебля и повреждению листьев. Недобор осадков с января по июнь составил 34% от нормы. Весенне-летний отрезок вегетации 2020 г. проходил в засушливых условиях (ГТК = 0,64).

ГТК с июля по октябрь 2020 г. составил 0,28. Такие очень засушливые условия привели к полному отсутствию влаги и всходов с осени по всем предшественникам. Всходы появились с 1 по 6 февраля. Весна была средней (20.03) и характеризовалась пониженным (на 0,6 °C) и неустойчивым температурным режимом с медленными темпами роста растений. По непаровым предшественникам наблюдался недостаток азота. В конце мая прошли ливневые дожди. Июнь был очень влажным с двойной нормой осадков.

Результаты и обсуждение / Results and discussion

В среднем за 5 лет исследований гидротермические условия предпосевного и посевного периода озимой пшеницы (сентября и октября) были на 0,35 и 0,10 единиц хуже среднееголетнего значения, а периода налива и созревания зерна (июнь) — на 0,26 единиц.

Таблица 1. Гидротермический коэффициент летне-осеннего и весенне-летнего периодов в годы исследований
Table 1. Hydrothermal coefficient of summer-autumn and spring-summer periods in the years of research

Год	Гидротермический коэффициент						
	сентября	октября	апреля	мая	июня	июля–октября	апреля–июня
2017	0,11	–	2,59	2,36	0,61	0,27	1,57
2018	0,13	1,28	0,19	0,24	0,17	0,28	0,20
2019	0,06	0,14	1,50	0,92	0,45	0,41	0,77
2020	0,47	0,27	0,25	0,79	0,66	0,44	0,64
2021	0,34	0,10	0,80	1,05	1,17	0,28	1,05
Среднее	0,22	0,45	1,07	1,07	0,61	0,34	0,85
Средне-многолетнее	0,57	0,55	1,08	0,95	0,87	0,56	0,91

Летне-осенний период (с июля по октябрь) был на 0,22 единиц засушливее обычного, а весенне-летний (с апреля по июнь) на 0,06 единиц (табл. 1).

О неблагоприятных условиях увлажнения в осенний период красноречиво свидетельствуют запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы по предшественникам: по чистому пару они были в среднем на 19,4 мм, по занятому пару — на 33,7 мм, а по полупару — на 25,5 мм ниже среднемноголетнего значения. Из-за малого количества осадков (сухой зимы) за холодный период с ноября по март влаги к весне накапливалось значительно ниже нормы по всем предшественникам в 2020 и 2021 гг. (табл. 2).

Урожайность озимой пшеницы в наших исследованиях статистически достоверно различалась по годам и предшественникам и не различалась по фоновому питанию вследствие низких (30–40 кг/га) доз минеральных удобрений. По чистому пару она колебалась на контроле от 2,43 до 4,46 т/га, а на варианте с внесением удобрений — от 2,86 до 4,93 т/га, по занятому пару, соответственно, 1,98–4,72 и 2,15–5,35 т/га, по полупару — 0,59–2,19 и 0,64–2,44 т/га.

Отклонение среднего урожая за 5 лет от среднего урожая за каждый год показывает, насколько лучше или хуже были условия произрастания в конкретный год по сравнению со средними условиями возделывания за весь период исследований [12]. Разница в условиях произрастания в конкретном году выражалась через индекс условий среды (I_i). В среднем за 5 лет индекс колебался по чистому пару на контроле от — 0,51 до 1,52, на удобренном фоне — от –90,64 до 1,43, по занятому пару, соответственно, от –0,90 до 1,84 и от –1,10

до 2,10, по полупару — от –0,72 до 0,88 и от –1,19 до 0,79. Результаты расчета индекса условий среды показали, что по чистому и занятому пару только 1 год (2017), а по непаровому предшественнику, 2 года (2017 и 2019) из 5 были благоприятными для формирования урожайности озимой пшеницы, так как имели положительные значения индекса. В большинство лет индекс среды был отрицательным, а погодные условия складывались неблагоприятно, что характерно для засушливой зоны (табл. 3).

В среднем по предшественникам 2017 г. был очень благоприятным для возделывания озимой пшеницы ($I_i = 1,41–1,38$), а 2019 г. — на уровне среднего за 5 лет исследований ($I_i = 0,02–0,22$).

Максимальная изменчивость урожайности по годам наблюдалась в повторном посеве озимой пшеницы, где коэффициент вариации составил 47,1%, что на 20,7 и 9,2% больше, чем по чистому и занятому пару. В среднем по предшественникам вариабельность величины урожая на удобренном фоне была на 3,7% ниже, чем на контроле.

Устойчивость предшественника к стрессу определяется как разность между минимальной и максимальной урожайностью ($Y_2 - Y_1$). Он имеет отрицательный знак и чем меньше ее величина, тем выше устойчивость предшествующей культуры к неблагоприятным агроклиматическим факторам. Наибольшая стрессоустойчивость посевов отмечена по полупару (–1,6–1,98 т/га) и связано это не с тем, что он лучше, чем чистый и занятый пар, а с очень низкой (более чем в 2 раза) урожайностью озимой пшеницы по этому предшественнику.

Таблица 2. Содержание осенней и весенней продуктивной влаги в метровом слое почвы по предшественникам, мм
Table 2. Autumn and spring productive moisture content in meter layer of soil by fore crop, mm

Год	Предшественник					
	чистый пар		занятый пар		озимая пшеница	
	к осени	к весне	к осени	к весне	к осени	к весне
2017	101,1	135,3	57,9	101,4	45,9	93,9
2018	70,2	156,1	17,6	145,5	0	161,4
2019	39,0	119,0	6,9	123,8	0	113,6
2020	58,3	93,3	0	67,6	6,6	56,9
2021	21,9	74,2	0	19,6	0	63,1
Среднее	58,1	115,6	16,5	91,6	10,5	97,8
Средне-многолетнее	77,5	122,1	50,2	111,3	36,0	95,0

Таблица 3. Урожайность озимой пшеницы по предшественникам и фонам питания и индексы условий среды.

Table 3. Yield capacity of winter wheat by fore crop and nutrition backgrounds and indices of environmental conditions

Фон питания	Предшественник	Урожайность, т/га					$\bar{X} \pm SD$
		2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	
Контроль (2)	Чистый пар	4,46	2,43	2,72	2,68	2,43	2,94±0,62
	Занятый пар	4,72	1,98	2,76	2,66	2,27	2,88±0,58
	Озимая пшеница	2,19	0,80	1,73	0,59	1,25	1,31±0,36
Удобрённый фон (1)	Чистый пар	4,93	3,28	3,37	2,86	3,06	3,50±0,74
	Занятый пар	5,35	2,15	3,24	3,02	2,48	3,25±0,69
	Озимая пшеница	2,44	1,45	2,62	0,64	2,02	1,83±0,26
\bar{X}_{i^*}	Чистый пар	4,70	2,86	3,05	2,77	2,75	3,23±0,59
	Занятый пар	5,03	2,07	3,00	2,84	2,38	3,06±0,82
	Озимая пшеница	2,32	1,13	2,18	0,62	1,64	1,58±0,41
I_i^{**}	Чистый пар	1,47	−0,37	−0,18	−0,46	−0,48	
	Занятый пар	1,97	−0,99	−0,06	−0,22	−0,68	
	Озимая пшеница	0,74	−0,45	0,60	−0,96	0,06	
$p_{1-2}^{\#}$	Чистый пар	$Z = -1,781; p = 0,095$					
	Занятый пар	$Z = -0,731; p = 0,548$					
	Озимая пшеница	$Z = -1,149; p = 0,310$					

Примечание: * — средняя урожайность за год, ** — индекс условий среды, # — критерий Манна — Уитни

На всех фонах питания самая большая разница между максимальным и минимальным урожаем была по занятому пару (на контроле — 2,74 т/га на удобренном фоне — 3,2 т/га), по чистому пару она составила, соответственно, 2,03 и 2,07 т/га.

Средняя урожайность в контрастных условиях ($Y_1 + Y_2/2$) характеризует гибкость предшественника, и чем она выше, тем он приспособленнее к местным погодным и почвенным условиям. На всех фонах питания максимальный показатель гибкости отмечен по чистому пару: на контроле — 3,44, а на удобренном варианте — 3,90 т/га, тогда как по полупару он составил, соответственно, лишь 1,39 и 1,63 т/га.

Индексы условий среды необходимы для расчета коэффициентов регрессии урожаев каждого предшественника и фона питания (b_i) на изменение условий

возделывания, которые показывают отзывчивость посевов озимой пшеницы на предшествующую культуру и внесение минеральных удобрений.

В зависимости от предшественника и фона питания экологическая пластичность урожайности в нашем опыте колебалась от 1,67 до 3,04, из чего можно заключить, что высокие показатели урожайности даже по чистому пару формировались только при наилучших условиях возделывания, а при очень засушливых условиях и негативном развитии событий величина урожая резко снижалась. Чем больше несоответствие урожайных данных условиям испытания, тем выше коэффициент регрессии и меньше пластичность растений озимой пшеницы, которая находится в существенной зависимости от предшествующей культуры и условий питания (табл.4).

Таблица 4. Параметры пластичности урожайности, среднее за 2017–2021 гг.

Table 4. Yield plasticity parameters, average for 2017–2021

Предшественник	Фон питания	Урожай зерна, т/га		Коэффициент вариации (CV), %		Экологическая пластичность (b_i)	
		max (Y_1)	min (Y_2)	среднее по фону	среднее по предшественнику	среднее по фону	среднее по предшественнику
Чистый пар	Контроль	4,46	2,43	29,2	26,4	2,11	2,24
	Удобрённый	4,93	2,86	23,5		2,36	
Занятый пар	Контроль	4,72	1,98	37,4	37,9	2,48	2,76
	Удобрённый	5,35	2,15	38,5		3,04	
Озимая пшеница	Контроль	2,19	0,59	50,5	47,1	1,67	1,84
	Удобрённый	2,62	0,64	44,0		2,01	

Выводы / Conclusion

В осенний период запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы были значительно ниже нормы по чистому пару в 60% лет исследования, а по занятому пару и полупару — в 80% лет. К началу весенней вегетации недостаток влаги по всем предшественникам наблюдался в 40% лет.

Изучение урожайности озимой пшеницы в засушливой зоне Ставропольского края показало неоднозначность экологической пластичности посевов по различным предшественникам и фонов питания, демонстрируя различия в реакции на изменения условий окружающей среды. Значения величины экологической пластичности в нашем опыте существенно выше 1, что указывает на большую зависимость урожайности озимой пшеницы от складывающихся погодных условий

в течение вегетации, предшествующей культуры и режима питания растений.

Максимальная урожайность озимой пшеницы на всех фонах питания получена по чистому (3,23 т/га) и занятому пару (3,06 т/га). Приведенные индексы условий среды свидетельствуют о том, что в среднем по урожайности только 2 года из 5 были благоприятными, так как имели положительные значения индекса.

Самая большая вариабельность урожайности по годам и максимальная устойчивость предшественника к стрессу наблюдалась в повторном посеве озимой пшеницы. Чистый пар был самым гибким предшественником в контрастных условиях возделывания, так как имел максимальную урожайность и минимальную вариабельность по сравнению с другими предшественниками.

Все авторы несут ответственность за свою работу и представленные данные.

Все авторы внесли равный вклад в эту научную работу. Авторы в равной степени участвовали в написании рукописи и несут равную ответственность за плагиат. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

All authors bear responsibility for the work and presented data.

All authors have made an equal contribution to this scientific work. The authors were equally involved in writing the manuscript and bear the equal responsibility for plagiarism. The authors declare no conflict of interest.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Петров Г. И. Влияние агрометеорологических условий на формирование урожая озимой пшеницы в сухостепной полосе Ставрополья. Издательство «Прикумье», 1996. –342с.
- Морозов Н. А., Ходжаева Н. А., Хрипунов А. И., Община Е. Н. Продуктивная влага и урожайность озимой пшеницы в сухостепной полосе Ставрополья. *Аграрная наука*, 5, 2021, с.47-50.
- Кулинец В. В., Годунова Е. И., Желнакова Л. И. и др. Система земледелия нового поколения Ставропольского края. Ставрополь: Агрус. 2013. 520 с.
- Соколенко Н. И., Комаров Н. М. Адаптивные признаки сортообразцов озимой пшеницы мировой коллекции. *Таврический вестник аграрной науки*. 2019. 4 (20). С. 111-116.
- Гладышева О. В., Свирина В. А., Артюхова О. А. Влияние севооборотов и минеральных удобрений на гумусовое состояние почвы в длительном стационарном опыте. *Аграрная наука*. 10, 2020, с. 83-87.
- Шеховцов Г. А., Чайкина Н. Н. Мониторинг плодородия почв, динамика применения минеральных и органических удобрений, баланс элементов питания в почвах восточной части Ставропольского края. *Земледелие*. 2018. № 6. с. 21-26.
- Менькина Е. А., Кузченко Ю. А. Эффективность возделывания озимой пшеницы по различным стержневым фонов в агроландшафте зоны Центрального Предкавказья. *Аграрный вестник Урала*. 2019. 9 (188), с. 6-12.
- Уланов А. К., Будахпалов Л. В. Продуктивность каштановой почвы в зависимости от условий увлажнения при многолетнем воздействии севооборотов, приемов основной обработки и удобрений в сухой степи. *Земледелие*. 2019. 1. с. 15-18.
- Антонов С. А. Тенденции изменения климата и их влияние на земледелие Ставропольского края. *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. 2017. 4 (66). С. 43-46.
- Гагиев В. В., Кануков З. Т., Лазаров Т. К. и др. Продуктивность полевого плодосменного севооборота в зависимости от удобрений на выщелоченных черноземах. *Известия Горского ГАУ*. 2017. 4 (54), с. 25-31.
- Тедеева А. А., Тедеева В. В. Агротехнические приемы повышения продуктивности перспективных сортов озимой пшеницы. *Научная жизнь*. 2020;15 (6) 106:777-784.
- Пакудин В. З. Параметры оценки экологической пластичности сортов и гибридов. Теория отбора в популяциях растений. *Новосибирск: Наука, Сибирское отделение*, 1976. Глава 16. С. 178-189.
- Доспехов В. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Книга по требованию. 2012. 352 с.

REFERENCES

- Petrov G. I. Influence of agro meteorological conditions on the formation of winter wheat yield in the dry-steppe zone of the Stavropol region. Izdatel'stvo «Prikumye». 1996. 342 p. (In Russian)
- Morozov N. A., Khodjaeva N. A., Khripunov A. I., Obshchiya E. N. Productive moisture and yield of winter wheat in the dry-steppe zone of Stavropol. *Agrarian science*. 2001 (5): 47-50 (In Russian.)
- Kulintsev V. V., Godunova E. I., Zhelnakova L. I. and others. The new generation farming system of the Stavropol Territory. *Stavropol: Agrus*. 2013. 520 p. (In Russian)
- Sokolonko N. I., Komarov N. M. Adaptive traits of winter wheat varieties of world collection. *Tavrichesky vestnik agrarnoi nauki*. 2019;4 (20): 111-116 (In Russian).
- Gladysheva O. V., Svirina V. A., Artyukhova O. A. The influence of crop rotations and mineral fertilizers on the humus state of the soil in a long-term stationary experiment. *Agrarnaya nauka*. 2020; 10: 83-87 (In Russian).
- Shekhovtsov G. A., Chaikina N. N. Monitoring of soil fertility, the dynamics of the use of mineral and organic fertilizers, the balance of nutrients in the soils of the eastern part of the Stavropol Territory. *Zemledelie*. 2018;6:21-26 (In Russian).
- Menkina E. A., Kuzchenko Y. A. Cultivation efficiency of winter wheat on different stubble backgrounds in the agro landscape zone of the Central Caucasus. *Agrarny vestnik Urala*. 2019, № 9 (188): 6-12 (In Russian).
- Ulanov A. K., Budazhapov L. V. Productivity of chestnut soil depending on moisture conditions under long-term influence of crop rotations, methods of basic processing and fertilizers in dry steppe. *Zemledelie*. 2019; 1: 15-18 (In Russian).
- Antonov S. A. Climate change trends and their impact on agriculture in the Stavropol Territory. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2017; 4 (66): 43-46. (In Russian).
- Gagiev B. V., Kanukov Z. T., Lazarov T. K. and others. Productivity of field crop rotation depending on fertilizers on leached black earth. *Izvestiya Gorskogo GAU*. 2017;4 (54): 25-31 (In Russian).
- Tedeeva A. A., Tedeeva B. B. Agrotechnical techniques for increasing the productivity of promising winter wheat varieties. *Scientific life*. 2020;15 (6) 106:777-784. (In Russian).
- Pacudin V. Z. Parameters for assessing the environmental plasticity of varieties and hybrids. *Teoriya otbora v populatsiyach rasteniy*. *Novosibirsk: Nauka, Sibirskoe otdelenie*. 1976. Chapter 16. p. 178-189. (In Russian).
- Dospikhov V. A. Field experiment technique (with the basics of statistical processing of research results). M.: Kniga po trebovaniyu. 2012. 352 p. (In Russian).

ОБ АВТОРАХ:

Николай Александрович Морозов
директор Прикумской опытно-селекционной станции, филиал ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр», к.с.-х.н., 4, ул. Вавилова, г. Буденновск, Ставропольский край, 356803, Российская Федерация
E-mail: fgupposs@mail.ru

Нина Артёмовна Ходжаева
научный сотрудник отдела агроэкологии и земледелия Прикумской опытно-селекционной станции, филиал ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр», 4, ул. Вавилова, г. Буденновск, Ставропольский край, 356803, Российская Федерация
E-mail: fgupposs@mail.ru

Александр Иванович Хрипунов
заведующий лабораторией агроландшафтов ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр», к.с.-х.н., 49, ул. Никонова, Михайловск, Ставропольский край, 356241, Российская Федерация.
E-mail: hrpunov1955@yandex.ru, https://orcid.org/0000-0003-4024-0458

Елена Николаевна Община
Старший научный сотрудник лаборатории агроландшафтов ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр», 49, ул. Никонова, г. Михайловск, Ставропольский край, 356241, Российская Федерация
E-mail: obzia@mail.ru, https://orcid.org/0000-0001-5173-9057

ABOUT THE AUTHORS:

Nikolai Aleksandrovich Morozov
Director of the Prikumskaya Experimental Breeding Station, Branch»North Caucasus Federal Agrarian Research Centre», Candidate of Agricultural Sciences, 4, str. Vavilova, Budennovsk, Stavropol Territory, 356803, Russian Federation
E-mail: fgupposs@mail.ru

Nina Artyomovna Khodzhaeva
Researcher of the Department of Agro ecology and Agriculture of the Prikumskaya Experimental Breeding Station, Branch»North Caucasus Federal Agrarian Research Centre», 4, str. Vavilova, Budennovsk, Stavropol Territory, 356803, Russian Federation
E-mail: fgupposs@mail.ru

Alexander Ivanovich Khripunov
Head of the Laboratory of agrolandscapes of the»North Caucasus Federal Agrarian Research Centre», Candidate of Agricultural Sciences, 49, str. Nikonova, Mikhailovsk, Stavropol Territory, 356241, Russian Federation
E-mail: hrpunov1955@yandex.ru, https://orcid.org/0000-0003-4024-0458

Elena Nikolayevna Obshchiya
senior researcher of the Laboratory of agrolandscapes of the «North Caucasus Federal Agrarian Research Centre», 49, str. Nikonova, Mikhailovsk, Stavropol Territory, 356241, Russian Federation
E-mail: obzia@mail.ru, https://orcid.org/0000-0001-5173-9057