

Животноводство и кормопроизводство. 2024. Т. 107, № 1. С. 161-175.
Animal Husbandry and Fodder Production.2024. Vol. 107, no 1. P. 161-175.

ОБЩЕЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ И РАСТЕНИЕВОДСТВО

Научная статья
УДК 633.1:631.559(470.56)
doi:10.33284/2658-3135-107-1-161

Урожайность зерновых культур в богарных условиях степной зоны Южного Урала

Виталий Юрьевич Скороходов¹, Юрий Васильевич Кафтан², Николай Алексеевич Максютлов³, Наталья Анатольевна Зенкова⁴, Елена Николаевна Скороходова⁵

^{1,2,3,4,5}Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук, Оренбург, Россия

¹ skorohodov.vitali1975@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4179-7784>

² yu.kaftan@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6653-7220>

³ maksyutov.n@mail.ru, <https://0000-0002-5469-3952>

⁴ natalya.zenkova1977@mail@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1873-2245>

⁵ lena.1981.20@mail.ru

Аннотация. На продуктивность севооборотов и при возделывании культур в бессменных посевах влияют погодные условия, влажность почвы, содержание элементов питания, как растений, так и микроорганизмов, предшественник и засорённость агроценозов. Целью исследования являлось определение урожайности сельскохозяйственных культур, возделываемых на богаре в 2023 году, а также оценка влияния различных севооборотов на формирование урожайности яровой пшеницы и ячменя в условиях засухи. Исследования проводились сотрудниками отдела земледелия и ресурсосберегающих технологий ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН в период с 1990 по 2023 годы на стационарном участке, расположенном близ села Нежинка Оренбургского района Оренбургской области (51.7756125° с. ш. и 55.306547° в. д.). Почва опытного участка относится к чернозёмам южным карбонатным малогумусным тяжелосуглинистым с содержанием гумуса в пахотном слое 3,2-4,0 %. Изучались варианты возделывания яровой твёрдой пшеницы (Оренбургская 21), яровой мягкой (Учитель) и ячменя (Анна) в шестиполье, двуполье и бессменных посевах. Особенностью ранневесенней засухи 2023 года является отрицательное влияние применения минеральных удобрений, выражающееся снижением урожайности зерновых культур на удобренном фоне. Снижение урожайности яровой твёрдой пшеницы в 2023 году при применении минеральных удобрений в севооборотах составило от 1,31 ц (в севообороте с сидеральными) до 2,46 ц (в севообороте с озимыми). В опыте отмечается снижение урожайности яровой пшеницы на удобренном фоне после гороха на 0,6 ц, после кукурузы – на 2,0 ц с 1 га. Возделывание ячменя при использовании минеральных удобрений сопровождается положительным эффектом, наиболее высокая урожайность культуры – в шестиполье с сидератами, в последствии гороха (11,34 ц), проса (10,85 ц) и кукурузы (9,3 ц с 1 га). Моновозделывание ячменя сопровождается снижением урожайности культуры в сравнении с выращиванием в севооборотах (8,27 ц), а в двуполье по твёрдой пшенице она увеличивается до 9,23 ц с 1 га.

Ключевые слова: урожайность зерновых, продуктивная влага, удобрение, монопосев, севооборот, предшествующая культура

Благодарности: работа выполнена в соответствии с планом НИР на 2022-2024 гг. ФГБНУФНЦ БСТ РАН (FNWZ-2022-0014).

Для цитирования: Урожайность зерновых культур в богарных условиях степной зоны Южного Урала / В.Ю. Скороходов, Ю.В. Кафтан, Н.А. Максютлов, Н.А. Зенкова, Е.Н. Скороходова // Животноводство и кормопроизводство. 2024. Т. 107, № 1. С. 161-175. <https://doi.org/10.33284/2658-3135-107-1-161>

GEOPONICS AND CROP PRODUCTION

Original article

Grain crop yields under rain-fed conditions in the steppe zone of the Southern Urals

**Vitaly Yu Skorokhodov¹, Yuri V Kaftan², Nikolai A Maksyutov³, Natalya A Zenkova⁴,
Elena N Skorokhodova⁵**

¹²³⁴⁵Federal Research Centre of Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences, Orenburg, Russia

¹skorokhodov.vitali1975@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4179-7784>

²yu.kaftan@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6653-7220>

³maksyutov.n@mail.ru, <https://0000-0002-5469-3952>

⁴natalya.zenkova1977mail@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1873-2245>

⁵lena.1981.20@mail.ru

Abstract. Weather conditions, soil moisture, nutrient content, both plant and microbial, precursors and weediness of agrocenoses affect the productivity of crop rotations and permanent crops. The purpose of the study was to determine the yield of agricultural crops grown on rainfed soils in 2023 and to evaluate the impact of different crop rotations on the yield of spring wheat and barley under drought conditions. The research was carried out by researchers of the Department of Agriculture and Resource-Saving Technologies of the Federal Research Centre of Biological Systems and Agrotechnologies RAS between 1990 and 2023 on a stationary site located near the Nezhinka village, Orenburg Region (51.7756125°N and 55.306547°E). The soil of the experimental plot belongs to southern carbonate, low-humus, heavy-loamy black soils with a humus content in the arable layer of 3.2-4.0%. The experimental design explores options for cultivating spring durum wheat (Orenburgskaya 21), spring soft wheat (Uchitel') and barley (Anna) in six-field, two-field and permanent crops. A feature of the early spring drought of 2023 is the negative impact of the use of mineral fertilizers, which is expressed by a decrease in the yield of grain crops against a fertilized background. The decrease in the yield of spring durum wheat in 2023 when using mineral fertilizers in crop rotations ranged from 1.31 centners (in crop rotation with green manure) to 2.46 centners (in crop rotation with winter crops). The experiment noted a decrease in the yield of spring wheat on a fertilized background after peas by 0.6 centners and after corn by 2.0 centners per 1 ha. Cultivation of barley using mineral fertilizers is accompanied by a positive effect and the highest crop yield is in a six-field with green manure, in the aftereffect of peas (11.34 c), millet (10.85 c) and corn (9.3 c per 1 ha). Monocultivation of barley is accompanied by a decrease in crop yield compared to cultivation in crop rotation (8.27 centners), and it increases to 9.23 centners per 1 ha in double-field durum wheat.

Keywords: grain yield, productive moisture, fertilizer, mono-seeding, crop rotation, previous crop

Acknowledgments: the work was performed in accordance to the plan of research works for 2022-2024 FSBSI FRC BST RAS (FNWZ-2022-0014).

For citation: Skorokhodov YuV, Kaftan YuV, Maksyutov NA, Zenkova NA, Skorokhodova EN. Grain crop yields under rain-fed conditions in the steppe zone of the Southern Urals. *Animal Husbandry and Fodder Production*. 2024; 107(1):161-175. (In Russ.). <https://doi.org/10.33284/2658-3135-107-1-161>

Введение.

На сегодняшний день устойчивость и стабильность биосистемы в целом достигается за счёт использования севооборотов (Азизов З.М. и др., 2020; Горянин О.И. и Щербинина Е.В., 2020). Помимо природно-климатических факторов и условий выращивания растений на изменение продуктивности сельскохозяйственных культур оказывают влияние водный и питательный режимы, биоактивность почвы и др. (Ложкин А.Г. и др., 2018; Максютов Н.А. и др., 2015).

Сельскохозяйственные культуры, возделываемые в паровых полях как на корм животным, так и зелёное удобрение оказывают положительное влияние на плодородие почвы и увеличение продуктивности агроценозов. Использование в севооборотах бобово-злаковых и зернобобовых культур способствует восстановлению почвенного плодородия и в целом повышает продуктив-

ность пашни. Возделывание в севооборотах сидеральных культур также способствует повышению почвенного плодородия и увеличивает сбор сельскохозяйственной продукции с гектара (Долгополова Н.В., 2015; Неверов А.А., 2022; Максютков Н.А. и др., 2014).

На продуктивность севооборотов и при возделывании культур в бессменных посевах влияют погодные условия, влажность почвы, содержание элементов питания, как растений, так и микроорганизмов, предшественник и засорённость агроценозов. В условиях большого дефицита влажности отмечается отрицательное воздействие среднесуточных температурных периодов, тем самым создаётся стрессовая ситуация для растений, приводящая в отдельные годы к гибели посевов (Елисеев И.П. и др., 2020; Смуров С.И. и др., 2020).

Выпавшие осадки летнего периода, особенно их недобор в засушливый год, способствуют снижению объёма зерновой продукции. Локальные изменения агрометеорологических условий и продуктивности культур в севооборотах при возделывании на богаре приводят к необходимости корректировки структуры посевных площадей и обновлению агротехнологий (Скорыходов В.Ю., 2004; Балакшина В.И., 2016).

Цель исследования.

Определить урожайность сельскохозяйственных культур, возделываемых на богаре в 2023 году. Дать оценку влияния различных севооборотов на формирование урожайности яровой пшеницы и ячменя в условиях засухи.

Материалы и методы исследования.

Объекты исследования. Яровая твёрдая пшеница Оренбургская 21, яровая мягкая пшеница Учитель, ячмень Анна.

Характеристика территорий и природно-климатические условия. Исследования проводились сотрудниками отдела земледелия и ресурсосберегающих технологий ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН на стационарном участке, расположенном близ села Нежинка Оренбургского района Оренбургской области (51.7756125° с. ш. и 55.306547 в. д.). Почва опытного участка – чернозём южный карбонатный малогумусный тяжелосуглинистый. Содержание гумуса в пахотном слое почвы 3,2-4,0 %, общего азота -0,2-0,31 %, общего фосфора – 0,14-0,22 %, подвижного фосфора – 1,5-2,5 мг, обменного калия – 30-38 мг на 100 г почвы, рН почвенного раствора – 7,0-8,1. Наименьшая полевая влагоёмкость в 0-100 см, 0-150 см слоях почвы составляет 297 мм (27,1 %) и 389 мм (25,4 %) соответственно.

В апреле 2023 года среднесуточная температура воздуха составила 10,3 °С при норме 4,8 °С. Погода мая сопровождалась дефицитом осадков (16 мм), засушливыми днями (22) и превышением температурного режима на 2,5 °С.

Схема эксперимента. Исследования проводились сотрудниками отдела земледелия и ресурсосберегающих технологий ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН в период с 1990 по 2023 годы на стационарном участке. В 2023 году полевой опыт закладывался в 4 повторениях. Размер делянок – 14,4×90 м (в шестиполье), 7,2×90 (в двуполье и бессменных посевах), длина агрофона с применением минеральных удобрений (N₄₀P₈₀K₄₀) составила 30 м, неудобренного фона – 60 м.

Схема опыта:

1. Яровая твёрдая пшеница: а) в шестиполье по чёрному, почвозащитному и сидеральному парам; б) в двуполье по мягкой пшенице, кукурузе, гороху, просу; в) бессменно.

2. Яровая мягкая пшеница: а) в шестиполье по твёрдой пшенице в последствии различных видов пара (3-е поле севооборотов); б) в последствии кукурузы, проса, гороха (5-е поле севооборотов); в) бессменно.

3. Ячмень:

а) в шестиполье по мягкой пшенице в последствии различных видов пара; б) бессменный посев.

В опыте применялась агротехника, рекомендуемая зональной. Норма высева яровой твёрдой пшеницы (Оренбургская 21) – 4,0 млн шт., яровой мягкой пшеницы (Учитель) – 4,5 млн шт., ячмень (Анна) – 4,0 млн шт. на 1 гектар.

Оборудование и технические средства. Сбор урожая проводился механизировано комбайном Сампо-500 (Финляндия). Влажность почвы определялась методом Воробьёва С.А. по ГОСТ 28268-89. Ручной пробоотборник (ООО ПО «Компонент» г. Великий Новгород, Россия), шкаф сушильный электрический прямоугольный ШС-80 (ОАО «КЗМА», г. Казань, Россия), электронные весы «HIGH-LAND» («Adam Eguipmen Co. LTD», Великобритания).

Результаты исследований.

На агрофоне с применением минеральных удобрений снижалась урожайность зерновых культур в связи с низким содержанием продуктивной влаги в слое почвы 0-100 см. Влияние на урожайность яровой твёрдой пшеницы в условиях засухи оказывали агрофон и предшественники. В среднем по двум агрофонам урожайность твёрдой пшеницы составила после озимых 3,8 ц, по чёрному, почвозащитному и сидеральному парам соответственно – 2,7, 2,3 и 2,5 ц с 1 га (табл. 1).

Таблица 1. Урожайность яровой твёрдой пшеницы в зависимости по различным предшественникам на двух фонах питания, ц с 1 га
Table 1. Yield of spring durum wheat depend on different precursors on two nutritional backgrounds, c per 1 ha

Севооборот / Crop rotation	Предшественник / Precursor	Данные 2023 года / Data for 2023				Средняя урожайность по фонам за 1990-2022 гг. / Average yield by background for 1990-2022	
		фон питания / nutritional background		разница урожайности + или – ц с 1 га / Yield differences + or – c from 1 ha	средняя урожайность по двум фонам / average yield for two backgrounds	удобренный / fertilized	неудобренный / not fertilized
		удобренный / fertilized	неудобренный / not fertilized				
1	2	3	4	5	6	7	8
Опыт по севооборотам / Experiment in crop rotation	Пар чёрный кулисный (контроль) / Black backstage fallow (control)	1,62	3,75	-2,13	2,7	11,1	10,7
	Пар почвозащитный / Soil protection fallow	1,33	3,21	-1,90	2,3	12,7	11,9
	Пар сидеральный / Green manure fallow	1,83	3,14	-1,31	2,5	12,9	12,4
	Озимая рожь по чёрному пару / Winter rye in black fallow	1,58	4,04	-2,46	3,8	12,1	10,7
Двуполе / Two-field	Кукуруза на силос / Corn for silage	0,62	1,49	-0,77	0,78	10,9	10,2
	Горох / Peas	0,79	1,50	-0,71	1,19	10,1	10,4
	Мягкая пшеница / Soft wheat	0,75	0,89	-0,14	0,82	10,4	9,5
	Ячмень / Barley	0,70	0,93	-0,23	0,81	8,8	7,9
	Просо / Millet	0,62	1,35	-0,63	0,99	-	-

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8
Бессменный посев яровой твёрдой пшеницы / <i>Permanent sowing of spring durum wheat</i>		1,00	1,06	-0,06	1,03	8,9	8,4
НСР05 по фактору A=0,19, по фактору B=0,42 / <i>LSD05 by factor A=0.19, by factor B=0.42</i>							

Примечание: фактор А – фон почвенного питания, фактор В – предшественник

Note: factor A – is the background of soil nutrition, factor B – is the precursor

Снижение урожайности яровой твёрдой пшеницы в 2023 году при применении минеральных удобрений в севооборотах составило от 1,31 ц (в севообороте с сидератами) до 2,46 ц (в севообороте с озимыми). Возделывание яровой твёрдой пшеницы по непаровым предшественникам сопровождается снижением урожайности культуры. Так, средняя урожайность культуры составила по кукурузе – 0,78 ц, по гороху – 1,19 и по просу – 0,99 ц с 1 га.

В условиях дефицита почвенных влагозапасов непосредственное влияние на урожайность яровой мягкой пшеницы оказывает фон питания.

Использование минеральных удобрений в посевах мягкой пшеницы привело к снижению урожайности культуры по всем предшествующим культурам за исключением твёрдой пшеницы по чёрному пару. С большим запасом продуктивной влаги в варианте с твёрдой пшеницей урожайность яровой мягкой пшеницы составило 3,8 ц с 1 га (табл. 2).

Таблица 2. Урожайность яровой мягкой пшеницы в зависимости по различным предшественникам на двух фонах питания, ц с 1 га

Table 2. Yield of spring soft wheat depending on different precursors on two food backgrounds, c per 1 ha

№ севооборота / No. crop rotation	Предшественник / Precursor	Данные 2023 года / Data for 2023				Средняя урожайность по фонам за 1990-2022 гг. / Average yield by background for 1990-2022	
		фон питания / nutritional background		разница + или – цс 1 га / Yield differences + or – c from 1 ha	средняя по двум фонам / the average for two backgrounds	удобренный / fertilized	неудобренный / not fertilized
		удобренный / fertilized	неудобренный / not fertilized				
1	2	3	4	5	6	7	8
2	Твёрдая пшеница по чёрному пару / <i>Durum wheat by black fallow</i>	3,71	3,85	-0,14	3,8	9,8	9,4
3	Твёрдая пшеница по почвозащитному пару / <i>Durum wheat by soil protection fallow</i>	1,70	3,27	-1,57	2,5	10,1	9,2
4	Твёрдая пшеница по сидеральному пару / <i>Durum wheat by green manure fallow</i>	2,20	3,58	-1,38	2,9	9,7	8,8
1	Кукуруза на силос / <i>corn for silage</i>	1,20	3,21	-2,0	2,2	10,9	10,5

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7	8
1	Просо /millet	1,70	2,77	-1,07	2,2	10,1	9,1
1	Горох /peas	3,20	3,81	-0,61	3,5	12,1	11,7
Монопосев яровой мягкой пшеницы /Mono-seeding of spring soft wheat		2,75	4,27	-1,52	3,5	8,3	7,5
Мягкая пшеница (чередование с твёрдой) / Soft wheat (rotation with durum wheat)		1,74	3,58	-1,84	2,2	9,1	7,5

НСР05 по фактору А=0,19, по фактору В=0,42/ LSD05 by factor A=0.19, by factor B=0.42

Примечание: фактор А – фон почвенного питания, фактор В – предшественник

Note: factor A – is the background of soil nutrition, factor B – is the precursor

Лучшим предшественником среди культур восстановителей почвенного плодородия является горох. Урожайность яровой мягкой пшеницы в последствии гороха составило в среднем 3,5 ц с 1 га. В опыте отмечается снижение урожайности яровой пшеницы на удобренном фоне после гороха на 0,61 ц, после кукурузы – на 2,0 ц с 1 га. Возделывание культуры в двуполье по твёрдой пшенице и бесменно не приводит к снижению урожайности в сравнении с возделыванием яровой мягкой пшеницы в шестипольных севооборотах. В сидеральном севообороте получена самая высокая урожайность ячменя (10,4 ц с 1 га). В трёх других севооборотах с озимыми, чёрным и почвозащитным паром урожайность культуры ячменя составила 8,0, 9,1 и 8,2 ц с 1 га (табл. 3).

Таблица 3. Урожайность ярового ячменя в зависимости от вида севооборота, предшественника и фона питания, ц с 1 га

Table 3. Yield of spring barley depending on the type of crop rotation, precursor and nutrition background, kg per 1 ha

№ севооборота/No. crop rotation	Начальное звено севооборота, вариант/ Initial element of crop rotation, option	Предшественник ярового ячменя/ Precursor of spring barley	Данные 2023 года / Data for 2023				Средняя урожайность по фонам за 1990-2022 гг./ Average yield by back ground for 1990-2022	
			удобренный фон/ fertilized background	неудобренный фон/ not fertilized background	разница + или -, цс 1 га/ difference + or -, centners per 1 ha	средняя по двум фонам питания / average for two nutritional background	удобренный/ fertilized	неудобренный/ not fertilized
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Пар чёрный кулисный – озимые - яровая твёрдая пшеница / black back-stage fallow – winter crops - spring durum wheat	Яровая пшеница по кукурузе /Spring wheat over corn	7,87	7,39	+0,48	7,63	16,6	14,9
		Яровая пшеница по просу /Spring wheat over millet	7,74	8,37	-0,63	8,05	18,6	16,0
		Яровая пшеница по гороху /Spring wheat over peas	7,79	8,91	-1,72	8,35	18,3	16,2

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9
2	Пар чёрный кулисный – яровая твёрдая пшеница – яровая мягкая пшеница / <i>black back-stage fallow – spring durum wheat – springs soft wheat</i>	Яровая пшеница по кукурузе/ <i>Spring wheat over corn</i>	6,99	9,22	-2,23	8,1	18,5	16,3
		Яровая пшеница по просу / <i>Spring wheat over millet</i>	8,29	10,27	-1,98	9,28	19,5	16,4
		Яровая пшеница по гороху / <i>Spring wheat over peas</i>	9,17	10,58	-1,41	9,87	18,3	16,7
3	Пар почвозащитный – яровая твёрдая пшеница – яровая мягкая пшеница / <i>Soil protection fallow – spring durum wheat – spring soft wheat</i>	Яровая пшеница по кукурузе / <i>Spring wheat over corn</i>	7,04	7,41	-0,37	5,72	17,3	16,4
		Яровая пшеница по просу / <i>Spring wheat over millet</i>	7,75	8,62	-0,87	8,18	19,0	15,9
		Яровая пшеница по гороху / <i>Spring wheat over peas</i>	11,08	10,93	+0,15	0,65	18,7	16,2
4	Пар сидеральный - яровая твёрдая пшеница – яровая мягкая пшеница / <i>Green manure fallow – spring durum wheat – spring soft wheat</i>	Яровая пшеница по кукурузе/ <i>Spring wheat over corn</i>	10,04	8,02	+2,02	9,3	17,9	15,7
		Яровая пшеница по просу / <i>Spring wheat over millet</i>	12,41	9,29	+3,12	10,85	18,7	16,2
		Яровая пшеница по гороху / <i>Spring wheat over peas</i>	12,33	10,35	+1,98	11,34	17,9	15,5
Двупольный / <i>Two-field</i>		Твёрдая пшеница / <i>Durum wheat</i>	8,96	9,50	-0,54	9,23		
Бессменный посев с 1990 г. / <i>Permanent seeding since 1990</i>		Ячмень / <i>Barley</i>	8,25	9,50	-1,25	8,87	15,2	14,4

НСР05 по фактору А=0,35, по фактору В=0,92 / *LSD05 by factor A=0.35, by factor B=0.92*

Примечание: фактор А – фон почвенного питания, фактор В- предшественник

Note: factor A – is the background of soil nutrition, factor B – is a precursor

В севообороте с сидеральным паром урожайность ячменя в последствии гороха – 11,34 ц, проса – 10,85 ц и кукурузы – 9,3 ц с 1 га. При возделывании ячменя в сидеральном севообороте с применением минеральных удобрений прибавка зерна культуры составила 2,37 ц с 1 га. В севооборотах с почвозащитным и чёрным паром отмечается снижение урожайности ячменя на удобренном фоне от 0,46 до 1,87 ц с 1 га. В условиях засухи складываются оптимальные условия для возделывания ячменя с высокой биологической активностью почвы на фоне разложения сидеральной массы. Монополев ячменя по урожайности сравним с возделыванием культуры в севооборотах (8,27 ц с 1 га). Чередование культуры ячменя с твёрдой пшеницей в двуполье повышает урожайность до 9,23 ц с 1 га в сравнении с полученной в шестипольных севооборотах. Почвенные запасы влаги в срок сева ранних зерновых культур зависят от ряда факторов, в том числе от осадков, выпавших в осенне-зимний и ранневесенний период, выносом его с урожайностью предшественника, метеоусловий сельскохозяйственного года, предшествующего посеву культуры и так далее. В 2023 году, по данным Оренбургского ГМЦ, за осенне-зимний (сентябрь-февраль) выпало 251 мм осадков (норма составляет 163 мм). К концу зимы высота снегового покрова составило 42 см. Наибольший запас продуктивной влаги метрового и полуметрового слоёв почвы отмечен в чёрном пару под посев яровой твёрдой пшеницы (181,2 и 259,0 мм). В период сева твёрдой пшеницы наибольшее количество продуктивной влаги находилось в метровом слое в севообороте с чёрным паром, минимальное – с почвозащитным (табл. 4).

Таблица 4. Запасы продуктивной влаги в почве (мм) под посевами яровой твёрдой пшеницы в шестипольных, двупольных севооборотах и бессменном посеве
Table 4. Reserves of productive moisture in the soil (mm) under spring durum wheat crops in six-field, two-field crop rotations and permanent sowing

Севооборот/ Crop rotation	Предшественник/ Precursor	Слой почвы, см/Soil layers, cm	Влажность почвы/ Soil moisture		Расход продуктивной влаги/ Consumption of productive moisture	
			в посев/ in sowing	в уборку/ in harvesting	мм/ mm	%
Шестиполье/ Six-field	Пар чёрный/ Black fallow	0-30	34,3	-	34,4	34
		0-100	105,4	-	105,4	100
	Пар почвозащитный /Soil protection fallow	0-30	25,8	-	25,8	100
		0-100	62,3	-	62,3	100
	Пар сидеральный/ Green manure fallow	0-30	27,8	-	27,8	100
		0-100	84,2	0,2	84,0	99,7
Двуполье/ Two-field	Озимая рожь / Winter rye	0-30	27,8	1,0	26,8	96,4
		0-100	99,0	1,0	98,0	98,9
	Кукуруза на силос / Corn for silage	0-30	24,9	4,2	20,7	83,1
		0-100	71,7	4,3	67,4	94,0
	Мягкая яровая пшеница /Soft spring wheat	0-30	30,3	6,2	24,1	79,5
		0-100	97,7	6,2	91,5	93,6
Бессменный посев / Permanent sowing	Ячмень /Barley	0-30	27,3	6,4	20,9	76,5
		0-100	95,3	6,4	88,9	93,2
	Горох /Peas	0-30	30,6	-	30,6	100
		0-100	84,7	-	84,7	100
	Просо /Millet	0-30	25,7	8,4	17,3	67,3
		0-100	71,7	8,4	63,3	88,2
Твёрдая яровая пшеница /Hard spring wheat		0-30	28,0	9,0	19,0	67,8
		0-100	64,2	11,7	52,5	81,7

Непаровые предшественники яровой твёрдой пшеницы аккумулируют примерно одинаковое количество продуктивной влаги, за исключением бессменного посева. Количество продуктивной влаги в монопосеве к весне составило 64,2 мм, из которых 11,7 мм – остаточная влага. Отсутствует закономерность по влагозапасам в вариантах яровой мягкой пшеницы. Наибольший влагозапас метрового слоя отмечается в севообороте с чёрным паром по твёрдой пшенице и после гороха (125,0 и 126,7 мм соответственно) и небольшое (63,9 мм) – в почвозащитном севообороте (табл. 5).

Таблица 5. Запасы продуктивной влаги в почве (мм) под мягкой яровой пшеницей в шестипольных, двухпольных севооборотах и бессменном посеве
Table 5. Reserves of productive moisture in the soil (mm) under soft spring wheat in six-field, two-field crop rotations and permanent sowing

Севооборот/ Crop rotation	Предшественник / Precursor	Слой почвы, см/ Soil layers, cm	Влажность почвы/ Soil moisture		Расход продуктивной влаги/ Consumption of productive moisture		
			в посев / in sowing	в уборку / in harvesting	мм/ mm	%	
Шестиполье/ Six-field	Кукуруза на силос/ Corn for silage	0-30	28,1	6,2	21,9	77,9	
		0-100	80,3	6,2	74,1	92,2	
	Просо /Millet	0-30	32,1	9,4	22,7	70,7	
		0-100	113,5	11,1	102,4	90,2	
	Горох /Peas	0-30	28,8	11,5	17,3	60,0	
		0-100	126,7	13,4	113,3	89,4	
	Твёрдая яровая пшеница по чёрному пару/ Hard spring wheat by black fallow	0-30	27,9	1,0	26,9	96,4	
		0-100	125,0	1,0	124,0	99,2	
		Твёрдая яровая пшеница по почвозащитному пару/ Hard spring wheat by soil protection fallow	0-30	24,6	10,0	14,6	59,3
			0-100	63,9	22,0	41,9	65,5
	Твёрдая яровая пшеница по сидеральному пару/ Hard spring wheat by green manure fallow	0-30	31,1	11,0	20,1	64,6	
		0-100	112,2	20,0	92,2	81,9	
Двуполье /Two-field	Твёрдая яровая пшеница / Hard spring wheat	0-30	24,0	-	24,0	100	
		0-100	81,1	-	81,1	100	
Бессменный посев / Permanent sowing	Мягкая яровая пшеница / Soft spring wheat	0-30	28,9	6,8	22,1	76,4	
		0-100	73,4	6,8	66,6	90,7	

Наибольшее количество остаточной влаги в метровом слое почвы отмечено при уборке твёрдой пшеницы в почвозащитном (22 мм) и сидеральном (20 мм) севооборотах. В шестиполье в качестве предшественника ячменя выступает яровая мягкая пшеница по сборному полю (кукуруза

на силос, просо, горох). В период посева ячменя отмечается наименьший влагозапас метрового слоя почвы в последствии проса (92,2 мм), а минимальный – по кукурузе (54,4 мм) и гороху (59,1 мм) (табл. 6).

Таблица 6. Запасы продуктивной влаги в почве (мм) под ячменём в шестипольных, двупольных севооборотах и бессменном посеве
Table 6. Reserves of productive moisture in the soil (m) under barley in six-field, two-field crop rotations and permanent sowing

Севооборот /Crop rotation	Предшественник /Precursor	Слой почвы, см/ Soil layers, cm	Влажность почвы /Soil moisture		Расход продуктивной влаги/ Consumption of productive moisture	
			в посев /in sowing	в уборку / in harvesting	мм / mm	%
Шестиполье/ Six-field	Мягкая яровая пшеница / Soft spring wheat	0-30	25,6	-	25,6	100
		0-100	54,9	2,1	52,8	96,1
	Мягкая яровая пшеница / Soft spring wheat	0-30	29,4	1,0	28,4	96,6
		0-100	92,2	3,9	88,3	95,7
	Мягкая яровая пшеница / Soft spring wheat	0-30	25,9	1,0	24,9	96,1
		0-100	59,1	1,9	57,2	96,7
Двуполье/ Two-field	Твёрдая яровая пшеница/ Hard spring wheat	0-30	28,5	3,7	24,8	87,0
		0-100	109,7	4,2	105,5	96,1
Бессменный посев/ Permanent sowing	Ячмень /Barley	0-30	28,1	4,6	23,5	83,6
		0-100	99,6	7,5	92,1	92,4

В двуполье после твёрдой пшеницы влажность почвы составила 109,7 мм. В послеуборочный период во всех вариантах опыта отмечается равное количество остаточной почвенной влаги.

Обсуждение полученных результатов.

Величина урожайности полевых культур, как в севооборотах, так и в монопосевах зависит от выпадения осадков в период вегетации растений и от продуктивных почвенных влагозапасов (Горянин О.И. и др., 2020). Доля влияния продуктивного влагозапаса перед уборкой (остаточная влага после уборки, предшественник) в метровом слое почвы на урожайность сельскохозяйственных культур в шестипольных севооборотах составляет 44,86 %. Применение минеральных удобрений эффективно при возделывании сельскохозяйственных культур на чернозёмах южных, что выражается в значительной прибавке урожайности. Исключение составляют посевы проса в виду биологических особенностей культуры и часто повторяющихся гидротермических стрессов в период вегетации. Многолетнее, ежегодное применение минеральных удобрений в севооборотах монопосевов сельскохозяйственных культур увеличивает накопление макроэлементов и повышает содержание гумуса в почве (Селиванова В.Ю., 2018; Максюттов Н.А. и др., 2015; Сумина А.В. и Полонский В.И., 2020). В монопосевах без использования минеральных удобрений снижается почвенная биоактивность. В сопровождении с минеральными удобрениями увеличивается урожайность полевых культур в севооборотах и монопосевах, возделываемых в богарных условиях.

Предшественники яровой твёрдой пшеницы в значительной степени влияют на урожайность культуры. В годы с сильной засушливостью отмечается полная зависимость урожайности яровой твёрдой пшеницы от выпавших осадков и температуры воздуха. Степень влияния минеральных удобрений на урожайность зависит как от общего объёма выпавших осадков, так и от характера и равномерности их распределения за вегетационный период (Балашов В.В. и др., 2017; Власов В.Г. и др., 2021). Основным фактором, влияющим на продуктивность культур в севооборотах, является температурный режим. Эффективное использование атмосферных осадков имеет важное значение для получения устойчивых урожаев яровых зерновых культур в засушливых степных районах. Дефицит атмосферных осадков весенне-летнего периода приводит к снижению урожайности яровой мягкой пшеницы в севооборотах. Весенний влагозапас метрового слоя в 150-160 мм обеспечивает получение урожайности сельскохозяйственных культур. В период вегетации яровой мягкой пшеницы наибольший весенний влагозапас по гороховому предшественнику – в верхнем (0-30) и метровом (0-100 см) слоях почвы, что составляет 46,4 и 167,2 мм (Мордвинцев М.П. и Солдаткина Е.А., 2020).

Урожайность ячменя в первую очередь зависит от погодных условий и внесённых удобрений. Влагообеспеченность почвы под посевами ячменя играет основную роль в формировании урожайности зерна. По данным Селивановой В.Ю. (2018), отмечено, что при бессменном посеве ячменя продуктивная влага в метровом слое снижается (особенно при сравнении с севооборотами) с 138,58 до 43,09 мм (Емельянов А.М. и Емельянова Л.К., 2019; Мордвинцев М.П. и др., 2019).

Заключение.

В засушливых условиях при низких влагозапасах периода посева основной фактор воздействия на урожайность культуры яровой мягкой пшеницы – фон питания. В годы с сильной засушливостью снижается эффект применения минеральных удобрений на формирование урожайности яровой пшеницы по различным предшественникам. Выращивание яровой мягкой пшеницы в двуполье и бессменно не приводит к снижению урожайности культуры, а её уровень сравним с полученным в шестипольных севооборотах. Возделывание ячменя при использовании минеральных удобрений сопровождается положительным эффектом и наиболее высокая урожайность культуры в шестиполье с сидератами, в последствии гороха (11,34 ц), проса (10,85 ц) и кукурузы (9,3 ц с 1 га) моновозделывание ячменя не сопровождается снижением урожайности культуры в сравнении с выращиванием в севооборотах (8,27 ц), а в двуполье по твёрдой пшенице она увеличивается до 9,23 ц с 1 га.

Список источников

1. Азизов З.М., Архипов В.В., Имашев И.Г. Урожайность проса, яровой мягкой и яровой твёрдой пшеницы в условиях засушливого Поволжья // Аграрный вестник Юго-Востока. 2020. № 1(24). С. 11-13. [Azizov ZM, Arkhipov VV, Imashev IG. Productivity of millet, spring soft and durum wheat in the conditions of arid Volga region. Agrarian Reporter of South-East. 2020;1(24):11-13. (In Russ.)].
2. Балакшина В.И. Особенности выращивания яровой пшеницы в условиях сухостепной зоны Волгоградской области // Пермский аграрный вестник. 2016. № 2(14). С. 4-9. [Balakshina VI. Peculiarities of growing spring wheat in dry steppe zone of the Volgogradskaya oblast. Perm Agrarian Journal. 2016;2(14):4-9. (In Russ.)].
3. Власов В.Г., Захарова Л.Г., Никифорова С.А. Влияние элементов технологии на водопотребление и эффективность возделывания яровой мягкой пшеницы // Аграрный научный журнал. 2021. № 9. С. 13-18. [Vlasov VG, Zakharova LG, Nikiforova SA. The efficiency of spring soft wheat cultivation in forest-steppe of the Volga region. The Agrarian Scientific Journal. 2021;9:13-18. (In Russ.)]. doi: 10.28983/asj.y2021i9pp13-18
4. Горянин О.И., Щербинина Е.В. Совершенствование технологии и возделывания яровой пшеницы в Поволжье // Аграрный научный журнал. 2020. № 6. С. 11-14. [Goryanin OI,

Shcherbinina EV. Improving the technology of spring wheat cultivation in the Volga region. The Agrarian Scientific Journal. 2020;6:11-14. (*In Russ.*). doi: 10.28983/asj.y2020i6pp11-14

5. ГОСТ 28268-89. Почвы. Методы определения влажности, максимальной гигроскопической влажности и влажности устойчивого завядания растений. Введ. 01.06.1990. М.: Стандартинформ, 2006. 7 с. [GOST 28268-89 Soils. Methods of determination of moisture, maximum hygroscopic moisture and moisture of steady plant fading. Introduction 1990-06-01. Moscow: Standartinform; 2006:7 p. (*In Russ.*)].

6. Долгополова Н.В. Динамика элементов питания при возделывании яровой твёрдой пшеницы по различным предшественникам и фонам удобренности // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2015. № 4. С. 51-53. [Dolgopolova NV. Dinamika elementov pitaniya pri vozdelevanii yarovoj tvyordoj pshenicy po razlichnym predshestvennikam I fonam udobrennosti. Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy. 2015;4:51-53. (*In Russ.*)].

7. Елисеев И.П., Елисеев Л.В., Степанов А.В. Динамика продуктивности ячменя и стоимости зерна в зависимости от погодных условий в Чувашской Республике // Вестник Чувашской ГСХА. 2020. № 2(13). С. 13-20. [Eliseev IP, Eliseev LV, Stepanov AV. Dynamics of productivity and cost of barley grain depending on weather conditions in the Chuvash republic. Vestnik Chuvash SAA. 2020;2(13):13-20. (*In Russ.*)]. doi: 10.17022/853m-jp34

8. Емельянов А.М., Емельянова Л.К. Динамика продуктивной влаги в зернопаровом севообороте сухой степи Бурятии // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Р. Филиппова. 2019. №1(54). С. 25-35. [Emelyanov AM, Emelyanova LK. The dynamics of productive moisture in grain crop rotation at dry steppe of Buryatia. Bulletin of the BSSA named after V. R. Filippov. 2019;1(54):25-35. (*In Russ.*)].

9. Ложкин А.Г., Мальчиков Н.Н., Мясникова М.Г. Яровая твёрдая пшеница в условиях лесостепной зоны Чувашской республики // Зерновое хозяйство России. 2018. № 4(58). С. 59-62. [Lozhkin AG, Mal'chikov NN, Myasnikova MG. Spring durum wheat in the conditions of forest-steppe region of the Chuvash republic. Grain Economy of Russia. 2018;4(58):59-62. (*In Russ.*)]. doi: 10.31367/2079-8725-2018-58-4-59-62

10. Мордвинцев М.П., Калиахметов Т.Е., Байсиитова М.С. Анализ использования сортовых ресурсов основных яровых зерновых культур в сельскохозяйственном производстве Адамовского района Оренбургской области // Животноводство и кормопроизводство. 2019. Т. 102. № 3. С. 135-148. [Mordvintcev MP, Kaliakhmetov TE, Baysiitova MS. Analysis of varietal resources of main spring grain crops used in agricultural production of the Adamovsky district of Orenburg region. Animal Husbandry and Fodder Production. 2019;102(3):135-148. (*In Russ.*)]. doi: 10.33284/2658-3135-102-3-135

11. Мордвинцев М.П., Солдаткина Е.А. Сорты ярового ячменя селекции Оренбургского государственного аграрного университета и их характеристика // Животноводство и кормопроизводство. 2020. Т. 103. № 4. С. 230-242. [Mordvintcev MP, Soldatkina EA. Varieties of spring barley selected by Orenburg State Agrarian University and their characteristics. Animal Husbandry and Fodder Production. 2020;103(4):230-242. (*In Russ.*)]. doi: 10.33284/2658-3135-103-4-230

12. Неверов А.А. Стимулирующая роль микроэлементов на стадии прорастания семян ячменя // Животноводство и кормопроизводство. 2022. Т. 105. № 1. С. 159-170. [Neverov AA. Stimulating role of trace elements at the stage of germination of barley seeds. Animal Husbandry and Fodder Production. 2022;105(1):159-170. (*In Russ.*)]. doi: 10.33284/2658-3135-105-1-159

13. Селиванова В.Ю. Влагообеспеченность яровых культур в севообороте с различными обработками почвы в сухостепной зоне Нижнего Поволжья // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2018. № 1(49). С. 154-161. [Selivanova VU. Water safety of spring crops in northern performance with different soil processing in the dry velocity zone of the lower Volga region. Izvestia of the Lower Volga Agro-University Complex: Science and Higher Education. 2018;1(49):154-161. (*In Russ.*)]. doi: 10.32786/2071-9485-2018-02-154-161

14. Скороходов В.Ю. Влияние предшественников и удобрений на урожайность сельскохозяйственных культур в севообороте с короткой ротацией и при бессменном возделывании на черноземах южных Оренбургского Предуралья // Региональная научно-практическая конференция молодых ученых и специалистов: сб. материалов. Оренбург: ОГУ. 2004. Ч. 3. С. 99-100. [Skorohodov VYu. Vliyanie predshestvennikov i udobrenij na urozhajnost' sel'skohozyajstvennyh kul'tur v sevooborote s korotkoj rotaciej i pri bessmennom vozdelevanii na chernozemah yuzhnyh Orenburgskogo Predural'ya. Regional'naya nauchno-prakticheskaya konferenciya molodyh uchenyh i specialistov: sb. materialov. Orenburg: OGU; 2004;3:99-100. (In Russ.)].

15. Смуров С.И., Наумкин В.Н., Ермолаев С.Н. Урожайность и качество зерна ярового ячменя в зависимости от различных предшественников и фонов минерального питания // Вестник аграрной науки. 2020. № 2(83). С. 36-44. [Smurov SI, Naumkin VN, Ermolaev SN. Yield and quality of spring barley grain in dependence on various predecessors and backgrounds of mineral nutrition. Bulletin of Agrarian Science. 2020;2(83):36-44. (In Russ.)]. doi: 10.17238/issn2587-666X.2020.2.36

16. Сравнительная оценка продуктивности кормовых культур на чернозёмах южных Оренбургского Предуралья / Н.А. Максютов, В.М. Жданов, В.Ю. Скороходов, Ю.В. Кафтан, Д.В. Митрофанов, Н.А. Зенкова, В.Н. Жижин // Вестник мясного скотоводства. 2014. № 4(87). С. 101-104. [Maksyutov NA, Zhdanov VM, Skorohodov VY, Kaftan YV, Mitrofanov DV, Zenkova NA, Zhizhin VN. Comparative assessment of productivity of feed crops on black soils of southern Orenburg Cis-Ural region. Herald of Beef Cattle Breeding. 2014;4(87):101-104. (In Russ.)].

17. Сумина А.В., Полонский В.И. Минеральный состав зерна ячменя выращенного в контрастных климатических условиях Сибири // Животноводство и кормопроизводство. 2020. Т. 103. № 1. С. 190-199. [Sumina AV, Polonky VI. The mineral composition of barley grain grown in contrasting climatic conditions of Siberia. Animal Husbandry and Fodder Production. 2020;103(1):190-199. (In Russ.)]. doi: 10.33284/2658-3135-103-1-190

18. Технологии возделывания ярового ячменя в засушливых условиях Поволжья / О.И. Горянин, Е.В. Мадякин, Л.В. Пронович, Б.Ж. Джангабаев, Н.А. Яковлева // Достижения науки и техники АПК. 2020. Т. 34. № 9. С. 42-47. [Goryanin OI, Madyakin EV, Pronovich LV, Dzhangabaev BZh, Yakovleva NA. Technologies for the cultivation of spring barley under arid conditions of the Volga region. Achievements of Science and Technology in Agro-Industrial Complex. 2020;34(9):42-47. (In Russ.)]. doi: 10.24411/0235-2451-2020-10908

19. Урожайность яровой твёрдой пшеницы в зависимости от гидротермических условий на светло-каштановых почвах Волгоградской области / В.В. Балашов, А.В. Балашов, К.В. Лёвкина, К.А. Кудина // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2017. № 4(48). С. 29-35. [Balashov VV, Balashov AV, Levkina KW, Kudina KA. Crop of spring hard wheat depending on hydrothermal conditions on light-chestnut soils in Volgograd region. Proceedings of Lower Volga Agro-University Complex: Science and Higher Education. 2017;4(48):29-35.(In Russ.)].

20. Эффективность применения удобрений в полевых севооборотах степной зоны Южного Урала / Н.А. Максютов, В.М. Жданов, В.Ю. Скороходов, Ю.В. Кафтан, Д.В. Митрофанов, Н.А. Зенкова, В.Н. Жижин // Проблемы рационального использования природохозяйственных комплексов засушливых территорий: сборник науч. трудов междунар. науч.-практ. конф.. (г. Волгоград, 22-23 мая 2015 г.). Волгоград: Изд-во Волгоградский государственный аграрный университет, 2015. С. 68-72. [Maksyutov NA, Zhdanov VM, Skorohodov VYu, Kaftan YuV, Mitrofanov DV, Zenkova NA, Zhizhin VN. Jeffektivnost' primenenija udobrenij v polevyh sevooborotah stepnoj zony Juzhnogo Urala (Conference proceedings) Problemy racional'nogo ispol'zovanija prirodohozjajstvennyh kompleksov zasushivyh territorij. Sbornik nauchnyh trudov mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii. (g. Volgograd, 22-23 maja 2015 g.). Volgograd: Izd-vo Volgogradskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet, 2015:68-72. (In Russ.)].

References

1. Azizov ZM, Arkhipov VV, Imashev IG. Productivity of millet, spring soft and durum wheat in the conditions of arid Volga region. *Agrarian Reporter of South-East*. 2020;1(24):11-13.
2. Balakshina VI. Peculiarities of growing spring wheat in dry steppe zone of the Volgogradskaya oblast. *Perm Agrarian Journal*. 2016;2(14):4-9.
3. Vlasov VG, Zakharova LG, Nikiforova SA. The efficiency of spring soft wheat cultivation in forest-steppe of the Volga region. *The Agrarian Scientific Journal*. 2021;9:13-18. doi: 10.28983/asj.y2021i9pp13-18
4. Goryanin OI, Shcherbinina EV. Improving the technology of spring wheat cultivation in the Volga region. *The Agrarian Scientific Journal*. 2020;6:11-14. doi: 10.28983/asj.y2020i6pp11-14
5. State Standard 28268-89. Soils. Methods of determination of moisture, maximum hygroscopic moisture and moisture of steady plant fading. Introduction 1990-06-01. Moscow: Standartinform; 2006:7 p.
6. Dolgoplova NV. Dynamics of nutrient elements in spring durum wheat cultivation under different predecessors and fertilization backgrounds. *Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy*. 2015;4:51-53.
7. Eliseev IP, Eliseev LV, Stepanov AV. Dynamics of productivity and cost of barley grain depending on weather conditions in the Chuvash republic. *Vestnik Chuvash SAA*. 2020;2(13):13-20. doi: 10.17022/853m-jp34
8. Emelyanov AM, Emelyanova LK. The dynamics of productive moisture in grain crop rotation at dry steppe of Buryatia. *Bulletin of the BSSA named after V.R. Filippov*. 2019;1(54):25-35.
9. Lozhkin AG, Mal'chikov NN, Myasnikova MG. Spring durum wheat in the conditions of forest-steppe region of the Chuvash republic. *Grain Economy of Russia*. 2018;4(58):59-62. doi: 10.31367/2079-8725-2018-58-4-59-62
10. Mordvintcev MP, Kaliakhmetov TE, Baysitova MS. Analysis of varietal resources of main spring grain crops used in agricultural production of the Adamovsky district of Orenburg region. *Animal Husbandry and Fodder Production*. 2019;102(3):135-148. doi: 10.33284/2658-3135-102-3-135
11. Mordvintcev MP, Soldatkina EA. Varieties of spring barley selected by Orenburg State Agrarian University and their characteristics. *Animal Husbandry and Fodder Production*. 2020;103(4):230-242. doi: 10.33284/2658-3135-103-4-230
12. Neverov AA. Stimulating role of trace elements at the stage of germination of barley seeds. *Animal Husbandry and Fodder Production*. 2022;105(1):159-170. doi: 10.33284/2658-3135-105-1-159
13. Selivanova VU. Water safety of spring crops in northern performance with different soil processing in the dry velocity zone of the lower Volga region. *Izvestia of the Lower Volga Agro-University Complex: Science and Higher Education*. 2018;1(49):154-161. doi: 10.32786/2071-9485-2018-02-154-161
14. Skorohodov VYu. Influence of precursors and fertilizers on crop yields in short-rotation crop rotation and permanent cultivation on southern chernozems of the Orenburg Urals. *Regional Scientific and Practical Conference of Young Scientists and Specialists: collection of materials*. Orenburg: OSU; 2004;3:99-100.
15. Smurov SI, Naumkin VN, Ermolaev SN. Yield and quality of spring barley grain in dependence on various predecessors and backgrounds of mineral nutrition. *Bulletin of Agrarian Science*. 2020;2(83):36-44. doi: 10.17238/issn2587-666X.2020.2.36
16. Maksyutov NA, Zhdanov VM, Skorohodov VY, Kaftan YV, Mitrofanov DV, Zenkova NA, Zhizhin VN. Comparative assessment of productivity of feed crops on black soils of southern Orenburg Cis-Ural region. *Herald of Beef Cattle Breeding*. 2014;4(87):101-104.
17. Sumina AV, Polonky VI. The mineral composition of barley grain grown in contrasting climatic conditions of Siberia. *Animal Husbandry and Fodder Production*. 2020;103(1):190-199. doi: 10.33284/2658-3135-103-1-190

18. Goryanin OI, Madyakin EV, Pronovich LV, Dzhangabaev BZh, Yakovleva NA. Technologies for the cultivation of spring barley under arid conditions of the Volga region. *Achievements of Science and Technology in Agro-Industrial Complex*. 2020;34(9):42-47. doi: 10.24411/0235-2451-2020-10908

19. Balashov VV, Balashov AV, Levkina KW, Kudina KA. Crop of spring hard wheat depending on hydrothermal conditions on light-chestnut soils in Volgograd region. *Proceedings of Lower Volga Agro-University Complex: Science and Higher Education*. 2017;4(48):29-35.

20. Maksyutov NA, Zhdanov VM, Skorohodov VYu, Kaftan YuV, Mitrofanov DV, Zenkova NA, Zhizhin VN. Efficiency of using fertilizers in field crop rotations in the steppe zone of the Southern Urals (Conference proceedings) *Problems of rational use of environmental complexes in arid territories: collection of scientific papers of the international scientific and practical conference (Volgograd, 22-23 may 2015)*. Volgograd: Publishing house of Volgograd State Agrarian University, 2015:68-72.

Информация об авторах:

Виталий Юрьевич Скороходов, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник отдела земледелия и ресурсосберегающих технологий, Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук, 460051, г. Оренбург, пр. Гагарина 27/1, тел.: 89068458745.

Юрий Васильевич Кафтан, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник отдела земледелия и ресурсосберегающих технологий, Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук, 460051, г. Оренбург, пр. Гагарина 27/1, тел.: 89878994748.

Николай Алексеевич Максюттов, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, главный научный сотрудник отдела земледелия и ресурсосберегающих технологий, Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук, 460051, г. Оренбург, пр. Гагарина 27/1, тел.: 892285759209.

Наталья Анатольевна Зенкова, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник отдела земледелия и ресурсосберегающих технологий, Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук, 460051, г. Оренбург, пр. Гагарина 27/1, тел.: 89877870965.

Елена Николаевна Скороходова, соискатель, отдел земледелия и ресурсосберегающих технологий, Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук, 460051, г. Оренбург, пр. Гагарина 27/1, тел.: 89225357644.

Information about the authors:

Vitaliy Yu Skorokhodov, Cand. Sci. (Agriculture), Leading Researcher, Department of Agriculture and Resource-Saving Technologies, Federal Research Centre of Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences, 27/1 Gagarin Ave., Orenburg, 460051, tel.: 89068458745.

Yuri V Kaftan, Cand. Sci. (Agriculture), Leading Researcher of the Department of Agriculture and Resource-Saving Technologies, Federal Research Centre of Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences, 27/1 Gagarin Ave., Orenburg, 460051, tel.: 89878994748.

Nikolay A Maksyutov, Dr. Sci. (Agriculture), Professor, Chief Researcher of the Department of Agriculture and Resource-Saving Technologies, Federal Research Centre of Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences, 27/1 Gagarin Ave., Orenburg, 460051, tel.: 892285759209.

Natalia A Zenkova, Cand. Sci. (Agriculture), Senior Researcher of the Department of Agriculture and Resource-Saving Technologies, Federal Research Centre of Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences, 27/1 Gagarin Ave., Orenburg, 460051, tel.: 89877870965.

Elena N Skorokhodova, applicant, Department of Agriculture and Resource-Saving Technologies, Federal Research Centre of Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences, 27/1 Gagarin Ave., Orenburg, 460051, tel.: 89225357644.

Статья поступила в редакцию 15.01.2024; одобрена после рецензирования 30.01.2024; принята к публикации 18.03.2024.

The article was submitted 15.01.2024; approved after reviewing 30.01.2024; accepted for publication 18.03.2024.