СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ. АГРОНОМИЯ

DOI: 10.32786/2071-9485-2020-02-04

DYNAMICS OF GROWTH AND DEVELOPMENT OF SPRING WHEAT SPECIES IN THE LOWER VOLGA REGION

A. V. Zelenev¹, I. N. Markova², G. O. Chamurliiev³

¹*Volgograd State Agrarian University, Volgograd*

²*Federal scientific center for Agroecology, integrated reclamation and protective afforestation
of the Russian Academy of Sciences, Volgograd*

³*Peoples' friendship University of Russia, Moscow*

Received 28.02.2020

Submitted 02.06.2020

Summary

The article presents data on productivity and its structure in different types of spring wheat (soft, hard and spelt) in the Lower Volga region. The influence of climatic factors on yield and productivity elements was revealed: plant height, productive bushiness, number of grains in the ear, weight of 1000 grains, plant safety for harvesting. Quantitative differences between the productivity characteristics of the studied spring wheat species were determined.

Abstract

Introduction. One of the main areas of spring wheat cultivation is considered to be the Volga region. The ability of this crop to develop a powerful root system from the tillering node causes its widespread distribution in arid areas. Spring wheat, especially hard, is characterized by high requirements for environmental conditions. Soft wheat is less sensitive to the spring return of cold weather. Hard wheat is more demanding to high temperatures. The return to production of forgotten and rare types of cultivated wheat will expand the range of traditional and new useful food products. **Object.** The object of research is plants of various types of spring soft and hard wheat, spelt. **Materials and methods.** The study was carried out in the experimental field Kamyshinskoe development and production of field crops laboratory of the FGBI «Federal scientific center for Agroecology Russian Academy of Sciences» in 2015-2019. The soil of the experimental site is chestnut medium-thick, heavy-loam. The humus content in the 0-30 cm layer is 1.8-2.4 %, gross phosphorus and nitrogen are 0.11 and 0.06 %, respectively, and the absorption capacity is 25-35 mg-EQ / 100 g of soil. Preparation of the soil for sowing was carried out according to the agrotechnics adopted in the zone. Climate conditions in the years of research were contrasting: 2017-favorable, 2015, 2018 and 2019-dry, and 2016-extremely unfavorable due to high temperature and low humidity during the earing of spring wheat. Sowing was carried out on plots of 25 m² in four-fold repetition. Sheaf samples were taken and plots were cleaned according to the state Commission's methodology. Varieties of spelt, spring soft and durum wheat were studied. At the same time, spring soft wheat was divided into two groups of varieties by the color of the grain – white-grain and red-grain. **Results and conclusion.** The tallest type of spring wheat was hard wheat, with the exception of 2019, when conditions were unfavorable for this crop. There were no differences in height between white-grain and red-grain varieties of soft wheat. The floor height was inferior to other types of wheat, especially in 2019. There was a positive correlation between crop yield and plant height ($r = 0.75$). The highest stem density was provided for red-grain varieties of soft wheat, as well as the number of grains in the ear. In terms of productive bushiness, spelt is the leader among the studied wheat species with the exception of 2019, when it was practically not bushed. Low productive bushiness is genetically inherent in durum wheat, but with improved nutrition, it increases the number of spikelets in the ear, the number and weight of grains in the ear, and the number of full-fledged plants for harvesting. By weight of 1000 grains, the largest grain was durum wheat, which had an excess of this indicator in general for all years of observation, except for 2019, when due to the prevailing extreme weather conditions, the productivity of durum wheat significantly decreased compared to soft wheat. Also, a significant decrease this year in durum wheat had an indicator of the number of grains in the ear. More than 2 times the number of grains in the ear was lower than that of soft wheat varieties, although in other years the number of grains in the ear of these species did not differ much. Spelt because of the short ear had the lowest number of grains in the ear, although this figure did not

vary as significantly over the years as in durum wheat. The yield of all types of wheat was positively correlated with the number of grains in the ear ($r = 0.68$). Research shows that it is impossible to say for sure what factors influenced the productivity of wheat species. 2016 was optimal in terms of moisture availability and the most poor-yielding year. Increased air temperature and heavy precipitation provoked the development of brown rust, which led to a significant shortage of crops. Varieties of red-grain soft wheat and spelt were less affected, as evidenced by their higher yield. The dependence of wheat productivity on precipitation in 2015, 2017 and 2018 was typical for the dry-steppe zone. The higher the amount of precipitation during the growing season, the higher the yield. In terms of yield, the types of wheat did not differ significantly from each other, except in 2019, when the productivity of soft wheat was several times higher than spelt and durum wheat. The resulting differences in yield are related to the current water regime of the soil this year. The most productive and adaptive over the years of research were red-grain varieties of soft wheat, then white-grain. Durum wheat varieties in terms of productivity in 2015 and 2018 were at the same level as soft wheat, while in unfavorable 2016 and 2019 they were significantly inferior to it. In favorable 2017, durum wheat varieties also fell short of soft wheat varieties in terms of yield, which indicates their lack of adaptability in zonal conditions. New varieties of durum wheat of Saratov and local selection in terms of productivity in the dry-steppe zone are not inferior to soft varieties, as they have higher plasticity and adaptability.

Key words: *type of spring wheat, variety, variety, yield, weight of 1000 grains, productive bushiness, plant height, adaptability.*

Citation. Zelenyev A. V., Markova I. N., Chamurlijev G. O. Dynamics of growth and development of spring wheat species in the Lower Volga region *Proc. Of the Lower Volga Agro University Comp.* 2020. 2(58). 45-56 (in Russian). DOI: 10.32786/2071-9485-2020-02-04.

Author's contribution. All the authors were directly involved in the planning, execution or analysis of the research, as well as read and approved the final version of the article.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

УДК 633.11"321"(470.44/47)

ДИНАМИКА РОСТА И РАЗВИТИЯ ВИДОВ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ НИЖНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

А. В. Зеленов¹, доктор сельскохозяйственных наук, профессор

И. Н. Маркова², кандидат сельскохозяйственных наук

Г. О. Чамурлиев³, кандидат сельскохозяйственных наук

¹Волгоградский государственный аграрный университет, г. Волгоград

²ФГБНУ «Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций
и защитного лесоразведения РАН», г. Волгоград

³Российский университет дружбы народов, г. Москва

Дата поступления в редакцию 28.02.2020

Дата принятия к печати 02.06.2020

Актуальность. Одним из главных районов возделывания яровой пшеницы считается Поволжье. Способность этой культуры развивать мощную корневую систему из узла кущения обуславливает ее широкое распространение в засушливых районах. Яровая пшеница, особенно твердая, характеризуется высокими требованиями к условиям внешней среды. Мягкая пшеница менее чувствительна к весеннему возврату холодов. Твердые пшеницы более требовательны к высоким температурам. Возвращение в производство забытых и редких видов культурных пшениц позволит расширить ассортимент традиционных и новых полезных продуктов питания. **Объект.** Объектом исследований являются растения различных видов яровой мягкой и твердой пшеницы, полбы. **Материалы и методы.** Исследования проводили на опытном поле Камышинской опытно-производственной лаборатории полевых культур ФГБНУ «ФНЦ агроэкологии РАН» в 2015-2019 гг. Почва опытного участка – каштановая среднесиловатая тяжелосуглинистая. Содержание гумуса в слое 0-30 см – 1,8-2,4 %, валового фосфора и азота соответственно – 0,11 и 0,06 %, емкость поглощения – 25-35 мг-экв/100 г почвы. Подготовку почвы к посеву производили по принятой в зоне агротехнике. Климатические условия в годы исследований были контрастными: 2017 г. – благоприятный, 2015, 2018 и 2019 гг. – засушливые, а 2016 г. – крайне не-

благоприятный из-за высокой температуры и низкой влажности воздуха в период колошения яровой пшеницы. Посев проводили на делянках площадью 25 м² в четырехкратном повторении. Взятие сноповых образцов и уборку делянок осуществляли согласно методике Госкомиссии. Изучали сорта полбы, яровой мягкой и твердой пшеницы. При этом яровая мягкая пшеница была разделена на две группы сортов по цвету зерна – белозерная и краснозерная. **Результаты и выводы.** Самым высокорослым видом яровой пшеницы была твердая, за исключением 2019 г., когда сложились неблагоприятные условия для этой культуры. Отличий между белозерными и краснозерными сортами мягкой пшеницы по высоте не было. Полба по высоте уступала другим видам пшениц, особенно в 2019 г. Между урожайностью и высотой растений наблюдалась положительная корреляция ($r = 0,75$). Самая высокая густота стеблестоя обеспечивалась у краснозерных сортов мягкой пшеницы, так же как и количество зерен в колосе. По продуктивной кустистости полба является лидером среди изучаемых видов пшениц за исключением 2019 г., когда она практически не кустилась. Низкая продуктивная кустистость генетически присуща твердой пшенице, но при улучшении питания у нее увеличиваются количество колосков в колосе, количество и масса зерен в колосе и количество полноценных для уборки растений. По массе 1000 зерен самой крупнозерной была твердая пшеница, которая имела превышение по этому признаку в целом за все годы наблюдений, кроме 2019 г., когда из-за сложившихся экстремальных погодных условий продуктивность твердой пшеницы значительно снизилась по сравнению с мягкой. Также существенное снижение в этом году у твердой пшеницы имел показатель количества зерен в колосе. Более чем в 2 раза количество зерен в колосе было ниже, чем у сортов мягкой пшеницы, хотя в другие годы количество зерен в колосе у этих видов мало чем отличалось. Полба из-за короткого колоса имела самое низкое количество зерен в колосе, хотя этот показатель по годам не так существенно варьировал, как у твердой пшеницы. Урожайность всех видов пшеницы положительно коррелировала с количеством зерен в колосе ($r = 0,68$). Исследования показывают, что нельзя однозначно сказать, от каких факторов зависела продуктивность видов пшениц. 2016 г. был оптимальным по влагообеспеченности и самым неурожайным. Повышенная температура воздуха и обильные осадки спровоцировали развитие бурой ржавчины, которая привела к существенному недобору урожая. Сорта краснозерной мягкой пшеницы и полбы в меньшей степени подверглись поражению, о чем свидетельствует их более высокая урожайность. Зависимость продуктивности пшеницы от осадков в 2015, 2017 и 2018 гг. была типичной для сухостепной зоны. Чем большее количество осадков за вегетацию выпадало, тем выше была урожайность. По урожайности виды пшеницы не столь существенно отличались между собой, за исключением 2019 г., когда по продуктивности мягкая пшеница в разы превышала полбу и твердую пшеницу. Возникшие различия по урожайности связаны со сложившимся в этом году водным режимом почвы. Самыми урожайными и адаптивными за годы исследований были краснозерные сорта мягкой пшеницы, затем белозерные. Сорта твердой пшеницы по продуктивности в 2015 и 2018 гг. были на уровне с мягкой, в неблагоприятные 2016 и 2019 гг. существенно уступали ей. В благоприятном 2017 г. по урожайности сорта твердой пшеницы также не дотянули до сортов мягкой, что указывает на их недостаточную адаптивность в зональных условиях. Новые сорта твердой пшеницы саратовской и местной селекции по продуктивности в сухостепной зоне не уступают сортам мягкой, так как имеют более высокую пластичность и адаптивность.

Ключевые слова: виды яровой пшеницы, сорта яровой пшеницы, урожайность яровой пшеницы, масса 1000 зерен, продуктивная кустистость пшеницы, высота растений пшеницы, адаптивность яровой пшеницы, пшеница яровая.

Цитирование. Зеленев А. В., Маркова И. Н., Чамурлиев Г. О. Динамика роста и развития видов яровой пшеницы в условиях Нижнего Поволжья. *Известия НВ АУК*. 2020. 2(58). 45-56. DOI: 10.32786/2071-9485-2020-02-04

Авторский вклад. Все авторы принимали непосредственное участие в планировании, выполнении или анализе исследований, а также ознакомились и утвердили окончательный вариант статьи.

Конфликт интересов. Авторы не заявляют о конфликте интересов.

Введение. Мягкая пшеница (*Triticum vulgare*) – самый распространенный вид

пшеницы. На долю твердой пшеницы (*Triticum durum*) приходится менее 10 % посевных площадей в мире. По распространенности она занимает второе место. Полба (*Triticum dicossum*) до 1933 г. была распространена в Поволжье и Башкирии. В настоящее время посевы полбы имеют незначительные площади [8]. Одним из главных районов возделывания яровой пшеницы считается Поволжье. Способность яровой пшеницы развивать мощную корневую систему из узла кущения обуславливает ее широкое распространение в засушливых районах, сухой климат которых благоприятствует получению зерна с высоким содержанием белка и высококачественной клейковины, хотя урожайность культуры по мере увеличения засушливости климата снижается. Яровая пшеница, особенно твердая, характеризуется высокими требованиями к условиям внешней среды. При этом разные ее виды разнятся к условиям произрастания. Мягкая пшеница менее чувствительна к весеннему возврату холодов. При более высоких температурах у нее сокращается общий период вегетации. Твердые пшеницы более требовательны к высоким температурам. Особенно в период «всходы – кущение» и «колошение – созревание» [2, 4]. Яровая твердая пшеница и пшеница полба являются генетически высокобелковыми видами с содержанием протеина в зерне до 20 % и более. Возвращение в производство забытых и редких видов культурных пшениц позволит расширить ассортимент традиционных и новых полезных продуктов питания [5, 14].

Материалы и методы. Исследования проводили на опытном поле Камышинской опытно-производственной лаборатории полевых культур ФГБНУ «ФНЦ агроэкологии РАН» в 2015-2019 гг. Почва опытного участка – каштановая среднемощная тяжелосуглинистая, типичная для данной зоны. Содержание гумуса в слое 0-30 см – 1,8-2,4 %, валового фосфора и азота соответственно – 0,11 и 0,06 %, емкость поглощения – 25-35 мг-экв/100 г почвы. Общая мощность гумусового слоя составляет 35-50 см. Реакция среды нейтральная или слабощелочная. Подготовку почвы к посеву производили по принятой в зоне агротехнике. Основную обработку почвы на глубину 20-22 см проводили в конце августа – начале сентября. Весной – покровное боронование в два следа и предпосевная культивация. Посев – ранний, по мере наступления физической спелости почвы. Климатические условия в годы исследований были контрастными. Из пяти лет благоприятным был только один – 2017 г., 2015, 2018 и 2019 гг. были засушливыми, а 2016 г. был крайне неблагоприятным из-за высокой температуры и низкой влажности воздуха в период колошения яровой пшеницы. Посев производили на делянках площадью 25 м² в четырехкратном повторении. Взятие сноповых образцов и уборку делянок осуществляли согласно методике Госкомиссии. Математическую обработку урожайных данных с целью выявления существенных различий проводили методом дисперсионного анализа. Корреляционную связь между признаками подсчитывали по Б. А. Доспехову. Изучали сорта полбы, яровой мягкой и твердой пшеницы. При этом яровая мягкая пшеница была разделена на две группы сортов по цвету зерна – белозерная и краснозерная. Разделение осуществлено из-за ранее полученных различий между этими разновидностями [3]. Урожайность и признаки продуктивности групп брали как среднее арифметическое показателей пяти лучших сортов, находящихся в испытании (таблица 1).

Таблица 1 – Сорта, вошедшие в группы пшениц

Table 1 – Varieties, included in wheat groups

Группа сортов мягкой белозерной пшеницы / Group of varieties of soft white wheat	Группа сортов мягкой краснозерной пшеницы / Group of varieties of soft red wheat	Группа сортов твердой пшеницы / Group of durum wheat varieties	Группа сортов полбы / A group of cultivars of spelt
--	--	--	---

Саратовская 73 / Saratov 73 Альбидум 32 / Albidum 32 Альбидум 188 / Albidum 188 Камышинская 3 / Kamyshinskaya 3 Саратовская 42 / Saratov 42	Фаворит / Favorite Ульяновская 100 / Ulyanovsk 100 Ершовская 36 / Ershovskaya 36 Юго-Восточная 2 / Southeast 2 Саратовская 68 / Saratov 68	Луч 25 / Ray 25 Безенчукская 205 / Bezenchukskaya 205 Безенчукская 210 / Bezenchukskaya 210 НИК / NICK Краснокутская 13 / Krasnokutskaya 13	Руно / Fleece К-14322 Парыш / K-14322 Maggot К-38915 Крупник / K-38915 Krupnik К-21584 Амиданньен / K-21584 Amidanien JU-063952 / JU-063952 /
--	---	--	--

Результаты и обсуждение. В работе проанализированы пятилетние данные урожайности и признаки продуктивности видов яровых пшениц в зависимости от складывающихся погодных условий. Количество выпавших осадков и средняя температура воздуха за годы исследований и вегетационный период яровой пшеницы приведены в таблице 2.

Из таблицы 2 видно, что в 2016 г. за период август-апрель выпало самое большое количество осадков – 351,7 мм и была самая высокая средняя температура воздуха – 6,04 °С. За период вегетации яровой пшеницы в этом году выпало также больше всего осадков – 174,4 мм, средняя температура воздуха была высокой и составила 22,2 °С. Отмечалось наибольшее количество осадков в мае – 90,1 мм. Самым засушливым был 2015 г., в котором за период август – апрель выпало меньше всего осадков – 217,4 мм, в мае их было 40,5 мм, июне – 7,7 мм и июле – 23 мм, в среднем за период вегетации культуры количество осадков составило 71,2 мм.

Таблица 2 – Осадки и средняя температура воздуха за годы исследований и период вегетации яровой пшеницы

Table 2 – Precipitation and average air temperature over the years of research and the growing season of spring wheat

Показатель / Indicator	Сумма за август-апрель / Amount for august-april	Количество / Quantity			Среднее за вегетацию / Average over the growing season
		май / may	июнь / june	июль / july	
2015 г.					
Осадки, мм / Precipitation, mm	217,4	40,5	7,7	23	71,2
Средняя температура воздуха, °C / Average air temperature, °C	4,01	18,1	25,7	24,6	22,8
2016 г.					
Осадки, мм / Precipitation, mm	351,7	90,1	32,4	51,9	174,4
Средняя температура воздуха, °C / Average air temperature, °C	6,04	17,7	23,4	25,4	22,2
2017 г.					
Осадки, мм / Precipitation, mm	293,5	73	44,5	53,3	170,8
Средняя температура воздуха, °C / Average air temperature, °C	3,7	15	20,1	23,8	19,6
2018 г.					

Осадки, мм / Precipitation, mm	275,7	9,8	1,2	120,7	131,7
Средняя температура воздуха, °C / Average air temperature, °C	3,91	20,4	22,6	25,5	22,8
2019 г.					
Осадки, мм / Precipitation, mm	266,2	51,8	2,2	92,5	146,5
Средняя температура воздуха, °C / Average air temperature, °C	4,28	19,3	24,8	22,3	22,1

Средняя температура воздуха за вегетационный период этой культуры была также высокой и составила 22,8 °C. Оптимальным по осадкам и температурному режиму был 2017 г., в котором за период август – апрель выпало 293,5 мм осадков, за период вегетации яровой пшеницы – 170,8 мм. Стабильными были осадки в мае – 73 мм, июне – 44,5 мм и июле – 53,3 мм. За вегетацию яровой пшеницы в этом году была самая низкая температура воздуха – 19,6 °C.

Данные высоты растений, густоты стеблестоя и элементов продуктивности видов яровой пшеницы представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Продуктивность различных видов яровой пшеницы

Table 3 – Productivity of different types of spring wheat

Вид пшеницы / Type of wheat	Высота растений, см / Plant height, cm	Густота стоя- ния растений, шт./м ² / Densi- ty of standing plants, units/m ²	Продуктивная кустистость, шт. / Product- ive bushiness, pieces	Количество зерен в колосе, шт. / Number of grains per ear, pieces	Масса 1000 зерен, г / Weight of 1000 grains, g
2015 г.					
Мягкая белозерная / Soft belozernaya	58,6	231	1,35	18	30,9
Мягкая краснозерная / Soft red-grain	59,8	245	1,26	20	28,2
Твердая / Solid	66,8	225	1,17	20,6	33,7
Полба / Spelt	55	228	1,7	16,7	30,2
2016 г.					
Мягкая белозерная / Soft belozernaya	74,6	209	1,48	18,1	20,5
Мягкая краснозерная / Soft red-grain	74,6	210	1,47	21,2	20,8
Твердая / Solid	77,4	176	1,16	20,8	22,8
Полба / Spelt	66	208	1,72	19,4	21,9
2017 г.					
Мягкая белозерная / Soft belozernaya	89	203	1,46	23,6	38,9
Мягкая краснозерная / Soft red-grain	86,8	204	1,28	26	37
Твердая / Solid	94,2	224	1,1	22,7	46,5
Полба / Spelt	85	274	1,37	19,2	34,3
2018 г.					
Мягкая белозерная /	66,4	218	1,86	22	27,2

Soft belozernaya					
Мягкая краснозерная / Soft red-grain	68	217	1,68	24,6	26,4
Твердая / Solid	68,4	221	1,26	23	34,7
Полба / Spelt	61,5	243	1,85	14	28,6
2019 г.					
Мягкая белозерная / Soft belozernaya	71,6	251	1,27	18,1	31,6
Мягкая краснозерная / Soft red-grain	70,4	330	1,3	19,6	30,1
Твердая / Solid	69,6	246	1,04	7	30,7
Полба / Spelt	58	152	1	10	28,1
Среднее за 2015-2019 гг.					
Мягкая белозерная / Soft belozernaya	72	222	1,48	20	29,8
Мягкая краснозерная / Soft red-grain	71,9	241	1,4	22,3	28,5
Твердая / Solid	75,3	218	1,17	18,8	33,7
Полба / Spelt	65,1	221	1,53	15,9	28,6

Из таблицы 3 видно, что в среднем самым высокорослым видом яровой пшеницы была твердая, за исключением 2019 г., когда сложились неблагоприятные условия для этой культуры. Отличий между белозерными и краснозерными сортами мягкой пшеницы по высоте не было. Полба по высоте уступала другим видам пшениц. Между урожайностью и высотой растений наблюдалась положительная корреляция ($r = 0,75$). Это относится ко всем изучаемым видам пшеницы. Исключением был 2016 г., когда из-за поражения растений бурой ржавчиной не удалось получить приемлемую продуктивность. Данные этого года при подсчете корреляции не учитывали.

Густота стеблестоя в среднем была самой высокой у краснозерных сортов мягкой пшеницы, так же как и количество зерен в колосе, что еще раз подтверждает высокую адаптивность этих сортов.

Находящиеся в изучении сорта и образцы полбы относятся к пленчатой тетраплоидной пшенице, генетически наиболее близкой к твердой, в отличие от которой обладают склонностью к обильному кущению [10]. По продуктивной кустистости полба является лидером среди изученных видов пшениц за исключением 2019 г., когда полба практически не кустилась. Низкая продуктивная кустистость генетически присуща твердой пшенице, но при улучшении питания у нее увеличиваются количество колосков в колосе, количество и масса зерен в колосе и количество полноценных для уборки растений [9]. Подтверждением тому являются показатели количества зерен в колосе и масса 1000 зерен в 2015-2018 гг.

По массе 1000 зерен самой крупнозерной была твердая пшеница, которая имела превышение по этому признаку в целом за все годы наблюдений, кроме 2019 г., когда из-за сложившихся экстремальных погодных условий продуктивность твердой пшеницы значительно снизилась по сравнению с мягкой. Также существенное снижение в этом году у твердой пшеницы имел показатель количества зерен в колосе. Более чем в 2 раза количество зерен в колосе было ниже, чем у сортов мягкой пшеницы, хотя в другие годы количество зерен в колосе у этих видов мало чем отличалось. Полба из-за короткого колоса имела самое низкое количество зерен в колосе, хотя этот показатель по годам не так существенно варьировал, как у твердой пшеницы. Урожайность всех ви-

дов пшеницы положительно коррелировала с количеством зерен в колосе ($r = 0,68$), что отмечают и другие исследователи [6, 12, 13].

Отличия между группами сортов мягкой пшеницы (белозерные и краснозерные) по морфологическим признакам не столь существенны как между видами пшеницы, однако по отдельным показателям имеются стабильные по годам различия. Благодаря селекционной работе у новых сортов мягкой пшеницы возникли радикальные изменения: переход от краснозерности к белозерности, от остистости к безостости, увеличение площади листовой поверхности и количества зерен в колосе. Поэтому краснозерные сорта, как более давние, являются более адаптированными к местным условиям, вследствие чего имеют большую сохранность растений к уборке (густота стеблестоя) и количество зерен в колосе по сравнению с белозерными сортами. Белозерные сорта являются более крупнозерными.

Данные урожайности различных видов яровой пшеницы представлены в таблице 4.

Анализируя приведенные в таблице 4 данные урожайности, нельзя однозначно сказать от каких факторов преимущественно зависела продуктивность видов пшениц. 2016 г. был оптимальным по влагообеспеченности и самым неурожайным. Повышенная температура воздуха и обильные осадки спровоцировали развитие бурой ржавчины, которая привела к существенному недобору урожая. При этом сорта краснозерной мягкой пшеницы и полбы в меньшей степени подверглись поражению, о чем свидетельствует их более высокая урожайность. Зависимость продуктивности пшеницы от осадков в 2015, 2017 и 2018 гг. была типичной для сухостепной зоны. Чем большее количество осадков за вегетацию выпадало, тем выше была урожайность. По урожайности виды пшениц не столь существенно отличались между собой, за исключением 2019 г., когда по продуктивности мягкая пшеница в разы превышала полбу и твердую пшеницу. Возникшие различия по урожайности связаны со сложившимся в этом году водным режимом почвы. Из-за медленного таяния снежного покрова и отсутствия промерзания почвы, легкорастворимые питательные вещества вместе с влагой переместились в более глубокие почвенные горизонты и стали недоступны для корневой системы растений на начальных этапах развития. Как показывают наблюдения, зародышевые корни пшеницы устремляются вглубь с исключительной быстротой, и к кущению они уже проникают до глубины 50-90 см, достигая при полном развитии 1-1,5 м. Вследствие этого их активная зона всегда находится в достаточно увлажненной почве, что позволяет культуре формировать в сухие годы только на зародышевых корнях урожай порядка 1,5-1,8 т/га [11].

Таблица 4 – Урожайность яровой пшеницы в зависимости от различных видов, т/га

Table 4 – Yield of spring wheat depending on different types

Вид пшеницы / Type of wheat	Урожайность / Yield	HCP ₀₅ / SSD ₀₅
2015 г.		
Мягкая белозерная / Soft belozernaya	1,09	0,05
Мягкая краснозерная / Soft red-grain	1,11	
Твердая / Solid	1,02	
Полба / Spelt	0,96	
2016 г.		
Мягкая белозерная / Soft belozernaya	0,53	0,06
Мягкая краснозерная / Soft red-grain	0,71	
Твердая / Solid	0,44	
Полба / Spelt	0,57	
2017 г.		

Мягкая белозерная / Soft belozernaya	2,06	0,18
Мягкая краснозерная / Soft red-grain	2,06	
Твердая / Solid	1,75	
Полба / Spelt	1,28	
2018 г.		
Мягкая белозерная / Soft belozernaya	1,45	0,12
Мягкая краснозерная / Soft red-grain	1,45	
Твердая / Solid	1,41	
Полба / Spelt	1,02	
2019 г.		
Мягкая белозерная / Soft belozernaya	1,09	0,15
Мягкая краснозерная / Soft red-grain	1,31	
Твердая / Solid	0,55	
Полба / Spelt	0,28	
Среднее за 2015-2019 гг.		
Мягкая белозерная / Soft belozernaya	1,24	0,07
Мягкая краснозерная / Soft red-grain	1,33	
Твердая / Solid	1,03	
Полба / Spelt	0,82	

Однако условия 2019 г., в отличие от других лет наблюдения, не позволили сортам твердой пшеницы и полбы иметь продуктивность, соответствующую мягкой, очевидно, из-за недостаточно развитой корневой системы. В острозасушливые годы подавляется рост coleoptильных, а иногда и второй пары зародышевых корней, в таких случаях обычно не удается получить урожай выше 0,4-0,5 т/га [7]. Биологически твердая пшеница отличается от мягкой большей требовательностью к плодородию почвы и к условиям агротехники, меньшей засухоустойчивостью и пластичностью, относительно слабым развитием корней, особенно узловых, меньшей энергией кущения [1].

Самыми урожайными и адаптивными за годы исследований были краснозерные сорта мягкой пшеницы, затем белозерные. Сорта твердой пшеницы по продуктивности в 2015 и 2018 гг. были на уровне мягкой, в неблагоприятные 2016 и 2019 гг. существенно уступали. В благоприятном 2017 г. по урожайности сорта твердой пшеницы также не дотянули до сортов мягкой, что указывает на их недостаточную адаптивность в зональных условиях. Новые сорта твердой пшеницы саратовской и местной селекции по продуктивности в сухостепной зоне не уступают сортам мягкой, так как имеют более высокую пластичность и адаптивность.

Выводы. В течение пятилетнего изучения групп сортов полбы, яровой мягкой и твердой пшеницы были выявлены различия между этими видами пшеницы в складывающихся погодных условиях. Наиболее адаптированной была мягкая пшеница, особенно группа краснозерных сортов. Группа сортов твердой пшеницы по продуктивности уступала мягкой как в неблагоприятные годы (2016, 2019 гг.), так и в более благоприятный 2017 г. Сорта и образцы полбы в зональных условиях были самыми низкоурожайными за все годы наблюдений из-за отсутствия современных селекционных сортов, выведенных для сухостепной зоны. Это же относится и к твердой пшенице. Наличие признаков продуктивности у этих видов пшениц, имеющих превышение над мягкой (продуктивная кустистость, масса 1000 зерен) делают вероятным получение более высокого урожая, сопоставимого с сортами мягкой пшеницы, у новых селекционных сортов этих видов пшеницы. Выявлена связь продуктивности с отдельными ее элементами.

Библиографический список

1. Абдрашитов Р. Р. Урожайность и качество зерна яровой твердой пшеницы сорта

Твердыня в условиях оренбургского Предуралья // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2017. № 6 (68). С. 23-26.

2. Гончаров П. Л., Куркова С. В., Осипова Г. М. Реакция сортов яровой мягкой пшеницы на условия внешней среды в степной зоне Западной Сибири (Северная Кулунда) // Достижения науки и техники АПК. 2013. № 1. С. 5-7.

3. Гулянов Ю. А., Балдина Е. Ю. Эффективность использования ресурсного потенциала степных агроландшафтов при выращивании яровой пшеницы в оренбургском Предуралье // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2018. № 6 (74). С. 22-26.

4. Мухитов Л. А., Самуилов Ф. Д. Модели сортов яровой мягкой пшеницы, адаптированных к условиям лесостепной зоны оренбургского Предуралья // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2013. № 3 (29). С. 106-112.

5. Наймушина А. Ю., Яичкин В. Н. Влияние сорта на урожайность и качество зерна яровой мягкой пшеницы в условиях оренбургского Предуралья // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2018. № 3 (71). С. 45-48.

6. Розова М. А., Зиборов А. И. Корреляционные связи урожайности яровой твердой пшеницы с элементами ее структуры в зависимости от уровня продуктивности генотипов и погодных условий в Приобской лесостепи Алтайского края // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2016. № 2. С. 44-49.

7. Розова М. А., Зиборов А. И., Егиазарян Е. Е. Экологические, генетические и эволюционные аспекты варьирования урожайности и ее структурных элементов у сортообразцов яровой твердой пшеницы в условиях Приобской лесостепи Алтайского края // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2017. № 11 (157). С. 5-13.

8. Сатарова Р. М. Качество новых сортов яровой мягкой пшеницы в условиях южной лесостепи Республики Башкортостан // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2013. № 2 (28). С. 140-142.

9. Создание и выявление ценных селекционных линий крупяного направления на основе межвидовых гибридов твердой пшеницы и полбы / В. С. Сидоренко, П. Н. Мальчиков, М. Г. Мясникова, Г. А. Бударина, Д. В. Наумкин, В. А. Костромичева, Ж. В. Старикова, Ф. В. Тугарева, А. А. Горьков // Зернобобовые и крупяные культуры. 2017. № 4 (24). С. 106-115.

10. Сурин Н. А., Попова Н. М. Биологические особенности пленчатой и голозерной полбы в условиях Красноярского края // Достижения науки и техники АПК. 2016. Т. 30. № 6. С. 15-17.

11. Тимошенкова Т. А. Оценка технологических качеств зерна и продуктивности сортов яровой мягкой пшеницы разного экологического происхождения в степи Южного Урала // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2014. № 3. С. 32-35.

12. Correlation, path analysis and stepwise regression in durum wheat (*Triticum durum* Desf.) under rainfed conditions / A. Hannachi, Z. El. A. Fellahi, H. Bouzerzour, A. Boutekrabt // J. of Agriculture and Sustainability. 2013. Vol. 3 (2). P. 122-131.

13. Correlation and path analysis of durum wheat (*Triticum turgidum* L. var. Durum) / A. A. Khan, M. A. Alam, M. K. Alam, M. J. Alam, Z. I. Sarker // Bangladesh J. Agr. Res. 2013. Vol. 38 (3). P. 515-521.

14. Porceddu E., Blanco A. Evolution of durum wheat breeding in Italy // Proceedings of the International Symposium on Genetics and breeding of durum wheat. ISSN: 1016-121X ISBN: 2-85352-544-9 CIHEAM. 2014. P. 157-177.

Conclusions. During a five-year study of groups of spelt, spring soft and durum wheat varieties, differences between these types of wheat were revealed in the prevailing weather conditions. Soft wheat was the most adapted, especially the group of red-grain varieties. The group of durum wheat varieties was less productive than soft wheat both in unfavorable years (2016, 2019) and in more favorable 2017. Varieties and samples of spelt in zonal conditions were the lowest-yielding for all years of observations due to the lack of modern breeding varieties bred for the dry-steppe zone. The same applies to durum wheat. Signs of the productivity of these types of wheat, with the excess over soft (productive tillering, 1000-grain weight) makes it likely a higher yield, comparable to that of soft wheat varieties, breeding new varieties of wheat. The relationship between productivi-

ity and its individual elements is revealed.

References

1. Abdrashitov R. R. Productivity and grain quality of spring durum wheat of the Stronghold variety in the conditions of the Orenburg pre-Urals // *Izvestiya Orenburg state agrarian University*. 2017. №. 6(68). P. 23-26.
2. Goncharov P. L., Kurkova S. V., Osipova G. M. Reaction of spring soft wheat varieties to environmental conditions in the steppe zone of Western Siberia (Northern Kulunda) // *Achievements of science and technology in agriculture*. 2013. №. 1. P. 5-7.
3. Gulyanov Yu. A., Baldina E. Yu. Efficiency of using the resource potential of steppe agricultural landscapes when growing spring wheat in the Orenburg pre-Urals // *Izvestiya Orenburg state agrarian University*. 2018. №. 6 (74). P. 22-26.
4. Mukhitov L. A., Samuilov F. D. Models of spring soft wheat varieties adapted to the conditions of the forest-steppe zone of the Orenburg pre-Urals // *Bulletin of the Kazan state agrarian University*. 2013. №. 3 (29). P. 106-112.
5. Naimushina A. Yu., Yaichkin V. N. Influence of the variety on the yield and quality of spring soft wheat grain in the conditions of the Orenburg pre-Urals // *Izvestiya Orenburg state agrarian University*. 2018. №. 3 (71). P. 45-48.
6. Rozova M. A., Ziborov A. I. Correlations of spring durum wheat yield with elements of its structure depending on the level of genotype productivity and weather conditions in the Priobskaya forest-steppe of the Altai territory. *Vestnik of the Altai state agrarian University*. 2016. №. 2. P. 44-49.
7. Rozova M. A., Ziborov A. I., Yeghiazaryan E. E. Ecological, genetic and evolutionary aspects of variation of yield and its structural elements in spring durum wheat varieties in the conditions of the Priobskaya forest-steppe of the Altai territory // *Bulletin of the Altai state agrarian University*. 2017. №. 11 (157). P. 5-13.
8. Satarova R. M. Quality of new varieties of spring soft wheat in the conditions of the southern forest-steppe of the Republic of Bashkortostan // *Bulletin of the Kazan state agrarian University*. 2013. №. 2 (28). P. 140-142.
9. Creation and identification of valuable breeding lines of cereals based on interspecific hybrids of durum wheat and spelt / V. S. Sidorenko, P. N. Malchikov, M. G. Myasnikova, G. A. Budarina, D. V. Naumkin, V. A. Kostromicheva, Zh. V. Starikova, F. V. Tugareva, A. A. Gorkov // *Legumes and cereals*. 2017. №. 4 (24). P. 106-115.
10. Surin N. A., Popova N. M. Biological features of filmy and naked spelt in the conditions of the Krasnoyarsk territory // *Achievements of science and technology of agriculture*. 2016. V. 30. №. 6. P. 15-17.
11. Timoshenkova T. A. Evaluation of technological qualities of grain and productivity of spring soft wheat varieties of different ecological origin in the steppe of the southern Urals // *Izvestiya Orenburg state agrarian University*. 2014. №. 3. P. 32-35.
12. Correlation, path analysis and stepwise regression in durum wheat (*Triticum durum* Desf.) under rainfed conditions / A. Hannachi, Z. El. A. Fellahi, H. Bouzerzour, A. Boutekrabt // *J. of Agriculture and Sustainability*. 2013. Vol. 3 (2). P. 122-131.
13. Correlation and path analysis of durum wheat (*Triticum turgidum* L. var. *Durum*) / A. A. Khan, M. A. Alam, M. K. Alam, M. J. Alam, Z. I. Sarker // *Bangladesh J. Agr. Res.* 2013. Vol. 38 (3). P. 515-521.
14. Porceddu E., Blanco A. Evolution of durum wheat breeding in Italy // *Proceedings of the International Symposium on Genetics and breeding of durum wheat*. ISSN: 1016-121X ISBN: 2-85352-544-9 CIHEAM. 2014. P. 157-177.

Authors Information

Zelenev Alexander Vasilyevich, Professor of the Department of Agriculture and Agrochemistry, «Volgograd state agrarian University» (Volgograd state agricultural University) (26 Universitetskiy Prospekt, Volgograd, 400002, Russian Federation), doctor of agricultural Sciences, tel. 8-905-333-21-68, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9351-9922> E-mail: Zelenev.A@bk.ru

Markova Irina Nikolaevna, senior researcher of the Kamyshtinsky experimental production laboratory of field crops «Federal research center for Agroecology, integrated reclamation and protective afforestation of the Russian Academy of Sciences» (Federal Center of Agroecology of the Russian Academy of Sciences)

(Russian Federation, 400062, Volgograd, Universitetskiy Prospekt, 26), candidate of agricultural Sciences, tel. 8-927-524-90-41, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4761-0554> E-mail: irynamarckOva@yandex.ru
Chamurliев Gorgiy Omarievich, senior lecturer of the agricultural engineering Department of the Agrarian and technological Institute "Peoples ' friendship University of Russia" (Peoples ' friendship University of Russia) (8 Miklukho-Maklaya, Moscow, 117198, Russian Federation), candidate of agricultural Sciences, tel. 8-904-777-48-58, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6410-8438> giorgostsamourlidis@mail.ru

Информация об авторах

Зеленев Александр Васильевич, профессор кафедры «Земледелие и агрохимия» ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный аграрный университет» (Волгоградский ГАУ) (РФ, 400002, г. Волгоград, Университетский проспект, 26), доктор сельскохозяйственных наук, тел. 8-905-333-21-68, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9351-9922> E-mail: Zelenev.A@bk.ru

Маркова Ирина Николаевна, старший научный сотрудник Камышинской опытно-производственной лаборатории полевых культур ФГБНУ «Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук» (ФНЦ агроэкологии РАН) (РФ, 400062, г. Волгоград, Университетский проспект, 97), кандидат сельскохозяйственных наук, тел. 8-927-524-90-41, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4761-0554>
E-mail: irynamarckOva@yandex.ru

Чамурлиев Георгий Омариевич, старший преподаватель агроинженерного департамента Аграрно-технологического института ФГАОУ ВО РУДН (Российский университет дружбы народов) (РФ, 117198, г. Москва, Миклухо-Маклая, 8), кандидат сельскохозяйственных наук, тел. 8-904-777-48-58, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6410-8438> giorgostsamourlidis@mail.ru